

Netradicinės grūdinės žaliavos cheminės sudėties ypatumai ir pritaikymas makaronų maistinei vertei didinti

Loreta Bašinskienė, Gražina Juodeikienė

*Kauno technologijos universitetas, Radvilėnų pl. 19, LT-50254 Kaunas, Lietuva;
loreta.basinskiene@ktu.lt*

Regine Schönlechner

Vienos gamtos išteklių ir taikomųjų mokslų universitetas, Muthgasse 18, A-1190 Viena, Austrija

Netradiciniais vadinami retesnių rūšių javų grūdai, kurie paprastai nėra vartojami kaip žaliava tam tikriems produktams, pavyzdžiui, duonai, makaronams, gaminti. Daugelis jų pasižymi puikia biologiškai vertingų medžiagų, tokių kaip skaidulinės ir mineralinės medžiagos, fenoliai, vitaminai, aminorūgštys, sudėtimi ir didesniu kiekiu. Todėl jie gali būti vartojami aukštesnės vertės maisto produktams gaminti, naujoms juslinėms savybėms suteikti. Darbo tikslas buvo ištirti netradicinės grūdinės žaliavos: miežių, grikių, burnočių ir balandų įtaką makaronų kokybei bei įvertinti jų naudojimo galimybes šios rūšies gaminių maistinei vertei padidinti. Eksperimento metu nustatyta tiriamųjų grūdų cheminė sudėtis ir įvairaus jų kiekio (20 ir 40 % miltų masės) įtaka lakštinių makaronų kokybei (virimo savybėms ir tekstūros rodikliams). Makaronų tūsumui tirti pritaikytas modifikuotas Kieffer metodas.

Nustatyta, kad burnočiai ir balandos išsiskyrė didžiausiu baltymų, riebalų ir mineralinių medžiagų kiekiu. Geriausi skaidulinių medžiagų šaltiniai – miežiai, balandos ir burnočiai, juose šių medžiagų yra 2,2 karto daugiau negu kviečiuose. Daugiausia fenolinių junginių nustatyta grikiuose ir miežiuose. Tyrimai parodė, kad netradicinės grūdinės žaliavos įtaka makaronų kokybei nėra vienareikšmė. Grikių, balandų ir burnočių miltai didina makaronų virimo nuostolius, mažina jų kietumą ir tūsumą. Miežių miltai (20 % miltų masės) neturėjo neigiamos įtakos makaronų kokybei ir geriausiai tiko jiems gaminti. Šių gaminių kietumas ir tūsumas atitiko kvietinių makaronų rodiklių vertes, jie įgėrė daugiau vandens ir pasižymėjo mažesniais virimo nuostoliais. Tyrimų rezultatai gali būti pritaikyti kuriant naujas makaronų su didesniu biologiškai aktyvių medžiagų kiekiu rūšis.

Raktažodžiai: netradicinė grūdinė žaliava, miežiai, burnočiai, balandos, grikių, cheminė sudėtis, makaronai, kokybė, tekstūra.

Įvadas

Pripildyta ir perpildyta maisto produktų rinka, o taip pat padidėjęs rūpinimasis žmonių sveikata verčia gamintojus ir vartotojus ieškoti naujų maisto produktų, papildytų biologiškai vertingomis medžiagomis. Tiek Lietuvos, tiek ES šalių žmonių mitybos ir gyvenamosios ypatumai rodo, kad maistą reikėtų papildyti skaidulinėmis medžiagomis, nesočiosiomis riebalų rūgštimis, probiotikais, prebiotikais, vitaminais, mineralinėmis medžiagomis [1, 2]. Varpinių javų, ypač netradicinių rūšių: miežių (*Hordeum vulgare* L.), avižų (*Avena sativa* L.), grikių (*Fagopyrum esculentum* Moench), balandų (*Chenopodium quinoa* Willd), burnočių (*Amaranthus* L.) ir kt. grūdai daug kur vartojami kaip biologiškai vertingų medžiagų priedai, nes išsiskiria puikia skaidulinių ir mineralinių medžiagų, fenolių, vitaminų, aminorūgščių sudėtimi ir didesniu jų kiekiu [3–6]. Pažymėtina, kad grūdų moksle

netradiciniais vadinami retesnių rūšių javų grūdai, kurie paprastai nėra vartojami kaip žaliava tam tikriems produktams, pavyzdžiui, duonai, makaronams, gaminti. Lietuvoje susidomėjimas netradiciniais javais taip pat didėja, kuriamos naujos, tinkamos vietinėms agroklimatinėms sąlygoms veislės, kurios vis plačiau propaguojamos tiek maistui, tiek pašarams [7].

Daugelyje šalių makaronai yra populiarus maisto produktas. Jų sudėtyje nėra greitai gendančių didelio higroskopiskumo medžiagų, todėl makaronai dažnai vadinami „tešlos konservais“. Dėl mažo gaminių drėgnio (ne daugiau kaip 13 %) ir didelio mechaninio atsparumo makaronus gana nesudėtinga transportuoti. Be to, jie lengvai ir greitai paruošiami, daugybė patiekalų gali būti pagaminta, naudojant įvairios formos ir dydžio makaronus.

Makaronai pasižymi didele maistine ir energine verte, nes jų baltymus ir angliavandenius gerai

pasisavina žmogaus organizmas. Tai ypač svarbu žmonių, dirbančių sunkų fizinį darbą ir sergančių insulino nepakankamumo ligomis, sportininkų (atletų) mitybai. Deja, makaronai turi labai mažai lizino ir treonino. Mineralinių medžiagų ir skaidulinių medžiagų kiekis makaronuose taip pat nedidelis.

