

SKAIDULŲ VAIDMENS VARŠKĖS SŪRIO FIZIKINĖMS CHEMINĖMS, TEKSTŪROS IR JUSLINĖMS SAVYBĖMS VERTINIMAS

Ernesta Trečiokienė, Ilona Šostakienė

Kauno kolegija

Santrauka. Tyrimo tikslas – įvertinti valgomųjų dantenų ir bananų žievelių, kaip skaidulų šaltinio, įtaką varškės sūrių fizikinėms cheminėms, tekstūros ir juslinėms savybėms. Tyrimo uždaviniai – įvertinti valgomąjo dantenio (lot. *Lentinus elodes*) ir bananų žievelių įtaką saldaus pieno varškės sūrių fizikiniams rodikliams laikymo metu, palyginti varškės sūrių su valgomųjų dantenų ir bananų žievelėmis juslines savybes, įvertinti valgomųjų dantenų ir bananų žievelių įtaką varškės sūrių tekstūrai. Tyrimo metodai – varškės sūrių drėgmės, riebumo, rūgštingumo, tekstūros ir juslinių savybių nustatymas. Tyrimo rezultatai parodė, kad saldžių varškės sūrių su bananų žievelių ir valgomųjų dantenų miltelių priedais riebumas, pelenų kiekis ir energinė vertė didėjo priklausomai nuo įdedamo priedo kiekio, atitinkamai: nuo $27 \pm 0,1$ % iki $35 \pm 0,1$ % su BŽM (bananų žievelių miltelių) priedu ir $21,17 \pm 0,1$ % su ŠGM (valgomųjų dantenų miltelių) priedu ir $23 \pm 0,1$ % su ŠKM (valgomųjų dantenų ir krapų miltelių) priedu, pelenų kiekis didėjo nuo $1,92 \pm 0,01$ % iki $2,24 \pm 0,01$ % sūriuose su BŽM priedu ir $2,49 \pm 0,01$ % su ŠGM priedu, bei $2,53 \pm 0,01$ % su ŠKM priedu, energinė vertė sūriuose su BŽM priedu didėjo iki $389,34$ kcal/100 g, o su ŠGM priedu didėjo iki $372,9$ kcal/100 g. Sūrių laikymo metu titruojamasis rūgštingumas didėjo visuose sūriuose nuo $0,666 \pm 0,01$ % iki $1,944 \pm 0,01$ %, tik ši tendencija buvo mažesnė sūriuose su ŠGM ir ŠKM priedu. Priešinga dinamika nustatyta sūrių drėgmės kitimui laikymo metu – drėgmės kiekis visuose sūriuose tendencingai mažėjo nuo $49,91 \pm 0,01$ % iki $39,415 \pm 0,01$ %. Varškės sūrių su priedais bendras priimtino vertinimas buvo labai panašus 3,0–3,4 balai. Maloniausias kvapas nustatytas varškės sūrio su ŠKM priedu (3,6 balai), geriausias skonis varškės sūrio su 3 % BŽM priedu (4,2 balai), o geriausia konsistencija pasižymėjo varškės sūris su ŠGM priedu (3,6 balai). Laikymo metu bananų žievelės ir valgomųjų dantenų skaidulos neturėjo didelės įtakos varškės sūrių kietumui pirmą laikymo savaitę, kai tuo tarpu po 3 savaičių kietumas didėjo proporcingai įdėtam BŽM kiekiui nuo 3,89 N iki 6,22 N. Tačiau sūriuose su ŠGM ir ŠKM priedu kietumas didėjo nežymiai – iki 33,92 %.

Reikšminiai žodžiai: varškės sūris, valgomasis dantenis, bananų žievelės

Įvadas

Lietuvoje varškės sūris yra vienas iš populiariausių pieno produktų. Populiarumą lemia tai, kad šis gaminys yra neatsiejama Lietuvos kulinarinio ir tautinio paveldo dalis, gaminama pagal autentišką receptą. Europos Komisija 2013 metais varškės sūrį įtraukė į saugomų produktų sąrašą. Jis tapo trečiuoju lietuvišku saugomu produktu Europos Sąjungoje (Europos Sąjungos komisija, 2013). Varškės sūris, tai daug baltymų turintis produktas, kuris dažniausiai gaminamas iš karvės pieno. Jo sudėtyje esantys vitaminai, mineralai ir baltymai yra labai svarbūs norint užtikrinti normalų žmogaus organizmo funkcionavimą. Tačiau sūriai, nepaisant jų privalumų, nesuteikia visų reikalingų komponentų. Pavyzdžiui, juose trūksta skaidulų, kurios yra svarbios virškinimui ir žarnyno sveikatai.

Funkciniai maisto ingredientai pastaraisiais metais sulaukia vis didesnio mokslininkų ir maisto pramonės dėmesio, nes jie leidžia ne tik pagerinti produktų maistinę vertę, bet ir suteikti papildomą naudą žmogaus sveikatai. Funkciniais laikomi tokie ingredientai, kurie, be pagrindinės maistinės funkcijos, teigiamai veikia vieną ar kelias organizmo funkcijas ir gali padėti mažinti tam tikrų ligų riziką ar gerinti bendrą savijautą (Granato ir kt., 2017).

Pieno produktai yra viena iš perspektyviausių maisto produktų grupių funkcinių ingredientų integravimui. Tai lemia jų platus vartojimas, gera maistinė vertė ir palankios technologinės savybės. Pieno produktų struktūra leidžia efektyviai įterpti įvairius augalinės kilmės priedus, tokius kaip maistinės skaidulos, antioksidantai, polifenoliai ar natūralūs pigmentai. Dėl šių savybių pieno produktai dažnai pasirenkami kaip nešikliai funkciniais ingredientams (Granato ir kt., 2020). Augalinės kilmės priedai gali sąveikauti su pieno baltymais ir riebalais, keisti baltymų tinklo formavimąsi, vandens surišimą bei galutinio produkto struktūrą. Dėl šios priežasties svarbu įvertinti jų poveikį gamybos procesui, produkto stabilumui ir laikymo savybėms (Granato ir kt., 2020).

