

PREBIOTINIŲ SKAIDULŲ IR FERMENTO KSILANAZĖS PRIEDŲ ĮTAKA PUSKVIETINĖS DUONOS TEKSTŪROS SAVYBĖMS

Aldona Mieželienė, Gitana Alenčikienė, Meilė Kulikauskienė
KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas; el. paštas: aldonam@lmai.lt

Santrauka. Straipsnyje pateikti tyrimų duomenys apie prebiotinių maistinių skaidulų, gaminamų iš akacijų sākų, ir iš *Aspergillus oryzae* išskirtos grybinės beta ksilanazės priedų poveikį puskvietinės duonos tekstūros savybėms ir jų pokyčiams laikymo metu. Maistinių skaidulų (MS) kiekis kepiniuose buvo keičiamas nuo 3 iki 5 proc., fermento kiekis 1000 g miltų siekė 0,08 g.

Didinant MS kiekį tiriamojoje sistemoje, sumažėjo šviežios duonos akytumas ir lyginamasis tūris. Ksilanazės priedas darė teigiamą įtaką kontrolinio ir mėginio su mažiausiu (3 proc.) MS priedu lyginamajam tūriui. Esant didesniam MS kiekiui, ksilanazės įtaka pastebimai sumažėjo. Tiriant šių biologiškai veiklių medžiagų priedų įtaką kepinių tekstūros charakteristikoms, nustatyta, kad jie neturėjo reikšmingos įtakos ($p > 0,05$) šviežių mėginių minkštumo kietumui. Laikomi 7 paras tiriamieji mėginiai išliko minkštesni už kontrolinį. Didinant pridedamų MS kiekį, tiriamųjų mėginių rišlumas palaipsniui mažėjo, gumiškumas ir kramtomumas – prastėjo. Ši tendencija išliko ir išlaikytuose mėginiuose. Didinant MS kiekį, mažėjo šviežios duonos pirštais juntamas stangrumas; ši tendencija išliko kepinyje su fermento priedu. Fermento priedas leido sumažinti neigiamą MS poveikį duonos juslinėms savybėms (tampriumui burnoje, rišlumui spaudžiant pirštais).

Raktažodžiai: puskvietinė duona, prebiotinės maistinės skaidulos, ksilanazė, tekstūra.

IMPACT OF ADDITION OF THE PREBIOTIC DIETARY FIBER AND XYLANASE ON THE WHEAT-RYE BREAD TEXTURE ATTRIBUTES

Aldona Mieželienė, Gitana Alenčikienė, Meilė Kulikauskienė
Food Institute of Kaunas University of Technology, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas, Lithuania,
e-mail: jusline.analize@lmai.lt

Summary. Data regarding analysis of impact of prebiotic dietary fiber Fibregum and fungal β -xylanase on wheat-rye bread texture attributes and their changes during storage are presented in this article. Two sets of bread were analysed. First set of bread samples was prepared with increased amount of Fibregum from 3 % to 5 %. In the second set additionally β -xylanase, (0.08 g/1000 g flour) was added to each sample.

Porosity and specific volume of bread samples decreased with increasing amount of dietary fiber content in the sample. Addition of xylanase showed positive impact on specific volume of control and with 3% of Fibregum bread sample. Addition of enzyme didn't have significant influence on bread porosity. Addition of prebiotic fiber and enzyme had no significant impact on bread crumb hardness. During storage period crumb of the control bread sample became more firm than bread samples with addition of enzyme and fiber. Cohesiveness, gumminess and chewiness of fresh and bread samples after storage decreased with increasing amount of fiber. Toughness evaluated by fingers decreased with increase of prebiotic fiber, enzyme had no impact on this tendency. Addition of enzyme eliminated negative influence of Fibregum on bread elasticity in the mouth and cohesiveness evaluated by fingers.

Key words: wheat-rye bread, prebiotic fiber *Fibregum*, β -xylanase, texture attributes.

Įvadas. Išskirtinę vietą tarp visų biologiškai vertingų maisto komponentų, naudojamų funkcionaliojo maisto produktų gamyboje, užima tirpios MS – prebiotikai, įvardijami kaip vienas svarbiausių XX amžiaus mitybos ir žarnyno mikroekologijos pasiekimų (Шевелева, 1999). Prebiotikai neturi hidrolizuotis ir absorbuotis viršutiniuose virškinamojo trakto takuose; jie turi būti selektyvus substratas vienam arba keletui naudingos žarnyno mikrofloros atstovų, skatinti jų augimą ir (arba) metabolitinį aktyvumą, savo veikla turi gerinti žarnyno mikrofloros sudėtį, pagerinti makroorganizmo, t. y. šeimininko, sveikatą (Gibson, Wang, 1994; Шевелева, 1999) ir kt.

Kaip prebiotikai šiuo metu plačiausiai naudojama laktulozė, frukto-, galakto-, gliukoizomaltooligosacharidai, inulinas ir kitos MS (Gibson, Wang, 1994; Ohr, 2002; Hartemink et al., 1994). Daugelio prebiotikų šaltinis yra grūdinės kultūros (pvz., avižos, rugiai) ir daugelis kitų

maistinių augalų, kaip antai: svogūnai, česnakai, bananai, cikorijos šaknys, artišokai, šparagai ir kt. (Colbin, 1986; Grinenko et al., 1998). Palyginus su išgrynintais pramoniniu būdu gaminamais prebiotikais, dėl mažesnės kainos šie augaliniai produktai prieinami platesniam vartotojų ratui, tačiau jų vartojimo trukmė gerokai trumpesnė, be to, jų reikia suvartoti gana daug, kad būtų pasiektas tikėtinas sveikatą gerinantis poveikis. Norint padidinti maisto produktuose prebiotinių MS kiekį, kartu išlaikyti aukštą produktų kokybę įvairiose šalyse atliekami moksliniai tyrimai su išgrynintais prebiotikų koncentratais.

Rengiant produktų su prebiotikais gamybos technologijas, tenka įvertinti fiziologinio ir technologinio suderinamumo aspektus. Tam reikia parinkti tinkamus jų atstovus, nustatyti racionalius į produktus dedamus kiekius (atsižvelgiant į vidutinę produktų vartojimo porciją), numatyti galimus jų ir produkto sudedamųjų

dalių pokyčius technologinio proceso ir produktų laikymo metu. Ypač svarbu atsižvelgti į prebiotikų stabilumą būsimo maisto produkto sistemoje, kad išliktų vartotojams deklaruojamos palankiai sveikatai veikiančios savybės. Būtina įvertinti prebiotikų įtaką maisto produktų gamybos procesui, produktų tekstūros formavimui, juslinėms savybėms.