Didėjant makaronų suvartojimui, vis daugiau dėmesio skiriama jų kokybei gerinti, asortimentui plėsti bei biologiškai aktyviomis medžiagomis papildyti. Tam makaronų gamyboje vartojami įvairūs priedai: pieno produktai, kiaušinių produktai, bulvių krakmolai, sorgų miltai, ryžių miltai, baltyminiai priedai, skaidulinės medžiagos, B grupės vitaminai, emulsikliai bei fermentai, taip pat daržovių ir vaisių sultys bei tyrės, špinatų milteliai, suteikiantys gaminiams specifinį skonį ir spalvą [8–12]. Literatūroje randama duomenų apie kai kurių netradicinių javų grūdų miltų naudojimą makaronų gamyboje keičiant jais dalį kvietinių miltų [13–17]. Daugiausiai dėmesio skiriama avižoms ir miežiams. Grikiai, burnočiai ir balandos kaip priedai vartojami retai.

Kuriant naujus, aukštesnės vertės makaronų gaminius, vienas pagrindinių reikalavimų – kad jie pasižymėtų gera kokybe ir būtų priimtini vartotojams. Makaronų gamintojams trūkstant informacijos apie biologiškai vertingų medžiagų poveikį technologiniam procesui ir gaminio juslinėms bei technologinėms savybėms, būtina iširti naujų žaliavų ir priedų įtaką makaronų

kokybėms rodikliams. Dažniausiai tiriama jų įtaka makaronų virimo savybėms ir kietumui [8, 10, 18]. Apie įtaką kitiems jų tekstūros rodikliams, pavyzdžiui, tūsumui, tempimo jėgai, duomenų randama nedaug, todėl šiame darbe daugiau dėmesio buvo skirta šių rodiklių analizei.

Mūsų darbo tikslas – iširti netradicinės grūdinės žaliavos: miežių, grikių, burnočių ir balandų miltų įtaką makaronų kokybei bei įvertinti jų panaudojimo geresnės vertės gaminių gamyboje galimybes.

Tyrimų metodai

Kaip kviečių pakaitai makaronų gamybai pasirinkta netradicinė grūdinė žaliava: miežiai („Anna Gold Co.“, Austrija), grikiiai („Anna Gold Co.“, Austrija), burnočiai („El Inka Co.“, Austrija) ir balandos („El Inka Co.“, Austrija). Palyginimui tirta kviečių („Vonmiller Co.“, Austrija) cheminė sudėtis. Visa grūdinė žaliava išauginta 2005 m. Austrijoje.

Tyrimams grūdai sumalti laboratoriniu malūnu *Palmann Laborstiftmühle PLX 18* („Palmann Maschinenfabrik GmbH“, Vokietija) iki 0,5 mm dydžio dalelių.

Taip pat makaronų gamybai naudoti 700 tipo (700 mg pelenų/kg miltų s. m.) minkštųjų kviečių kruopmilčiai („Erste Wiener Walzmühle Vonmiller Co.“, Austrija), kiaušinio baltymo milteliai („Enthoven Co.“, Olandija) ir vandentiekio vanduo.

Lakštiniai makaronai gaminti laboratorinėmis sąlygomis pagal 1 lentelėje pateiktas receptūras.

1 lentelė. Makaronų receptūros

Žaliavos	Kiekis, g		
	Kvietiniai kruopmilčiai	373,7	299,0
Vanduo	122,2	122,2	122,2
Kiaušinio baltymo milteliai	4,1	4,1	4,1
Netradicinių javų grūdų miltai	0	74,7	149,5
Keičiamų kruopmilčių kiekis, proc.	0	20,0	40,0

Tešla, kurios drėgnis buvo 32 %, ruošta vienfaziu būdu maišyklėje KPM50 („Michigan“, USA). Maišymo trukmė – 15 min, tešlos išeiga – 500 g. Makaronų pusgaminiai presuoti sraigtniu presu P3 („La Monfferina“, Italija) ir džiovinti 24 h džiovintuvo spintoje ULM 600 („Memmert GmbH“, Vokietija), esant 60 °C temperatūrai. Po to makaronai supakuoti į plastikinius maišelius ir laikyti 4 °C temperatūroje iki tyrimo. Eksperimento metu netradicinių javų grūdų miltais buvo keičiama 20 ir 40 % kvietinių kruopmilčių.

Darbo metu grūdinėje žaliavoje nustatytas šių cheminės sudėties komponentų kiekis: sausųjų

medžiagų, mineralinių medžiagų, riebalų, baltymų, bendras krakmolo ir atsparaus krakmolo, bendras skaidulinių medžiagų ir netirpių skaidulinių medžiagų, β-gliukano, fenolinių junginių. Analizei taikyti metodai pateikti 2 lentelėje.

Apie makaronų kokybę spręsta pagal virimo laiką, virimo nuostolius, vandens įgėrimą virimo metu bei virtų makaronų tekstūrą apibūdinančius rodiklius: kietumą ir tūsumą bei tempimo jėgą. Makaronų kokybės rodikliai: virimo trukmė, virimo nuostoliai ir vandens įgėrimas nustatyti standartiniu AACC metodu 16-50 [17].