Bananų žievelės sudaro reikšmingą dalį viso banano masės ir dažniausiai yra laikomos maisto atliekomis, nors moksliniai tyrimai rodo, kad jos pasižymi didele maistine ir biologine verte. Pastaraisiais metais bananų žievelių cheminė sudėtis vis dažniau analizuojama kaip potenciali žaliava funkcinių maisto ingredientų

gamybai, ypač atsižvelgiant į tvarumo ir maisto atliekų mažinimo tikslus (Galanakis, 2020). Didžiausią bananų žievelių sudėties dalį sudaro maistinės skaidulos, kurios gali sudaryti daugiau nei 40 % sausosios medžiagos. Šios skaidulos apima tiek tirpiąsias, tiek netirpiąsias frakcijas. Tirpiosios skaidulos pasižymi gebėjimu surišti vandenį, formuoti gelius ir teigiamai veikti virškinimo procesus, o netirpiosios skaidulos prisideda prie žarnyno peristaltikos gerinimo. Dėl šių savybių bananų žievelių milteliai laikomi perspektyviu ingredientu pieno produktų struktūrai, tekstūrai ir vandens surišimui modifikuoti (Mohd Dom ir kt., 2021). Bananų žievelėse taip pat nustatytas reikšmingas fenolinių junginių kiekis, kuris lemia jų stiprias antioksidacines savybes. Moksliniai tyrimai rodo, kad bananų žievelių antioksidacinis aktyvumas gali būti didesnis nei paties vaisiaus minkštimo. Fenoliniai junginiai padeda neutralizuoti laisvuosius radikalus organizme, pasižymi priešuždegiminėmis savybėmis ir gali prisidėti prie lėtinių ligų prevencijos. Be maistinių skaidulų ir fenolinių junginių, bananų žievelės yra svarbus mineralinių medžiagų šaltinis. Jose randama kalio, magnio, kalcio, fosforo ir geležies. Kalis yra ypač svarbus normaliai širdies ir raumenų veiklai, o kalcis ir fosforas atlieka svarbų vaidmenį kaulų struktūros palaikyme. Mineralinių medžiagų kiekis bananų žievelėse reikšmingai prisideda prie jų bendros maistinės vertės ir didina potencialą naudoti jas kaip funkcinis maisto ingredientus (Mohd Dom ir kt., 2021). Bananų žievelių sudėtyje taip pat aptinkama vitaminų, tokių kaip vitaminas C ir vitaminas B6, bei kitų bioaktyvių junginių. Jų kiekiai gali kisti priklausomai nuo banano veislės, brandos stadijos ir technologinio apdorojimo būdo. Džiovinimas ir smulkinimas į miltelius leidžia stabilizuoti žaliavą, pailginti jos galiojimo laiką ir palengvinti integravimą į įvairius maisto produktus. Tačiau per aukšta džiovinimo temperatūra gali sumažinti kai kurių biologiškai aktyvių medžiagų kiekį, todėl technologinių parametrų parinkimas yra itin svarbus (Galanakis, 2020).

Moksliniai tyrimai rodo, kad bananų žievelių milteliai sėkmingai naudojami kepinuose, tokiuose kaip duona, sausainiai ir pyragai. Dalinis kvietinių miltų pakeitimas bananų žievelių milteliais leidžia padidinti produktų maistinių skaidulų kiekį ir antioksidacinį aktyvumą. Tačiau nustatyta, kad didesnės bananų žievelių miltelių koncentracijos gali neigiamai paveikti kepinų tekstūrą, spalvą ir skonį, todėl itin svarbu parinkti optimalią jų dozę (Mohd Dom ir kt., 2021). Bananų žievelių panaudojimas tirtas ir mėsos bei žuvies produktuose. Tyrimai parodė, kad bananų žievelių ekstraktai pasižymi antimikrobinėmis savybėmis ir gali padėti prailginti produktų galiojimo laiką. Be to, bananų žievelių skaidulos gali pagerinti vandens surišimą ir produkto struktūrinį stabilumą, kas ypač aktualu kuriant mažesnio riebalų kiekio mėsos produktus (Galanakis, 2020).

Pieno produktų srityje bananų žievelių panaudojimas dar nėra plačiai paplitęs, tačiau pastaraisiais metais pastebimas augantis mokslinis susidomėjimas šia kryptimi. Kai kuriuose tyrimuose bananų žievelių milteliai ar jų ekstraktai buvo naudojami jogurtuose, fermentuotuose pieno gėrimuose ir desertuose, siekiant padidinti skaidulų kiekį ir antioksidacinį aktyvumą. Tyrimų rezultatai parodė, kad nedidelis bananų žievelių miltelių kiekis gali būti sėkmingai integruotas į pieno matricą, išlaikant priimtinas juslines savybes (Safdari ir kt., 2021). Mokslinėje literatūroje pabrėžiama, kad bananų žievelių miltelių poveikis maisto produktams priklauso nuo jų dalelių dydžio, koncentracijos ir technologinio apdorojimo būdo. Smulkiai sumalti milteliai pasižymi geresnėmis dispersijos savybėmis ir mažesniu neigiamu poveikiu produkto tekstūrai. Tačiau net ir esant tinkamam paruošimui, per didelis bananų žievelių kiekis gali suteikti produktui kartoką skonį ir tamsesnę spalvą, kas gali mažinti priimtinumą vartotojams (Mohd Dom ir kt., 2021).

Manoma, kad *valgomojo dantenio* (lot. *Lentinula edodes*) pavadinimas kilo dėl to, jog šie grybai dažnai auga ant japoniško ažuolo arba bukmedžių. Tačiau jie taip pat dažnai randami augantys ant negyvos medienos ar kelmų, priklausančių šėriuotajam ažuolui, mongoliniam ažuolui ir japoniskajam kaštonui. Valgomųjų dantenų auginimas ant rąstų, atsižvelgiant į auginimo aplinką, skirstomas į du metodus: vieną, kai rąstai laikomi miške, leidžiant grybams augti natūralioje aplinkoje, ir kitą, kai jie auginami šiltnamiuose. Dengti šiltnamiai apsaugo grybus nuo lietaus, tačiau atviros šoninės sienos užtikrina gerą oro cirkuliaciją ir vėdinimą, todėl auginimas vis dar priklauso nuo natūralių klimato sąlygų (Annepu ir kt., 2019). Valgomieji danteniai vertinami ne tik kaip maistingi produktai, bet ir kaip perspektyvios žaliavos, turinčios plačias pritaikymo galimybes tiek maisto, tiek sveikatos ir farmacijos pramonėje. Tarp jų ypatingą vietą užima valgomieji danteniai, kurie yra vieni labiausiai pasaulyje auginamų ir vartojamų grybų. Valgomieji danteniai pasižymi didele maistine verte, nes juose gausu mineralinių medžiagų, tokių kaip kalis, manganas, magnis, geležis ir fosforas, taip pat vitaminų, įskaitant provitaminą D₂ bei B grupės vitaminus (B₁, B₂, B₆, B₁₂ ir niaciną), todėl jie gali būti laikomi reikšmingu mikroelementų ir makroelementų šaltiniu žmogaus mityboje. Be to, valgomieji danteniai turi būtinų makroelementų ir mikroelementų bei įvairių biologiškai aktyvių junginių, tarp kurių išskiriami polisacharidai, antioksidantai, maistinės skaidulos ir ergosterolis, o šių junginių kompleksinis poveikis siejamas su organizmo funkcijų palaikymu, imuninės sistemos stiprinimu ir apsauga nuo įvairių lėtinių ligų. Taip pat nustatyta, kad valgomuosiuose dantenuose esantys fenoliniai junginiai, polisacharidai ir steroliai aktyviai dalyvauja biocheminiuose procesuose žmogaus organizme ir prisideda prie bendros sveikatos būklės gerinimo, todėl šie grybai laikomi perspektyviu funkcinio maisto