Ypatinga vieta tarp kitų prebiotikų tenka iš akacijų sakų išskiriamoms MS. Dėl specifinės sandaros jos laikomos vienu geriausių dietinių prebiotikų. Jos nepasisavinamos plonojoje žarnoje, jų hidrolizė vyksta storioje žarnoje veikiant bakterijų išskiriamiems fermentams. Akacijų sakai dėl didelės molekulinės masės ir išsišakojusios struktūros storioje žarnoje fermentuojami daug lėčiau už kitas skaidulas ir gerai organizmo toleruojami vartojant net 50 g per dieną (Scientific file. CNI, 2003). Vienas iš akacijų sakų MS koncentratų yra *Fibregum*, gaminamas Prancūzijos kompanijos „Colloides Naturels International“ (CNI). Tai natūralus polisacharidas, klasifikuojamas kaip kompleksinis arabinogalaktanas. *Fibregum* sudėtyje yra ne mažiau kaip 90 proc. tirpiųjų MS (apskaičiavus pagal sausąsias medžiagas), pasižyminčių geromis prebiotinėmis savybėmis. Dėl fizikinių, cheminių ir technologinių savybių (gero tirpumo, termostabilumo, neutralaus skonio bei kvapo) *Fibregum* sėkmingai naudojamas pieno produktų, konditerijos gaminių, gaiviųjų gėrimų ir kitų produktų gamyboje. Atliekami tyrimai dėl jo tinkamumo naudoti duonos ir kitų kepinų gamyboje.

Kvietinė ir puskvietinė duona yra mažesnės biologinės vertės už ruginius ar visų grūdų dalių kepinus dėl mažesnio MS ir kitų fiziškai vertingų komponentų kiekio, todėl, norint pagerinti tokios duonos biologinę vertę, naudojami įvairūs MS koncentratai, grūdų ir sėklų mišiniai, vitaminai, mineralinės medžiagos ir kt. (Lipilina, Ganji, 2009; Bodroža-Solarov et al., 2008).

Duoną papildyti MS naudojami gana įvairūs šaltiniai – kvietinės sėlenos (Wang et al., 2002; Laurikainen et al., 1998), beta gliukanai, guaro guma, modifikuota celiuliozė ir kt. Visi šie priedai daro teigiamą įtaką kepinų biologinei vertei, bet gali skirtingai veikti gamybos technologinį procesą, kepinų fizikinius, cheminius rodiklius, išvaizdą, skonį ir tekstūrą. Paprastai tiriamieji kepiniai su MS priedu yra mažesnio už kontrolinį lyginamojo tūrio bei akytumo, kietesnio, tamsesnio minkštimo ir pan. Taigi naudojant MS duonos gamyboje tikslinga taikyti tokias technologines priemones, kurios pagerintų vartojamos duonos kokybę, o pačios MS išliktų nesuskaidytos. Dėl to tenka koreguoti gamybos technologinį procesą (Alpaslan, Hayta, 2006).

Kaip viena iš galimų priemonių duonos su MS savybėms pagerinti naudojami fermentai, ypač plačiai – amilazės, kurios, nekenkdamos MS prebiotinėms savybėms, didina kepinų tūrį, lėtina jų senėjimo procesus. T. Laurikainen ir grupės tyrėjų (1998) bei I. Pomeranz ir grupės mokslininkų (1977) nuomone, hemiceliuliazės, naudojamos kvietinės duonos gamyboje, hidrolizindamos pentozanus, sumažina tešlos vandens absorbciją ir taip gerina tešlos technologines savybes,

kartu – ir gaminio kokybę. Duonos gamyboje gana plačiai naudojamos ksilanazės gerina tešlos stabilumą mechaninio apdorojimo metu, vadinasi, pagerina duonos minkštimo savybes (Garmuvienė et al., 2007; Collins et al., 2006; Jiang et al., 2005).

Ankstesnių mūsų tyrimų metu (Mieželiene ir kt., 2008) nustatyta, kad pusruuginės duonos mėginiai su 2 proc. prebiotinių MS *Fibregum* priedu pagal tekstūros savybių intensyvumą nesiskyrė nuo kontrolinio ($p > 0,05$). Toliau didėjant MS kiekiui mėginiai minkštėjo, tapo lipnesni ir geriau absorbavo drėgmę. Tas turėjo reikšmingos įtakos kepinų priimtinumui. Tačiau kol kas moksliniais tyrimais pagrįstų duomenų apie prebiotinių MS bei kompleksinių MS ir fermento poveikį kvietinių ir puskvietinių kepinų kokybės charakteristikoms yra mažai.

Darbo tikslas – ištirti prebiotinių MS koncentrato ir fermento ksilanazės poveikį puskvietinės duonos tekstūros savybėms ir jų pokyčiams produkto laikymo metu.

Tyrimo objektai ir metodai. Puskvietinės duonos mėginiai laboratorinėmis sąlygomis ruošti KTU Maisto instituto Juslinės analizės laboratorijoje pagal duonos su įmaišu gamybos technologiją. Siekiant padidinti kepinų biologinę vertę, į receptūrą buvo įtraukti didesnio peleningumo (812 B tipo) kvietiniai miltai, o norint užtikrinti stabilią tekstūrą, pridėta nedidelis kiekis 405 D tipo miltų. Duonos mėginių receptūra:

Įmaišas:	300 g ruginių rupinių 3,6 g mielių
Tešlai:	500 g 812 B tipo kvietinių miltų 100 g 550 C tipo kvietinių miltų 100 g 405 D tipo kvietinių miltų 40 g cukraus 30 g riebalų 14 g druskos

Reikiamas vandens kiekis nustatytas apskaičiavus ir atlikus preliminarūs tešlos bei kepinio tekstūros tyrimus.

Įmaišo ruošimas. Atskiri komponentai sumaišyti su vandeniu, ir masė 180 min. rauginta 32-34°C temperatūroje.