2 lentelė. Grūdų cheminės sudėties analizės metodai

Cheminės sudėties komponentai	Analizės metodas	Literatūros šaltinis
Sausųjų medžiagų kiekis	Džiovinimo 105 °C temperatūroje metodas	ICC* standartinis metodas Nr. 110/1 [19]
Mineralinių medžiagų kiekis	Deginimo mufelinėje krosnyje 700 °C temperatūroje metodas	ICC standartinis metodas Nr. 104/1 [19]
Riebalų kiekis	Ekstrakcinės analizės metodas naudojant dietilo eterį	ICC standartinis metodas Nr. 136 [19]
Baltymų kiekis	Kjeldalio metodas; azotui perskaičiuoti į baltymus taikant tokius koeficientus: kviečiams – 5,68, grikiams – 5,75, miežiams – 5,83, burnočiams ir balandoms – 5,85 [5]	ICC standartinis metodas Nr. 105/2 [19]
Bendras krakmolo kiekis	Fermentinės analizės metodas naudojant <i>Megazyme</i> K-TSTA 05/06 reagentų (α -amilazė ir amilogliukozidazė) rinkinį („Megazyme International Ireland Ltd.“, Airija)	AACC** metodas 76-13 [20]
Atsparaus krakmolo kiekis	Fermentinės analizės metodas naudojant <i>Megazyme</i> K-RSTAR reagentų (α -amilazė ir amilogliukozidazė) rinkinį („Megazyme International Ireland Ltd.“, Airija)	AACC metodas 32-40 [20]
Bendras skaidulinių medžiagų kiekis	Fermentinės gravimetrinės analizės metodas naudojant <i>Bioquant</i> 1.12979 reagentų (α -amilazė, proteazė, amilogliukozidazė) rinkinį („Merck“, Vokietija)	Modifikuotas L. Prosky metodas [21]
Netirpių skaidulinių medžiagų kiekis	Ekstrakcinės analizės metodas naudojant Fibertec Fibercap 2021/2023 kapsulių sistemą („Foss Tecator AB“, Švedija) ir ekstatentus H ₂ SO ₄ bei NaOH	AACC 32-10 metodas [20]
β -gliukano kiekis	McCleary fermentinės analizės metodas naudojant <i>Megazyme</i> K-BGLU 04/06 reagentų (lichenazė ir β -gliukanazė) rinkinį („Megazyme International Ireland Ltd.“, Airija)	AACC metodas 32-23 [20]
Fenolinių junginių kiekis	Spektrofotometrijos metodas naudojant Folin-Ciocalteu reagentą („Sigma“, Vokietija)	V. L. Singleton ir kt. metodas [22]
* ICC – Tarptautinė grūdų mokslo ir technologijos asociacija; ** AACC – Amerikos grūdų chemikų asociacija		

Tekstūros tyrimui pritaikytas modifikuotas AACC 16-50 metodas vietoj Instron prietaiso, naudojant tekstūros analizatorių *Texture Analyzer TA-XT2i*[®] („Stable Microsystems Co.“, UK).

Makaronų kietumas įvertintas pagal jėgą, reikalingą makaronui perpjauti. Matuota imituojant tekstūros analizatoriumi kandimo procesą, t. y. išvirtas makaronas pjaunamas peiliu A/LKB-F, pagamintu iš organinio stiklo, ir fiksuojami prietaiso duomenys niutonais (N). Atlikus pirminius tyrimus analizei parinkti šie matavimo parametrai: peilis juda spaudimo kryptimi ir grįžta į pradinę padėtį; judėjimo greitis – 0,1 mm/s; grįžimo į pradinę padėtį greitis – 10,0 mm/s; atstumas nuo peilio iki platformos – 1,0 mm; apkrovimo celė – 5 kg. Kietumo tyrimui išvirti makaronai, nupylus virimo vandenį, sudėti į stiklinę su 800 ml šalto vandens. Po to atsitiktine tvarka imta 10 makaronų ir įvertinta

pagal didžiausią jėgą, nustatytą iš „jėgos–atstumo“ kreivės.

Makaronų tūsumas nustatytas pagal makaronų pailgėjimą tempimo metu (mm), o tempimo jėga – pagal jėgą (N), reikalingą ištempti makaroną iki trūkimo.

Tūsumo ir tempimo jėgos analizuotos modifikuotu Kieffer metodu, kuris taikomas tešlos ir glitimo tūsumui nustatyti. Pritaikant šį metodą makaronams tirti, modifikuotas Kieffer įrenginys A/KIE: atstumas tarp laikymo įtaiso išorinių atšakų padidintas iki 5 cm (1 pav., a), makaronams tempti papildomai pagamintas 0,5 cm skersmens cilindras, kuris dedamas ant tempimo įtaiso (kablio) (1 pav., b). Tempimo tyrimui makaronas įtvirtinamas laikymo įtaise taip, kad po juo esantis tempimo kablys galėtų laisvai judėti per mėginį, jį tempdamas iki trūkimo.



1 pav. Modifikuotas Kieffer įrenginys: a – makaronų laikymo įtaisas, b – cilindras makaronams tempti

Pagal pirminių tyrimų rezultatus analizei parinkti šie matavimo parametrai: tempimo įtaisas juda tempimo kryptimi ir grįžta atgal; judėjimo greitis – 1,0 mm/s; grįžimo į pradinę padėtį greitis – 10,0 mm/s; atstumas iki platformos – 30,0 mm; apkrovimo celė – 30 kg.

Atlikus matavimus, gautos „jėgos–atstumo“ kreivės, iš kurių pagal didžiausią jėgą nustatyta makaronų tempimo jėga, o iš didžiausio atstumo – tašumas. Makaronų paruošimas tašumo ir tempimo jėgos tyrimui analogiškas kaip ir kietumo analizei.

Gauti tyrimų rezultatai apdoroti statistine programa STATGRAFICS® Plus for Windows 5.0. Nustatant, ar priedų įtaka makaronų kokybei yra statistiškai reikšminga, buvo naudota dvifaktorinė dispersinė analizė ir Bonferroni Holm testas.

Rezultatai ir jų aptarimas

Grūdinės žaliavos cheminės sudėties analizė. Darbo metu nustatytas kviečių, grikių, miežių, balandų ir burnočių cheminės sudėties komponentų kiekis pateiktas 3 lentelėje.

3 lentelė. Grūdų cheminė sudėtis

Cheminės sudėties komponentai	Komponentų kiekis				
	Kviečiai	Grikliai	Miežiai	Balandos	Burnočiai
Sausosios medžiagos, proc.	90,31±0,38	90,99±0,10	92,42±0,07	88,14±0,14	90,21±0,09
Mineralinės medžiagos, proc. s. m.	0,65±0,01	1,49±0,01	1,22±0,02	2,00±0,02	2,96±0,22
Baltymai, proc. s. m.	13,75±0,17	12,36±0,32	8,32±0,11	13,87±0,01	15,32±0,24
Riebalai, proc. s. m.	1,50±0,01	2,13±0,02	1,62±0,01	7,70±0,01	6,89±0,20
Kraskmolai, proc. s. m.	74,50±0,5	65,86±0,5	66,35±0,45	65,92±0,49	61,59±0,51
Atsparus kraskmolai, proc. s. m.	1,96±0,25	1,49±0,05	0,71±0,08	1,46±0,05	0,75±0,05
Skaidulinės medžiagos, proc. s. m.	6,33±0,09	8,56±0,04	15,78±0,08	13,20±0,48	11,15±0,19
Netirpiosios skaidulinės medžiagos, proc. s. m.	1,10±0,11	1,65±0,15	2,38±0,19	2,27±0,27	4,05±0,39
β-gliukanai, proc. s. m.	2,78±0,03	2,33±0,06	5,42±0,07	2,69±0,09	0,31±0,01
Fenoliniai junginiai, mg/100 g s. m.	130±20	675±10	555±10	213±8	108±9
Rezultatai pateikti kaip dviejų tyrimų verčių vidurkis ± standartinis nuokrypis.					

