

VALGOMOJO BATATO (*IPOMOEA BATATAS L.*) ŠAKNIAGUMBIŲ PRIEDO ĮTAKA VEGANIŠKŲ KEKSIUKŲ KOKYBEI

Vaida STROPUTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: vaida.stropute@vdu.lt

Nijolė VAITKEVIČIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: nijole.vaitkeviciene@vdu.lt

Santrauka

Tyrimo tikslas – nustatyti valgomojo batato šakniagumbių tyrės priedo įtaką veganiškų keksiukų kokybei. Tyrimai atlikti 2023 - 2024 m. VDU ŽŪA Augalinių maisto žaliavų kokybės tyrimų ir Atviro prieigos centro (APC) Augalinių žaliavų kokybės laboratorijose. Veganiškų keksiukų gamybai naudotos žaliavos: viso grūdo dalių spelta kvietiniai miltai, valgomųjų batatų šakniagumbių tyrė, avinžirnių vanduo (aquafaba), rudasis cukranendrių cukrus, rapsų aliejus, prieskoniai, kildinimo medžiaga. Gamybos proceso metu buvo taikyti du skirtingi batatų tyrės paruošimo būdai – kepimas orkaitėje 180°C temperatūroje ir virimas garuose. Keksiukuose dalis spelta kvietinių miltų buvo pakeista valgomųjų batatų tyre (0, 20, 35, 50 proc.). Eksperimento variantai: 1) kontrolinis – veganiški keksiukai be batatų tyrės; 2) G20% - keksiukuose 20 % miltų pakeista garuose virta batatų tyre; 3) O20% - keksiukuose 20 % miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; 3) G35% - keksiukuose 35 % miltų pakeista garuose virta batatų tyre; 4) O35% - keksiukuose 35 % miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; 5) G50% - keksiukuose 50 % miltų pakeista garuose virta batatų tyre; 7) O50% - keksiukuose 50 % miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre. Keksiukuose nustatytas β-karoteno, bendras fenolinių junginių, bendras flavonoidų kiekiai ir antioksidacinis aktyvumas. Tyrės paruošimo būdas turėjo esminės įtakos tik β-karoteno kiekiui veganiškuose keksiukuose. Bendram fenolinių junginių ir flavonoidų kiekiui bei antioksidaciniam aktyvumui tyrės paruošimo būdas esminės įtakos neturėjo. Keksiukai su 50 % orkaitėje keptos tyrės priedu ir 50 % garuose virtos tyrės priedu pasižymėjo didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu bei didžiausiais fenolinių junginių ir flavonoidų kiekiais, lyginant su keksiukais be tyrės.

Reikšminiai žodžiai: valgomasis batatas, spelta, beta karotenas, fenoliai, flavonoidai, antioksidantai.

Įvadas

Miltiniai kepiniai ir konditerijos gaminiai – patrauklus vartotojui produktas. Jų paruošimui taikomos įvairios receptūros, įdarai, priedai ir kiti technologiniai sprendimai, kurie gaminius leidžia pritaikyti įvairių poreikių turintiems vartotojams. Tokie gaminiai tapo dažnu vartotojų pasirinkimu dėl gyvenimo būdo pokyčių, didelės šviežių gaminių pasiūlos, malonaus aromato ir skonio (Kraujutienė, Sugintienė, 2016). Dėl šios priežasties įvairių maisto mokslo sričių specialistai siekia pagerinti nuolat visuomenės vartojamus produktus sveikatą stiprinančiais komponentais. Šiam tikslui pasiekti pradėta gaminti funkcinėmis savybėmis pasižymintys kepiniai, kuriuose dalis įprastinių konditerinių žaliavų pakeičiami įvairiomis alternatyvomis, praturtinančiomis sudėtį gausia fitocheminių medžiagų įvairove.