Tešlos ruošimas ir duonos kepimas. Paruoštas įmaišas sumaišytas su likusiais komponentais. Gauta masė maišyta maišyklėje „Salco“ (JAV) 20 min., tešla rauginta termostate toje pačioje temperatūroje 60 min. Tada tešla padalinta į ruošinius, sudėta į formas, dar 30 min. kildinta 32-34°C temperatūroje ir 30 min. kepta krosnelėje „Beko“ (DB) 220°C temperatūroje.

Iškepti gaminiai 60 min. laikyti kambario temperatūroje (18-20°C), sudėti į plastikinius maišelius ir laikyti juose per naktį. Tada dalis mėginių buvo tirta, likusieji laikyti tokiomis pačiomis sąlygomis 7 paras ir tada tirti.

Kaip prebiotikų šaltinis naudotas tirpių MS koncentratas *Fibregum* (CNI, Prancūzija).

Tešlos paruošimo metu vykstančių biocheminių procesų intensyviniui naudota iš *Aspergillus oryzae* išskirta ksilanazė komerciniu pavadinimu *Pentopan Mono BG* (Novo Nordisk A/S, Danija). Tai gryna 1,4 beta ksilanazė (pentozanazė), kurios aktyvumas siekė 2500

grybinės ksilanazės vienetų (FAU). Tyrimų tikslas buvo nustatyti, ar užteks pasirinkto ksilanazės kiekio reikiamai tiriamųjų kepinų su MS priedu kokybei pasiekti, lyginant kontrolinio ir tiriamųjų kepinų savybes.

Eksperimentas atliktas pagal schemą:

I serija – kontrolinis mėginys – be MS priedo;

tiriamieji mėginiai – su 3 proc., 4 proc., 5 proc. MS priedu.

II serijoje atitinkami I serijos mėginiai buvo ruošiami su fermento priedu (0,08 g/1000 g miltų). Fermento kiekis nustatytas preliminarių kepinų metu pagal gamintojų rekomendacijas.

Fizikiniai cheminiai tekstūros tyrimai. Mėginių minkštumo akytumas nustatytas Žuravliovo prietaisu pagal LST 1442:1996¹, akytumas įvertintas procentais.

Lyginamasis tūris (ml/g) nustatytas kaip mėginių tūrio ir masės santykis. Duonos tūris nustatytas taikant įprastinį metodą, naudojant sorų kruopas (Bodroža-Solarov et al., 2008).

Duonos tekstūros savybės vertintos universaliu tekstūros analizatoriumi „Universal Testing Machine Instron 3343“ (Instron Engineering Group, High Wycombe, UK).

Mėginiai tekstūros profilio analizei (TPA) (Bourne, 1978) paruošti taip, kad jų matmenys būtų 50×40×26 mm, tyrimams imant po dvi 13 mm storio riekeles. Mėginiai spausti iki 40 proc., suspaudimo greitis – 1 mm/s, spaudimo jėga – 1 kN, naudotas 57,3 mm diametro 93,5 mm aukščio standartinis „Instron“ firmos metalinis darbinis kūnas. Kiekvienam mėginiui nustatyta vidutinė tekstūros parametro reikšmė (vidutinė 4 matmenų reikšmė). Atliekant tekstūros profilio analizę įvertintos šios savybės:

kietumas – mechaninė tekstūros savybė, nusakoma jėga, reikalinga pasiekti reikiamą produkto deformaciją, prietaisu fiksuojamas jėgos pikas pirmo spaudimo ciklo metu;

rišlumas – mechaninė tekstūros savybė, nusakoma laipsniu, iki kurio medžiaga gali būti deformuojama prieš jai suyrant;

gumiškumas – mechaninė tekstūros savybė, susijusi su minkšto produkto rišlumu;

kramtomumas – mechaninė tekstūros savybė, nusakoma rišlumu ir laiko trukme, reikalinga kietą produktą sukramtyti iki tinkamo nuryti.

Mėginių juslinėms savybėms įvertinti taikytas *juslinių savybių profilio testas*, kurį atliko šešių vertintojų grupė. Vertintojai buvo parinkti ir apmokyti dirbti pagal tarptautinius reikalavimus². Vertinta instituto Juslinės analizės laboratorijos, įrengtos pagal tarptautinio standarto³ reikalavimus, uždaroje kabinose. Vertintojų grupė buvo susipažinusi su duonos produktų vertinimu

prieš atliekant tyrimą. Mėginių juslinių savybių intensyvumas vertintas taikant nepertraukiamą tiesinę 150 mm skalę⁴.

Ruošiant mėginius vertinimui, atpjautos 13 mm storio riekelės, nuo jų nupjauta pluta. Paruošti 15×15 mm mėginiai tekstūrai vertinti pirštais. Pusė riekelės pateikta kvapui, skoniui ir tekstūrai burnoje vertinti. Taip paruošti mėginiai sudėti į plastikinius indelius, uždengtus dangteliais, koduotais trijų skaitmenų kodais, ir pateikti vertintojams. Vertintojų skonio receptoriams atstatyti naudotas beskonis, bekvapis šiltas vanduo ir silpna šilta nesaldinta arbata. Sudarant juslinių savybių profilį, naudotas visiškai subalansuotas randomizuotas mėginių pateikimo planas.

Matematinis duomenų apdorojimas. Visi tyrimai kartoti ne mažiau kaip tris kartus. Vertinant rezultatus atlikta dispersinė analizė. Jei nustatyta, kad vidurkiai statistiškai reikšmingai skyrėsi, taikytas daugkartinio lyginimo Dunkano kriterijus (Dijksterhuis, 1997). Jis leido nustatyti, kurių konkrečių produktų vienos ar kitos savybės intensyvumo vidurkis statistiškai reikšmingai skyrėsi, kai reikšmingumo lygmuo 0,05. Duomenų analizei taikyta programinė įranga SPSS (15.0 versija) (SPSS 15.0 for Windows).

Rezultatai ir jų aptarimas. Kepinių tekstūra daugiausia priklauso nuo juose esančių biopolimerų (baltymų ir polisacharidų) tarpusavio sąveikos, taip pat nuo atskirų technologinių veiksnių poveikio šiems biopolimerams. Tyrimui naudotas MS koncentratas yra neutralaus skonio ir kvapo, taigi, galima teigti, kad jis neturės tiesioginės įtakos kepinų skonio bei kvapo charakteristikoms, bet gali daryti reikšmingą įtaką tekstūros savybėms bei šių savybių pokyčiams mėginius laikant. Todėl buvo atlikti šviežių ir 7 paras išlaikytų kepinų tyrimai.

