

### III skyrius. AUGALININKYSTĖS PRODUKTAI

#### Chapter 3. CROP PRODUCTION PRODUCTS

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė-Agriculture, t. 96, Nr. 4 (2009), p. 181–196

UDK 664.66+633.11

#### Sėmenų panaudojimas kvietinės duonos gamybai

Elena BARTKIENĖ<sup>1</sup>, Gražina JUODEIKIENĖ<sup>2</sup>, Daiva VIDMANTIENĖ<sup>2</sup>,  
Gintarė ZABORSKIENĖ<sup>1,4</sup>, Loreta BAŠINSKIENĖ<sup>2</sup>, Daiga KUNKULBERGA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos veterinarijos akademija

Tilžės g. 18, Kaunas

El. paštas: elena.bartkiene@lva.lt

<sup>2</sup>Kauno technologijos universitetas

Radvilėnų pl. 19, Kaunas

El. paštas: grazina.juodeikiene@ktu.lt, daiva.vidmantiene@ktu.lt,

loreta.basinskiene@ktu.lt

<sup>3</sup>Latvijos žemės ūkio universitetas

Lielā iela 2, Jelgava, Latvija

El. paštas: daiga.kunkulberga@llu.lv

<sup>4</sup>Kauno technologijos universiteto

Maisto institutas

Taikos pr. 92, Kaunas

El. paštas: gintare.zaborskiene@lva.lt

#### Santrauka

Straipsnyje nagrinėjamos kvietinės duonos praturtinimo sėmenų biologiškai aktyviomis medžiagomis galimybės. 2009 m. tirta įvairiais būdais perdirbtų sėmenų (skrudintų, džiovintų bei nuriebintų) ir kepimo metu duonos minkštimo (+100 °C) bei plutos (+220 °C) susidarymo temperatūromis papildomai apdorotų sočiųjų, mononesočiųjų, polinesočiųjų ir riebalų rūgščių transizomerų sudėtis. Be to, analizuota sėmenų įvairių produktų įtaka kvietinės duonos kokybei. Šios rūšies duonai gaminti sėmenų kiekis (nenuriebintų – 18 %, nuriebintų – 10 % miltų masės) parinktas laikantis vėžinių ligų profilaktikai rekomenduojamų fitoestrogenų vartojimo normų.

Nustatyta, kad riebalų rūgščių transizomerai susidaro iš polinesočiųjų riebalų rūgščių, o jų kiekio padidėjimui didžiausią įtaką turi temperatūros veiksnys žaliavą įvairiais būdais perdirbant (ypač skrudinant) ir kaitinant duonos minkštimo kepimo temperatūroje. Mitybos atžvilgiu pagal riebalų rūgščių kiekybinę sudėtį vertingi yra nuriebinti sėmenys, nes naudojant kitas sėmenų rūšis terminio apdorojimo metu 50–60 % riebalų rūgščių gali virsti transizomerais.

Naudotų sėmenų priedų įtaka kepinų kokybei yra nevienareikšmė ir priklauso nuo jų perdirbimo būdo: geriausia kokybė gauta kvietinės duonos kepinų su skrudintų sėmenų priedu. Kepiniai, ruošti su džiovintais sėmenimis, buvo panašūs į kepinus be sėmenų. Naudojant maltų nuriebintų sėmenų priedą, nustatytas kvietinės duonos kokybės suprastėjimas. Tešlos ruošimas su raugais, fermentuotais pieno rūgšties bakterijų *Pediococcus acidilactici* bei *Pediococcus pento-*

*saceus* mišiniu (+35 °C, pH 3,7), visais atvejais gerino tirtų kepinų kokybę, lėtino jų žiedėjimą ir mikrobiologinį gedimą, tačiau raugų efektyvumas buvo nepakankamas, siekiant geros kokybės kvietinę duoną iškepti su reikiamu maltų nuriebtųjų sėmenų kiekiu. Šį priedą naudojant granuliu pavidalo, pavyko žymiai pagerinti kepinų skonio ir tekstūros savybes. Nustatyta, kad pakavimas naudojant modifikuotas dujas (30 % CO<sub>2</sub> ir 70 % O<sub>2</sub>) yra viena efektyviausių technologinių priemonių kvietinei duonai apsaugoti nuo mikrobiologinio gedimo ir taip užtikrinti jos saugą 10 dienų. Taigi, taikant naujas technologijas, duoną galima papildyti biologiškai aktyviomis sėmenų medžiagomis.

Reikšminiai žodžiai: fitoestrogenai, kvietinė duona, raugai, riebalų rūgščių transizomerai, sėmenų produktai.

## **Ivadas**

Didėjantis vartotojų geresnės kokybės, sveikesnių, malonaus skonio maisto produktų poreikis skatina kurti naujus, didesnės pridėtinės vertės produktus – funkcinį ir specialios paskirties maistą – arba gerinti esamus. Tai atitinka Nacionalinės ateities augalų strategijos prioritetus.

Pasaulinė vėžio tyrimų organizacija ir mitybos specialistus vienijančios asociacijos pažymi ypatingą maistinių skaidulinių medžiagų svarbą žmonių mitybai. Analizuojant gyventojų mitybos racionalumą pastebėta, kad daugelyje ES šalių skaidulinių medžiagų suvartojimas yra nepakankamas ir neatitinkantis rekomendacijų (25–30 g d<sup>-1</sup>). Lietuvoje, kaip ir kitose Baltijos valstybėse, esant palyginti mažam kai kurių augalinių produktų suvartojimui, nustatytos analogiškos tendencijos.

Analizuojant šią problemą, didelę reikšmę turi atlikti skaidulinių medžiagų cheminės sudėties ir mikrokomponentų tyrimai. Epidemiologiniai stebėjimai ir laboratoriniai gyvūnų bei *in vitro* tyrimai atskleidė reikšmingas su skaidulinėmis medžiagomis susijusių fitoestrogenų fiziologines savybes, turinčias didelę reikšmę įvairių susirgimų, taip pat ir vėžinių, profilaktikai /Adlercreutz, Mazur, 1997; Andersson, Ohlsson, 1999; Dabrosin et al., 2002; Adlercreutz, 2007/. Iki šiol daugiausia tyrinėti grūdų, ankštinių bei aliejinių sėklų, ypač rugių, sojų ir sėmenų, fitoestrogenai (izoflavonai bei lignanai) /Arjmandi et al., 1998; Jenkins et al., 1999; Joshi et al., 2008/. Tiriant nustatyta, kad žmogaus žarnyno mikroflorai veikiant augalų lignanus – sekoizolaricirezinolį, matairezinolį, pinorezinolį, larizirezinolį, isolarizirezinolį – pastarieji biokonversijos metu virsta enterolignanais enterodioliu ir enterolaktonu, mažinančiais su hormonų sutrikimais susijusių vėžinių (krūties bei prostatos) susirgimų riziką, ir yra svarbūs širdies koronarinės ligos prevencijai /Hulten et al., 2002/.

Svarbiausi lignanų šaltiniai yra augaliniai produktai (grūdiniai bei ankštiniai javai, daržovės ir uogos), besiskiriantys specifine, nuo rūšies ir tipo priklausančia chemine sudėtimi /Juodeikaite et al., 2004; Bartkienė ir kt., 2005/. Jų skaidulinių medžiagų funkcinės savybės produktui suteikia savitą pridėtinę vertę. Antra vertus, *in vivo* ir *in vitro* tyrimų metu nustatyta, kad žmogaus organizme augalinių lignanų transformacijai į enterolignanus būtinos tam tikros sąlygos, kurių viena – pakankamai geras produkto virškinamumas ir įsisavinimas.