Valgomasis batatas (*Ipomoea batatas L.*) arba saldžiosios bulvės, kilusios iš Centrinės Amerikos, ir yra septinta pagal importuojamų žaliavų kiekį (Hayati ir kt., 2019). Šakniagumbiuose yra įvairių biologiškai aktyvių junginių tokių kaip β-karotenas, fenoliniai junginiai, flavonoidai ir kt. Kai kurių veislių valgomųjų batatų šakniagumbiai pasižymi išskirtine spalva. Ryškios geltona, oranžinė ar violetinė minkštimo spalvos suteikia gaminiams išskirtinumo ir ypač sukelia susidomėjimą jauno amžiaus vartotojų tarpe. Batatų šakniagumbiai plačiai pritaikomi įvairiose maisto pramonės srityse. Batatai puikiai tinka įvairių sriubų, gėrimų, kepinų, užkandžių, šaldytų bulvyčių, makaronų, dribsnių, miltelių, vaikams skirtų tyrių gamyboje. Maisto pramonėje dažniausiai taikoma šakniagumbių apdoravimo technologija – tyrės paruošimas. Batatų tyrė gali būti užšaldoma, konservuojama, pakuojama į aseptines pakuotes (Truong, Avula, 2010). Žaliavinių šakniagumbių rūšiavimas ir atrinkimas komerciniams tikslams sukuria didelius maisto produktų atliekų kiekius (Truong, Avula, 2010). Tyrės paruošimo ir konservavimo technologijų taikymas suteikia galimybę panaudoti visą gautą derlių išvengiant pramoninės maisto švaistymo problemos. Batatų priedo naudojimas duonos pramonėje leidžia gaminti produktus be glitimo ir sintetinių dažiklių, nes jų šakniagumbiai su oranžiniu ir geltonu minkštumu pasižymi dideliu karotenoidų kiekiu. Be fitocheminių medžiagų naudos sveikatai, batatuose esantys pigmentai duonos pramonėje gali būti panaudojami ir kaip natūralios dažančios medžiagos, pakeičiančios galutinio produkto spalvą (Bach ir kt., 2021).

Tyrimo tikslas – nustatyti valgomųjų batatų šakniagumbių tyrės priedo įtaką veganiškų keksiukų kokybiniais parametrams.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Ištirti skirtingais būdais pagamintos batatų šakniagumbių tyrės priedo įtaką biologiškai aktyvių junginių kiekiui keksiukuose.
2. Ištirti skirtingais būdais pagamintos batatų šakniagumbių tyrės priedo įtaką antioksidaciniam aktyvumui keksiukuose.

Tyrimų objektas ir metodai

Veganiškų keksiukų tyrimai atlikti 2023–2024 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Augalinių maisto žaliavų kokybės tyrimų ir Atviro prieigos centro (APC) Augalinių žaliavų kokybės laboratorijose.

Veganiškų keksiukų gamybai naudotos žaliavos: viso grūdo dalių spelta kvietiniai miltai, batatų šakniagumbių tyrė, avinžirnių vanduo (aquafaba), rudasis cukranendrių cukrus, rapsų aliejus, prieskoniai, kildinimo medžiaga. Keksiukų gamyboje naudota valgomųjų batatų šakniagumbių su oranžiniu minkštimu tyrė. Tyrės gamybos proceso metu taikyti du skirtingi paruošimo būdai – kepimas orkaitėje ir virimas garuose. Batatų šakniagumbiai prieš terminį apdorojimą nuplauti ir supjaustyti 1–1,5 cm storio griežinėliais. Dalis jų kepti orkaitėje 180 °C temperatūroje 90 min., kita dalis – virti garuose 30 min.

Keksiukuose dalis spelta kvietinių miltų pakeista valgomųjų batatų tyre (0, 20, 35, 50 %). Eksperimento variantai: 1) kontrolinis – veganiški keksiukai be batatų tyrės; 2) G20% – keksiukuose 20 % miltų pakeista garuose virta batatų tyre; 3) O20% – keksiukuose 20 % miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; 3) G35% – keksiukuose 35 % miltų pakeista garuose virta batatų tyre; 4) O35% – keksiukuose 35 % miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; 5) G50% – keksiukuose 50 % miltų pakeista garuose virta batatų tyre; 7) O50% – keksiukuose 50 % miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre.

Cheminiams analizėms atlikti iš kiekvieno pakartojimo sudaryti 200–300 g keksiukų ėminiai (trys pakartojimai). Praėjus 24 val. po kepimo, veganiškuose keksiukuose nustatyti šie sudėties komponentai:

- Beta karoteno kiekis ($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) – fotokolorimetriniu metodu. 5 g mėginio sumaišomi su 5 g kalcio oksidu, 5 g natrio sulfatu ir 25 g aliuminio (III) oksidu ir laikomi 18–20 val. Analizuojamų tirpalų optinis tankis išmatuotas spektrofotometru (UVS-2800, Labomed Inc., Los Andželas, CA, JAV) esant 400 nm bangos ilgiui (Nagata ir Yamashita, 1992; Fish ir kt., 2002). Tyrimų rezultatai vertinami pagal standartinio kalio bichromato tirpalo gradavimo grafiką.