Iš 1 pav. pateiktų duomenų matyti, kad, didėjant MS kiekiui, šviežios duonos akytumas turėjo tendenciją mažėti (1 pav.). Tokį efektą galima sieti su susilpnėjusia glitimo tinkline struktūra, dėl to susilpnėjusia sistemos dujų susidarymo geba bei jų sulaikymo pajėgumu (Alpaslan, Hayta, 2006). Fermento priedas reikšmingos įtakos tirtų mėginių akytumui neturėjo ($p > 0,05$).

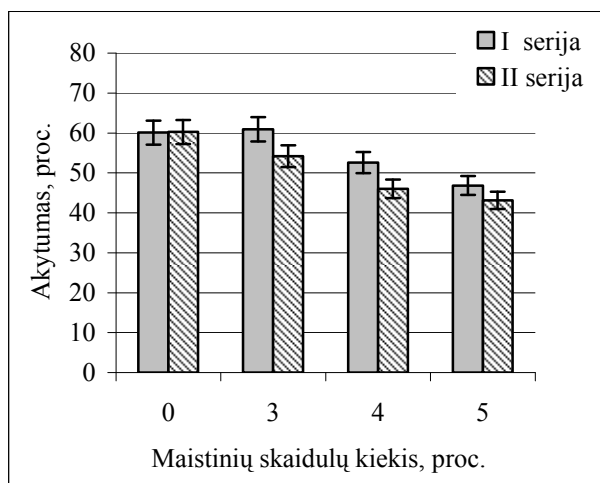
Didinant pridedamą MS kiekį, šviežios duonos lyginamasis tūris (2 pav.) turėjo tendenciją mažėti ($p < 0,05$). Reikia paminėti, kad literatūroje sutinkami nevienareikšmiai duomenys apie įvairių MS priedų įtaką kepinų lyginamajam tūriui (Alpaslan, Hayta, 2006; Суюнчева и др., 2005). Galima daryti prielaidą, kad tokį skirtumą gali lemti tiek skirtingos MS technologinės savybės, tiek taikomas gamybos procesas, atskiri žaliavos komponentai ir kiti veiksniai. Fermento priedas darė teigiamą įtaką kontrolinio ir mėginio su mažiausiu (3 proc.) MS priedu lyginamajam tūriui, tačiau, toliau didinant MS kiekį, fermento įtaka pastebimai sumažėjo.

¹ LST 1442:1996. Duona ir pyrago kepiniai. Akytumo nustatymas.

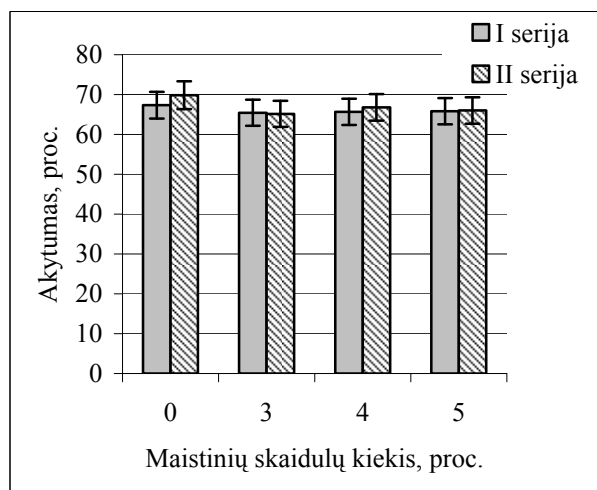
² LST ISO 8586-1. Juslinė analizė. Degustatorių atranka, mokymas ir įvertinimas. Bendrieji nurodymai. 1 dalis. Degustatorių parinkimas.

³ LST ISO 8589. Juslinė analizė. Bendrieji tyrimo kambarių projektavimo reikalavimai.

⁴ LST ISO 4121. Juslinė analizė. Metodika. Kiekybinių atsakų skalių taikymo nurodymai.