Charakterizuojant įvairios grūdinės žaliavos sudėtį, pažymėtina, kad didžiausiu baltymų kiekiu išsiskyrė burnočiai, balandos ir kviečiai. Šiuose grūduose baltymų kiekis viršijo 13 % s. m. Mažiausias baltymų kiekis nustatytas miežiuose – 8,32 % s. m.

Lyginant krakmolo kiekį skirtingų rūšių grūduose, daugiausia šio komponento nustatyta kviečiuose (74,5 % s. m.). Juose krakmolo kiekis buvo 11,5 % didesnis negu grikiuose, miežiuose ir balandose ir net 17,3 % – negu burnočiuose. Kviečiuose taip pat rasta daugiausia atsparaus krakmolo.

Žinoma, kad balandos ir burnočiai gali būti vartojami ne tik kaip žaliava grūdų produktams gaminti, bet ir kaip žaliava aliejui. Gauti cheminės sudėties analizės rezultatai patvirtino šį teiginį. Šiems grūdams buvo būdingas didžiausias riebalų kiekis, atitinkamai – 6,89 ir 7,70 % s. m., t. y. apie 5 kartus didesnis negu kviečiuose. Be to, burnočiuose ir balandose gausu mineralinių medžiagų.

Vertinant bendrą skaidulinių medžiagų kiekį, geriausiai šių medžiagų šaltiniais galima laikyti miežius, balandas ir burnočius. Šių rūšių grūduose skaidulinių medžiagų nustatyta, atitinkamai, 2,5; 2,0 ir 1,8 karto daugiau negu kviečiuose.

Miežiai išsiskyrė ir didžiausiu β-gliukano kiekiu, kuris buvo 2,0–2,3 karto didesnis negu kituose grūduose, išskyrus burnočius. Burnočiuose rasta labai mažai β-gliukano, net 9,0 kartus mažiau negu kviečiuose ir 17,5 karto mažiau negu miežiuose.

Didesnį netirpiųjų skaidulinių medžiagų kiekį burnočiuose, balandose ir miežiuose galima būtų paaiškinti didesniu luobelų kiekiu šiuose grūduose, be to miežių grūdai yra suaugę su žiedažvyniais, tai didina netirpiųjų skaidulinių medžiagų (lignino, celiuliozės) kiekį.

Didelis kitų biologiškai vertingų medžiagų – fenolinių junginių – kiekis būdingas grikiams ir miežiams. Grikiuose ir miežiuose šių medžiagų nustatyta, atitinkamai 5,2 % ir 4,3 karto daugiau negu kviečiuose. Literatūroje taip pat pateikiami duomenys, kad grikiuose ir miežiuose yra daug fenolinių junginių [3, 23].

Apibendrinant šių tyrimų rezultatus galima teigti, kad tirta netradicinė grūdinė žaliava gali būti vartojama aukštesnės biologinės vertės produktams gaminti. Kaip skaidulinių medžiagų, tarp jų ir beta gliukano, fenolinių junginių ir antioksidantų šaltinį galima rekomenduoti miežius, fenolinių junginių ir antioksidantų – grikius, o mineralinių ir skaidulinių medžiagų – balandas ir burnočius. Pažymėtina, kad auginant kitų veislių grūdinę žaliavą ar kitomis agroklimatinėmis sąlygomis, jų cheminė sudėtis gali

skirtis ir tai reikėtų įvertinti tiriant jos įtaką grūdų produktų kokybei.

Makaronų virimo savybių tyrimai. Makaronų iš kviečių ir netradicinės grūdinės žaliavos kokybės rodikliai pateikti 4 lentelėje.

Makaronų virimo savybės yra vienos svarbiausių jų kokybei įvertinti. Literatūroje nurodoma, kad optimali makaronų virimo trukmė 7–10 min [24]. Eksperimento metu nustatyta, kad visų tirtų gaminių virimo trukmė kito nuo 7 iki 8 min ir atitiko geros kokybės makaronams būdingas šio rodiklio vertes. Gauti rezultatai taip pat parodė, kad pasirinkta netradicinė grūdinė žaliava neturėjo įtakos makaronų virimo trukmei, todėl šis kokybės rodiklis darbe giliau neanalizuotas.

Sausųjų medžiagų nuostoliai makaronų virimo metu taip pat yra svarbus kokybės rodiklis. Kuo mažiau šių medžiagų pereina į virimo vandenį, tuo geresnė makaronų kokybė. Geros kokybės makaronams šis kokybės rodiklis neturi viršyti 4–7 % [11]. Tirtų gaminių virimo nuostoliai kito nuo 3,99 iki 6,10 %. Galima teigti, kad visais atvejais gaminių virimo nuostoliai nedideli, atitinkantys kokybiškiems makaronams keliamus reikalavimus.

Tačiau iš pateiktų duomenų matyti, kad netradicinė grūdinė žaliava, išskyrus 20 % miežių miltų, didina makaronų virimo nuostolius. Pakeitus 20 % kvietinių kruopmilčių kitų javų grūdų miltais, šio rodiklio vertės padidėjo, palyginti su kontroliniais gaminiais (iš kvietinių kruopmilčių), 10,5–29,4 %. Keičiant 40 % – virimo nuostoliai buvo dar didesni. Didžiausiais virimo nuostoliais išsiskyrė makaronai, kuriuos gaminant 40 % kvietinių kruopmilčių buvo pakeista balandų miltais.