- Bendras fenolinių junginių kiekis ($\text{mg GRE } 100 \text{ g}^{-1}$) – spektrofotometriniu metodu, naudojant Folin – Ciocalteu reagentą. 2 g mėginio užpilami 10 ml 75 % etanolio ir ekstrahuojama 1 val. automatinėje purtyklėje (1200 rpm) (Heidolph Vibramax 100, JAV). Po to ekstraktai centrifuguojami 10 min. 3000 rpm greičiu ir filtruojami. 0,2 ml ekstrakto sumaišoma su 5 ml distiliuoto vandens ir 0,2 ml Folin-Ciocalteu reagento. Į mišinį įpilama 1 ml 20 % natrio karbonato tirpalo laikomi kambario temperatūroje 30 min. tamsoje. Spektrofotometru (Labomed Inc., Los Angeles, CA, JAV) išmatuojama absorbcija esant 765 nm bangos ilgiui. Rezultatų vertinimui naudojama galo rūgšties kalibracinė kreivė.

- Bendras flavonoidų kiekis (mg g^{-1}) – spektrofotometriniu metodu. 2 g mėginio užpilami 75 % etanolio. Mėgintuvėliai su mišiniu perkeliama į automatinę purtyklę ir ekstrahuojami 60 min. 1200 rpm greičiu. 1 ml ekstrakto sumaišomas su 10 ml 10 % aliuminio chlorido tirpalu, 2 ml 96 % etanolio ir 1 ml 1M natrio acetato tirpalu. Laikoma 40 min. tamsoje, kambario temperatūroje. Spektrofotometru (UVS-2800, Labomed Inc., Los Andželas, CA, JAV) išmatuojama absorbcija esant 415 nm bangos ilgiui. Rezultatų vertinimui naudojama kvercicino kalibracinė kreivė.

- Antioksidacinis aktyvumas (%) – DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo hidrato) radikalo surišimo metodu. 1 g mėginio užpilamas 40 ml 50 % etanolio ir sandariai uždaroma. Mėginiai ekstrahuojami ultragarso vonelėje (80 KHz dažnio, 1017 W galios) 10 min. Po to ekstraktai centrifuguojami 2 min. taikant 8500 rpm išcentrinę jėgą. 0,1 ml ekstrakto sumaišoma su 5 ml DDPH tirpalo ir laikomas tamsoje 30 min. Spektrofotometru (Labomed Inc., Los Angeles, CA, JAV) esant 517 nm bangos ilgiui išmatuojama tuščio mėginio (96,3% vandens – etilo alkoholio ir DPPH tirpalo) ir tiriamojo ekstrakto absorbcija (Brand-Williams ir kt., 1995).

Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu (ANOVA) naudojant kompiuterinę programą STATISTIKA (STATISTICA 12) (Sakalauskas, 2003). Aritmetiniai vidurkiai apskaičiuoti naudojant „MS Office“ programą „Excel“. Statistiniam patikimumui tarp vidurkių įvertinti taikytas Fišerio LSD testas ($p < 0,05$).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

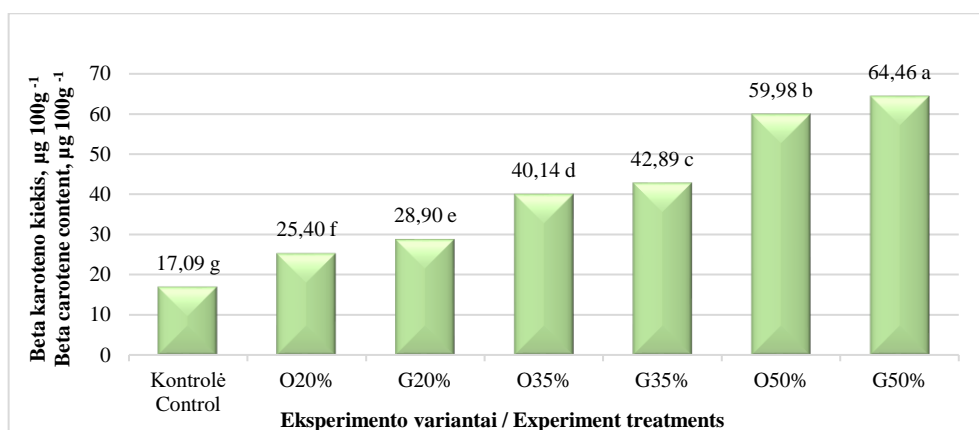
Batatų šakniagumbių su oranžiniu minkštimu spalvą nulemia pigmentai karotenoidai. Nustatyta, kad net 85 % oranžinio minkštimo batatų šakniagumbiuose esančių karotenoidų yra absorbuojami žmogaus organizme ir panaudojami vitamino A sintezėje (Alam ir kt., 2020). Nepaisant to, kad karotenoidai yra vieni pagrindinių ir svarbiausių pigmentų batatuose su oranžiniu minkštimu, tačiau jų kiekis apdorojant žaliavas kinta. Pan ir kt. (2019) nustatė, kad skirtingos šakniagumbių terminio apdoravimo technologijos turėjo įtakos karotenoidų kiekiui galutiniame produkte. Tokie karotenoidai kaip β -kriptoksantinas, likopenas, liuteinas, zeaksantinas, α , β , δ ir γ -karotenai yra termolabilūs junginiai, todėl po apdoravimo karščiu jų kiekis šakniagumbiuose sumažėja arba neaptikami, lyginant su neapdorotais šakniagumbiais (Pan ir kt., 2019).