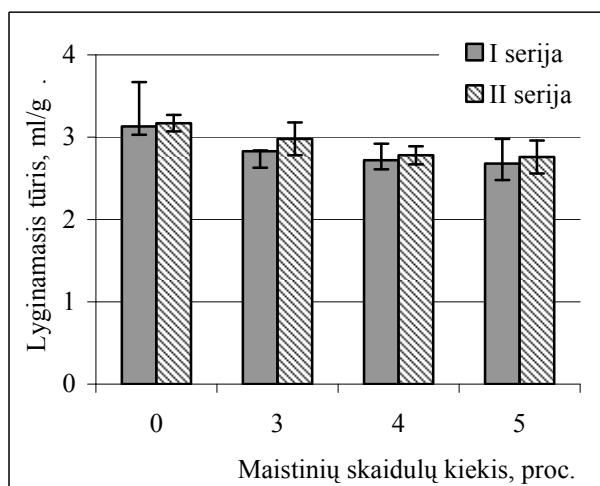


a) šviežia duona

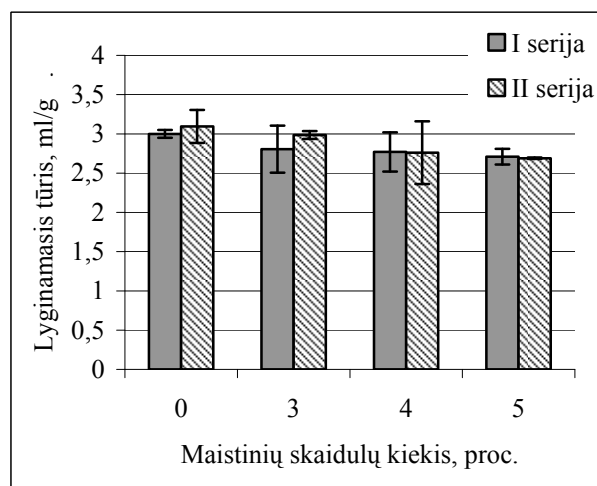


b) 7 paras laikyta duona

1 pav. MS ir fermento priedų įtaka šviežios ir 7 paras laikytos duonos akytumui

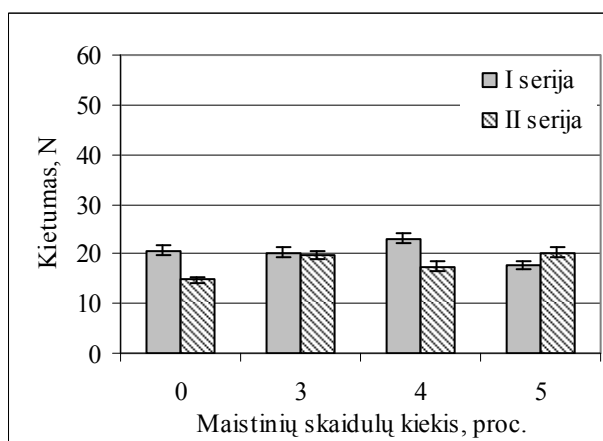


a) šviežia duona

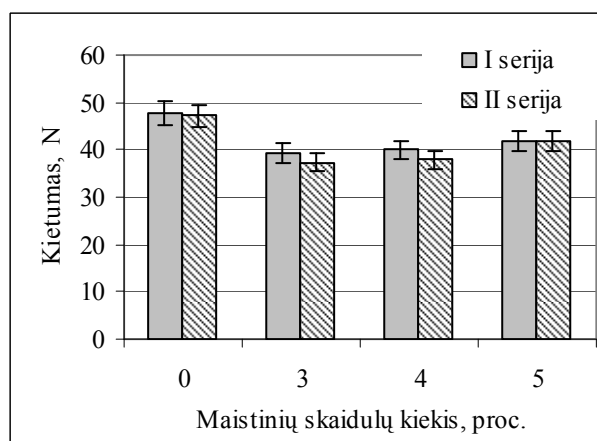


b) 7 paras laikyta duona

2 pav. MS ir fermento priedų įtaka duonos lyginamajam tūriui



a) šviežia duona



b) 7 paras laikyta duona

3 pav. MS ir fermento priedų įtaka duonos minkštimo kietumui

3 pav. pateikti duomenys, rodantys mėginių minkštimo kietumo pokytį priklausomai nuo MS ir fermento priedų. Iš jų matyti, kad MS priedai reikšmingos įtakos minkštimo kietumui neturėjo. Ksilanazės priedas

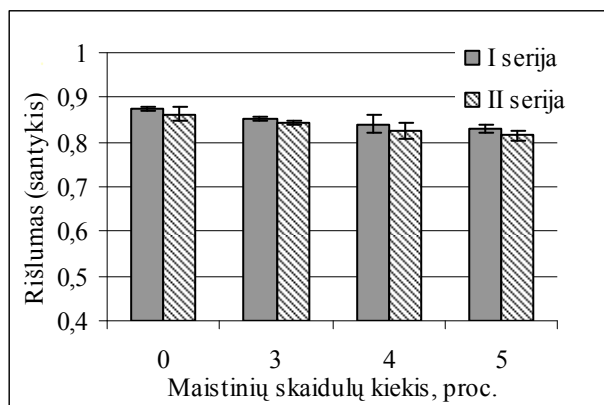
sumažino kontrolinio mėginio minkštimo kietumą, tačiau mėginiuose su MS priedais reikšminga ($p > 0,05$) fermento įtaka šiam rodikliui nenumatyta.

Kaip ir reikėjo tikėtis, visų 7 paras laikytų mėginių

minkštimas pakietėjo (3 pav.,b). Iš pateiktų duomenų matyti, kad laikyti tiriamieji mėginiai buvo minkštesni už kontrolinį mėginį, bet fermento priedas šiai savybei reikšmingos įtakos neturėjo. Taigi galima teigti, kad MS priedai sulėtino kepinų senėjimą. Pasitvirtino prielaida, kad *Fibregum* miltų ir vandens matricose geba sudaryti apsauginę plėvelę, mažinančią vandens ir deguonies pralaidumą (Кочеткова, Ипатова, 2008).

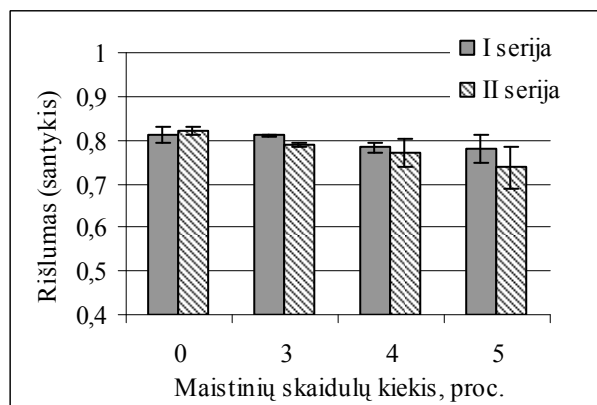
Didėjant pridedamų MS kiekiui, pastebėta nežymi tiriamųjų mėginių rišlumo mažėjimo tendencija (4 pav.). Fermento ksilanazės priedas šios tendencijos nepakeitė.

Visų 7 paras išlaikytų mėginių rišlumas sumažėjo. Lyginant kontrolinį ir tiriamuosius mėginius matyti, kad, didėjant pridedamų MS kiekiui, rišlumas turėjo tendenciją mažėti. Fermento priedas reikšmingos įtakos turėjo tik mėginiui su 5 proc. MS priedu tekstūros rišlumui ($p < 0,01$).