Galima teigti, kad didinant netradicinių javų grūdų kiekį, didėja ir makaronų virimo nuostoliai. Miežių miltai turėjo mažesnę neigiamą įtaką šiam kokybės rodikliui negu grikių, balandų ar burnočių miltai. Šias tendencijas būtų galima paaiškinti skirtingų rūšių grūdų baltyminių medžiagų ypatumais. Miežių sudėtyje palyginus su balandų, burnočių ir grikių yra didesnis vandenyje netirpių baltymų frakcijų: prolaminų ir gliutelinų kiekis.

Nustatyta, kad daugeliu atvejų vartojant netradicinę grūdinę žaliavą makaronų vandens įgertis buvo mažesnė. Didžiausią neigiamą įtaką šiam kokybės rodikliui turėjo burnočių miltai. Kvietinių kruopmilčių ir burnočių miltų makaronų vandens įgertis buvo 10,7–11,1 % mažesnė negu kontrolinių. Priešingai, balandų miltai turėjo teigiamą įtaką makaronų vandens įgerčiai, padidindami ją 2,8–3,2 %. Vertinant netradicinės grūdinės žaliavos kiekio (20 ir 40 %) įtaką šiam rodikliui, vienareikšmių priklausomybių nenustatyta.

4 lentelė. Makaronų iš kviečių ir netradicinių javų grūdų miltų mišinio kokybės rodikliai

Grūdinė žaliava	Pakeistų kvietinių kruopmilčių kiekis, proc.	Makaronų kokybės rodikliai				
		Vandens įgertis, proc.	Virimo nuostoliai, proc.	Kietumas, N	Tempimo jėga, N	Taşumas, mm
Kviečiai	0	286,05±20,08 ^a	4,01±0,39 ^a	1,90±0,25 ^a	0,75±0,32 ^a	16,92±5,59 ^a
Kviečiai+miežiai	20	275,09±6,75 ^a	3,99±0,16 ^a	1,89±0,13 ^a	0,89±0,34 ^a	13,67±4,27 ^{ab}
Kviečiai+miežiai	40	266,07±4,86 ^{ab}	4,66±0,83 ^{ab}	1,74±0,16 ^b	0,82±0,33 ^a	14,15±5,02 ^{ab}
Kviečiai+burnočiai	20	254,31±14,43 ^b	4,99±0,39 ^b	1,62±0,20 ^b	0,67±0,19 ^a	12,66±3,73 ^b
Kviečiai+burnočiai	40	255,38±13,87 ^b	5,63±0,33 ^c	1,18±0,22 ^c	0,46±0,18 ^b	8,88±3,02 ^c
Kviečiai+balandos	20	294,16±11,01 ^a	5,19±0,34 ^b	1,74±0,17 ^b	0 ^{c*}	0 ^d
Kviečiai+balandos	40	295,21±12,45 ^a	6,10±0,57 ^c	1,72±0,56 ^b	0 ^c	0 ^d
Kviečiai+grikliai	20	278,80±24,27 ^a	5,04±0,47 ^b	1,60±0,24 ^b	0 ^c	0 ^d
Kviečiai+grikliai	40	292,44±18,93 ^a	5,58±0,46 ^b	1,71±0,21 ^c	0 ^c	0 ^d

Vandens įgerties ir virimo nuostolių rezultatai pateikti kaip keturių nustatymų vidutinė vertė ± standartinis nuokrypis, kietumo, tempimo jėgos ir taşumo – kaip dvidešimties nustatymų vidutinė vertė ± standartinis nuokrypis.
a, b, c, d – skirtingos raidės rodo, kad rodiklio vidutinės vertės statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05).
Pastaba: statistiškai vertinta atskirų priedų įtaka.
* – makaronai dalinai suirdavo virimo metu į trumpesnius gabalėlius, kurie buvo netinkami taşumo ir tempimo jėga nustatyti, todėl rezultatas yra 0.

Makaronų tekstūros rodiklių nustatymas.

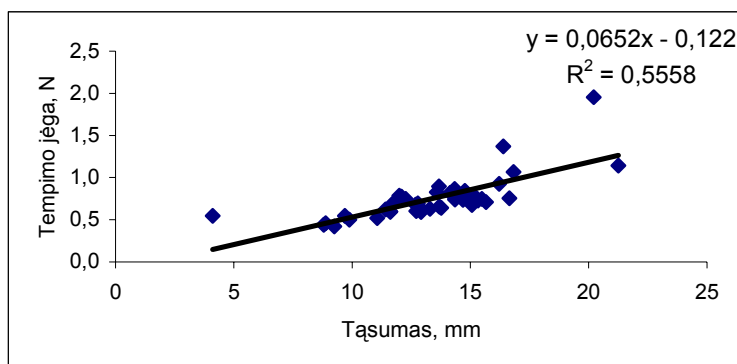
Tekstūros rodikliai yra ne mažiau reikšmingi makaronų kokybei ir jų priimtinumui vartotojams. Šiame darbe, modifikavus ir pritaikius makaronų tekstūros tyrimui Kieffer metodą, pirmą kartą nustatyti tokie tekstūros rodikliai, kaip taşumas (pailgėjimas tempiant) ir tempimo jėga (jėga, kurios reikia ištempti makaroną iki trūkimo). Iš literatūros žinoma, kad vartotojai teikia pirmumą makaronams, kurių kietumas yra 1,5–2,5 N [18]. Šis rodiklis taip pat susijęs su gaminių atsparumu lūžiui transportavimo metu. Tačiau apie makaronų kietumo koreliaciją su taşumu ir tempimo jėga duomenų nerasta. Todėl, pritaikius matematinę statistinę analizę, visų pirma buvo bandyta ieškoti priklausomybių tarp šių tekstūros rodiklių.

