

KEKSŲ, PRATURTINTŲ AUGALINIŲ MILTELIŲ PRIEDAIS, KOKYBĖ

Akvilė LUČKAITĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: akvile.luckaite@vdu.lt

Santrauka

Tyrimai buvo atlikti 2024 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agronomijos fakulteto ir Atviros prieigos Žemės ir miškų jungtinių tyrimų centro laboratorijose. Tyrimo objektas – kėsai, pagaminti su slyvų, raudonųjų burokėlių šakniavaisių ir juodųjų serbentų uogų miltelių priedu 5 % ir 10 % kiekiais. Ląstelių ir drėgmės kiekiai kėsiukuose nustatyti naudojant standartinius metodus. Kėsų minkštumo elastingumas ir kietumas nustatytas tekstūros analizatoriumi TA-XTPlus. Atlikti tyrimai parodė, kad esmingai didžiausias drėgmės kiekis nustatytas kėsuose su 5% ir 10 % slyvų miltelių priedu, o esmingai didžiausias ląstelių kiekis buvo kėsuose su 10 % burokėlių miltelių priedu, lyginant su kontrole. Esmingai didžiausias tekstūros kietumas buvo kėso su 10 % juodųjų serbentų miltelių priedu, o esmingai didžiausiu tekstūros elastingumu išsiskyrė kėsas su 10 % burokėlių miltelių priedu, lyginant su kontrole.

Reikšminiai žodžiai: slyvos, raudonieji burokėliai, juodieji serbentai, milteliai, kėsai, kokybė.

Ivadas

Begluteniniai produktai yra gyvybiškai svarbūs žmonėms, sergantiems celiakija, nes glitimas jiems sukelia rimtą autoimuninę reakciją, pažeidžiančią plonosios žarnos gleivinę. Vienintelis veiksmingas celiakijos gydymo būdas yra griežta, visą gyvenimą trunkanti begliutiminė dieta (Caio et al., 2019).

Produktai, tokie kaip duona, sausainiai, krekeriai, kėsiukai, pyragai ir makaronai, yra svarbūs kasdienės mitybos komponentai, nes jie suteikia reikšmingą angliavandenių ir baltymų kiekį. Tačiau jie dažnai neturi pakankamai fitocheminių medžiagų, mikroelementų (vitaminų ir mineralų) bei skaidulų. Dėl šios priežasties vartotojai vis labiau ieško sveikesnių alternatyvų, kurios ne tik suteiktų pagrindinių maistinių medžiagų, bet ir būtų praturtintos funkcionaliais junginiais, turinčiais naudos sveikatai (Kamal et al., 2021).

Siekiant praturtinti konditerijos gaminius ląstelių ir pelenų kiekiais ar kitais biologiškai aktyviais komponentais, gali būti naudojamos įvairių augalų sėklos, žievelės, kaulai, stiebai ir vaisių bei daržovių branduoliai (Abdelmegiud et al., 2021). Galima naudoti džiovintų vaisių ir daržovių išspaudų miltelius, kurie gali pakeisti miltus, cukrų ar riebalus, taip sumažinant kalorijų kiekį ir padidinant skaidulų bei antioksidantų kiekį (Singh, 2016). Dauguma vaisiuose ir daržovėse esančių skaidulų yra hidrofilinės, tai reiškia, kad jos lengvai pritraukia vandenį, todėl yra puikiai tinkamos didinti duonos tešlos klampumą (Gomez, Martinez., 2018). Tai rodo, kad naudojant įvairius augalinius priedus ar jų išspaudas galima išlaikyti, o galimai kai kuriais atvejais pagerinti gaminio tekstūrą, būdingą konkrečiam įsiprastai gaminamam kepiniiui (Tanska et al., 2016; Mendes et al., 2024).