Atlikti tyrimai parodė, kad β -karoteno kiekis veganiškuose keksiukuose svyravo nuo 17,09 iki 64,46 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ (žr. 1 pav.) Didėjant tyrės kiekiui veganiškuose keksiukuose β -karoteno kiekis didėjo. Esmingai didžiausias β -karoteno kiekis nustatytas keksiukuose su 50 % garuose ruoštos valgomųjų batatų tyrės priedu, palyginus su kitų variantų keksiukais. Esmingai mažiausias (17,09 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) šio pigmento kiekis buvo veganiškuose keksiukuose be batatų tyrės. Nustatyta, kad esmingai didesni β -karoteno kiekiai buvo keksiukų mėginiuose su garuose ruošta valgomųjų batatų tyre ir svyravo nuo 28,90 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ iki 64,46 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ nei keksiukuose su orkaitėje kepta valgomųjų batatų tyre.

Fenoliniai junginiai yra termolabilūs junginiai, tačiau kitų mokslininkų atlikti tyrimai parodė, kad bendrasis fenolinių junginių kiekis valgomųjų batatų šakniagumbiuose, padidėjo taikant apdorojimą mikrobangomis arba karščiu (Musilova ir kt., 2020) ne aukštesnėje kaip 60 °C temperatūra (Anthony, Farid, 2022). Apdoravimo metu taikant aukštesnę kaip 100 °C temperatūrą vyksta terminis fenolinių junginių skilimas (Antony, Farid, 2022).

Atlikti tyrimai parodė, kad didėjant valgomųjų batatų šakniagumbių tyrės kiekiui bendras fenolinių junginių kiekis tendencingai didėjo nuo 18,53 iki 24,96 mg GRE 100g^{-1} , nepriklausomai nuo tyrės paruošimo būdo. Lyginant su kontrolinio varianto keksiukais, esmingai didžiausi šių junginių kiekiai nustatyti keksiukuose su 50 % tyrės priedu, nepriklausomai nuo tyrės terminio apdoravimo būdo (žr. 2 pav.). Kituose keksiukų variantuose fenolinių junginių kiekiai

buvo panašūs ir esmingai nesiskyrė. Gaminiuose su garuose ruošta batatų tyre fenolinių junginių kiekis varijavo nuo 21,54 iki 24,96 mg GRE 100g⁻¹, o su orkaitėje keptos tyrės priedu – nuo 18,99 iki 23,45 mg GRE 100g⁻¹.



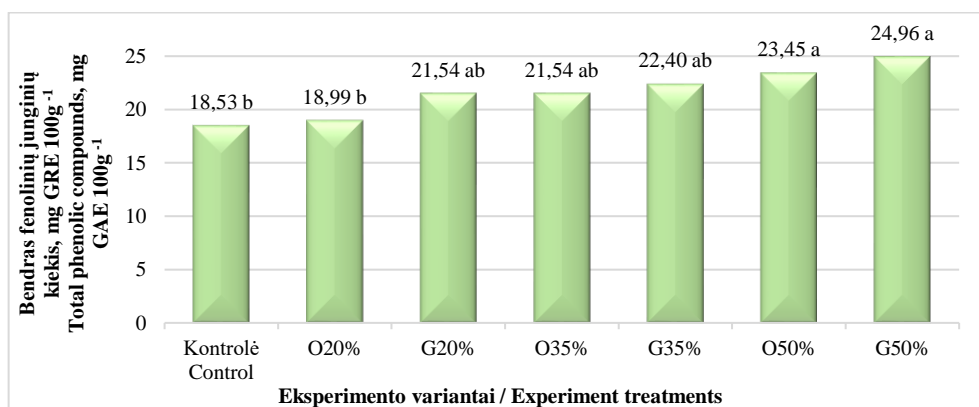
Pastaba. Skirtingos raidės tarp vidurkių rodo esminius skirtumus. Tikimybės lygis $p \leq 0,05$. Ekspimento variantai: kontrolė – keksiukai be batatų tyrės (100% spelta kvietinių miltų); G20% - 20% miltų pakeista virta garuose batatų tyre; O20% - 20% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; G35% – 35% miltų pakeista virta garuose batatų tyre; O35% – 35% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; G20% – 20% miltų pakeista garuose virta batatų tyre; O20% – 20% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre.