produktu, turinčiu didelį potencialą šiuolaikinėje mityboje (Ahmad ir kt., 2023). Mokslininkai analizavo valgomųjų dantenų cheminę sudėtį ir biologinį aktyvumą, siekdami įvertinti jų potencialią naudą žmogaus sveikatai, ypatingą dėmesį skirdami antioksidacinėms ir priešuždegiminėms savybėms. Gauti rezultatai parodė, kad valgomieji danteniai pasižymi reikšmingu antioksidaciniu aktyvumu, geba sumažinti oksidacinį stresą bei slopinti uždegiminius procesus, o šis poveikis siejamas su dideliu polisacharidų, ypač β -gliukanų, fenolinių junginių ir kitų bioaktyvių medžiagų kiekiu, leidžiančiu vertinti valgomuosius dantenus kaip perspektyvų funkcinį maisto produktą ir natūralų sveikatos stiprinimo šaltinį (Xu ir kt., 2024).

Pastaraisiais metais tvarumo klausimai tampa vis svarbesni maisto pramonėje, įskaitant ir pieno produktų gamybos sektorių. Didėjant pasaulinei maisto paklausai ir kartu augant maisto atliekų kiekiui, ieškoma sprendimų, leidžiančių efektyviau naudoti žaliavas, mažinti atliekų susidarymą ir kurti aplinkai draugiškesnius maisto produktus. Tvary gamybos principų taikymas pieno pramonėje yra būtinas siekiant užtikrinti ilgalaikį sektoriaus konkurencingumą ir mažesnę neigiamą poveikį aplinkai (Galanakis, 2020). Pieno pramonėje tvarumo sprendimai dažniausiai siejami su energijos ir vandens sąnaudų mažinimu, technologinių procesų optimizavimu bei šalutinių produktų, tokių kaip išrūgos, panaudojimu. Tačiau vis daugiau dėmesio skiriama ir inovatyvių augalinės kilmės ingredientų integravimui į pieno produktus. Tokie sprendimai leidžia ne tik praturtinti produktus biologiškai aktyviomis medžiagomis, bet ir sumažinti maisto atliekų kiekį bei sukurti didesnę pridėtinę vertę vartotojams (Granato ir kt., 2017). Vaisių ir daržovių perdirbimo atliekos, tokios kaip žievelės ar minkštimo likučiai, pasižymi dideliu skaidulų, fenolinių junginių ir mineralinių medžiagų kiekiu, todėl jų panaudojimas maisto produktuose laikomas perspektyvia kryptimi (Galanakis, 2020). Funkciniai ingredientai pieno produktuose atveria plačias galimybes kurti didesnės maistinės vertės ir inovatyvius produktus. Tačiau jų panaudojimas turi būti pagrįstas moksliniais tyrimais, siekiant užtikrinti ne tik teigiamą poveikį sveikatai, bet ir tinkamas technologines bei juslines produkto savybes. Šiame kontekste augalinės kilmės priedai, tokie kaip bananų žievelių milteliai ir grybai gali tapti perspektyviu sprendimu, jungiančiu funkcionalumą ir tvarumą pieno produktų gamyboje (Zaini ir kt., 2022).

Šio tyrimo tikslas – įvertinti valgomųjų dantenų ir bananų žievelių, kaip skaidulų šaltinio, įtaką varškės sūrių fizikinėms, cheminėms, tekstūros ir juslinėms savybėms.

Tyrimo objektas – saldaus pieno varškės sūris.

Tyrimo uždaviniai – 1) įvertinti valgomųjų dantenų ir bananų žievelių įtaką varškės sūrių fizikiniams cheminėms rodikliams laikymo metu; 2) palyginti varškės sūrių su valgomaisiais danteniais ir bananų žievelėmis juslines savybes; 3) įvertinti valgomųjų dantenų ir bananų žievelių įtaką varškės sūrių tekstūrai.

Tyrimo metodai – varškės sūrių drėgmės, riebumo, rūgštingumo, tekstūros ir juslinių savybių nustatymas.

Tyrimo metodai

Tyrimo objektai. Varškės sūriai ruošiami pieno masę kaitinant iki 80–85 °C temperatūros. Tuomet lėtai supilamas varškės ir rūgpieno mišinys, paliekama 15–20 min. ramiai, kol atsiskiria išrūgos. Susidariusios išrūgos yra atskiriamos nuo varškės per sietelį. Valgomieji danteniai nuvalomi, nuplaunami, išdžiovinami 75 °C temperatūroje iki 4 % drėgmės ir susmulkinami. Tuomet įmaišomi į jau susidariusios varškės masę ir presuojama 30 min. vėsioje patalpoje, kol susiformuoja tvirtas prizmės formos sūris. Presuoti varškės sūrio mėginiai perkeliama į šaldytuvą 4–6 °C temperatūroje. Vėsinami mažiausiai 4–6 valandas arba per naktį. Vėliau varškės sūriai supakuojami į sandarią pakuotę ir laikomi šaldytuve 4–2 °C temperatūroje. Bananų žievelių milteliai ruošiami: bananai nulupami, žievelės nuplaunamos, nusausinamos ir džiovinamos 45 °C temperatūroje iki 4 % drėgmės 12 val. Sausos žievelės sumalamos iki miltelių.

Gauti sūrių mėginiai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Saldaus pieno varškės sūrių mėginiai

Mėginys	Varškės sūrio charakteristika
Kontrolė	3,2 % riebumo pienas, 0,650 kg, 9 % riebumo varškė, 0,206 kg, 2,5 % riebumo rūgpienis, 0,075 kg
3 % BŽM	3,2 % riebumo pienas, 0,650 kg, 9 % riebumo varškė, 0,206 kg, 2,5 % riebumo rūgpienis, 0,075 kg, 3 % bananų žievelių miltelių
5 % BŽM	3,2 % riebumo pienas, 0,650 kg, 9 % riebumo varškė, 0,206 kg, 2,5 % riebumo rūgpienis, 0,075 kg, 5 % bananų žievelių miltelių
7 % BŽM	3,2 % riebumo pienas, 0,650 kg, 9 % riebumo varškė, 0,206 kg, 2,5 % riebumo rūgpienis, 0,075 kg, 7 % bananų žievelių miltelių
ŠGM	3,2 % riebumo pienas, 0,650 kg, 9 % riebumo varškė, 0,206 kg, 2,5 % riebumo rūgpienis, 0,075 kg, 3,4 % valgomųjų dantenų miltelių
ŠKM	3,2 % riebumo pienas, 0,650 kg, 9 % riebumo varškė, 0,206 kg, 2,5 % riebumo rūgpienis, 0,075 kg, 3,4 % valgomųjų dantenų miltelių ir 0,34 % krapų miltelių

Tyrimo metodai. *Varškės sūrių riebumo nustatymas.* Riebalų kiekis varškės sūriuose buvo nustatytas Gerberio metodu pagal LST ISO 11870:2009.