Ingredientai, kurie gali būti naudojami kepiniių vertės ir skonio praturtinimui, gali būti slyvų (*Prunus domestica*.), raudonųjų burokėlių (*Beta vulgaris L.*) ir juodųjų serbentų (*Ribes nigrum*) milteliai. Burokėliuose esančios cheminės medžiagos valo kepenis ir gali gydyti žmonių virškinimo sistemos sutrikimus. Skatina kepenų valymą, gerina kepenų funkciją ir apsaugo kepenis nuo žalingo nesaikingo alkoholio vartojimo poveikio (Martinez et al., 2015). Burokėlių sultys gali gydyti kepenų ir inkstų sutrikimus, ypač suriebėjusias kepenis, atsiradusias dėl piktnaudžiavimo alkoholiu, baltymų trūkumo ar diabeto. Be to, burokėlių sultys gali išstipinti inkstų akmenis ir sumažinti diskomfortą (do Carmo et al., 2018).

Slyvos (*Prunus domestica*) yra ne tik skanios, jos gali padėti išsaugoti organizmo funkcijas dėl gausaus maistinių medžiagų, vitaminų (ypač vitamino C ir K) bei mineralų (kaip kalis) kiekio. Tyrimai rodo, kad slyvų vartojimas gali padėti gerinti virškinimą dėl didelio skaidulų kiekio, kuris skatina žarnyno veiklą ir gali mažinti vidurių užkietėjimo riziką (Ayub et al., 2023).

Fenoliniai junginiai yra vieni svarbiausių ir plačiausiai tirtų cheminių medžiagų juodųjų serbentų uogose. Pagrindiniai fenoliniai junginiai, aptinkami juodųjų serbentų uogose, yra flavonoidai, fenolinės rūgštys, taninai, lignanai ir stilbenai. Pagrindiniai antocianinai juodųjų serbentų uogose yra cianidino 3-O-rutinozidas, delfinidino 3-O-rutinozidas ir delfinidino 3-O-gliukozidas (Vagiri, 2012).

Tyrimo tikslas – ištirti ir palyginti slyvo (*Prunus domestica*.), raudonojo burokėlio (*Beta vulgaris L.*) šakniavaisių ir juodojo serbento (*Ribes nigrum*) uogų miltelių priedų įtaką kėsų kokybei.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti slyvų, raudonųjų burokėlių šakniavaisių ir juodųjų serbentų uogų miltelių priedo įtaką kėsų drėgmei ir ląstelių kiekiui.

2. Ištirti ir palyginti slyvų, raudonųjų burokėlių šakniavaisių ir juodųjų serbentų uogų miltelių priedo įtaką kėsų tekstūros kietumui ir elastingumui.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimai buvo atliekami 2024 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agronomijos fakulteto, Augalų biologijos ir maisto mokslų katedros 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 laboratorijoje. Tyrimams atlikti buvo pagaminti miltinės konditerijos gaminiai – keksai su skirtingų augalinių miltelių priedais. Naudotos žaliavos buvo įsigytos prekybos centre: migdolų miltai, saulėgrąžų aliejus, kiaušiniai, cukrus. Siekiant pagerinti kepinių maistinę vertę, dalis migdolų miltų buvo pakeisti skirtingais slyvų, raudonojo burokėlio šakniavaisių ir juodojo serbento uogų miltelių kiekiais, atitinkamai – 5 proc., 10 proc.

Atliktas dviejų veiksmų eksperimentas:

Veiksny A: augalinių miltelių priedas:

1. Slyvų (*Prunus domestica*.);
2. Raudonojo burokėlio (*Beta vulgaris L.*) šakniavaisių;
3. Juodojo serbento (*Ribes nigrum*) uogų.

Veiksny B: miltelių priedo kiekis:

1. 0 proc. (kontrolinis variantas);
2. 5 proc.;
3. 10 proc.;

Keksuose standartiniais metodais buvo nustatyta:

- Drėgmės kiekis (proc.) – džiovinant mėginius 105 °C temperatūroje iki nekintamos masės (LST ISO 751:2000);
- Ląstelių kiekis (proc., s. m.) – Henebergo – Štomano metodu (Januškevičius, Mikulionienė, 2004);
- Tekstūros kietumas ir elsatingumas buvo nustatytas tekstūros analizatoriumi TA-XTPlus (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, Surrey, Jungtinė Karalystė). Bandymo parametrai: prieš bandymą greitis 2 mm/s, bandymo greitis 1 mm/s, po bandymo 10 mm/s ir atstumas 10 mm. Naudotas antgalis – cilindrinis zondas AACC 35 mm (P/35R), kuris suspaudžia mėginį iki 25 proc. gaminio aukščio ir išlaiko šį atstumą 30 sekundžių, tada atsitraukia nuo bandinio ir grįžta į pradinę padėtį. Tvirtumas apibrėžiamas kaip spaudimo jėga ir perskaiciuota iš gramų (g) į niutonus (N), o elastingumas vertinamas procentais (proc.).