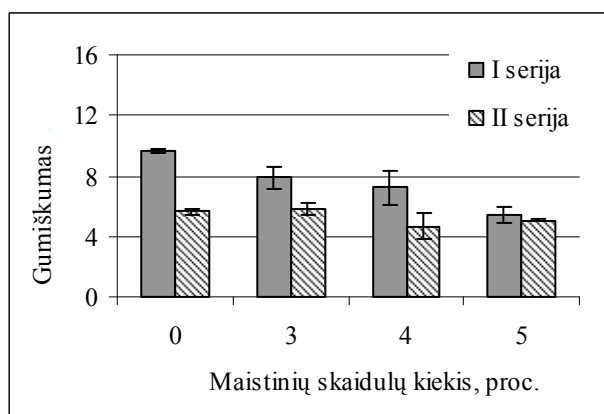


a) šviežia duona

4 pav. MS ir fermento priedų įtaka duonos rišlumui

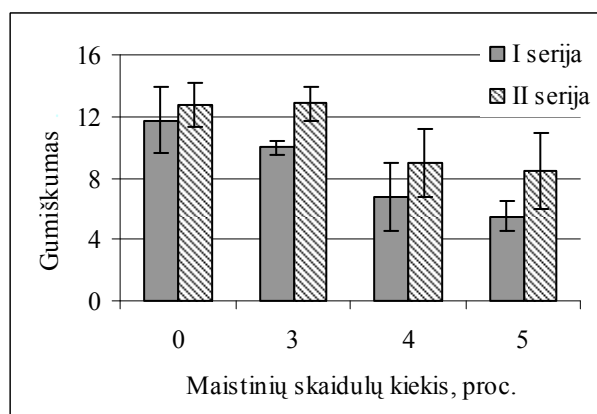


b) 7 paras laikyta duona

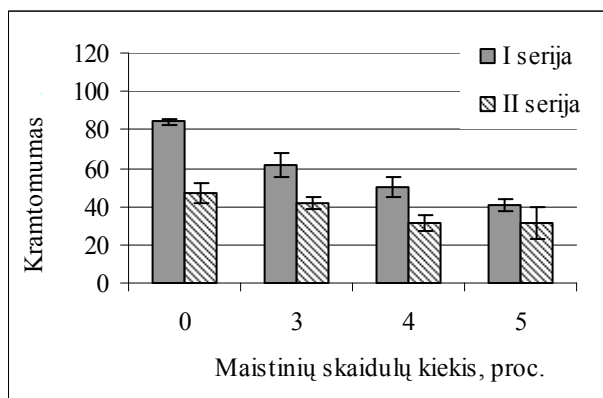


a) šviežia duona

5 pav. MS ir fermento priedų įtaka duonos gumiškumui

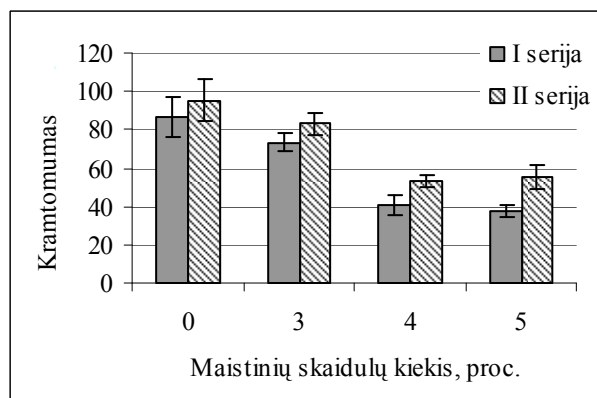


b) 7 paras laikyta duona



a) šviežia duona

6 pav. MS ir fermento priedų įtaka duonos kramtomumui



b) 7 paras laikyta duona

1 lentelė. Duonos su MS priedais juslinių tekstūros savybių vidutinės vertės

Savybės	Maistinių skaidulų kiekis, %			
	0 %	3%	4%	5%
	Šviežia duona			
Trupumas vizualiai	21,50 a	24,91 ab	23,58 ab	34,91 b
Stangrumas spaudžiant pirštais	93,41 c	72,16 b	47,41 a	58,33 a
Rišlumas spaudžiant pirštais	75,50 a	82,16 ab	98,50 c	86,83 bc
Drėgnis lūpomis	54,83 a	59,16 a	68,33 a	52,83 a
Adheziškumas lūpomis	59,75 a	55,75 a	70,33 a	56,41 a
Adheziškumas burnoje	54,16 a	55,75 a	71,25 a	63,33 a
Tamprumas burnoje	79,00 b	64,41 ab	59,91 a	58,25 a
Kietumas burnoje	38,33 a	40,58 a	37,16 a	39,75 a
Stangrumas burnoje	69,66 b	64,00 ab	52,27 a	74,00 b
Drėgmės sugėrimas burnoje	62,16 b	60,75 b	66,00 a	67,75 a
Adheziškumas dantimis	61,41 a	79,75 b	89,33 bc	87,83 bc
Sukramtytos masės rišlumas	82,58 a	93,83 b	100,91 b	100,5 b
	7 paras laikyta duona			
Trupumas vizualiai	28,08 a	33,83 a	38,25 ab	49,50 b
Stangrumas spaudžiant pirštais	82,66 b	77,50 a	78,83 a	60,33 a
Rišlumas spaudžiant pirštais	36,33 a	34,50 a	27,16 a	42,75 a
Drėgnis lūpomis	42,33 a	39,25 a	36,75 a	38,58 a
Adheziškumas lūpomis	45,50 a	43,16 a	45,41 a	43,66 a
Adheziškumas burnoje	35,75 a	46,83 a	46,75 a	49,41 a
Tamprumas burnoje	70,72 a	67,75 a	53,58 a	59,75 a
Kietumas burnoje	44,91 a	50,25 a	39,83 a	48,16 a
Stangrumas burnoje	69,83 a	67,00 a	69,33 a	75,83 b
Drėgmės sugėrimas burnoje	81,90 a	82,58 a	86,91 a	80,83 a
Adheziškumas dantimis	66,91 a	68,41 a	70,91 a	76,41 a
Sukramtytos masės rišlumas	72,58 a	77,58 a	69,50 a	84,75 a

a, b, c – vidurkiai, lentelės eilutėje pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05)

Didėjant pridedamų MS kiekiui, šviežios duonos gumiškumas (5 pav.) mažėjo (p<0,01). Paprastai gumiškumas, kaip ir kramtomumas, siejamas su rišlumu, ir juslinėje analizėje jis apibūdinamas pastangomis, reikalingomis mėginį susmulkinti iki tinkamos nuryti būklės⁵. Taigi galima daryti prielaidą, kad MS priedai šias pastangas „palengvino“. Fermento priedas labiausiai turėjo įtakos kontrolinio mėginio gumiškumui (p<0,01). Didėjant MS kiekiui, skirtumas tarp mėginių mažėjo ir mėginio su 5 proc. *Fibregum* priedu (p>0,05) gumiškumui fermentas įtakos nedarė.

Išlaikius mėginius 7 dienas, dėl sistemoje vykstančių struktūrinių pokyčių gumiškumas, kaip ir kitos tekstūros savybės, lyginant su šviežiais mėginiais, reikšmingai pakito. I serijos mėginiuose išliko analogiška gumiškumo kitimo tendencija, tačiau išlaikytuose mėginiuose fermento priedas darė priešingą poveikį (p<0,001).