Duonos produktų papildymas įvairiomis sėklomis ar neapdorotais javų grūdais dėl teigiamo poveikio sveikatai tampa vis populiariesnis visame pasaulyje. Atsižvelgiant į tai, maisto produktų papildymas yra kompleksinis uždavinys, susijęs ne tik su tinkamu

augalinių produktų parinkimu, bet ir naujomis technologijomis, leidžiančiomis pagaminti geros kokybės ir vartotojui patrauklų produktą.

Lietuvoje iki šiol didžiausias dėmesys buvo skiriamas grūdų žaliavos, pvz., rugių bei kviečių skaidulinių medžiagų, panaudojimui masiškai vartojamų produktų – duonos kepinių – gamybai ir biotechnologinių priemonių taikymui siekiant pagerinti jų kokybę. Vieni daugiausia fitoestrogenų (lignanų) turintys sėmenys iki šiol dažniausiai naudoti biofarmacinių preparatų gamybai. Jų potencialus panaudojimas maisto produktų, taip pat ir duonos, gamybai nepakankamai efektyvus, ir tai susiję su šios srities tyrimų stoka.

Analizuojant mažiau tyrinėtų skaidulinių medžiagų, galinčių būti fitoestrogenų šaltinių, panaudojimo galimybes papildyti duonos kepinius, jų perdirbimo būdo parinkimas tampa aktuali tyrimo objektu, susijusiu ne tik su maisto kokybės ir mitybos vertės, bet ir saugos klausimu, o sprendžiant duonos resursų didinimo problemą – ir su produkto šviežumo pailginimu.

Perdirbant sėmenis naudojami įvairūs terminio apdorojimo būdai, todėl mitybos atžvilgiu aktualu, kad produkte, jei perdirbama nenuriebinta augalinė žaliava, vyktų mažiausi riebalų rūgščių pokyčiai ir nesusidarytų didelis jų transizomerų kiekis. Teigiama, kad yra suvartojama gerokai per daug riebalų rūgščių transizomerų. Nustatyta, kad pastarieji širdies ir kraujagyslių sistemos ligų riziką didina labiau nei kiti maisto makrokomponentai, pvz., sotieji riebalai /Litin, Sacks, 1993; Mozaffarian et al., 2006; Stende et al., 2006; Colon-Ramos et al., 2007; Bassuk, Manson, 2008; Merchant et al., 2008; Qi et al., 2008/. Todėl labai svarbu įvertinti, kuris sėmenų produktas, skirtas papildyti kvietinei duonai, turi vertingiausią riebalų rūgščių sudėtį ir yra saugiausias riebalų rūgščių transizomerų susidarymo atžvilgiu, juo labiau, kad tokie kepiniai galėtų būti populiarūs ir skirti kasdieniam vartojimui.

Literatūroje nėra duomenų apie įvairiai technologiškai perdirbtų sėmenų įtaką kvietinės duonos kokybei ir jos pokyčiams laikymo metu. Žinoma, kad viena iš efektyvių technologinių priemonių duonos kokybei pagerinti yra raugų naudojimas /Ganzle, Vogel, 2003; Kulp, Lorenz, 2003; Corsetti et al., 2008/.

Sprendžiant kvietinių kepinių su sėmenų priedais šviežumo trukmės pailginimo problemą, aktualu taikyti įvairias technologines priemones: antimikrobinėmis savybėmis pasižyminčių raugų naudojimą ir kepinių pakavimą naudojant modifikuotas dujas.

Tyrimo tikslas – nustatyti technologiinį sėmenų perdirbimo būdą, siekiant kvietinę duoną papildyti biologiškai aktyviomis medžiagomis ir pailginti jos tinkamumo vartoti trukmę.

### **Sąlygos ir metodai**

Tyrimo objektas – šalies ir užsienio farmacijos įmonių įvairiai technologiškai paruošti sėmenų produktai: 1) nesmulkinti, skrudinti ultraaukštoje temperatūroje, 2) malti nuriebinti (gamintojas – „Institute of Natural Fibres“, Lenkija) ir 3) nesmulkinti, džiovinti aktyvia ventiliacija (gamintojas – „Acorus calamus“, Lietuva). Sėmenų cheminė sudėtis pagal gamintojų informaciją pateikta 1 lentelėje.

Tyrimo pradžioje, vertinant kaitinimo duonos kepimo temperatūroje poveikį sočiųjų, mononesočiųjų bei polinesočiųjų riebalų rūgščių ir riebalų rūgščių transizomerų kiekiui sėmenyse, jų bandiniai 30 min termiškai apdoroti +100 °C temperatūroje (duonos

minkštimo temperatūra kepimo metu) ir 30 min – +220 °C temperatūroje (kepimo krosnies ir duonos plutos susidarymo temperatūra).

**1 lentelė.** Sėmenų produktų cheminė sudėtis

**Table 1.** The chemical composition of flaxseed products

Linų sėmenų produktai <i>Flaxseed products</i>	Komponentų kiekis / <i>The quantity of components</i> g 100 g <sup>-1</sup>		
	riebalai <i>fat</i>	baltymai <i>protein</i>	skaidulinės medžiagos <i>dietary fibre</i>
Nesmulkinti skrudinti sėmenys <i>Natural (not ground) roasted flaxseed</i>	40	28	25
Malti nuriebinėti sėmenys <i>Ground defatted flaxseed</i>	8	35	35
Nesmulkinti džiovinti sėmenys <i>Natural (not ground) dried flaxseed</i>	41	25	25

Ruošiant tyrimo bandinį, nesmulkinti sėmenys laboratoriniu malūnu sumalti iki smulkumo, kad visa masė išbyrėtų per sietą su 1 mm dydžio akutėmis. Dujų chromatografinė analizei sėmenų bandiniai paruošti pagal LST ISO 661:1989 metodiką. Sėmenų bandiniuose riebalų rūgštys metilintos KOH metanolio tirpalu, metilo esterius paruošus pagal EN ISO 5509-2000 standartą. Bandinių chromatografinė analizė atlikta dujų chromatografu „Shimadzu GC-17A“ (Japonija), naudojant BPX-70 120 m kolonėlę, pagal LST EN ISO 15304 metodiką. Analizės sąlygos: kolonėlės temperatūra – +60 °C 2 min, +20 °C per min iki +220 °C, laikyta 45 min; garintuvo temperatūra – +250 °C, liepsnos jonizacijos detektoriaus temperatūra – +270 °C; dujos – azotas. Riebalų rūgščių transizomerams identifikuoti naudotas pieno riebalų rūgščių rinkinys „Supelco 37 Component FAME Mix“ (JAV).

Tyrimo antrajame etape analizuota įvairių sėmenų produktų įtaka kvietinės duonos kokybei. Nenuriebintų sėmenų kiekis (18 % miltų masės) šios rūšies duonai gaminti (E2, E4, E5, E7) parinktas laikantis vėžinių ligų profilaktikai rekomenduojamų fitoestrogenų vartojimo normų /Jenkins et al., 1999/. Atsižvelgus į tai, kad fitoestrogenai yra asocijuoti skaidulinių medžiagų junginiai, naudojant maltus nuriebintus sėmenis šio produkto kiekis sumažintas iki 10 % (E3, E6). Kepinius ruošiant su maltais nuriebintais sėmenimis (E3), į tešlą jie dėti įvairaus – miltelių (E3M) arba granuliu (2 x 2 mm, E3G) – pavidalo. Granuliuojant nuriebintus sėmenis naudotas pektino (3 % koncentracijos) tirpalas.

Tiriami bandiniai paruošti vienfaziu (be raugo E2–E4) ir dvifaziu (su raugu, E5–E7) būdu. Kontrolinė tešla paruošta vienfaziu būdu be raugo, nenaudojant sėmenų priedo (E1).