Keksų gamybos receptūra pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. Keksų paruoštų su skirtingais augalinių miltelių priedais sudėtis

1 Table. Composition of cakes prepared with different plant-based powders additives

Ingredientai (g) / Ingredients(g)	Variantas/Treatment						
	K	B5	B10	S5	S10	JS5	JS10
Migdolų miltai / Almond flour	100	95	90	95	90	95	90
Saulėgrąžų aliejus / Sunflower oil	50	50	50	50	50	50	50
Cukrus / Sugar	150	150	150	150	150	150	150
Cinamonas / Cinamon	1	1	1	1	1	1	1
Kiaušiniai / Eggs	200	200	200	200	200	200	200
Džiovinėtų burokėlių milteliai / Dried beetroot powder	-	5	10	-	-	-	-
Džiovinėtų slyvų milteliai / Dried plum powder	-	-	-	5	10	-	-
Džiovinėtų juodųjų serbentų milteliai / Dried black currant powder	-	-	-	-	-	5	10

K – keksai be priedo (kontrolė), B5 – keksai su 5 proc. džiovinėtų burokėlių miltelių priedu, B10 – keksai su 10 proc. džiovinėtų burokėlių miltelių priedu, S5 – keksai su 5 proc. džiovinėtų slyvų miltelių priedu, S10 – keksai su 10 proc. džiovinėtų slyvų miltelių priedu, JS5 – keksai su 5 proc. džiovinėtų juodųjų serbentų miltelių priedu, JS10 – keksai su 10 proc. džiovinėtų juodųjų serbentų miltelių priedu.

K – cakes without additive, B5 – cakes with 5% dried beetroot powder additive, B10 – cakes with 10% dried beetroot powder additive, S5 – cakes with 5% dried plum powder additive, S10 – cakes with 10% dried plum powder additive, JS5 – cakes with 5% dried black currant powder additive, JS10 – cakes with 10% dried black currant powder additive.

Keksų gamybos eiga:

1. Kiaušiniai išplakti kartu su cukrumi ir aliejumi.
2. Subėrus miltus ir cinamoną į vieną indą, gerai išmaišoma.
3. Paruošti miltai sumaišomi su kiaušinių mase.
4. Keksų masė supilama į kepimo popieriumi išklotą skardą ir kepama 180°C įkaitintoje orkaitėje apie 20–30 min.
6. Keksai atvėsinti iki kambario temperatūros (18 °C).

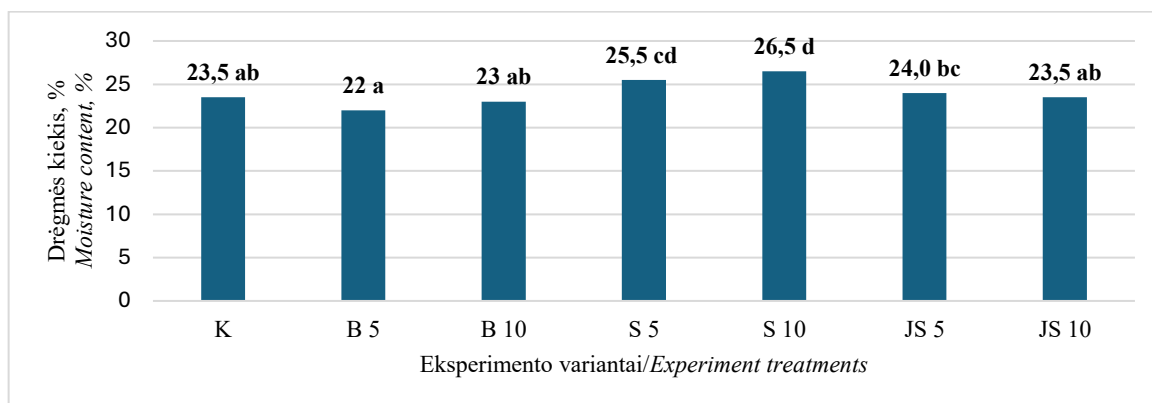
Keksų cheminės sudėties ir tekstūros analizės atliktos praėjus 24 val. po kepimo. Cheminės sudėties analizės buvo atliktos 3 pakartojimais. Tekstūros analizės buvo atliekamos 5 pakartojimais.