Matematinė statistinė rezultatų analizė (2 pav.) parodė, kad geriausiai tarpusavyje koreliuoja makaronų taşumas ir tempimo jėga, nustatytas šių rodiklių vidutinio stiprumo koreliacinis ryšys ($R^2=0,5558$). Deja, šie tekstūros rodikliai silpnai koreliavo su kietumu. Nustatytas silpnas kietumo ir

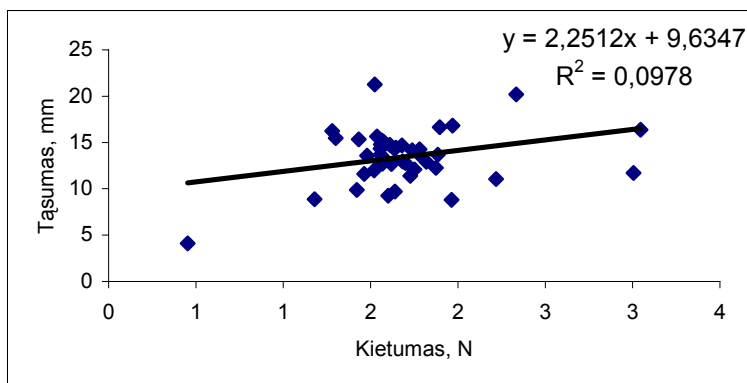
taşumo ($R^2=0,0978$), taip pat kietumo ir tempimo jėgos koreliacinis ryšys ($R^2=0,1659$).

Kadangi tarp atskirų tekstūros rodiklių nebuvo nustatyta priklausomybių, todėl makaronų taşumą ir tempimo jėgą galima laikyti naujais rodikliais, suteikiančiais papildomą informaciją apie šių gaminių kokybę.

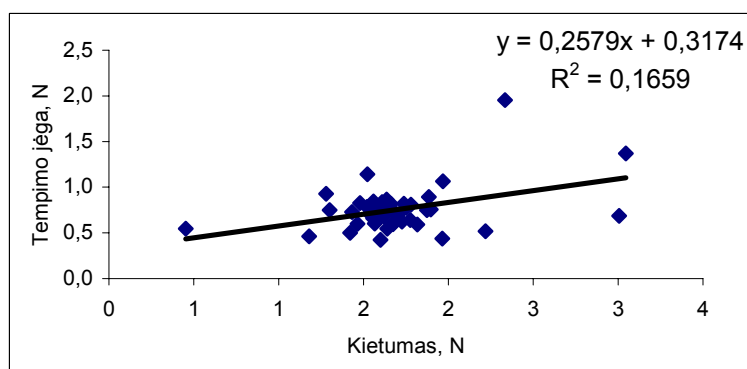
Tyrimai parodė, kad netradicinė grūdinė žaliava, išskyrus 20 % miežių miltų, mažino makaronų kietumą (4 lentelė). Vertinant gautus rezultatus statistiškai, makaronų, pagamintų keičiant 20 % kvietinių kruopmilčių miežių miltais, kietumas atitiko kontrolinių gaminių. Didesnė neigiama įtaka šiam tekstūros rodikliui nustatyta, esant didesniems kvietinių kruopmilčių pakaitų kiekiams. Makaronai, kuriuose 40 % kvietinių kruopmilčių pakeista burnočių miltais, buvo patys minkščiausi. Pagal šio rodiklio vertes (atitinkamai 1,18 ir 1,52 N) pastarieji gaminiai jau yra nepriimtini vartotojams.



a



b



c

2 pav. Makaronų tekstūros rodiklių priklausomybės: a – tašumo ir tempimo jėgos, b – kietumo ir tašumo, c – kietumo ir tempimo jėgos

Technologinių veiksnių įtaka kitam tekstūros rodikliui – makaronų tašumui analizuojama retai, tačiau kaip parodė priklausomybių tarp įvairių tekstūros rodiklių analizė jis gali suteikti naujos papildomos informacijos apie šios rūšies gaminių kokybę. Didžiausiu tašumu išsiskyrė kontroliniai gaminiai (16,92 mm). Kaip ir kietumo tyrimo atveju, vartojant netradicinę grūdinę žaliavą šio tekstūros rodiklio vertės reikšmingai mažėjo. Didžiausią neigiamą įtaką tašumui turėjo balandų ir grikių miltai. Makaronai su šiais kvietinių kruopmilčių pakaitais iš dalies suirdavo virimo metu į trumpesnius gabalėlius, kurie buvo netinkami tašumo ir tempimo jėgai nustatyti. Lyginant kitų javų

grūdų miltų įtaką, mažiausiu tašumu išsiskyrė makaronai, pagaminti iš 60 % kvietinių kruopmilčių ir 40 % burnočių miltų (8,88 mm), t. y. jų tašumas buvo 47,5 % mažesnis negu kontrolinių gaminių. Mažiausiai makaronų tašumą keitė miežių miltai. Vertinant netradicinės grūdinės žaliavos kiekio įtaką šiam tekstūros rodikliui, tašumą mažinantis poveikis reikšmingai priklausė tik nuo burnočių kiekio.

Su makaronų tašumu susijęs ir kitas tekstūros rodiklis – tempimo jėga. Tyrimai parodė, kad makaronams, pagamintiems pridėjus miežių miltų, ištempti iki trūkimo reikėjo didesnės jėgos negu kontroliniams gaminiams, tačiau vertinant statistiškai ši įtaka nebuvo reikšminga. Kitų tirtų javų grūdų

(grikių, burnočių ir balandų) miltai reikšmingai mažino makaronų tempimo jėgą.

Apibendrinant tekstūros tyrimo rezultatus, pažymėtina, kad netradicinė grūdinė žaliava turėjo neigiamą įtaką makaronų tekstūros rodikliams: mažino kietumą ir tąsumą. Mažiausiai gaminių savybės keitėsi, pridėjus 20 % miežių miltų. Šių makaronų kietumo, tąsumo ir tempimo jėgos vertės buvo artimos kontrolinių gaminių rodiklių vertėms.