Kvietinės duonos gamybai naudotas antimikrobinėmis savybėmis pasižymintis skystas (10 % miltų masės) raugas, fermentuotas pieno rūgšties bakterijų *Pediococcus acidilactici* ir *Pediococcus pentosaceus* mišiniu (+35 °C, pH 3,7).

Kvietinės duonos receptūros pateiktos 2 lentelėje. Pagrindinės duonos gamybos stadijos: 1) tešlos maišymas; ši technologinė operacija atlikta maišykle „Diosna“ („Dierks and Sohne GmbH“, Vokietija); 2 min maišoma lėtai ir 5 min – intensyviai, 2) tešlos

laikymas kambario temperatūroje 20 min, 3) kepinų ruošinių formavimas, 4) kildymas 25 min +35 °C temperatūroje, esant 80 % santykiniam oro drėgnumui, 5) kepimas 22 min +220 °C temperatūroje kepimo krosnyje MIWE („Michael Weinz GmbH“, Vokietija). Gatavi kepiniai atvėsinti ir iki tyrimo laikyti kambario temperatūroje.

**2 lentelė.** Kvietinės duonos su sėmenų priedais receptūros

**Table 2.** The recipes of wheat bread with flaxseed

Žaliava Ingredients	Miltų masės kiekis % / Quantity % on the total flour basis						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Kvietiniai miltai 550 C Wheat flour 550 C	100	100	100	100	93,5	93,5	93,5
Raugas (65 % drėgnumo) Sourdough (65% humidity)	–	–	–	–		10	
Sėmenys / Flaxseed	–	18	10	18	18	10	18
Presuotos mielės Compressed yeast				2			
Druska / Salt				1,5			
Vanduo / Water				*			

Pastaba. E1 – kontrolinis mėginys, E2, E5 – skrudinti sėmenys, E3, E6 – nuriebinai sėmenys, E4, E7 – džiovinti sėmenys; \* – vanduo piltas apskaičiavus ir įvertinus teslos reologines savybes bei kepinio standartinį drėgnį (42 %).

Note. E1 – control bread, E2, E5 – roasted flaxseed, E3, E6 – defatted flaxseed, E4, E7 – dried flaxseed; \* – water was added according to the calculations based on the evaluation of dough rheological properties and standard humidity of bread (42%).

Kepinių kokybės rodikliai nustatyti po kepimo praėjus 24 h, o jų vertinimo standartiniai metodai pateikti 3 lentelėje.

Kepinių minkštimo tekstūros tyrimai atlikti tekstūrografu „Stevens-LFRA“ (JK) ir akustiniu spektrometru /Juodeikiene et al., 2005/. Kepinių tekstūrai ir žiedėjimui tirti iš kiekvieno kepalo išpjautos šešios 4 mm storio riekutės.

Duonos juslinės savybės vertintos naudojant juslinių savybių profilio testą. Tyrimo metu dalyvavo 18 vertintojų (iš KTU ir LVA). Jie įvertino minkštimo spalvą, tris kvapo (bendrą intensyvumą, duonos ir priedų kvapą), penkias skonio (bendrą intensyvumą, duonos ir priedų skonį, rūgštumą, kartumą) ir penkias tekstūros (akytumą, elastingumą, trupumą, kietumą, drėgnumą) savybes, taip pat bendrą duonos priimtumą. Kepinių juslinė analizė atlikta po kepimo praėjus 24 h. Supjaustyti 1,3 cm storio riekutėmis kepiniai sudėti į plastikinius indelius su dangteliais, koduoti trijų skaitmenų kodais ir pateikti vertintojams. Juslinių savybių intensyvumui vertinti taikyta intervalinė 15 cm ilgio skalė. Bendras duonos priimtumas vertintas pagal 15 cm ilgio mėgstamumo skalę (nemėgstu→mėgstu). Analizuojant duomenis, vertintojų pajustam ir suvoktam juslinės savybės intensyvumui, pažymėtam intervalų skalėje, suteikta santykinė skaitmeninė išraiška. Ji toliau naudota rezultatų statistinei analizei.

**3 lentelė.** Gatavų kepinų kokybės vertinimo standartiniai metodai  
**Table 3.** The standard methods for the evaluation of bread quality

Rodikliai <i>Criteria</i>	Metodo esmė <i>Principle of the method</i>	Norminis dokumentas <i>Standard</i>
Kepinio tūris <i>Loaf volume</i>	Nustatomas rapsų sėklų tūris cm <sup>3</sup> , kuri išstumia tiriamas bandinys <i>Measured by rapeseed displacement method cm<sup>3</sup></i>	ICC 131 <sup>1</sup>
Kepinio savitasis tūris <i>Specific volume</i>	Apskaičiuojamas kaip kepinio tūrio ir masės santykis cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> / <i>Calculated as loaf volume to weight ratio cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup></i>	ICC 131
Minkštimo drėgnis <i>Moisture content of crumb</i>	Susmulkintas tiriamas bandinys 45 min džiovinamas +130 °C temperatūroje. Masės pokytis apskaičiuojamas masės % <i>Determined as the weight lost by the sample when dried 45 min at +130°C. Expressed as % of the weight of the original sample</i>	LST 1492:1997 <sup>2</sup>
Minkštimo akytumas <i>Crumb porosity</i>	Nustatomas Žuravliovo metodu ir išreiškiamas minkštimo tūrio % <i>Determined by Zuravliov method and expressed as % of the total loaf volume</i>	LST 1442:1996 <sup>3</sup>
Minkštimo titruojamasis rūgštingumas <i>Titrate acidity of crumb</i>	Bendras titruojamasis rūgštingumas (BTR) išreiškiamas 1N NaOH tirpalo kiekiu ml, kurio reikia 100 g duonos kepinio esančioms laisvosioms rūgštims neutralizuoti (°N) <i>Total titrate acidity was expressed as the amount of 1N NaOH (ml) consumed for the neutralization of free acids per 100 g of bread sample (°N)</i>	LST 1553:1998 <sup>4</sup>

Tyrimo trečiajame etape vertinta sėmenų priedų ir technologinių veiksnių (raugo bei pakuotės) įtaka kvietinės duonos mikrobiologiniam gedimui laikymo metu. Siekiant įvertinti pakavimo su dujomis įtaką kvietinės duonos žiedėjimo procesui, duona supjaustyta riekutėmis ir po keturias supakuota naudojant modifikuotas dujas – 30 % CO<sub>2</sub> ir 70 bei 100 % O<sub>2</sub>. Pakuojant naudota įranga „Technova confezionatrici“ (Italija). Įvairių technologinių veiksnių įtaka kvietinės duonos mikrobiologiniam gedimui vertinta vizualiai po 10 dienų, apžiūrint kepinus ir konstatuojant mikrobiologinio gedimo laipsnį.