Tyrimų duomenys įvertinti dviejų veiksmų dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą STATISTICA. Apskaičiuoti tyrimo rezultatų aritmetiniai vidurkiai. Statistinis patikimumas tarp duomenų buvo įvertintas Tukey HSD testu, kai patikimumas didesnis nei 95 proc. ($p \leq 0,05$) (Sakalauskas, 2003).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Drėgmės kiekis turi didelę įtaką fiziniams, cheminiams ir biologiniams pokyčiams, tokiems kaip, vandens garavimas, plutelės susidarymas, krakmolo želatinizacija, tūrio padidėjimas ir baltymų denatūravimas (Cevoli et al., 2020). Batonų, pyragų, bandelių ir sluoksnuiotos tešlos kepinių drėgmė turėtų būti nuo 30 proc. iki 45 proc. (LST ISO).

Tyrimai parodė, kad keksuose drėgmės kiekis svyravo nuo 22 proc. iki 26,5 proc., priklausomai nuo burokėlių, slyvų ir juodųjų serbentų miltelių priedų ir jų kiekių (žr. 1 pav.). Esmingai didžiausias drėgmės kiekis buvo nustatytas keksuose su 5 proc. ir 10 proc. slyvų miltelių priedais, lyginant su kontrole ir keksais, pagamintais su skirtingais burokėlių miltelių šakniavaisių milteliais. Tarp kitų keksų variantų esminių skirtumų nenustatyta.



Pastaba: esminiai skirtumai ($p < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis; K – keksai be priedo (kontrolė), B5 – keksai su 5 proc. džiovintų burokėlių miltelių priedu, B10 – keksai su 10 proc. džiovintų burokėlių miltelių priedu, S5 – keksai su 5 proc. džiovintų slyvų miltelių priedu, S10 – keksai su 10 proc. džiovintų slyvų miltelių priedu, JS5 – keksai su 5 proc. džiovintų juodųjų serbentų miltelių priedu, JS10 – keksai su 10 proc. džiovintų juodųjų serbentų miltelių priedu.

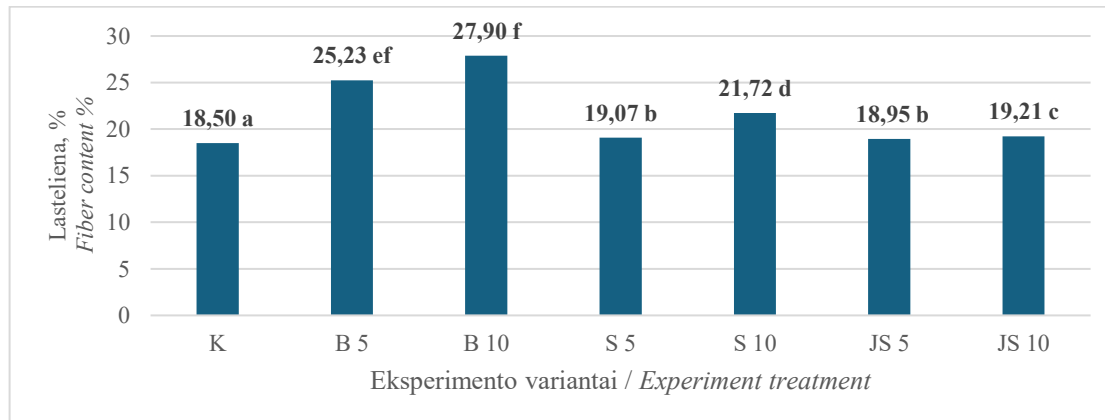
Note: Significant differences ($p < 0.05$) between means are indicated by different lowercase letters; K – cakes without additive, B5 – cakes with 5% dried beetroot powder additive, B10 – cakes with 10% dried beetroot powder additive, S5 – cakes with 5% dried plum powder additive, S10 – cakes with 10% dried plum powder additive, JS5 – cakes with 5% dried black currant powder additive, JS10 – cakes with 10% dried black currant powder additive.