Note: Different letters show significant difference. Probability level $p \leq 0.05$. Experiment treatments: control –cupcakes without additive (100% spelt wheat flour); G20% – 20% flour replaced with steamed sweet potato puree; O20% – 20% flour replaced with baked sweet potato puree; G35% – 35% flour replaced with steamed sweet potato puree; O35% – 35% flour replaced with baked sweet potato puree; G20% – 20% flour replaced with steamed sweet potato puree; O50% – 50% flour replaced with baked sweet potato puree.

1 pav. Valgomųjų batatų tyrės priedo įtaka bendrojo beta karoteno kiekiui veganiškuose keksiukuose.

Fig. 1. Effect of sweet potato puree additive on beta carotene content of vegan cupcakes.

Musilova ir kt. (2020) atlikto tyrimo metu analizavo skirtingų apdoravimo būdų įtaką fenolinių junginių kiekiui batatų veislės ‘Beuregard’ šakniagumbiuose su oranžiniu minkštumu. Šių junginių kiekis termiškai neapdorotuose šakniagumbiuose varijavo nuo 576 iki 1102 mg GRE kg⁻¹ s. m. Visais apdoravimo atvejais taikyta ne ilgesnė kaip 15 min. apdoravimo trukmė ir ne aukštesnė kaip 100 °C temperatūra. Tokia terminio apdoravimo technologija neturėjo esminės įtakos fenolinių junginių kiekiui mėginiuose. Keptuose ir garuose virtuose šakniagumbiuose jų kiekis buvo atitinkamai 693 ir 714 mg GRE kg⁻¹ s. m. Remiantis Frankova ir kt. (2022) tyrimų rezultatais, tarp tokių pačių tyrimo variantų esmingų fenolinių junginių kiekio skirtumų tarp virtuose garuose (1,90 mg GRE g⁻¹ s.m.) ir orkaitėje keptuose (1,24 mg GRE g⁻¹ s.m.) mėginiuose nenustatyta.



Pastaba. Skirtingos raidės tarp vidurkių rodo esminius skirtumus. Tikimybės lygis $p \leq 0,05$. Ekspimento variantai: kontrolė – keksiukai be batatų tyrės (100% spelta kvietinių miltų); G20% - 20% miltų pakeista virta garuose batatų tyre; O20% - 20% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; G35% – 35% miltų pakeista virta garuose batatų tyre; O35% – 35% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; G20% – 20% miltų pakeista garuose virta batatų tyre; O20% – 20% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre.

Note: Different letters show significant difference. Probability level $p \leq 0.05$. Experiment treatments: control –cupcakes without additive (100% spelt wheat flour); G20% – 20% flour replaced with steamed sweet potato puree; O20% – 20% flour replaced with baked sweet potato puree; G35% – 35% flour replaced with steamed sweet potato puree; O35% – 35% flour replaced with baked sweet potato puree; G20% – 20% flour replaced with steamed sweet potato puree; O50% – 50% flour replaced with baked sweet potato puree.

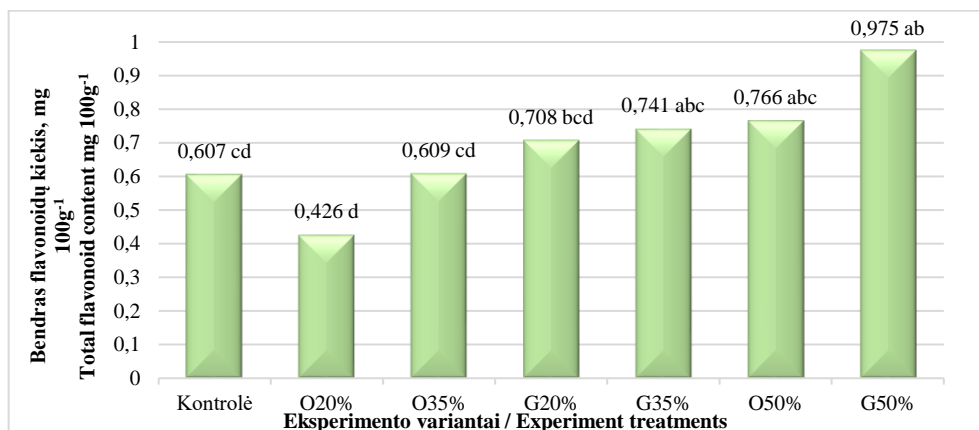
2 pav. Valgomųjų batatų tyrės priedo įtaka bendrojo fenolinių junginių kiekiui veganiškuose keksiukuose.

Fig. 2. Effect of sweet potato puree additive on total phenolic compounds of vegan cupcakes.