Siekiant nustatyti riebalų rūgščių (sočiųjų, mononesočiųjų bei polinesočiųjų ir transizomerų) kiekį, kiekvienos rūšies sėmenų bandiniai tirti tris kartus. Bandomieji kvietinės duonos kepiniai kartoti du kartus, kartu tiriant tris bandinius. Tyrimo duomenų matematinė statistinė analizė atlikta naudojant *MS Excel* programinį paketą. Vertinant

<sup>1</sup> Methode eines Backversuches mit Weizenmehl / ICC No. 131:1995

<sup>2</sup> Duona ir pyrago gaminiai. Drėgmės kiekio nustatymo metodai / LST 1492:1997

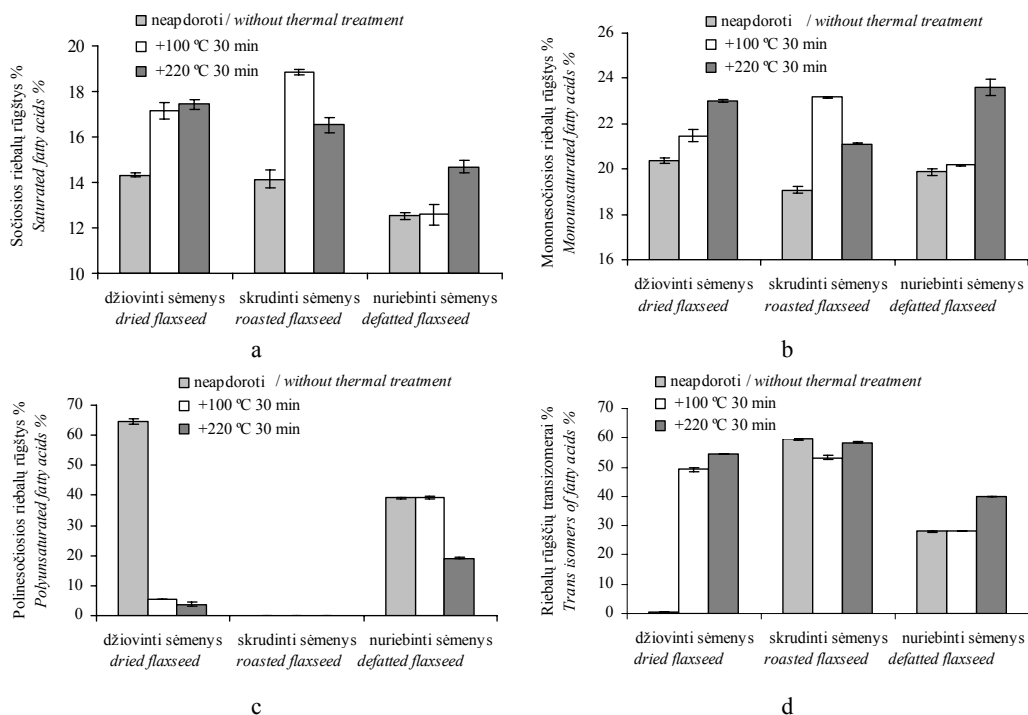
<sup>3</sup> Duona ir pyrago gaminiai. Akytumo nustatymas / LST 1442:1996

<sup>4</sup> Miltiniai kepiniai ir konditerijos gaminiai. Rūgštingumo ir šarmingumo nustatymo metodai / LST 1553:1998

duomenų patikimumą, apskaičiuoti jų aritmetiniai vidurkiai, standartinis nuokrypis, matavimo paklaida, variacijos koeficientas.

## Rezultatai ir jų aptarimas

Riebalų rūgščių tyrimo rezultatai parodė (1 pav.), kad sočiosios (a) ir mononesočiosios (b) riebalų rūgštys yra atsparesnės terminiam apdorojimui nei polinesočiosios (c). Šis veiksnys neturi reikšmingos įtakos jų kiekybės pokyčiams sėmenis perdirbant ir papildomai kaitinant duonos kepimo temperatūroje. Polinesočiosios riebalų rūgštys yra labai jautrios temperatūros poveikiui. Nustatyta, kad džiovinant pagamintame sėmenų produkte polinesočiosios riebalų rūgštys išliko, tačiau jų kiekis žymiai (iki 56 %) sumažėjo papildomai termiškai apdorojus +100 ir +220 °C temperatūroje, o po skrudinimo sėmenyse jų visai neaptikta. Šiuo atžvilgiu nuriebtos sėmenys kito mažiausiai – polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekio didžiausias (apie 15 %) sumažėjimas nustatytas esant +220 °C temperatūrai.



**1 paveikslas.** Sočiųjų (a), mononesočiųjų (b) bei polinesočiųjų (c) riebalų rūgščių ir transizomerų (d) kiekis (bendro riebalų rūgščių kiekio %) įvairiai termiškai apdorotose sėmenyse

**Figure 1.** The quantities of saturated (a), monounsaturated (b), polyunsaturated (c) and transisomers (d) of fatty acids (% from the total quantity of fatty acids) in flaxseed after different thermal treatment

Riebalų rūgščių transizomerų (d) tyrimai parodė, kad šie junginiai susidaro iš polinesočiųjų riebalų rūgščių, o jų kiekis priklauso nuo sėmenų perdirbimo būdo. Mažiausias riebalų rūgščių transizomerų kiekis nustatytas termiškai neapdorotuose sėmenyse – 0,4 %. Didžiausią įtaką jų padidėjimui turėjo temperatūra. Šio veiksnio įtaka pasireiškė tiriant įvairiais būdais perdirbtą (pvz., skrudintus sėmenis) ir kaitintą duonos minkštimo kepimo bei plutos susidarymo temperatūroje žaliavą.

Daugiausia riebalų rūgščių transizomerų susidarė, sėmenis kaitinant +100 °C temperatūroje. Tai parodė ryškiausias šių komponentų kiekio padidėjimas (49 %), nustatytas tiriant neapdorotą žaliavą. Tą patį bandinį kaitinant aukštesnėje (+220 °C) temperatūroje, riebalų rūgščių transizomerų kiekis buvo tik 5 % didesnis nei kaitinant +100 °C temperatūroje. Šį teiginį patvirtina ir skrudintų sėmenų tyrimas, atliktas juos apdorojus esant įvairioms temperatūroms. Kadangi pradiniam šių sėmenų bandinyje nustatytas didžiausias riebalų rūgščių transizomerų kiekis (60 %), šių junginių padidėjimui papildomas terminis apdorojimas neturėjo reikšmingos įtakos.

Tyrimas parodė, kad nuriebinimo metu taip pat galimas riebalų rūgščių transizomerų susidarymas (28 %), šių komponentų kiekis padidėjo ir papildomai termiškai apdorojus. Tačiau atsižvelgiant į tai, kad šiame sėmenų bandinyje yra mažiausias kiekis riebalų, neigiamas riebalų rūgščių transizomerų poveikis žmogaus sveikatai būtų mažiausias.

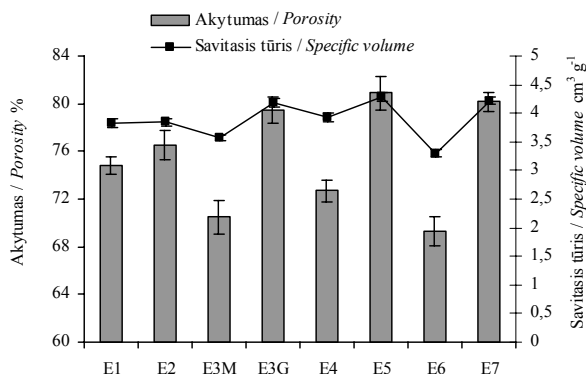
Apibendrinant tyrimo rezultatus galima teigti, kad technologinio perdirbimo būdą vertinant mitybos vertės atžvilgiu (pagal riebalų rūgščių kiekybinę sudėtį), tikslingiausia naudoti nuriebintus sėmenis, nes naudojant kitus sėmenų produktus duonos kepimo technologinio proceso metu 50–60 % riebalų rūgščių gali virsti transizomerais.

Kvietinių kepinų tyrimas parodė, kad naudotų sėmenų priedų įtaka kepinio tūriui ir minkštimo akytumui bei kietumui yra nevienareikšmė ir priklauso nuo jų perdirbimo būdo (2 ir 5 pav.).

Ruošiant vienfaziu būdu, geriausia kokybe pasižymėjo kvietinės duonos kepiniai su skrudintų sėmenų priedu: jų savitasis tūris ir akytumas, palyginti su kontrolinio kepinio, nustatytas atitinkamai 3,1 ir 1,7 % didesnis, o kietumas – 41 % mažesnis. Pagal šiuos kokybės rodiklius kepiniai, paruošti su džiovintais sėmenimis, buvo panašūs į kontrolinį (savitasis tūris – 3,92 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>, akytumas – 72,7 %, kietumas – 122,5 TAV). Naudojant maltų nuriebintų sėmenų priedą, kvietinės duonos kokybė suprastėjo: tirti kepiniai, palyginti su kontroliniu, buvo mažesnio savitojo tūrio (6 %) ir akytumo (4,3 %), didesnio kietumo (9 %).