1 pav. Džiovintų burokėlių, slyvų ir juodųjų serbentų miltelių įtaka drėgmės kiekiui keksuose, proc.

Fig. 1. The effect of dried beetroot, plum, and black currant powders on the moisture content in cakes %.

Łasteliena – biologiškai aktyvios medžiagos, kurios padidina sotumo jausmą, stimuliuojant skrandžio rūgšties sekreciją ir gerina išsituštinimą, kovoja su vidurių užkietėjimu, padeda užkirsti kelią storosios žarnos vėžiui; gerina gliukozės virškinimą ir pasisavinimą, mažina cholesterolio kiekį (Cunji et al., 2016).

Tirtuose keksuose łastelienos kiekis svyravo nuo 18,5 proc. iki 27,90 proc. (žr. 2 pav.).



Pastaba: esminiai skirtumai ($p < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis; K – keksai be priedo (kontrolė), B5 – keksai su 5 proc. džiovintų burokėlių miltelių priedu, B10 – keksai su 10 proc. džiovintų burokėlių miltelių priedu, S5 – keksai su 5 proc. džiovintų slyvų miltelių priedu, S10 – keksai su 10 proc. džiovintų slyvų miltelių priedu, JS5 – keksai su 5 proc. džiovintų juodųjų serbentų miltelių priedu, JS10 – keksai su 10 proc. džiovintų juodųjų serbentų miltelių priedu.

Note: Significant differences ($p < 0.05$) between means are indicated by different lowercase letters; K – cakes without additive, B5 – cakes with 5% dried beetroot powder additive, B10 – cakes with 10% dried beetroot powder additive, S5 – cakes with 5% dried plum powder additive, S10 – cakes with 10% dried plum powder additive, JS5 – cakes with 5% dried black currant powder additive, JS10 – cakes with 10% dried black currant powder additive.

2 pav. Džiovintų burokėlių, slyvų ir juodųjų serbentų miltelių įtaka łastelienos kiekiui keksuose, proc.

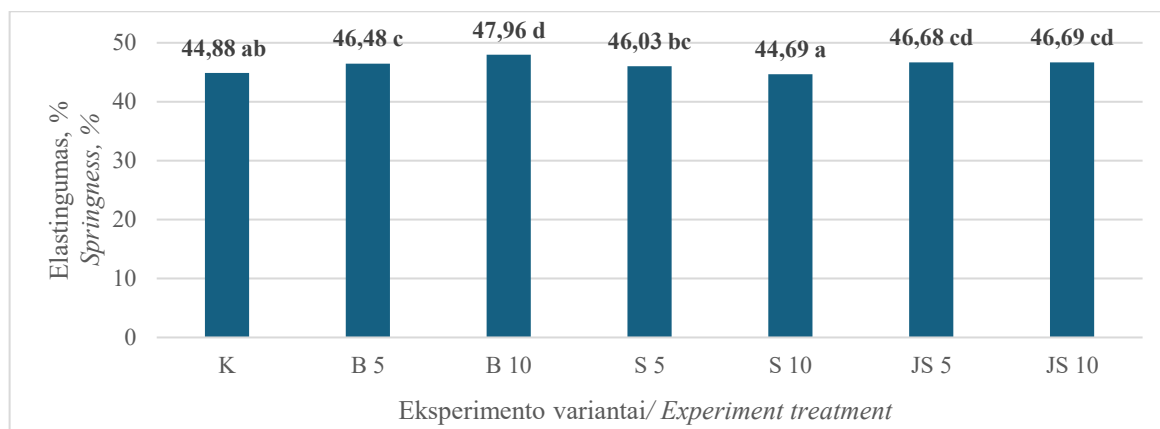
Fig. 2. The effect of dried beetroot, plum, and black currant powders on the fiber content in cakes, %.