Pelenų kiekio nustatymas buvo atliktas vadovaujantis pagal AOAC 935.42 metodą.

Titruojamasis rūgštingumas buvo nustatytas potenciometrinio metodu pagal LST ISO/TS 11869:2013 standartą.

Drėgmės kiekio nustatymas atliktas pagal ISO23291:2020 | IDF 248: 2020 standartą su infraraudonųjų spindulių veikiamu įrenginiu KERN MLS-50-3HA.

Energinės vertės nustatymas – pagal ISO 1716:2018 standartą.

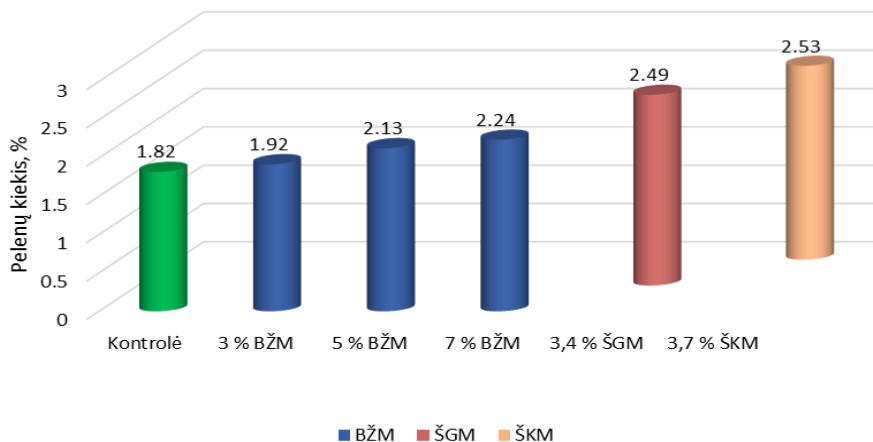
Juslinė analizė atlikta vadovaujantis ISO 22935-2:2023 | IDF 99-2:2023. Juslinio vertinimo metu dalyvavo 20 respondentų (20–73 metų), kuriems buvo pateikti šeši skirtingi varškės sūrio mėginiai. Juslinio vertinimo metu kiekvienas mišinys vertinamas pagal 5 balų vertinimo sistemą (1 – tik atpažįstamas, 2 – silpnas, 3 – vidutinis, 4 – stiprus, 5 – labai stiprus). Vertinimui pateikti rodikliai: spalva, kvapas, konsistencija, skonis.

Tekstūros nustatymas. Varškės sūrių tekstūra buvo vertinama matuojant kietumą ir kramtomumą. Matavimas buvo atliekamas su tekstūros analizatoriumi LLOYD TA 1 (gamintojas – Anglija), pasirinkta kietumo matavimo (Nexygen Plus 3.0) programa. Tyrimo metu buvo naudojamas darbinis kūnas 45° konusinis antgalis. Tam skirtoje vietoje buvo padedamas 20 x 20 mm dydžio tiriamasis mėginys. Mėginys buvo spaudžiamas naudojant 5,6 N jėgą, mėginys suspaudžiamas 40 % nuo mėginio aukščio, spaudimo greitis 2 mm/s. Po mėginio lūžio fiksuojami duomenys, kurie nurodo mėginio pasirinktus tekstūros parametrus.

Visi tyrimai buvo atlikti po penkis tyrimo pakartojimus ir pateiktas gautų rezultatų vidurkis.

Analizė

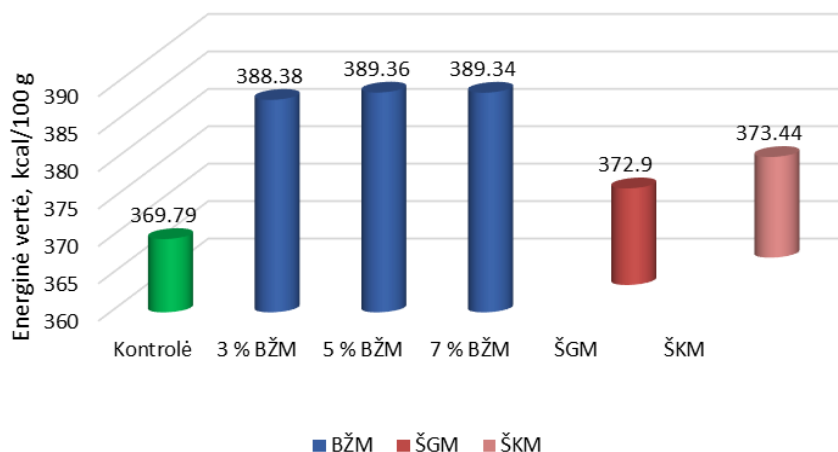
Varškės sūrių riebumas yra labai įvairus ir dažniausiai svyruoja nuo liesų (apie 0,5–6 %) iki riebių (20–22 % ir daugiau). Varškės sūrių riebumo rezultatai pateikti 1 paveiksle. Bananų žievelių milteliuose (BŽM) riebalų kiekis gali svyruoti nuo 2,24 % iki 11,06 % (Ameh ir kt., 2023). Priešingai, valgomųjų dantenų (ŠGM) riebumas sudaro mažiau nei 1 %.



1 pav. Varškės sūrių su bananų žievelėmis ir valgomaisiais danteniais riebumo vertinimas

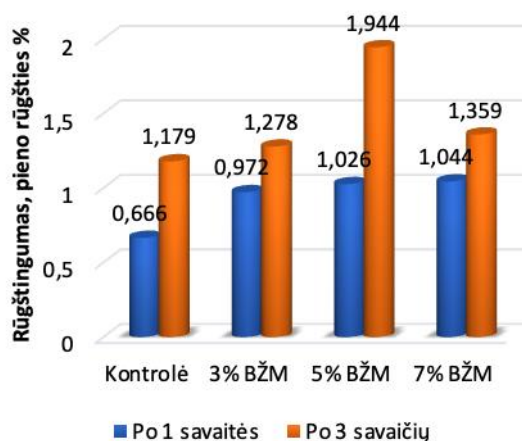
Gautų sūrių riebumo rezultatai parodė, kad didinant BŽM kiekį sūrių riebumas didėja atitinkamai įdėtų miltelių kiekiui nuo $27 \pm 0,1$ % iki $35 \pm 0,1$ %, kai tuo tarpu sūrių su valgomaisiais danteniais riebumas mažesnis – $21,17 \pm 0,1$ % su ŠGM priedu ir $23 \pm 0,1$ % su ŠKM priedu.