Įvairių tyrimų duomenimis, kitų rūšių skaidulinių medžiagų – kvietinių /Ozboy, Koksels, 1997; Salmenkallio-Marttila et al., 2001/, ruginių /Laurikainen et al., 1998/ bei avižinių sėlenų /Gomez, 2003/ ir mikrokristalinės celiuliozės /Gomez, 2003/, bulvių /Kaack, 2006/, žirnių /Gomez et al., 2003; Rosell et al., 2006/, cikorių šakniavaisių, cukrinių runkelių /Rosell et al., 2006/, apelsinų /Gomez et al., 2003/ – priedai taip pat reikšmingai mažina duonos tūrį ir keitė minkštimo kietumą bei elastingumą.





**2 paveikslas.** Sėmenų priedų bei jų apdorojimo ir tešlos ruošimo būdų įtaka kepinių savitajam tūriui bei minkštimo aktytumui

**Figure 2.** The effect of flaxseed and its technological processing and dough preparation methods on bread specific volume and crumb porosity

Maltų nuriebtų sėmenų priedo neigiama įtaka duonos kokybei aiškinama tuo, kad skaidulinių medžiagų dalelės mechanškai ardo glitimo tinklo struktūrą ir mažina tešlos dujų sulaikymo gebą /Gan et al., 1992/. Be to, nustatyta, kad skaidulinės medžiagos sugeria didelį kiekį vandens, todėl jo nepakanka glitimo hidratacijai, o tai mažina duonos tūrį ir kietina minkštimą /Gomez et al., 2003/. Todėl būtina parinkti efektyvias technologines priemones kepinų su skaidulinių medžiagų priedais kokybei pagerinti.

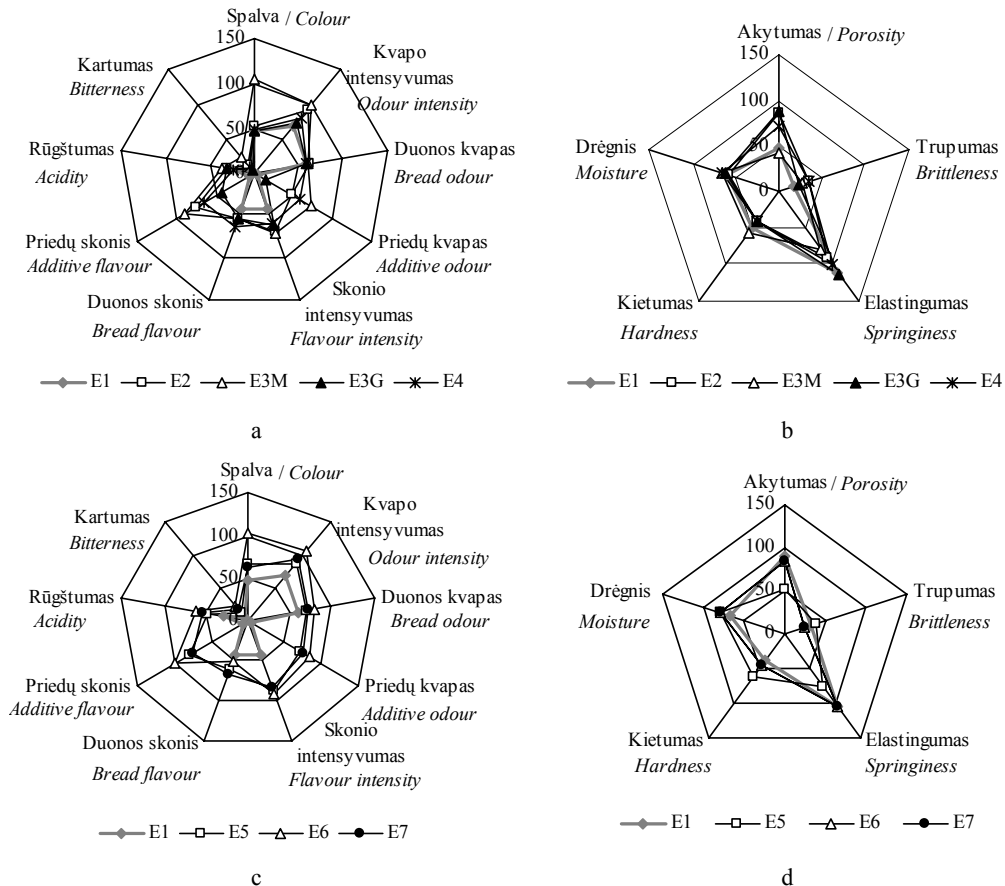
Tyrimo metu išryškėjo teigiama raugų įtaka kvietinės duonos biocheminiam gamybos procesui ir galutinio produkto kokybei. Kvietinės duonos su sėmenų priedu kokybės rodiklių tyrimo rezultatai parodė, kad tešlos gamyba su raugais bendrą titruojamą kvietinių kepinų minkštimo rūgštimą padidina 0,3–0,4 °N. Tai rodo, kad su šiomis pieno rūgštis bakterijomis vykstantis raugų fermentacijos procesas sąlygoja intensyvesnį organinių rūgščių susidarymą, o to stokoja kvietiniai kepiniai, pagaminti vienfaziu būdu su mielėmis.

Ryškiausias kepinų, ruoštų su raugais, kokybės pagerėjimas nustatytas bandinius ruošiant su skrudintais sėmenimis. Šios technologijos taikymas, palyginti su kontroliniu kepinu, duonos tūrį ir minkštimo aktyumą leido padidinti atitinkamai 12,3 bei 6,1 % ir 47 % sumažinti kietumą. Be to, nustatyta, kad kvietinę duoną ruošiant su raugais ir džiovintais sėmenimis gauti geresnės kokybės nei kontrolinis kepiniai. Tai rodo, kad tešlos gamyba su raugais yra efektyvi technologinė priemonė, siekiant tiriamus kepinus papildyti biologiškai vertingomis džiovintų sėmenų medžiagomis. Kvietinės duonos su nuriebtomis sėmenimis gamyboje naudojant raugus, kepinų kokybės pagerėjimo nenustatyta, o gatavi kepiniai buvo prastesnės kokybės nei kontrolinis. Pažymėtina, kad pirmosios kepimo stadijos metu pastebėtas žymus kepinų su nuriebtomis sėmenimis tūrio sumažėjimas. Matyt, tai susiję su vandens persiskirstymu tarp besikleisterizuojančio krakmolo bei denatūruojančių baltymų ir didele smulkintų skaidulinių medžiagų absorbcine geba.

Naudojant maltų nuriebtų sėmenų granuliu pavidalo priedą, pavyko gerokai pagerinti kepinų skonio ir tekstūros savybes. Sumažėjus skaidulinių medžiagų sąlyčio

su kitais tešlos biopolimerais (krakmolu bei baltymais) paviršiu ir kartu sėmenų skaidulininių medžiagų vandens absorbcinei gebai, kepimo metu pastebėta priešinga tendencija – bandinių tūrio padidėjimas. Gatavų kepinų su granuluotais nuriebiniais sėmenimis tūris viršijo (9,7 %) kontrolinio kepinio ir pasižymėjo didesniu (4,7 %) minkštimo akytumu bei mažesniu (43 %) kietumu. Taigi gautas technologinis efektas sudaro galimybę duoną papildyti sėmenų skaidulinėmis medžiagomis.