Batatų šakniagumbiai yra puikus biologiškai aktyvių junginių, tokių kaip flavonoidai, šaltinis. Šie junginiai aptinkami įvairiose augalų dalyse. Flavonoidai pasižymi antioksidacinėmis, priešuždegiminėmis ir antikancerogeninėmis savybėmis (Panche ir kt., 2016). Kvercitas, miricetas, liuteoninas, kempferolis ir apigeninas yra dažniausiai aptinkami flavonoidai termiškai neapdorotuose batatų šakniagumbiuose. Šių junginių kiekis šakniagumbiuose su oranžiniu

minkštumu yra 1,21 mg 100 g⁻¹ (Park ir kt., 2016). Flavanoidų kiekis batatų šakniagumbiuose gali svyruoti plačiose ribose ir priklauso nuo veislės, auginimo ir klimato sąlygų (Laveriano-Santos ir kt., 2022).

Atliktais tyrimais nustatyta, kad veganiškų keksiukų gamybos metu spelta kvietinių miltų dalį pakeičiant batatų tyre, tendencingai padidinamas bendras flavonoidų kiekis juose. Šių junginių kiekis varijavo nuo 0,426 iki 0,975 mg 100 g⁻¹. Lyginant su kontroliniu variantu, esmingai didžiausi flavonoidų kiekiai buvo keksiukuose su 35 % ir 50 % garuose virtos valgomųjų batatų tyrės priedu bei su 50 % orkaitėje keptos tyrės priedu (žr. 3 pav.). Kiti tyrės priedo kiekiai neturėjo reikšmingos įtakos flavonoidų kiekiui mėginiuose.



Pastaba. Skirtingos raidės tarp vidurkių rodo esminius skirtumus. Tikimybės lygis $p \leq 0,05$. Eksperimento variantai: kontrolė – keksiukai be batatų tyrės (100% spelta kvietinių miltų); G20% - 20% miltų pakeista virta garuose batatų tyre; O20% - 20% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; G35% - 35% miltų pakeista virta garuose batatų tyre; O35% - 35% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; G20% - 20% miltų pakeista garuose virta batatų tyre; O20% - 20% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre.

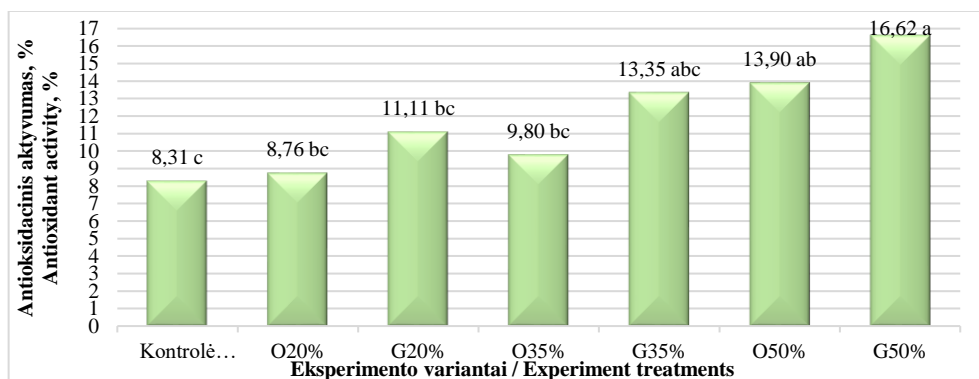
Note: Different letters show significant difference. Probability level $p \leq 0,05$. Experiment treatments: control –cupcakes without additive (100% spelt wheat flour); G20% – 20% flour replaced with steamed sweet potato puree; O20% – 20% flour replaced with baked sweet potato puree; G35% – 35% flour replaced with steamed sweet potato puree; O35% – 35% flour replaced with baked sweet potato puree; G50% – 50% flour replaced with steamed sweet potato puree; O50% – 50% flour replaced with baked sweet potato puree.

3 pav. Valgomųjų batatų tyrės priedo įtaka flavonoidų kiekiui veganiškuose keksiukuose.

Fig. 3. Effect of sweet potato puree additive on total flavonoid content of vegan cupcakes.

Organizme išsivysčius reaktyviojo deguonies disbalansui pažeidžiama endogeninė antioksidantų sistema, kuri nebegali užtikrinti pilnavertės žmogaus organizmo apsaugos nuo laisvųjų radikalų pažeidimų. Dėl šios priežasties organizmą būtina aprūpinti egzogeniniais antioksidantais, kurie yra įvairių maisto produktų sudėtyje. Vieni svarbiausių egzogeninių antioksidantų yra fenoliniai junginiai, karotenoidai ir askorbo rūgštis (Santos-Sanchez ir kt., 2018).