Eksperimente naudoti burokėlių, slyvų ir juodųjų serbentų miltelių priedai turėjo esmingos įtakos łastelienos kiekiui. Esmingai didžiausias jos kiekis buvo keksuose su 5 ir 10 proc. burokėlių miltelių priedu, t.y. padidėjo atitinkamai 6,73 ir 9,4 procentiniais vienetais, lyginant su kontroliniu variantu.

Atlikto tyrimo metu gauti rezultatai skiriasi nuo A. Lucy ir kt. mokslininkų (2020) atlikto tyrimo. Jo metu buvo nustatyta, kad łastelienos kiekis pakeičiant dalį kvietinių miltų burokėlių miltelių priedu (5 proc., 10 proc.) gali padidėti nuo 0,73 proc. iki 2,43 proc.

Tekstūros elastingumas parodo, kaip greitai mėginys grįžta į savo pradinę formą ir dydį po deformacijos (Trinh, Glasgow, 2012). Atlikus elastingumo tyrimą nustatyta, kad keksų tekstūros elastingumas svyravo nuo 44,69 proc. iki

47,96 proc., priklausomai nuo naudotų burokėlių, slyvų ir juodųjų serbentų miltelių priedų ir jų kiekių (žr. 3 pav.). Esmingai didžiausias elastingumas nustatytas keksuose su 5 proc., 10 proc. burokėlių miltelių priedais ir 5 proc., 10 proc. juodųjų serbentų miltelių priedais, lyginant su kontrole. Kituose keksų variantuose esminių tekstūros elastingumo skirtumų nenustatyta. Įvertinus ir palyginus naudotus priedus ir jų kiekius, esmingai didžiausiu tekstūros elastingumu pasižymėjo keksai su 10 proc. burokėlių priedu.



Pastaba: esminiai skirtumai ($p < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis; K – keksai be priedo (kontrolė), B5 – keksai su 5 proc. džiovintų burokėlių miltelių priedu, B10 – keksai su 10 proc. džiovintų burokėlių miltelių priedu, S5 – keksai su 5 proc. džiovintų slyvų miltelių priedu, S10 – keksai su 10 proc. džiovintų slyvų miltelių priedu, JS5 – keksai su 5 proc. džiovintų juodųjų serbentų miltelių priedu, JS10 – keksai su 10 proc. džiovintų juodųjų serbentų miltelių priedu.

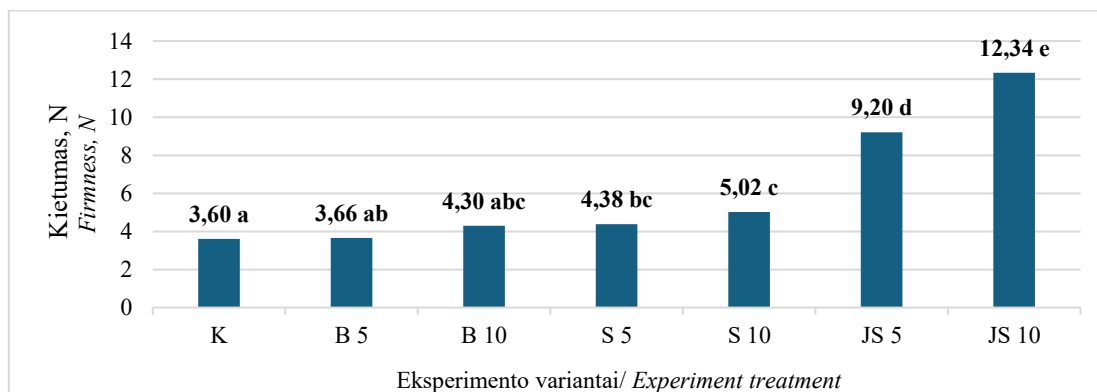
Note: Significant differences ($p < 0.05$) between means are indicated by different lowercase letters; K – cakes without additive, B5 – cakes with 5% dried beetroot powder additive, B10 – cakes with 10% dried beetroot powder additive, S5 – cakes with 5% dried plum powder additive, S10 – cakes with 10% dried plum powder additive, JS5 – cakes with 5% dried black currant powder additive, JS10 – cakes with 10% dried black currant powder additive.

3 pav. Džiovintų burokėlių, slyvų ir juodųjų serbentų miltelių įtaka keksų elastingumui, proc.