Juslinis vertinimas parodė, kad sėmenų priedai ir jų apdorojimo bei tešlos ruošimo būdai (vienfazis ir su raugu) turėjo įtakos minkštimo spalvai, kvapui bei skoniui ir kai kurioms tekstūros savybėms – akytumui bei elastingumui (3 pav.).



**3 paveikslas.** Sėmenų priedų bei jų apdorojimo ir tešlos ruošimo būdų (a, b – vienfazio, c, d – su raugu) įtaka kepinų minkštimo juslinėms savybėms: a, c – skoniui bei kvapui, b, d – tekstūrai

**Figure 3.** The effect of flaxseed and its technological processing and dough preparation methods (a, b – without sourdough and c, d – with sourdough) on bread crumb sensory properties: a, c – taste and odour, b, d – texture

Vertintojai kepinių minkštimą su sėmenų priedais pripažino esant tamsesnę. Šis požymis labiausiai išryškėjo tiriant duoną su nuriebiniais maltais, mažiausiai – su granuliuotais sėmenimis.

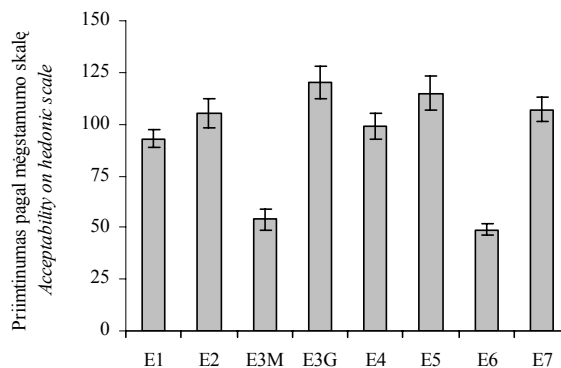
Sėmenys (išskyrus granuliuotus) intensyvino bendrą kvapą. Vertintojai pažymėjo, kad tam didžiausią įtaką turėjo su šiais priedais susiję papildomi uoslės pojūčiai. Įvairus sėmenų apdorojimas kvapui didelės įtakos neturėjo. Pažymėtina, kad su raugu paruošti kepiniai išsiskyrė intensyvesniu duonai būdingu kvapu.

Panašios tendencijos vertintojų pastebėtos, analizuojant tiriamų kepinių skonio savybes: visi sėmenų priedai (išskyrus granuliuotus) intensyvino bendrą skonį, kepinuose buvo juntamas sėmenų skonis. Ryškiausia priedų įtaka skonio savybėms nustatyta, vertinant kepinius su maltais nuriebiniais sėmenimis. Raugas visais atvejais padidino kepinių minkštimo rūgštumą. Be to, vertintojai pastebėjo šiek tiek didesnę tiriamų kepinių (išskyrus su granuliuotais nuriebiniais sėmenimis) kartumą.

Vertinant minkštimo tekstūros savybes, sėmenų priedų įtaka buvo nevienareikšmė. Ir skrudinti, ir džiovinti sėmenys minkštimo akytumą didino, o malti nuriebiniai sėmenys šį rodiklį mažino. Be to, malti nuriebiniai sėmenys, kitaip nei kiti tirti priedai, mažino minkštimo elastingumą. Šio priedo neigiamos įtakos kepinio tekstūros savybėms pavyko išvengti, naudojant granuliuotus nuriebinčius sėmenis.

Pažymėtina, kad raugas tirtoms minkštimo tekstūros savybėms turėjo teigiamą įtaką ir jo akytumą priartino prie būdingo kontroliniam kepiniiui.

Pagal priimtinumą kriterijų vertintojai labiau rinkosi produkciją, paruoštą su skrudintais ir džiovintais sėmenimis: mėgstamumo vertės – atitinkamai 105 ir 99, kontrolinio kepinio – 93 (4 pav.). Tešlą paruošus su raugu, šie kepiniai vertintojams dar labiau patiko (mėgstamumo vertės – atitinkamai 115 ir 107). Nepriimtinausi buvo kepiniai, paruošti su maltais nuriebiniais sėmenimis (nepriklausomai nuo gamybos būdo). Šių kepinių priimtinumą pavyko žymiai pagerinti, naudojant maltus nuriebinčius granuliuotus pavidalo sėmenis. Kepiniai su granuliuotais nuriebiniais sėmenimis vertintojų buvo įvardyti kaip mėgstamiausi (mėgstamumo vertė – 120).

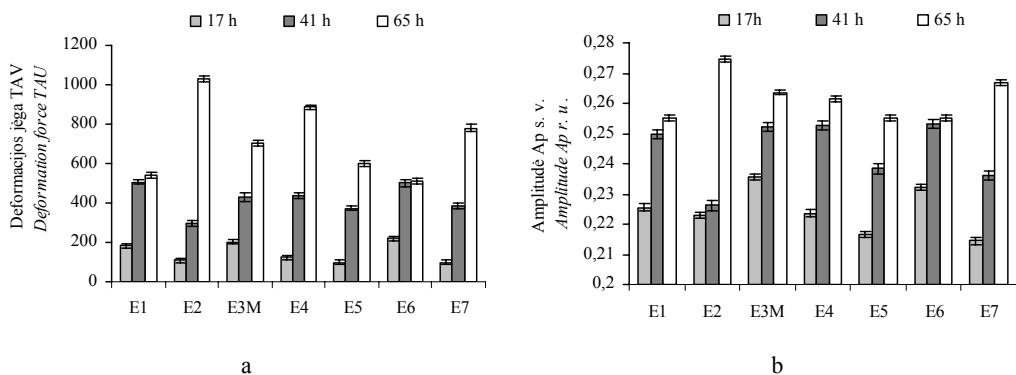


**4 paveikslas.** Sėmenų priedų bei jų apdorojimo ir tešlos ruošimo būdų įtaka bendram kepinių priimtinumui

**Figure 4.** The effect of flaxseed and its technological processing and dough preparation methods on bread acceptability

Tiriant sėmenų priedų įtaką kvietinių kepinų žiedėjimui, po kepimo praėjus 41 h nustatyti minkštimą deformuojančios jėgos pokyčiai buvo nevienareikšmiai ir neišryškino skirtumų tarp įvairių bandinių (5 pav. a). Kai kurių kepinų minkštimo žiedėjimo ypatumai pastebėti tolesnio laikymo metu (po kepimo praėjus 65 h). Jie nustatyti ir tarp įvairių tiriamųjų, ir tarp tiriamų bei kontrolinių kepinų. Greičiausiai buvo linkę kietėti minkštimas kepinų, paruoštų vienfaziu būdu su skrudintų arba džiovintų sėmenų priedu. Tiriamų kepinų su maltais nuriebintais sėmenimis minkštimas buvo kietesnis ir laikymo metu kito mažiau nei kiti tirti ar kontroliniai kepiniai. Pažymėtina, kad tešlos gamyba su raugu visais atvejais lėtino minkštimo žiedėjimą.

Analogiškos tendencijos gautos kepinų laikymo metu, minkštimo tekstūrą tiriant akustiniu metodu (5 pav. b), esant optimaliam 17,8 kHz dažniui. Tiriant nustatyta stipri tiesinė koreliacinė priklausomybė tarp perėjusio per bandinį akustinio signalo amplitudės ir bandinį deformuojančios jėgos verčių, aprašyta tiesine lygtimi  $R^2 = 0,8057$ . Ji atskleidė, kad akustinis metodas teikia informaciją, adekvačią tradiciniam minkštimo kietumo tyrimo metodui. Būdamas bekontaktis, akustinis metodas leidžia įvertinti duonos žiedėjimo ypatumus tiriant tą patį bandinį ir taip padidina analizės efektyvumą.



Pastaba. TAV – tekstūros analizatoriaus vienetai, s. v. – sąlyginiai vienetai.

Note. TAU – texture analyser units, r. u. – relative units.