Įvertinus darbo rezultatus, galima teigti, kad iki 20 % miežių miltų yra tinkamiausias kvietinių kruopmilčių pakaitas biologiškai vertingų medžiagų, ypač skaidulinių, kiekiui padidinti makaronuose. Tyrimai parodė, kad viso grūdo miežių miltuose yra gausu skaidulinių medžiagų (15,78 % s. m.), kurių didžiausią dalį sudaro beta gliukanas (6,33 % s. m.). Tuo tarpu rūšiniuose kvietiniuose miltuose, kurių gamyboje taikomas tarpinis malimo produktų rūšiavimas, yra tik apie 3 % skaidulinių medžiagų ir 0,5–0,6 % beta gliukano [25]. Tokiu būdu, pakeitus 20 % kvietinių kruopmilčių miežių miltais, skaidulinių medžiagų kiekį makaronuose galima padidinti apie 1,8 karto, o beta gliukano kiekį – 2,9 karto.

Norint papildyti gaminius kitų rūšių javų grūdų miltais arba didesniu jų kiekiu, reikalingos papildomos technologinės priemonės, didinančios makaronų kietumą, tąsumą ir tempimo jėgą, mažinančios jų virimo nuostolius.

Išvados

1. Atlikus grūdų cheminės sudėties palyginamąjį įvertinimą, nustatyta, kad burnočiai ir balandos išsiskyrė didžiausiu baltymų (atitinkamai, 15,3 ir 13,9 % s. m.), riebalų (6,9 ir 7,7 % s. m.) ir mineralinių medžiagų (3 ir 2 % s. m.) kiekiu. Geriausi skaidulinių medžiagų šaltiniai – miežiai, balandos ir burnočiai, juose šių medžiagų yra 2,2 karto daugiau negu kviečiuose. Daugiausia fenolinių junginių rasta grikiuose (674,6 mg/100 g s. m.) ir miežiuose (554,5 mg/100 g s. m.).
2. Makaronų kokybės tyrimai parodė, kad visagrūdžiai grikių, balandų ir burnočių miltai makaronų kietumą sumažino 8,5–37,9 %, tąsumą – 25,2–47,5 %, o virimo nuostolius padidino 10,5–52,1 %. Didžiausią neigiamą įtaką tąsumui ir tempimo jėgai turėjo balandų ir grikių miltai.
3. Mažo baltymingumo miežiai (baltymų kiekis 8,3 % s. m., krakmolo – 66,4 % s. m., skaidulinių medžiagų – 15,8 % s. m., beta gliukano – 5,4 % s. m.) yra tinkamiausia netradicinė žaliava skaidulinių medžiagų kiekiui padidinti makaronuose. Makaronų, kuriuose 20 % kvietinių kruopmilčių pakeista visagrūdžiais šių miežių miltais, kokybės

rodikliai, išskyrus tąsumą, statistiškai nesiskyrė nuo makaronų iš kvietinių kruopmilčių kokybės rodiklių, ir šį pakaito kiekį galima rekomenduoti makaronams gaminti. Pakeitus 20 % kvietinių kruopmilčių miežių miltais, skaidulinių medžiagų kiekį makaronuose galima padidinti apie 1,8 karto, o beta gliukano kiekį – 2,9 karto.

4. Matematinė statistinė analizė parodė, kad tarp makaronų tąsumo ir tempimo jėgos yra vidutinio stiprumo koreliacinis ryšys ($R^2=0,5558$), tačiau šie tekstūros rodikliai silpnai koreliuoja su kietumu (atitinkamai $R^2=0,0978$ ir $R^2=0,1659$). Tokiu būdu tąsumas ir tempimo jėga gali būti nauji rodikliai, suteikiantys papildomą informaciją apie šių gaminių kokybę.

Literatūra

1. **Van der Kamp J. W., Asp N.-G., Miller Jones J., Schaafsma G.** (eds.). Dietary fibre: bio-active carbohydrates for food and feed. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2004. 357 p.
2. **Marquart L., Slavin J. L., Fulcher R. G.** (eds.). Whole-Grain Foods in Health and Disease. AACC Inc., St. Paul, MN, USA, 2002. 295 p.
3. **Ragae S., Abdel-Aal E. S. M., Noaman M.** Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use // Food Chemistry. 2006. Vol. 98(1). P. 32–38.
4. **Schoenlechner R., Berghofer E.** Alternative cereals for food processing // Proceedings of 3rd International Congress “Flour-Bread 05” and 5th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, 26–29 October 2005. 2006. P. 134–139.
5. **Abdel-Aal E., Wood P.** (eds.). Specialty grains for food and feed. AACC Inc., St. Paul, MN, USA, 2004. 413 p.
6. **Berti C., Riso P., Brusamolino A., Porrini M.** Effect on appetite control of minor cereal and pseudocereals products // British Journal of Nutrition. 2005. Vol. 94(5). P. 850–858.
7. **Svirskis A.** Burnočių (*Amaranthus* spp.) auginimo maistui ir pašarui technologijos parametrų tyrimai Lietuvoje // Gyvulininkystė. 2003. Nr. 44. P. 83–94.
8. **Brennan C., Kuri V., Tudorica M.** Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation // Journal of Food Chemistry. 2004. Vol. 86. P. 189–193.
9. **Brijs K., Courtin M. C., Schlichting L.** Combined effects of endoxylanases and reduced water levels in pasta production // Cereal Chemistry. 2004. Vol. 81(3). P. 301–368.
10. **Yahazaki K., Naruto Y., Tanno H., Soeda T.** Effects of microbial transglutaminase on texture improvements of Chinese noodles // Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology. 2004. Vol. 51(1). P. 13–17.
11. **Kovacs E., Vamos-Kardos E., Kiss-Laszlavik M., Palligi E.** Effect of emulsifiers on the properties of pasta products // Acta Alimentaria. 1992. Vol. 22(3–4). P. 205–217.