Fig. 3. The effect of dried beetroot, plum, and black currant powders on the cake's springness, %.

Atlikto tyrimo rezultatai yra panašūs su K.Y. Song ir kt. mokslininkų (2016) vykdyto bandymo rezultatais. Bandymo metu nustatyta, kad keksų tekstūros elastingumas dalį kvietinių miltų pakeičiant burokėlių miltelių priedu nežymiai didėjo. Panaši tendencija identifiukuota ir šiame atliktame tyrime.

Kietumas yra vienas svarbesnių tekstūros parametrų, kuris matuojamas pirmojo suspaudimo metu. Tai yra maksimalus jėgos taškas pirmo suspaudimo metu. Vartotojams paprastai nėra priimtina, kai produktas yra per daug kietas, vartotojai jo paprastai nepriima (Trinh, Glasgow, 2012).



Pastaba: esminiai skirtumai ($p < 0,05$) tarp vidurkių pažymėti skirtingomis mažosiomis abėcėlės raidėmis; K – keksai be priedo, B5 – keksai su 5 proc. džiovintų burokėlių miltelių priedu, B10 – keksai su 10 proc. džiovintų burokėlių miltelių priedu, S5 – keksai su 5 proc. džiovintų slyvų miltelių priedu, S10 – keksai su 10 proc. džiovintų slyvų miltelių priedu, JS5 – keksai su 5 proc. džiovintų juodųjų serbentų miltelių priedu, JS10 – keksai su 10 proc. džiovintų juodųjų serbentų miltelių priedu.

Note: Significant differences ($p < 0.05$) between means are indicated by different lowercase letters; K – cakes without additive, B5 – cakes with 5% dried beetroot powder additive, B10 – cakes with 10% dried beetroot powder additive, S5 – cakes with 5% dried plum powder additive, S10 – cakes with 10% dried plum powder additive, JS5 – cakes with 5% dried black currant powder additive, JS10 – cakes with 10% dried black currant powder additive.

4 pav. Džiovintų burokėlių, slyvų ir juodųjų serbentų miltelių įtaka keksų kietumui, N.

Fig. 4. The effect of dried beetroot, plum, and black currant powders on the cake's hardness, N.

N. Yeseul ir S. Yeon-Ji (2022) atlikto tyrimo metu nustatyta, kad sausinių kietumas, pakeičiant ryžių miltus slyvų milteliais esmingai didėjo. Tai atliepia ir šiame tyrime gauti rezultatai, kurie parodė, kad priklausomai nuo naudoto slyvų miltelių kiekio keksų tekstūros kietumas padidėjo nuo 21,6 proc. iki 39 proc.

Išvados

1. Esmingai didžiausias drėgmės kiekis nustatytas keksuose su 5 proc. ir 10 proc. slyvų miltelių priedu, o esmingai didžiausias ląstelių kiekis buvo keksuose su 10 proc. burokėlių miltelių priedu, lyginant su kontrole.

2. Esmingai didžiausias tekstūros kietumas buvo kekso su 10 proc. juodųjų serbentų miltelių priedu, o esmingai didžiausiu tekstūros elastingumu išsiskyrė kekso su 10 proc. burokėlių miltelių priedu, lyginant su kontrole.