**5 paveikslas.** Sėmenų priedų įtaka kvietinių kepinų minkštimo žiedėjimui, vertinant pagal deformacijos jėgą (a) ir perėjusio per bandinius akustinio signalo amplitudę (b)

**Figure 5.** The effect of flaxseed on the bread crumb staling, evaluated according to the deformation force (a) and the amplitude of the acoustic signal penetrating the sample (b)

Kitame tyrimo etape vertinta pakavimo naudojant modifikuotas dujas įtaka kvietinės duonos (minkštimo ir plutos) mikrobiologiniam gedimui. Gauti vizualaus kepinų vertinimo po 10 parų laikymo rezultatai pateikti 4 lentelėje.

Nustatyta, kad greičiausiai buvo linkę pelyti kvietiniai kepiniai, paruošti vienfaziu būdu ir supakuoti naudojant  $O_2$ . Po 10 dienų mikromicetų kolonijos pastebėtos ir jų minkštyme, ir plutoje. Kvietinės duonos mikrobiologinį gedimą lėtino *P. acidilactici* ir *P. pentosaceus* fermentuoti raugai: kepiniai su skrudintais arba džiovintais sėmenimis buvo mažiau pažeisti mikromicetų, o kepinų, paruoštų su nuriebintais sėmenimis, nei plutoje, nei minkštyme mikromicetų kolonijų visai neaptikta. Galima teigti, kad tam turėjo įtakos priešpelėsiniu aktyvumu pasižyminčios organinės (acto, kaprono, propiono, skruzdžių, sviesto, fenilpieno, 4-hidroksi-fenilpieno) rūgštys arba raugų fermentacijos

**4 lentelė.** Duonos kepinių su įvairiais sėmenų produktų priedais, paruoštų vienfaziu būdu ir su raugu, mikrobiologinis apibūdinimas po 10 parų laikymo

**Table 4.** Microbiological description of bread with different flaxseed products after 10 days of storage

Bandiniai Samples	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Naudojant O <sub>2</sub> (be CO <sub>2</sub> ) pakuotų kepinių mikrobiologiniai pokyčiai <i>The microbiological changes in bread packed in O<sub>2</sub> atmosphere (without CO<sub>2</sub>)</i>							
Minkštine Crumb	+	+	+	+	+	-	-
Plutoje Crust	+	+	+	+	+	-	+
Naudojant 30 % CO <sub>2</sub> ir 70 % O <sub>2</sub> pakuotų kepinių mikrobiologiniai pokyčiai <i>The microbiological changes in bread packed in 30% CO<sub>2</sub> and 70% O<sub>2</sub> atmosphere</i>							
Minkštine Crumb	-	-	-	-	-	-	-
Plutoje Crust	-	-	-	-	-	-	-

Pastaba. E1 – kontrolinis kepiny, E2, E3, E4 – kepiniai be raugo ir atitinkamai su skrudintais, nuriebiniais bei džiovintais sėmenimis; E5, E6, E7 – kepiniai su raugu ir atitinkamai skrudintais, nuriebiniais bei džiovintais sėmenimis; (+) – mikromicetai su sporomis, (-) – mikromicetų nėra.

Note. E1 – control bread, E2, E3, E4 – bread with roasted, defatted and dried flaxseed, respectively, made without sourdough, E5, E6, E7 bread with roasted, defatted and dried flaxseed, respectively, made with sourdough; (+) – micromycetes with spores, (-) – without micromycetes.

metu susidarantys jų mišiniai. Efektyviausias raugo poveikis išryškėjo kvietinę duoną kepant su nuriebiniais sėmenimis. Tai leidžia teigti, kad šių kepinių gamybos metu susidarė didžiausia antimikrobinėmis savybėmis pasižyminčių raugų metabolizmo produktų koncentracija. Kituose tirtuose kepinuose (ir su skrudintais, ir su džiovintais sėmenimis) su raugais po 10 parų laikymo mikromicetų susidarymo nepavyko išvengti. Šių kepinių mikrobiologinį gedimą laikymo metu pavyko visiškai sustabdyti, naudojant pakavimą su modifikuotomis dujomis (30 % CO<sub>2</sub> ir 70 % O<sub>2</sub>). Taigi, parenkant mikrobiologinio gedimo prevencijos priemones, tikslinga įvertinti kepinių gamybai naudotą žaliavą ir siekiamą laikymo trukmę. Gauti rezultatai parodė, kad pakavimas naudojant modifikuotas dujas yra viena iš efektyviausių technologinių priemonių kvietinei duonai apsaugoti nuo mikrobiologinio gedimo ir taip ilgesnį laiką užtikrinti jos saugą.

### Išvados

1. Sėmenų produktuose riebalų rūgščių transizomerai susidaro iš polinesočiųjų riebalų rūgščių, o jų kiekio didėjimui didžiausią įtaką turi temperatūros veiksnys žaliavą įvairiais būdais perdirbant (ypač skrudinant) ir kaitinant duonos minkštimo kepimo temperatūroje (+100 °C).

2. Mitybos ir maisto saugos atžvilgiu vertingi nuriebinti sėmenys, nes terminio apdorojimo, būdingo duonos kepimo procesui, metu naudojant kitus sėmenų produktus, 50–60 % riebalų rūgščių gali virsti transizomerais.

3. Sėmenų produktų priedų įtaka kepinių kokybei yra nevienareikšmė ir priklauso nuo jų perdirbimo būdo: geriausia kokybe pasižymėjo kvietinės duonos kepiniai su skrudintų linų sėmenų priedu. Su džiovintomis linų sėmenimis paruošti kepiniai buvo panašūs į kontrolinį, o panaudojus maltų nuriebtų sėmenų priedą kvietinės duonos kokybė suprastėjo.

4. Tešlos ruošimas su raugais, fermentuotais *Pediococcus acidilactici* ir *Pediococcus pentosaceus* mišiniu (+35 °C, pH 3,7), visais atvejais gerino tirtų kepinių kokybę ir lėtino jų žiedėjimą bei mikrobiologinį gedimą, tačiau raugų efektyvumas buvo nepakankamas, siekiant kvietinę duoną papildyti maltų nuriebtų sėmenų skaidulinėmis medžiagomis. Kepinių juslines ir tekstūros savybes pavyko reikšmingai pagerinti naudojant granuliu pavidalo maltų nuriebtų sėmenų priedą.

5. Pakavimas naudojant modifikuotas dujas (30 % CO<sub>2</sub> ir 70 % O<sub>2</sub>) yra viena iš efektyviausių technologinių priemonių kvietinei duonai apsaugoti nuo mikrobiologinio gedimo ir taip 10-ies dienų laikotarpiu užtikrinti produktų saugą.

### **Padėka**

Tyrimą parėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas (sutarties Nr. T-09272).