12. **Chen Z., Schols H. A., Voragen A. G. J.** The use of potato and sweet potato starches affects white salted noodle quality // *Journal of Food Science*. 2003. Vol. 68(9). P. 2630–2637.
13. **Marconi D. E., Carcea M.** Pasta from nontraditional raw material // *Cereal Food World*. 2001. Vol. 46(11). P. 522–530.
14. **Duarte-Rayas P., Mock M. C., Satterlee D. L.** Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours // *Cereal Chemistry*. 1996. Vol. 73(3). P. 381–387.
15. **Schoenlechner R., Jurackova K., Berghofer E.** Pasta production from pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat // *Using Cereal Science and Technology for the Benefit of Consumers*. Proceedings of 12th International ICC Cereal and Bread Congress, Harrogate, UK, 23–26th May 2004. 2005. P. 74–81.
16. **Jukic M., Ugarcic-Hardi Z., Komlenic D. K.** Colour changes of pasta produced with different supplements during drying and cooking // *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 2007. Vol. 103(4). P. 159–163.
17. **Ugarcic-Hardi Z., Jukic M., Komlenic D. K., Sabo M., Hardi J.** Quality parameters of noodles made with various supplements // *Czech Journal of Food Sciences*. 2007. Vol. 25(3). P. 74–81.
18. **Kovacs M. I. P., Fu B. X., Woods S. M., Khan K.** Thermal stability of wheat gluten protein: its effect on dough properties and noodle texture // *Journal of Cereal Science*. 2004. Vol. 39. P. 9–19.
19. ICC Standard Methods. Edition 1995 incl. Basic + 1st–5th Supplement. ICC-Vienna, 1995.
20. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. 9th edition. AACC Inc., St. Paul, MN, USA, 1995.
21. **Lee S. C., Prosky L., de Vries J. W.** Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods; enzymatic-gravimetric method. MES-TRIS buffer: collaborative study // *Journal of AOAC International*. 1992. Vol. 75(3). P. 395–416.
22. **Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M.** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent // Packer L. (ed.). *Polyphenols and Flavonoids*. Academic Press, 1999. P. 152–178.
23. **Martinez-Tome M., Murcia M. A., Frega N., Ruggieri S., Jimenez A. M., Roses F., Parras P.** Evaluation of antioxidant capacity of cereal brans // *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52(15). P. 4690–4699.
24. **Abecassis J., Abbou R., Chaurand M., Morel M.-H., Vernoux P.** Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature and pressure in the extruder and on pasta quality // *Cereal Chemistry*. 1994. Vol. 71. P. 247–253.
25. **Kulp K., Ponte J. G.** (eds.). *Handbook of Cereal Science and Technology*. Marcel Dekker, New York, USA, 2000. 527 p.

Pateikta spaudai 2007-10

L. Basinskiene, G. Juodeikiene, R. Schoenlechner

CHEMICAL COMPOSITION OF ALTERNATIVE CEREALS AND ITS USE TO INCREASE THE NUTRITION VALUE OF NOODLES

Summary

The “alternative” are cereal species rarely used in common products, e. g., for bread or pasta. Alternative cereals are of different nutritional composition, especially of different plant secondary metabolites such as dietary fibres, phenols, amino acids, vitamins and minerals. The level of these functional components is higher. Besides, they offer new taste and flavour perspectives. The aim of this study was to investigate the production of noodles from wheat and various alternative cereal (barley, amaranth, quinoa, buckwheat) blends in order to increase the nutritional value of the resulting product. Chemical composition of alternative cereals and the influence of their different amounts (20 % and 40 %) on noodle quality (the cooking time and loss, cooking weight, texture) were studied. A modified Kieffer method was used for the determination of noodles extensibility.

The biggest amounts of proteins, lipids and minerals were found in amaranth and quinoa cereals. The best sources of dietary fibre are barley, quinoa and amaranth. The amount of dietary fibre in these cereal species was twice higher than those in wheat. The highest values of phenolic compounds were found in buckwheat and barley cereals. The alternative cereals showed different suitability for noodle production. The noodles produced from blends of wheat and amaranth, quinoa and buckwheat had a higher cooking loss, and their firmness and extensibility were lower compared to the control wheat noodles. Barley was the most suitable additive for noodle production: it decreased the cooking loss and increased the cooking weight. The firmness and extensibility of these noodles were optimal. The results of this study could be used for developing new types of noodles rich in bioactive compounds.

Keywords: alternative cereals, barley, amaranth, quinoa, buckwheat, chemical composition, noodles, quality, texture.

Л. Башинскене, Г. Юодейкене, Р. Схоенлехнер

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ МАКАРОН

Резюме

Нетрадиционными называют виды зерновых культур, редко используемые как сырье для производства определенных продуктов, например, хлеба или макарон. Большинство их выделяется лучшим составом биологически активных веществ, таких как пищевые волокна, фенолы, аминокислоты, витамины, минералы. Часто в них уровень этих функциональных компонентов более высокий. Поэтому использование такого сырья для

производства продуктов повышенной ценности является целесообразным.

Цель настоящей работы – исследовать влияние нетрадиционного зернового сырья (ячменя, гречихи, амаранта и квиноа) на качество макарон, изучить возможности повышения пищевой ценности этих продуктов. Был определен химический состав исследованных зерновых культур и изучено влияние различных их добавок (20 % и 40 % всего количества муки) на качество макарон (варочные свойства и параметры текстуры). Для определения растяжимости макарон использован модифицированный метод Киеффер.

Наибольшее количество протеинов, липидов и минералов было найдено в амаранте и квиноа. Самыми лучшими источниками пищевых волокон можно назвать ячмень, квиноа и амарант, количество

пищевых волокон в этих видах зерновых культур было вдвое большим, чем в пшенице. Самым высоким количеством феноловых соединений выделились гречиха и ячмень. Нетрадиционные зерновые культуры показали различную пригодность для производства макарон. Макароны, приготовленные из смеси пшеницы и амаранта, квиноа или гречихи, имели более высокие потери при варке, были мягче и менее растяжимы по сравнению с пшеничными макаронами. Ячмень (20 %) был самой лучшей добавкой для производства макарон: уменьшились потери при варке, увеличилась адсорбция воды. Твердость и растяжимость этих макарон были оптимальными. Результаты работы могут быть использованы для разработки новых видов макарон, богатых биологически активными веществами.