Kaip jau minėta, kramtomumas glaudžiai siejasi su gumiškumu, todėl abiejų tirtų savybių pokyčiai vyko panašia kryptimi. Didėjant MS kiekiui, mėginių

kramtomumas palaipsniui prastėjo (6 pav.). Ši tendencija išliko šviežiuose ir išlaikytuose mėginiuose, o skirtumo tarp analogiškų šviežių ir išlaikytų mėginių su MS priedu kramtomumo nenustatyta. Pridėjus fermento, šviežių mėginių kramtomumas palyginti su kontroliniu mėginiu pablogėjo. Didinant pridedamų MS kiekį, II serijos mėginiuose tendencija išliko ta pati.

Kuriant ir gaminant produktus su biologiškai vertingų komponentų priedais, svarbu užtikrinti, kad vartotojai nepajustų neigiamos jų įtakos produktų juslinei kokybei, todėl buvo tiriama MS ir fermento priedo įtaka duonos juslinėms tekstūros savybėms.

Didėjant MS kiekiui (1 lentelė), didėjo šviežios duonos mėginių trupumas vertinant vizualiai, rišlumas spaudžiant pirštais, dantimis juntamas adheziškumas ir sukramtytos masės rišlumas, tačiau mažėjo stangrumas spaudžiant pirštais, tamprumas burnoje. Duonos, iškeptos be fermento priedo (1 lentelė), mėginiai laikymo metu išlaikė tas pačias juslinių savybių kitimo tendencijas, kaip ir šviežios duonos mėginiai: didėjant MS kiekiui didėjo trupumas, vertintas vizualiai, ir stangrumas burnoje. Reikia atkreipti dėmesį, kad didžiausias MS poveikis buvo jaučiamas šviežioje duonoje, o laikytos duonos

⁵ LST ISO 5496 Juslinė analizė. Metodika Aiškinamasis žodynas

mėginiai vertinant jusliškai skyrėsi tik minėtomis dviem savybėmis.

Mėginiuose su skirtingu MS kiekiu ir fermentu (2 lentelė) pastebėta reikšminga priedo įtaka tekstūros juslinėms savybėms. Didinant MS kiekį, stangrumas spaudžiant pirštais mažėjo, o burnoje vertintas

adheziškumas bei sukramtytos masės rišlumas gerėjo. Vertinant jusliškai 7 paras išlaikytus mėginius su fermento priedu (2 lentelė), nesijautė MS poveikio duonos tekstūros savybėms, išskyrus adheziškumą, vertintą lūpomis, kuris, didėjant MS kiekiui, turėjo tendenciją mažėti ($p<0,01$).

2 lentelė. Duonos su MS ir fermento priedais juslinių tekstūros savybių vidutinės vertės

Savybės	Maistinių skaidulų kiekis, %			
	0 %	3%	4%	5%
	Šviežia duona			
Trupumas vizualiai	31,66 a	31,18 a	36,41 b	34,36 ab
Stangrumas spaudžiant pirštais	89,75 b	44,33 a	50,66 a	50,08 a
Rišlumas spaudžiant pirštais	84,91 a	87,08 a	89,08 a	97,41 a
Drėgnis lūpomis	53,58 a	66,41 a	60,91 a	63,16 a
Adheziškumas lūpomis	53,41 a	65,08 a	65,66 a	66,50 a
Adheziškumas burnoje	60,66 a	65,50 a	73,00 a	74,08 a
Tamprumas burnoje	75,41 a	61,83 a	57,90 a	56,75 a
Kietumas burnoje	37,25 a	42,08 a	38,00 a	36,63 a
Stangrumas burnoje	72,16 a	65,00 a	75,91 a	76,50 a
Drėgmės sugėrimas burnoje	60,00 a	61,75 a	61,25 a	73,08 a
Adheziškumas dantimis	60,25 a	73,41 a	76,66 a	98,91 b
Sukramtytos masės rišlumas	82,41 a	92,75 ab	96,00 b	101,6 b
	7 paras laikyta duona			
Trupumas vizualiai	32,33 a	43,08 a	42,72 a	41,25 a
Stangrumas spaudžiant pirštais	77,33 a	61,00 a	52,66 a	58,08 a
Rišlumas spaudžiant pirštais	43,25 b	26,58 a	32,75 ab	32,08 ab
Drėgnis lūpomis	34,50 a	33,75 a	33,83 a	33,41 a
Adheziškumas lūpomis	50,16 b	40,25 ab	46,72 ab	35,91 a
Adheziškumas burnoje	40,25 a	32,50 a	47,75 a	43,33 a
Tamprumas burnoje	66,75 a	58,16 a	61,50 a	52,00 a
Kietumas burnoje	50,75 a	42,41 a	48,75 a	39,33 a
Stangrumas burnoje	77,16 a	63,00 a	75,58 a	63,33 a
Drėgmės sugėrimas burnoje	82,16 a	89,58 a	84,75 a	85,25 a
Adheziškumas dantimis	59,41 a	73,58 a	69,33 a	62,50 a
Sukramtytos masės rišlumas	73,16 a	73,00 a	72,75 a	71,58 a
a, b, c – vidurkiai, lentelės eilutėje pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ($p<0,05$)				

Kaip matyti iš 1 ir 2 lentelių, ksilanazės priedas eliminavo neigiamą MS įtaką trupumui bei rišlumui, vertintiems pirštais, bei burnoje jaučiamam tamprumui.

Iš pateiktų duomenų matyti, kad fermento įtaka išlaikytuose mėginiuose buvo mažesnė nei šviežiuose. Būtina pastebėti, kad literatūroje yra labai mažai duomenų apie MS ir fermentų (ypač beta ksilanazių) poveikį atskiroms reologinėms tekstūros savybėms. Iki šiol nekrakmolinius polisacharidus skaldančių fermentų veikimo mechanizmas duonos gamybos technologinio proceso metu išlieka aktualus tolesnių mokslinių tyrimų objektas (Selinheimo et al., 2006). Dažnai skirtingų tyrėjų pateikti rezultatai būna prieštaringi ir nevienareikšmiškai interpretuojami – nelygu tyrimo sąlygos, naudojama įranga ir kiti veiksniai. Galime daryti prielaidą, kad, atsižvelgiant į problemos aktualumą, netolimoje ateityje

mokslininkams pavyks išsiaiškinti šių fermentų veikimo mechanizmą ir argumentuotai įvertinti jų poveikį biocheminiams procesams ir atskiroms kepinų charakteristikoms.

Išvados.