Gauta 2009 05 20

Pasirašyta spaudai 2009 07 31

### **LITERATŪRA**

1. Adlercreutz H. Lignans and human health // *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*. – 2007, vol. 44, p. 483–525
2. Adlercreutz H., Mazur W. Phyto-oestrogens and Western diseases // *Annals of Internal Medicine*. – 1997, vol. 29, p. 95–120
3. Andersson K., Ohlsson T. Life cycle assessment of bread produced on different scales // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. – 1999, vol. 4, p. 25–40
4. Arjmandi B. H., Khan D. A., Juma S. et al. Whole flaxseed consumption lowers serum LDL-cholesterol and lipoprotein (a) concentrations in postmenopausal women // *Nutrition Research*. – 1998, vol. 18, No. 7, p. 1203–1214
5. Bartkienė E., Bašinskienė L., Juodeikienė G. ir kt. Augalinių produktų skaidulinių medžiagų polisacharidų sudėtis // *Maisto chemija ir technologija*. – 2005, t. 39, Nr. 1, p. 1392–1227
6. Bassuk S. S., Manson J. E. Lifestyle and risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes in women: a review of the epidemiologic evidence // *American Journal of Lifestyle Medicine*. – 2008, vol. 2, p. 191–213
7. Colon-Ramos U., Lindsay A. C., Monge-Rojas R. et al. Translating research into action: a case study on *trans* fatty acid research and nutrition policy in Costa Rica // *Health Policy and Planning*. – 2007, vol. 22, p. 363–374
8. Corsetti A., Gobetti M., Balestrieri F. et al. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling // *Journal of Food Science*. – 2008, vol. 63, p. 347–351
9. Dabrosin C., Chen J., Wang L. et al. Flaxseed inhibits metastasis and decreases extracellular vascular endothelial growth factor in human breast cancer xenografts // *Cancer Letters*. – 2002, vol. 185, p. 7–31
10. Gan Z., Galliard T., Ellis P. R. et al. Effect of the outer bran layers on the loaf volume of wheat bread // *Journal of Cereal Science*. – 1992, vol. 15, p. 151–163

11. Ganzle M. G., Vogel R. F. Contribution of reutericyclin production to the stable persistence of *Lactobacillus reuteri* in an industrial sourdough fermentation // International Journal of Food Microbiology. – 2003, vol. 80, p. 31–45
12. Gomez M., Ronda F., Blanco C. A. et al. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality // European Food Research and Technology. – 2003, vol. 216, p. 51–56
13. Hulten K., Winkvist A., Lenner P. et al. An incident case-referent study on plasma enterolactone and breast cancer risk // The Journal of Nutrition. – 2002, vol. 41, p. 168–176
14. Jenkins D. J. A., Kendall C. W. C., Vidgen E. et al. Health aspects of partially defatted flaxseed, including effects on serum lipids, oxidative measures, and *ex vivo* androgen and progestin activity: a controlled crossover trial // American Journal of Clinical Nutrition. – 1999, vol. 69, p. 395–402
15. Joshi S., Mandawgade S., Mehta V. et al. Antiulcer effect of mammalian lignan precursors from flaxseed // Pharmaceutical Biology. – 2008, vol. 46, iss. 5, p. 329–332
16. Juodeikaite E., Basinskiene L., Juodeikiene G. et al. The determination of mammalian lignans in an *in vitro* fermented medium of plant foods by HPLC // Advances and applications of chromatography in industry: proceedings of 12<sup>th</sup> international symposium. – Bratislava, 2004, p. 1–4
17. Juodeikiene G., Basinskiene L., Kunigelis V. et al. Texture analysis of cookies by acoustic method: a comparison to mechanical method // Using cereal science and technology for the benefit of consumers: proceedings of 12<sup>th</sup> international ICC cereal and bread congress. – Harrogate, UK, 2005, p. 434–438
18. Kaack K., Pedersen L., Laerke H. N. et al. New potato fiber for improving of texture and colour of wheat bread // European Food Research and Technology. – 2006, vol. 224, p. 199–207
19. Kulp K., Lorenz K. Handbook of dough fermentations. – New York, USA, 2003, p. 193–225, 269–297
20. Laurikainen T., Harkopnen, H., Autio K. et al. Effects of enzymes in fibre-enriched baking // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1998, vol. 76, No. 2, p. 239–249
21. Litin L., Sacks F. Trans-fatty-acid content of common foods // New England Journal of Medicine. – 1993, vol. 329, No. 26, p. 1969–1970
22. Merchant A. T., Kelemen L. E., de Koning L. et al. Interrelation of saturated fat, *trans* fat, alcohol intake, and subclinical atherosclerosis // American Journal of Clinical Nutrition. – 2008, vol. 87, p. 168–174
23. Mozaffarian D., Katan M. B., Ascherio A. et al. Trans fatty acids and cardiovascular disease // The New England Journal of Medicine. – 2006, vol. 354, No. 15, p. 1601–1613
24. Ozboy O., Koxsel H. Unexpected strengthening effects of coarse wheat bran on dough rheological properties and baking quality // Journal of Cereal Science. – 1997, vol. 25, p. 77–82
25. Qi L., Kraft P., Hunter D. J. et al. The common obesity variant near MC4R gene is associated with higher intakes of total energy and dietary fat, weight change and diabetes risk in women // Human Molecular Genetic. – 2008, vol. 17, No. 22, p. 3502–3508
26. Rosell C. M., Santos E., Collar C. Mixing properties of fibre-enriched wheat bread doughs: a response surface methodology study // European Food Research and Technology. – 2006, vol. 223, p. 333–340
27. Salmenkallio-Marttila M., Katina K., Autio K. Effects of bran fermentation on quality and microstructure of high-fiber wheat bread // Cereal Chemistry. – 2001, vol. 78, No. 4, p. 429–435
28. Stender S., Dyeberg J., Astrup A. High levels of industrially produced trans-fat in popular fast foods // New England Journal of Medicine. – 2006, vol. 354, No. 15, p. 1650–1652

## The use of flaxseed in the production of wheat bread

E. Bartkienė<sup>1</sup>, G. Juodeikienė<sup>2</sup>, D. Vidmantienė<sup>2</sup>, G. Zaborskienė<sup>1,4</sup>,  
L. Bašinskienė<sup>2</sup>, D. Kunkulberga<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lithuanian Veterinary Academy

<sup>2</sup>Kaunas University of Technology

<sup>3</sup>Latvia University of Agriculture

<sup>4</sup>Food Institute of Kaunas University of Technology

### Summary

This paper is designed to investigate the application of bioactive substances from flaxseed to increase the nutritional value of wheat bread. The determination of saturated, monounsaturated, polyunsaturated and transisomers of fatty acids in 2009 was carried out in flaxseed after different technological treatment (roasted, dried and defatted) and additional after thermal treatment necessary for bread crumb (+100°C) and crust (+220°C) formation during baking process. Furthermore, the influence of different flaxseed products on the quality of wheat bread was evaluated. The quantity of nondefatted (18% of flour) and defatted (10% of flour) flaxseed used in the experiments was determined in such a way that the daily intake of phytoestrogens in this type of bread is meeting the nutritional requirements.

It was determined that transisomers of fatty acids are produced from polyunsaturated fatty acids. The biggest influence on transisomers formation has the thermal treatment which has been used for flaxseed preparation (roasting, particularly) and also at crumb formation temperature during baking (+100°C). The results showed that the most valuable product from nutritional point of view is defatted flaxseed, because 50–60% of fatty acids are turned into transisomers during the thermal treatment of other type flaxseed.

The baking tests showed that bread quality depends on the kind of flaxseed and its technological treatment: the best quality had the samples of bread produced with roasted flaxseed; the bread sample produced with dried flaxseed had the same quality as the control; by using additives of defatted flaxseed the quality of bread became worse than the control sample. The preparation of dough using sourdough, fermented with a mixture of *Pediococcus acidilactici* and *Pediococcus pentosaceus* (+35°C, pH 3.7), in all cases had a positive effect on the bread quality, increased the shelf-life of bread and decreased microbiological spoilage. However, the addition of sourdough was not enough effective to make the wheat bread of good quality and enriched with necessary amount of ground defatted flaxseed. By using defatted flaxseed in granules, the taste and texture properties of bread crumb were significantly improved. It was determined that packaging in modified atmosphere (70% CO<sub>2</sub> and 30% O<sub>2</sub>) is one of the most effective technological mean to protect wheat bread from microbiological spoilage and to prolong its shelf-life till 10 days. As a result, the positive effect achieved by the new technological solutions allowed us to enrich wheat bread with biologically active substances of flaxseed.

Key words: phytoestrogens, wheat bread, sourdough, fatty acids' transisomers, flaxseed products.