Atlikto tyrimo metu nustatyta, kad didėjant valgomųjų batatų tyrės priedo kiekiui veganiškuose keksiukuose, proporcingai didėjo ir jų antioksidacinis aktyvumas, nepriklausomai nuo tyrės paruošimo būdo (žr. 4 pav.). Šis rodiklis mėginiuose varijavo nuo 8,31 % iki 16,62 %. Keksiukai su 50% orkaitėje keptos tyrės priedu ir 50 % garuose virtos tyrės priedu pasižymėjo esmingai didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu, lyginant su kontroliniu variantu. Kituose keksiukų variantuose antioksidacinis aktyvumas buvo panašus ir esmingai nesiskyrė.



Pastaba. Skirtingos raidės tarp vidurkių rodo esminius skirtumus. Tikimybės lygis $p \leq 0,05$. Eksperimento variantai: kontrolė – keksiukai be batatų tyrės (100% spelta kvietinių miltų); G20% - 20% miltų pakeista virta garuose batatų tyre; O20% - 20% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; G35% - 35% miltų pakeista virta garuose batatų tyre; O35% - 35% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre; G20% - 20% miltų pakeista garuose virta batatų tyre; O20% - 20% miltų pakeista orkaitėje kepta batatų tyre.

Note: Different letters show significant difference. Probability level $p \leq 0,05$. Experiment treatments: control –cupcakes without additive (100% spelt wheat flour); G20% – 20% flour replaced with steamed sweet potato puree; O20% – 20% flour replaced with baked sweet potato puree; G35% – 35% flour replaced with steamed sweet potato puree; O35% – 35% flour replaced with baked sweet potato puree; G50% – 50% flour replaced with steamed sweet potato puree; O50% – 50% flour replaced with baked sweet potato puree.

4 pav. Valgomųjų batatų tyrės priedo įtaka antioksidaciniam aktyvumui veganiškuose keksiukuose.

Fig. 4. Effect of sweet potato puree additive antiradical activity of vegan cupcakes.

H. Frankova ir kt. (2022) tyrimo metu nustatė, kad mažiausiai fitocheminių junginių nuostolių susidaro virtuose garuose batatų šakniagumbiuose. Remiantis Tang ir kt. (2015) ir L. Cui (2011) tyrimų rezultatais ir pateiktomis išvadomis, valgomųjų batatų virimas garuose ir kepimas orkaitėje neturi esminės įtakos DPPH surišimui.

Išvados

1. Esmingai didesni β -karoteno kiekiai buvo keksiukuose su garuose virta batatų šakniagumbių tyre nei keksiukuose su orkaitėje kepta tyre. Didžiausi bendri fenolinių junginių ir flavonoidų kiekiai buvo veganiškuose keksiukuose su 50 % orkaitėje keptos tyrės priedu ir 50 % garuose virtos tyrės priedu, lyginant su keksiukais be tyrės.

2. Antioksidacinis aktyvumas veganiškuose keksiukuose priklausė tik nuo batatų šakniagumbių tyrės priedo kiekio. Keksiukai su 50 % orkaitėje keptos tyrės priedu ir 50 % garuose virtos tyrės priedu pasižymėjo esmingai didžiausiu antioksidaciniu aktyvumu, lyginant su kontroliniu variantu.