Varškės sūrių maistinė vertė apibūdinama įvairiais cheminės sudėties rodikliais, iš kurių vienas yra mineralinių medžiagų kiekis, įvertinamas pelenų kiekio nustatymo metodu. Pelenų kiekio rezultatai pateikiami 2 paveiksle. Gauti rezultatai patvirtina tendenciją, kad didinant įdedamų miltelių kiekį, didėja mineralinių medžiagų kiekis sūriuose nuo $1,92 \pm 0,01$ % iki $2,24 \pm 0,01$ % sūriuose su BŽM ir net iki $2,49 \pm 0,01$ % – sūriuose su ŠGM ir $2,53 \pm 0,01$ % sūriuose su valgomaisiais danteniais ir krapais (ŠKM). Tačiau įdedami priedai padidina mineralinių medžiagų kiekį skirtingai: BŽM padidina nuo 5,49 % iki 23,08 %, lyginant su kontroliniu sūriu be priedų, kai tuo tarpu ŠGM ir ŠKM – nuo 36,81 % iki 39,01 %. Tokia tendencija yra dėl to, kad liofilizuotuose valgomuosiuose danteniuose pelenų kiekis būna 12,89 % – 13,5 %, o bananų žievelių milteliuose 4 % – 8 % (Ngouno ir kt., 2025).



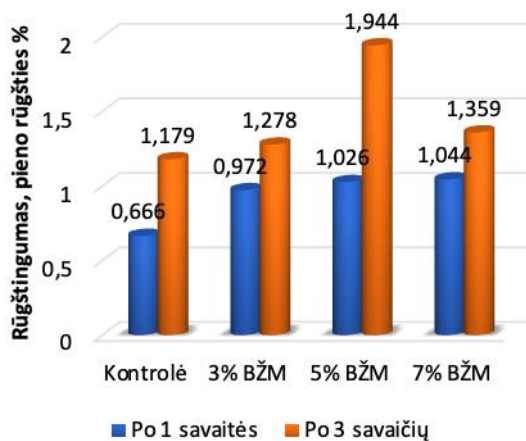
2 pav. Varškės sūrių su bananų žievelėmis ir valgomaisiais danteniais pelenų kiekis

Saldaus pieno varškės sūrių energinė vertė pateikta 3 paveiksle. Iš gautų rezultatų matyti, kad pridedamų skaidulų miltelių kiekis neturėjo žymios įtakos sūrių energinei vertei: kontrolinio sūrio energinė vertė buvo 369,79 kcal/100 g, o 7 % BŽM priedas padidino energinę vertę iki 389,34 kcal/100 g ir grybų priedas padidino energinę vertę iki 372,9 kcal/100 g, bei grybai su krapais – iki 373,44 kcal/100 g. Rezultatų skirtumai gauti nežymūs, nes grybų energinė vertė yra 270–314 kcal/100 g, o bananų žievelių – 300–325 kcal/100 g.

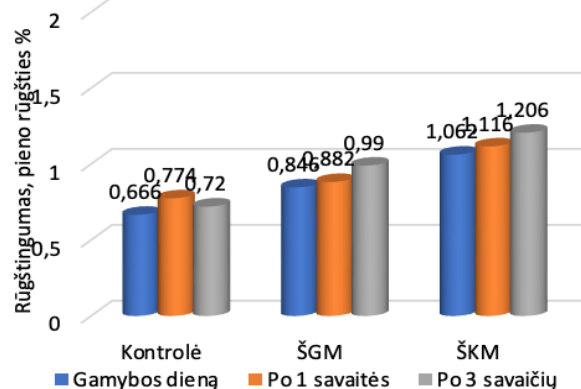


3 pav. Varškės sūrių su bananų žievelėmis ir valgomaisiais danteniais energinė vertė

Varškės sūrių rūgštingumas yra vienas svarbiausių rodiklių, apibrėžiančių jų skonį, tekstūrą ir kokybę. Jis tiesiogiai priklauso nuo gamybos technologijos, naudojamų bakterijų kultūrų ir priedų. Varškės sūrių rūgštingumas laikymo metu yra dinamiškas rodiklis, tai yra laikant varškės sūriuose vyksta biocheminiai procesai, kuriuos sukelia piene likusios arba pridėtos pienarūgštės bakterijos. Jos skaido laktozę į pieno rūgštį, todėl sūrio bendras titruojamasis rūgštingumas didėja. Tyrimų rezultatai (4 paveikslas) patvirtino tokią rūgštingumo dinamiką: BŽM sūrių rūgštingumas (4 pav. a) padidėjo lyginant su rūgštingumu po pirmos savaitės nuo 31,48 % iki 89,47 %, taip pat didinant bananų žievelių miltelių kiekį rūgštingumas didėjo nuo $0,972 \pm 0,01$ % iki $1,044 \pm 0,01$ %. Kadangi bananų žievelės yra krakmolo, hemiceliuliozės ir celiuliozės šaltinis, tai sudarė palankesnes sąlygas vystytis pienarūgščiams mikroorganizmams ir dėl to didėjo sūrių rūgštingumas (Ameh ir kt., 2023). Tokia pati rūgštėjimo tendencija nustatyta ŠGM ir ŠKM sūriuose (4 pav. b): po 3 savaitių rūgštingumas padidėjo 8,11 % kontrolinio sūrio, 17,02 % ŠGM sūrio ir 13,56 % ŠKM sūrio. Kadangi valgomieji danteniai yra angliavandenių ir ypač skaidulų šaltinis, tai yra gera mitybinė terpė pienarūgščiams mikroorganizmams (Jabłońska-Ryś, 2025), dėl ko vis daugiau laktozės suskaidoma iki pieno rūgšties.



a)



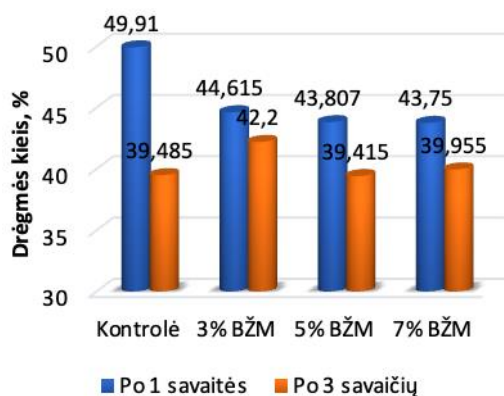
b)

4 pav. Varškės sūrių titruojamojo rūgštingumo kitimas laikymo metu:

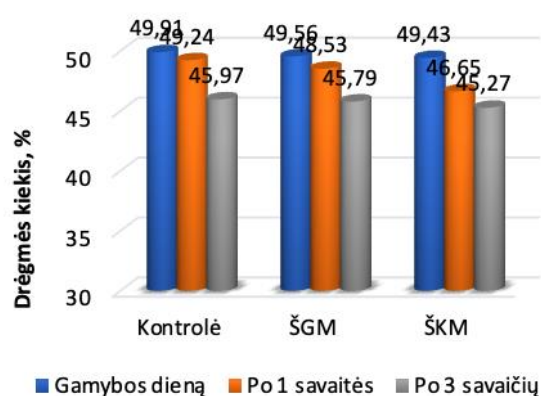
a) varškės sūriai su bananų žievelėmis, b) varškės sūriai su valgomaisiais danteniais

Varškės sūrių drėgmės kiekio kitimas 3 savaitės laikotarpiu parodė, kad drėgmės kiekis visuose sūriuose tendencingai mažėjo. Tokia tendencija vyksta dėl skaidulų gebėjimo sujungti vandenį ir ilgiau laikant vanduo vis stipriau sulaikomas. Tokie cheminiai pokyčiai lemia, kad sūriuose lieka mažiau laisvos drėgmės, kuri laikymo metu gali pasišalinti. Didžiausias drėgmės kiekis po 1 savaitės laikymo buvo kontroliniame sūryje $49,91 \pm 0,01$ %, o mažiausias – $43,75 \pm 0,01$ % 7 % BŽM sūryje. Po 3 savaitės laikymo didžiausias drėgmės kiekis buvo $42,2 \pm 0,01$ % 3 % BŽM sūryje, o mažiausias – $39,415 \pm 0,01$ % 5 % BŽM sūryje. Iš gautų rezultatų matyti, kad didžiausias drėgmės pokytis nustatytas kontroliniame sūryje 20,89 %, o mažiausias – 5,41 % 3 % BŽM sūryje.

Analizuojant ŠGM ir ŠKM sūrių drėgmės kiekį (5 pav. b), nustatyta, kad didžiausia drėgmė po 1 savaitės buvo kontroliniame sūryje $49,91 \pm 0,01$ %, o mažiausia – $46,65 \pm 0,01$ % ŠKM sūryje. Po 3 savaitės laikymo didžiausias drėgmės kiekis liko $45,97 \pm 0,01$ % kontroliniame sūryje, o mažiausias – $45,27 \pm 0,01$ % ŠKM sūryje. Iš gautų rezultatų matyti, kad didžiausias drėgmės pokytis nustatytas ŠKM sūryje 8,41 %, o mažiausias – 7,61 % ŠGM sūryje. Apibendrinus galima matyti, kad varškės sūrių su valgomaisiais danteniais drėgmė laikymo metu geriau išsilaiko nei sūrių su bananų žievelėmis. Taip yra todėl, kad bananų žievelių milteliuose skaidulų yra apie 19 %, grybų milteliuose – 40–42 % (Heba ir kt., 2022). Visa tai lemia geresnį drėgmės sulaikymą varškės sūriuose su valgomųjų dantių priedu.



b)

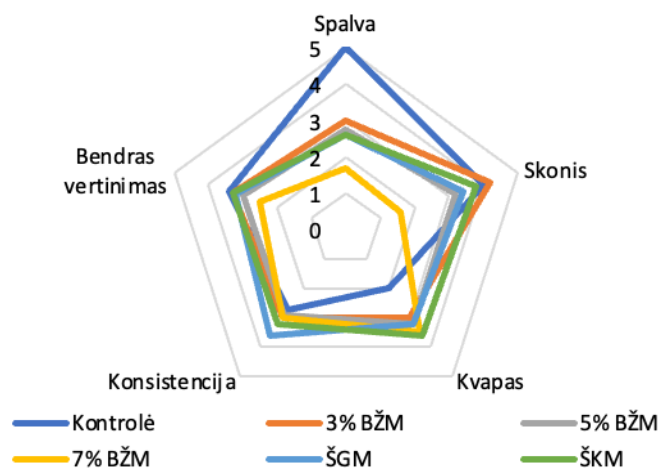


b)

5 pav. Varškės sūrių drėgmės kitimas laikymo metu:

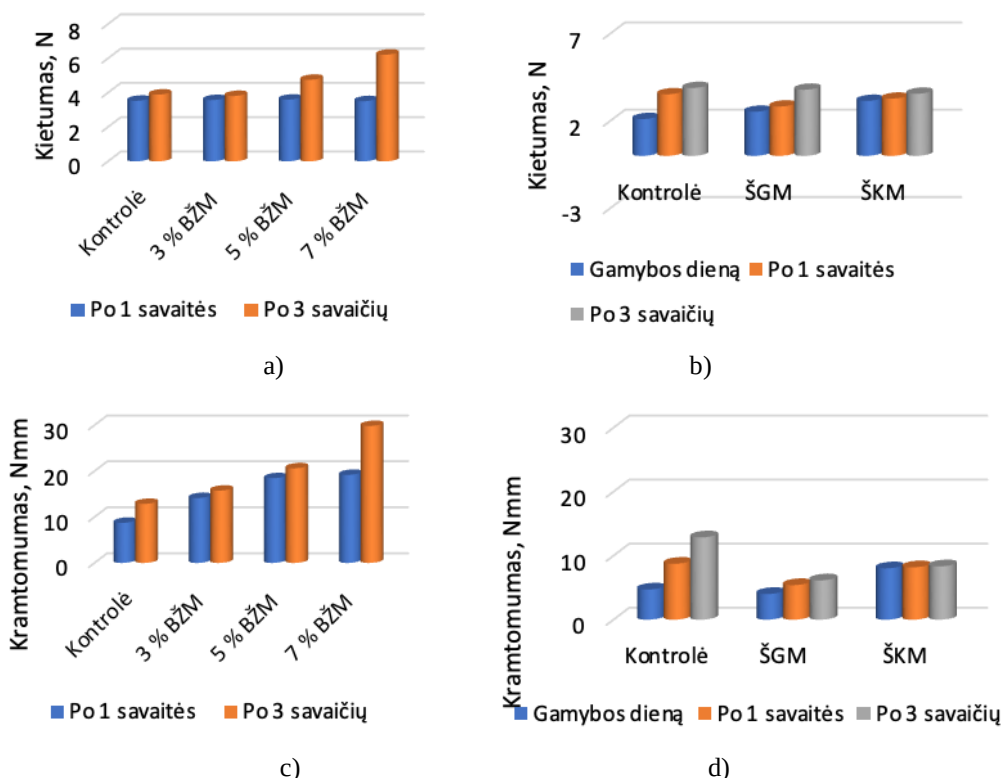
a) varškės sūriai su bananų žievelėmis, b) varškės sūriai su valgomaisiais danteniais

Varškės sūrių juslinės analizės priimtino duomenys pateikti 6 paveiksle.