1. Didinant dedamų MS kiekį nuo 0 iki 5 proc., sumažėjo šviežios duonos akytumas, o ksilanazės priedas akytumui reikšmingos įtakos neturėjo.

2. MS priedai sumažino kepinų lyginamąjį tūrį. Ksilanazės priedas darė teigiamą įtaką kontrolinio ir tiriamojo mėginio su 3 proc. MS priedu lyginamajam tūriui, tačiau, toliau didėjant MS kiekiui, fermento įtaka sumažėjo.

3. MS ir beta ksilanazės priedai reikšmingos įtakos šviežių mėginių minkštimo kietumui neturėjo, tačiau MS priedai sulėtino kepinų senėjimo procesą.

4. Didinant dedamų MS kiekį, šviežių tiriamųjų mėginių rišlumas, gumiškumas ir kramtomumas, nustatyti instrumentiniu metodu, palaipsniui blogėjo. Panaši tendencija išliko ir išlaikytuose mėginiuose, tačiau beta ksilanazės priedas nežymiai padidino jų gumiškumą ir pagerino kramtomumą.

5. Didinant MS kiekį, mažėjo šviežios duonos pirštais juntamas stangrumas. Fermento priedas šiai tendencijai įtakos neturėjo. Fermento priedas leido sumažinti neigiamą MS poveikį duonos juslinėms tekstūros savybėms (tamprumui burnoje, rišlumui spaudžiant pirštais).

Padėka. Dalis straipsnyje pateiktų mokslinių tyrimų atlikta vykdant COST 928 „Control and exploitation of enzymes for added value products“ veiklą. Dėkojame Tarptautinių mokslo ir technologijų plėtros programų agentūrai, iš dalies parėmusiai šiuos tyrimus.

Literatūra

- Alpaslan M., Hayta M. The effects of flaxseed, soy and corn flours on the textural and sensory properties of a bakery product. *Journal of Food Quality*. 2006. Vol. 29. P.617–627.
- Bodroža-Solarov M., Filipč E. B., Kevrešan Ž., Mandič A. M., Šimurina O. Quality of bread supplemented with popped *Amaranthus cruentus* grain. *Journal of Food Process Engineering*. 2008. Vol. 31. N. 5. P. 602–618.
- Bourne M. C. Texture Profile Analysis. *Food Technology*. 1978. Vol. 32, N. 7. P. 62–66, 72.
- Colbin A. Food and Healing. Ballantine Books. USA. 1986. ISBN – 345 – 30385-7.
- Collins T., Hoyoux A., Dutron A., Georis J., Genot B., Dauvrin T., Arnaut P., Gerday C., Feller G. Use of glycoside hydrolase family 8 xylanases in baking. *Journal of Cereal Science* 2006. Vol. 43 . N. 1. P. 79–84.
- Dijksterhuis G. B. Multivariate data analysis in sensory and consumer science. Food & Nutrition Press Inc., Connecticut, 1997. 317 p.
- Scientific file. *Fibregum*. The natural health – promoting Acacia fibre. CNI (Colloides Naturels International). 2003. P. 52.
- Garmuvienė S., Bašinskienė L., Juodeikienė G., Haltrich D. Xylanases from fungi: properties and effects on wheat bread quality. *Cheminė technologija*. 2007. Nr. 4, T, 46, P. 53–60.
- Gibson G. R., Wang X. Bifidogenic properties of different types of fructooligosaccharides. *Food Microbiology*. 1994. Vol. 11. N. 6. P. 491–498.
- Grinenko I. G., Grouschetsky R. Y., Bobrovnik L. D. et al. Topinambour as a source of high – molekular inulin. In 7th seminar on inulin. 1998. 01 22–23. Univ. Leuven. Belgium.
- Hartemink R., Nour M., Rombouts F. Oligosaccharides as bifidogenic factors//

Voedingsmiddelentechnologie. 1994. Vol. 27. N. 20. P. 27–29.

12. Jiang Z., Li X., Yang S., Li L., Tan S. Improvement of the breadmaking quality of wheat flour by the hyperthermophilic xylanase B from *Thermotoga maritima*. *Food Research International*. 2005. Vol. 38, N.1. P. 37–43.

13. Laurikainen T., Härkönen H., Autio K., Poutanen K. Effects of Enzymes in Fibre-Enriched Baking. *Journal of Science Food Agriculture*. 1998. Vol. 76. P. 239–249.

14. Lipilina E., Ganji V. Incorporation of ground flaxseed into bakery products and its effect on sensory and nutritional characteristics – a pilot study. *Journal of Food Service*. 2009. Vol. 20. P. 52–59.

15. Mieželienė A., Alenčikienė G., Liutkevičius A., Vaičiulytė-Funk L., Speičienė V. Prebiotinių skaidulų *Fibregum* įtaka duonos savybėms. *Maisto chemija ir technologija*. 2008. T. 42. Nr. 1. P. 47–53.

16. Ohr L. M. Improving the gut feeling. *Food technology*. 2002. Vol. 56. N. 10. P. 67–70.

17. Pomeranz Y., Shogren M., Finney K., Bectel D. B. Fiber in bread making – effects in functional properties. *Cereal Chemistry*. 1977. 54. P. 25–41.

18. Selinheimo E., Kruus K., Buchert J., Hopia A., Autio K. Effects of laccase, xylanase and their combination on the rheological properties of wheat doughs. *Journal of Cereal Science*. 2006. Vol. 43. N. 2. P. 152–159.

19. SPSS 15.0 for Windows. SPSS Inc., Chicago, Ill. USA.

20. Wang J., Rosell C. M., de Barber C. B. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food chemistry*. 2002. Vol. 79. P. 221–226.

21. Кочеткова А. А., Ипатов Л. Г. Функциональные пищевые продукты с растворимыми волокнами // Материалы семинара CNI „Современный мировой и отечественный опыт использования натуральных ингредиентов на основе гуммиарабика (пищевых волокон) в производстве продуктов функционального назначения“. Москва. 2008.

22. Суюнчева Б. О., Гетман А. А., Николаенко И. В. Исследование возможности применения растворимого пищевого волокна при производстве хлебобулочных и кондитерских изделий. Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия „Продовольствие“. 2005. № 1. С. 1–9.

23. Шевелева С. А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса. Вопросы питания. 1999. № 2. С. 32–40.

Gauta 2009 05 25

Priimta publikuoti 2009 10 30