Literatūra

1. Alam, M. K., Sams, S., Rana, Z. H., Akhtaruzzaman, M., Islam S. N. 2020. Minerals, vitamin C, and effect of thermal processing on carotenoids composition in nine varieties orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 92. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103582>.
2. Antony, A., Farid, M. 2022. Effect of Temperatures on Polyphenols during Extraction. *Journal of Applied Science*. Vol. 12 (4) <https://doi.org/10.3390/app12042107>.
3. Bach, D., Bedin, A. C., Lacerda, L. G., Nogueira, A., Demiate, I. M. 2021. Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.): a Versatile Raw Material for the Food Industry. *Food/Feed Science and technology*. Vol. 64. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2021200568>.
4. Cui, L., Liu, C., Li, D. J., Song, J. F. 2011. Effect of processing on taste quality and health-relevant functionality of sweet potato tips. *Agricultural Sciences in China*. Vol. 10, p.456–462. <https://doi.org/10.3390/molecules27103117>.
5. Frankova, H., Musilova, J., Arvay, J., Šnirc, M., Jančo, I., Lidikova, J., Vollmannova, A. 2022. Changes in Antioxidant Properties and Phenolics in Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* L.) Due to Heat Treatments. *Molecules*. Vol. 27(6), p. 1884. <https://doi.org/10.3390/molecules27061884>.
6. Kraujutienė, I., Sugintienė, A. 2016. Miltinių konditerijos gaminių modeliavimas, siekiant sumažinti jų energinę vertę. *Mokslų taikomieji tyrimai Lietuvos kolegijose*. Vol. 1. <http://ojs.kaunokolegija.lt/index.php/mttlk/article/view/61>.
7. Laveriano-Santos, E. P., Lopez-Yerena, A., Jaime-Rodriguez, C., Gonzalez-Coria, J., Lamuela-Raventos, R. M., Vallverdu-Queralt, A., Romanya, J., Perez, M. 2022. Sweet Potato Is Not Simply an Abundant Food Crop: A Comprehensive Review of Its Phytochemical Constituents, Biological Activities, and the Effects of Processing. *Antioxidants*. Vol. 11(9), p.1648. <https://doi.org/10.3390/antiox11091648>.
8. Musilova, J., Lidikova, J., Vollmannova, A., Frankova, H., Urminska, D., Bojnaska, T., Toth, T. 2020. Influence of Heat Treatments on the Content of Bioactive Substances and Antioxidant Properties of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Tubers. *Journal of Food quality*. Vol. 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8856260>.
9. Pan, Z., Sun, Y., Zhang, F., Guo, X., Liao, Z. 2019. Effect of Thermal Processing on Carotenoids and Folate Changes in Six Varieties of Sweet Potato (*Ipomoea Batata* L.). *Foods*. Vol. 8(6), p. 215. <https://doi.org/10.3390/foods8060215>.
10. Panche, A. N., Diwan, A. D., Chandra, S. R. 2016. Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*. Vol. 5: e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>.
11. Park, S. Y., Lee, S. Y., Yang, J. W., Lee, J. S., Oh, S. D., Lee, S. M., Lim, M. H., Park, S. K., Jang, J. S. 2016. Comparative Analysis of Phytochemicals and Polar Metabolites from Colored Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Tubers. *Food Science and Biotechnology*. Vol. 25, p. 283–291. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0041-7>.
12. Santos-Sanchez, N., Salas-Coronado, R., Villanueva-Canongo, C., Hernandez-Carlos, B. 2018. Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. *Antioxidant*, p. 418. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85270>
13. Tang, Y., Cai, W., Xu, B. 2015. Profiles of phenolics, carotenoids and antioxidative capacities of thermal processed white, yellow, orange and purple sweet potatoes grown in Guilin, China. *Food Science and Human Wellness*. Vol. 4, p.123–132. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.07.003>
14. Truong, V. D., Avula, R. Y. 2010. Sweet Potato Purees and Powders for Functional Food Ingredients. Nova Science Publishers. Vol. 3, p.117–161.

SWEET POTATO (IPOMOEA BATATAS L.) TUBER PUREE ADDITIVE IMPACT ON THE QUALITY OF VEGAN CUPCAKES

Summary

The aim of this study was to determine the effect of sweet potato puree additive on the quality of vegan spelt flour cupcakes. Research of vegan cupcakes with sweet potato puree was carried out in 2023-2024 in the Food Raw Materials Quality Research and Open Access Center (APC) Plant based Raw Materials Quality Laboratories at VMU AA. Ingredients used for the production of vegan cupcakes: whole grain spelt wheat flour, sweet potato tuber puree, chickpea water (aquafaba), brown cane sugar, rapeseed oil, spices, lifting agent (baking powder). During the production process of sweet potato puree were used two different preparation methods - baking in the oven at a temperature of 180°C and

steaming. In vegan cupcakes, part of the spelt wheat flour was replaced with sweet potato puree in certain percentage (0, 20, 35, 50%). Experiment treatments: 1) control – cupcakes without additive (100% spelt wheat flour); 2) G20% – 20% flour replaced with steamed sweet potato puree; 3) O20% – 20% flour replaced with baked sweet potato puree; 4) G35% – 35% flour replaced with steamed sweet potato puree; 5) O35% – 35% flour replaced with baked sweet potato puree; 6) G50% – 50% flour replaced with steamed sweet potato puree; 7) O50% – 50% flour replaced with baked sweet potato puree. The contents of β -carotene, total phenolic compounds, total flavonoid and antioxidant activity were determined in vegan cupcakes. The method of puree preparation significantly influence only the amount of β -carotene in vegan cupcakes. The method of puree preparation did not significantly influence total phenolic compounds and total flavonoids content, also antioxidant activity in vegan cupcakes. Cupcakes with 50% oven baked and steamed sweet potato puree additive had the highest contents of total phenolic compounds and total flavonoids, as well as antioxidant activity compared to cupcakes without puree additive.

Keywords: sweet potato, spelta, β -carotene, phenolics, flavanoids, antioxidants.