6 pav. Varškės sūrių su bananų žievelėmis ir valgomaisiais danteniais juslinė analizė

Varškės sūrių su priedais bendras priimtino vertinimas buvo labai panašus – 3,0–3,4 balai, tik 7 % BŽM sūrio bendras priimtino balas buvo 2,5. Lyginant varškės sūrius su priedais ir kontroliniu sūriu nustatyta, kad kontrolinio sūrio spalva priimtinesnė nei sūrių su priedais – 5 balai, o mėginių su priedais – ribose nuo 1,7 iki 3 balų atitinkamai. Maloniausias kvapas nustatytas varškės sūrio su ŠKM priedu (3,6 balai), o mažiausiai malonus kvapas buvo kontrolinio sūrio (2 balai). Geriausiai išreikštas skonis varškės sūrio su 3 % BŽM priedu (4,2 balai), o mažiausiai respondentams patiko varškės sūris su 7 % BŽM priedu (1,6). Geriausia konsistencija pasižymėjo varškės sūris su ŠGM priedu (3,6 balai), o prasčiausiai įvertinta konsistencija buvo kontrolinio sūrio (2,75 balai).



7 pav. Varškės sūrių tekstūros parametrų kitimas laikymo metu: a) varškės sūrių su bananų žievelėmis kietumas, b) varškės sūrių su valgomaisiais danteniais kietumas, c) varškės sūrių su bananų žievelėmis kramtomumas, d) varškės sūrių su valgomaisiais danteniais kramtomumas

Varškės sūrių tekstūros parametrų pokytis tiriamuoju laikotarpiu pavaizduotas 7 paveiksle. Tyrimų metu buvo analizuoti tokie parametrai: kietumas (jis apibrėžiamas kaip didžiausios jėgos vertė pirmojo produkto suspaudimo metu) ir kramtomumas (energija, reikalinga kietam maisto produktui sukramtyti, kad jį būtų galima nuryti). Kietumas yra pagrindinis rodiklis, apibūdinantis sūrių tekstūrą. Pagal gautus rezultatus

galima matyti, kad po 1 savaitės kiečiausias buvo sūris su 5 % BŽM priedu (3,59 N), o minkščiausias – sūris su ŠGM priedu (2,83 N). Geriausias kramtomumas buvo sūrio su ŠGM priedu (5,4 Nmm), tačiau daugiausia jėgos reikėjo sukramtyti sūrį su 7 % BŽM priedu (19,18 Nmm). Laikymo metu iki 3 savaičių kiečiausias sūris buvo su 7 % BŽM priedu (6,22 N), o minkščiausias sūris su ŠKM (3,56 N). Tuo tarpu kramtomumas po 3 savaičių laikymo mažiausias buvo sūrio su ŠGM priedu (6,14 Nmm), o didžiausias – sūrio su 5 % BŽM priedu (20,6 Nmm). Varškės sūrių tekstūros analizė parodė, kad laikymo metu varškės sūrių kietumas didėja ir tai atitinka gautus rezultatus su kitais pieno produktais (Jabłońska-Ryś, 2025, Xu ir kt., 2024, Heba ir kt., 2022). Rezultatai patvirtina, kad esant mažesniai skaidulų kiekiui (sūriuose su bananų žievelėmis), mažiau sujungiamą laisvos drėgmės sūriuose ir jie greičiau džiūsta bei kietėja iki 77,27 %. Tuo tarpu sūriuose, kur skaidulų kiekis didesnis (su valgomaisiais danteniais), geriau sulaikoma laisva drėgmė ir sūriai išlaiko minkštumą. Sūrių kietumo pokytis iki 33,92 %. Analogiška tendencija gauta atlikus kramtomumo tyrimus, kai kietesniems sūriams sukramtyti reikalingas energijos kiekis buvo 2,3 karto didesnis.

Išvados

1. Saldžių varškės sūrių su bananų žievelių ir valgomųjų dantių miltelių priedais riebumas, pelenų kiekis ir energinė vertė didėjo priklausomai nuo įdedamo priedo kiekio, atitinkamai: nuo $27 \pm 0,1$ % iki $35 \pm 0,1$ % su BŽM priedu ir $21,17 \pm 0,1$ % su ŠGM priedu ir $23 \pm 0,1$ % su ŠKM priedu, pelenų kiekis didėjo nuo $1,92 \pm 0,01$ % iki $2,24 \pm 0,01$ % sūriuose su BŽM priedu ir $2,49 \pm 0,01$ % su ŠGM priedu, bei $2,53 \pm 0,01$ % su ŠKM priedu, energinė vertė sūriuose su BŽM priedu didėjo iki 389,34 kcal/100 g, o su ŠGM priedu didėjo iki 372,9 kcal/100 g. Sūrių laikymo metu titruojamasis rūgštingumas didėjo visuose sūriuose nuo $0,666 \pm 0,01$ % iki $1,944 \pm 0,01$ %, tik ši tendencija buvo mažesnė sūriuose su ŠGM ir ŠKM priedu. Priešinga dinamika nustatyta sūrių drėgmės kitimui laikymo metu – drėgmės kiekis visuose sūriuose tendencingai mažėjo nuo $49,91 \pm 0,01$ % iki $39,415 \pm 0,01$ %.
2. Varškės sūrių su priedais bendras priimtimumo vertinimas buvo labai panašus – 3,0–3,4 balai. Maloniausias kvapas nustatytas varškės sūrio su ŠKM priedu (3,6 balai), geriausias skonis varškės sūrio su 3 % BŽM priedu (4,2 balai), o geriausia konsistencija pasižymėjo varškės sūris su ŠGM priedu (3,6 balai).
3. Laikymo metu bananų žievelės ir valgomųjų dantių skaidulos neturėjo didelės įtakos varškės sūrių kietumui pirmą laikymo savaitę, kai tuo tarpu po 3 savaičių kietumas didėjo proporcingai įdėtam BŽM kiekiui nuo 3,89 N iki 6,22 N. Tačiau sūriuose su ŠGM ir ŠKM priedu kietumas didėjo nežymiai – iki 33,92 %.