Literatūra

1. Ayub, H., Nadeem, M., Mohsin, M., Ambreen, S., Khan, F. A., Oranab, S., Ullah, S. (2023). A comprehensive review on the availability of bioactive compounds, phytochemicals, and antioxidant potential of plum (*Prunus domestica*). *International Journal of Food Properties*, 26(1), 2388-2406.
2. Abdelmeguid, M. H., El-Soukkary, F. A. H., El-Naggar, E. A., Abdelsalam, R. R. (2021). Physico-chemical, functional and antioxidant properties of some flours types as gluten-free ingredients compared to wheat flour. *Asian Journal of Applied Chemistry Research*, 10(3-4), 21-30.
3. Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., Fasano, A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review. *BMC medicine*, 17, 1-20.
4. Canja, C. M., Mazarel, A., Lupu, M. I., Margean, A., & Pădureanu, V. (2016). Dietary fiber role and place in baking products. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering*, 91-96.
5. Cevoli, C., Panarese, V., Catalogne, C., & Fabbri, A. (2020). Estimation of the effective moisture diffusivity in cake baking by the inversion of a finite element model. *Journal of Food Engineering*, 270, 109769.
6. do Carmo, E. L., Teodoro, R. A. R., Félix, P. H. C., de Barros Fernandes, R. V., de Oliveira, É. R., Veiga, T. R. L. A., Botrel, D. A. (2018). Stability of spray-dried beetroot extract using oligosaccharides and whey proteins. *Food chemistry*, 249, 51-59.
7. Gómez, M., Martinez, M. M. (2018). Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(13), 2119-2135.
8. Kamal, H., Mudgil, P., Bhaskar, B., Fisayo, A. F., Gan, C. Y., Maqsood, S. (2021). Amaranth proteins as potential source of bioactive peptides with enhanced inhibition of enzymatic markers linked with hypertension and diabetes. *Journal of Cereal Science*, 101, 103308.
9. Lucky, A. R., Al-Mamun, A., Hosen, A., Toma, M. A., Mazumder, M. A. R. (2020). Nutritional and sensory quality assessment of plain cake enriched with beetroot powder. *Food Research*, 4(6), 2049-2053.
10. Martinez, R. M., Longhi-Balbinot, D. T., Zarpelon, A. C., Staurengo-Ferrari, L., Baracat, M. M., Georgetti, S. R., Casagrande, R. (2015). Anti-inflammatory activity of betalain-rich dye of *Beta vulgaris*: effect on edema, leukocyte recruitment, superoxide anion and cytokine production. *Archives of pharmacological research*, 38, 494-504.
11. Mendes, B. D. A. B., Almeida, M. F., Silva, G. L., Amparo dos Anjos, D., Fontan, G. C. R., Rebouças São José, A., Veloso, C. M. (2024). Physical, textural, and sensory characteristics of gluten-free cupcakes developed with native and modified by hydrothermal treatment green plantain flours. *Journal of Food Science*, 89(11), 7437-7451.
12. Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N. (2016). Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum. *Journal of food science and technology*, 53, 1269-1278.
13. Song, K. Y., Zhang, Y., Jeong, K. Y., Kim, Y. S. (2016). Effects of beetroot (*Beta vulgaris*) powder on quality characteristics and retarding retrogradation by shelf-life of sponge cake. *Korean journal of food and cookery science*, 32(6), 696-703.
14. Tańska, M., Roszkowska, B., Czaplicki, S., Borowska, E. J., Bojarska, J., Dąbrowska, A. (2016). Effect of fruit pomace addition on shortbread cookies to improve their physical and nutritional values. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71, 307-313.
15. Trinh, K. T., Glasgow, S. (2012). On the texture profile analysis test. In *Proceedings of the Chemeca*, pp. 23-26. Wellington, New Zealand: Chemeca.
16. Vagiri, M. R. (2012). *Black currant (Ribes nigrum L.)-An insight into the crop: A synopsis of a PhD study*. Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science, Swedish University of Agricultural Sciences.
17. Yeseul, N., Yeon-Ji, S. (2022). Quality characteristics and antioxidant effects of rice cookies enriched with dried plum (*Prunus domestica* L.) powder. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 35(6), 499-51

CAKES ENRICHED WITH PLANT POWDER ADDITIVES, QUALITY

Abstract

The research was conducted in 2024 at the Faculty of Agronomy of Vytautas Magnus University and the Laboratory of the Open Access Joint Research Center for Land and Forests. The subject of the study was cakes made with 5% and 10% additions of plum, red beetroot root, and black currant berry powder. The amounts of fiber and moisture in the cakes were determined using standard methods. The cake crumb elasticity and hardness were measured using the TA-XTPlus texture analyzer. The results of the study showed that the highest moisture content was found in cakes with

5% and 10% plum powder, while the highest fiber content was observed in cakes with 10% beetroot powder compared to the control. The greatest texture hardness was found in the cake with 10% black currant powder, while the greatest texture elasticity was noted in the cake with 10% beetroot powder, compared to the control.

Keywords: plums, red beetroots, black currants, powders, cakes, quality