Literatūra

1. Ahmad, I., Arif, M., Xu, M., Zhang, J., Ding, Y., & Lyu, F. (2023). Therapeutic values and nutraceutical properties of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*): A review. *Trends in Food Science & Technology*, 134, 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.03.007>
2. Ameh, A. O., Aleyemi, D. S., & Alabi, S. (2023). Production of Lactic Acid from Banana Peels. *Journal of Materials Engineering, Structures and Computation*, 2(4), 36–53. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10225959>
3. Annepu, S. K., Sharma, V. P., Kumar, S., & Barh, A. (2019). *Cultivation techniques of shiitake: A medicinal mushroom with culinary delight*. ICAR-Directorate of Mushroom Research. <https://www.researchgate.net/publication/352837214>
4. AOAC International. (1935). *Ash of cheese. Gravimetric method* (AOAC Official Method 935.42). AOAC International.
5. Europos Sąjungos Komisija. 2013 m. lapkričio 5 d. Komisijos įgyvendinimo reglamentas (ES) Nr. 1111/2013, kuriuo į saugomų kilmės vietos nuorodų ir saugomų geografinių nuorodų registrą įtraukiamas pavadinimas [Lietuviškas varškės sūris (SGN)]. *OL L* 298, 2013 11 8, 25–26.
6. International Organization for Standardization. (2020). *Milk and milk products — Guidelines for the application of in-line and on-line infrared spectrometry* (ISO 23291:2020 | IDF 248:2020) (2020-01-06, 25). International Organization for Standardization.
7. International Organization for Standardization. (2018). *Reaction to fire tests for products — Determination of the gross heat of combustion (calorific value)* (ISO 1716:2018) (2018-05, 23). International Organization for Standardization.
8. International Organization for Standardization. (2023). *Milk and milk products — Sensory analysis. Part 2: Methods for sensory evaluation* (ISO 22935-2:2023 | IDF 99-2:2023) (2023-04). International Organization for Standardization.
9. Jabłońska-Ryś, E. (2025). Fortifying Yogurt with Edible Mushrooms: Bioactive Compounds and Product Properties. *Applied Sciences*, 15(24), 12949. <https://doi.org/10.3390/app152412949>
10. Galanakis, C. M. (2020). Food waste valorization opportunities for different food industries. *The Interaction of Food Industry and Environment*, 341–422. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816449-5.00011-4>

11. Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., Putnik, P. (2020). Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review Food Science and Technology*, 11, 93–118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
12. Granato, D., Nunes, D. S., & Barba, F. J. (2017). An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.010>.
13. Heba, S. A., Ali, M. E., Abd Elbaky, M. A., & Atwaa, E. H. (2022). Physicochemical, rheological and sensory properties of low-fat yoghurt supplemented with dried mushroom powder. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 49(1), 57–66. <https://doi.org/10.21608/zjar.2022.234604>
14. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2009). *Pienas ir pieno gaminiai. Riebalų kiekio nustatymas. Bendrieji butirometrinių metodų taikymo nurodymai* (tpt ISO 11870:2009) (2009-12-31, 24). Lietuvos standartizacijos departamentas.
15. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2013). *Fermentuotas pienas. Titruojamojo rūgštingumo nustatymas. Potenciometrinis metodas* (tpt ISO/TS 11869:2012) (2013-01-18, 24). Lietuvos standartizacijos departamentas.
16. Ngouno, A. T., Limanou, G., & Nevilah, G. N. (2025) Physicochemical, Nutritional, and Antinutritional Characterization of Banana Peels Processed Using Two Drying Methods. *Agricultural Science and Technology*, 6(1). <https://doi.org/10.1021/acsagascitech.5c00359>
17. Safdari, Y., Vazifedoost, M., Didar, Z., Hajirostamloo, B. (2021). The Effect of Banana Fiber and Banana Peel Fiber on the Chemical and Rheological Properties of Symbiotic Yogurt Made from Camel Milk. *International Journal of Food Science*, 5230882, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2021/5230882>
18. Xu, X., Yu, C., Liu, Z., Cui, X., Guo, X., & Wang, H. (2024). Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory activity of shiitake mushrooms (*Lentinus edodes*). *Journal of Fungi*, 10(8), 552. <https://doi.org/10.3390/jof10080552>
19. Mohd Dom, Z., Mujiyanto, L. Azhar, A., Masaudin, S., Samsudin, R. (2021). Physicochemical properties of banana peel powder in functional food products. *Food Research*, 5(1), 209–215. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(S1\).037](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(S1).037)

PHYSICOCHEMICAL, TEXTURAL, AND SENSORY INSIGHTS INTO THE ROLE OF FIBER IN CURD CHEESE

Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of banana peel and Shiitake mushroom additives, as sources of dietary fiber, on the physicochemical, textural, and sensory properties of sweet milk curd cheeses. The objectives were: 1) to assess the impact of these additives on the physicochemical parameters of curd cheeses during storage, 2) to compare their sensory characteristics, and 3) to determine their effects on textural properties.

The applied research methods included the determination of moisture content, fat content, titratable acidity, texture parameters, and sensory attributes of the curd cheeses.

The results demonstrated that the incorporation of banana peel and Shiitake mushroom powders significantly influenced the composition of the cheeses. Fat content increased proportionally with the amount of additive, reaching $35 \pm 0.1\%$ in samples containing banana peel and $21.17 \pm 0.1\%$ and $23 \pm 0.1\%$ in samples containing Shiitake mushroom and Shiitake mushroom with dill, respectively. Ash content also increased from $1.92 \pm 0.01\%$ to $2.24 \pm 0.01\%$ in cheeses with banana peel, and to $2.49 \pm 0.01\%$ and $2.53 \pm 0.01\%$ in cheeses with Shiitake mushroom and Shiitake mushroom with dill additives, respectively. The energy value increased to 389.34 kcal/100 g in banana peel-enriched cheeses and to 372.9 kcal/100 g in Shiitake mushroom-enriched cheeses.

During storage, titratable acidity increased in all samples from $0.666 \pm 0.01\%$ to $1.944 \pm 0.01\%$, although this increase was less pronounced in cheeses containing Shiitake mushroom and Shiitake mushroom with dill. Conversely, moisture content decreased in all samples, from $49.91 \pm 0.01\%$ to $39.415 \pm 0.01\%$.

Sensory evaluation revealed similar overall acceptability scores across all samples, ranging from 3.0 to 3.4 points. The most favorable aroma was observed in cheeses with Shiitake mushroom addition (3.6 points), while the best taste was recorded in cheeses containing 3% banana peel (4.2 points). The most desirable consistency was also associated with Shiitake mushroom-enriched cheeses (3.6 points). Textural analysis indicated that, during the first week of storage, the addition of banana peel and Shiitake mushroom fibers did not significantly affect cheese hardness.

In conclusion, both banana peel and Shiitake mushroom additives can be effectively utilized as functional ingredients in curd cheese production, influencing compositional, sensory, and textural properties while contributing to sustainable food system development.

Keywords: quark cheese, Shiitake mushrooms, banana peels

Informacija apie autores

Dr. Ernesta Trečiokienė. Kauno kolegija, Informatikos, inžinerijos ir technologijų fakultetas, docentė. Mokslinių tyrimų kryptys: chemijos inžinerija, maisto technologijos.
El. pašto adresas: ernesta.treciokiene@kaunokolegija.lt
ORCID: 0009-0003-8917-0128

Ilona Šostakienė. Kauno kolegija, Informatikos, inžinerijos ir technologijų fakultetas, lektorė. Mokslinių tyrimų kryptys: chemijos inžinerija, maisto technologijos.
Email address: ilona.sostakiene@kaunokolegija.lt
ORCID: 0009-0006-3576-8812