

Mikroskopinių grybų augimą ruginėje-kvietinėje duonoje stabdančių medžiagų efektyvumo įvertinimas

Lina Jakubauskienė, Joana Šalomskienė

KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-3031 Kaunas; lina.jakubauskiene@takas.lt;
mikrobjs@lmai.lt

Straipsnyje parinktos medžiagos, leistinos naudoti duonos gamyboje mikroskopinių grybų augimo inhibavimo tikslais, ir leistinas vartoti jų kiekis. Su skirtingomis sorbo rūgšties ir kalcio propionato koncentracijomis iškepta tiriamoji ir kontrolinė ruginė-kvietinė duona. Eksperimentui naudotas duonos raugas, paruoštas iš mezofilinių pieno rūgšties bakterijų *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* kultūros (KTU Maisto instituto pieno rūgšties bakterijų kolekcija). Ištirtas mikroskopinių grybų augimą stabdančių medžiagų sorbo rūgšties ir kalcio propionato skirtingų koncentracijų poveikio efektyvumas raikytoje ir neraikytoje ruginė-kvietinėje duonoje. Išbandyti du konservanto pridėjimo į tiriamąjį mėginį būdai – purškiant kepalą paviršiu aeroliniu konservantu ir kaip priedas į tešlą. Nustatyta, kad didžiausias leistinas (2,0 g/kg mėginio) kalcio propionato priedas (pridedant jį į tešlą) raikytoje ruginė-kvietinėje duonoje efektyviai sumažino mikroskopinių grybų skaičių, o mažų ir vidutinių kalcio propionato (0,5 ir 1,0 g/kg mėginio) priedų konservuojantis poveikis raikytai ir neraikytai duonai buvo neefektyvus. Sorbo rūgšties priedas (0,5 g/kg mėginio) tiek apipurškiant kepalą konservantu, tiek naudojant jį kaip priedą į tešlą sumažino mikroskopinių konidijų dygimą raikytoje ruginė-kvietinėje duonoje daugiau kaip 100 kartų, o neraikytoje – daugiau kaip 10. Vidutinis ir didelis sorbo rūgšties kiekis (1,0 ir 2,0 g /kg mėginio) efektyviai sustabdė mikroskopinių grybų konidijų dygimą raikytoje ir neraikytoje ruginė-kvietinėje duonoje nepriklausomai nuo konservanto pridėjimo būdo. Gauti rezultatai svarbūs sprendžiant duonos mikrobiologinės saugos problemas.

Raktažodžiai: duonos pelėjimas, mikroskopiniai grybai, ruginė-kvietinė duona, konservantai, mikrobiologinė sauga.

Įvadas

Duonos pelėjimas – viena iš labiausiai paplitusių mikrobiologinės kilmės duonos ydų. Ją sukelia mikroskopiniai grybai, kurie yra nereiklūs mitybos terpei ir gali augti nedidelės drėgmės (<15 %) aplinkoje. Šios duonos ydos sukėlėjai, būdami aerobais, pažeidžia gatavų kepinų paviršių, kai jie laikomi esant >20 °C temperatūrai ir >70 % santykinei oro drėgmei [1, 2]. Mikroskopiniai grybai ardo duonos sudėtines medžiagas ir išskiria produktus, kurių dalis yra kancerogeniški mikotoksinai. Mikroskopinių grybų pažeista duona mitybai netinka ne tik dėl blogo skonio ir kvapo, bet ir todėl, kad gali žmogui sukelti mikotoksikozes ir mikoze [3, 4].

Duonos pelėjimą sukelia *Rhizomucor*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* genčių mikroskopiniai grybai. Supelijusi duona savo sudėtyje turi nuodingų žmogaus sveikatai medžiagų – mikotoksinų (aflatoksinų, dezoksinivalenolo, zearalenono, T-2 toksino ir kt.) [2, 5]. *Aspergillus*

genties grybai (*A. flavus* ir *A. parasiticus*) produkuoja aflatoksinus, *Penicillium* genties grybai – ochratoksinus. Mikroskopiniai grybai arba jų metabolizmo produktai sukelia įvairius patologinius procesus žmogaus organizme ir vėžinius susirgimus. Nustatyta, kad aflatoksinai, produkuojami *A. flavus*, sukelia kepenų onkologinius susirgimus [4, 5], *A. fumigatus* sporos – alergines bronchų ligas [5–7]. Aflatoksinai ir ochratoksinai pasižymi kancerogeniniu poveikiu [5]. Įvairių kitų mikroskopinių grybų sporos ir jų metabolizmo produktai sukelia alerginius susirgimus [6–8]. Be to, mikotoksinus produkuoja mikroskopiniai grybai, kurie vystosi ant grūdų ir jų perdirbimo produktų paviršiaus, esant palankioms sąlygoms [5].

Skirtingai nuo kitų duonos ydų sukėlėjų, mikroskopiniai grybai pažeidžia jau iškeptą duoną. Daugelio rūšių mikroskopinių grybų sporos, patekę į raugus, plikinius, tešlą su žaliava arba iš oro, kepimo metu žūva. Tačiau produkcijos atvėsinimo, pakavimo, transportavimo ir laikymo metu

mikroskopinių grybų sporos pakartotinai iš aplinkos patenka ant duonos paviršiaus, gali jį pažeisti ir per plutos įtrūkimus patekti į minkštimą [2].

Literatūros duomenimis didžioji dalis mikroskopinių grybų sporų ant iškeptos duonos paviršiaus patenka iš oro, o sąlyginai nežymus kiekis – nuo įrengimų, darbuotojų rankų bei rūbų, įpakavimo medžiagų [2, 9]. Maisto pramonės įmonių ore dažniausiai pasitaiko *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Mucor*, *Alternaria* genčių mikroskopinių grybų [8, 10]. Jie lengvai plinta įvairiais būdais (per orą, vandenį, dirvožemį, gyvūnus, dėl žmonių ūkinės veiklos). Mikroskopinių grybų įvairovė ir kiekis patalpų ore priklauso nuo temperatūros, apkrėtimo sporomis laipsnio, apšvietimo ir santykinės oro drėgmės [8, 10–14].

Nuo mikroskopinių grybų skaičiaus gamybinių patalpų ore ir ant gamybinės įrangos bei priemonių paviršių labai priklauso mikroskopinių grybų sporų skaičius ant duonos paviršiaus. Gamybos patalpų ir įrangos sanitarijos būklės tyrimai gali pasitarnauti duonos gaminių pelėjimui prognozuoti laikymo metu. Be to, ne mažiau svarbi duonos gamyboje naudojamų žaliavų mikrobiologinė sauga. Žaliavose periodiškai turi būti kontroliuojamas užterštumas mikroskopiniais grybais. Duonos gamybai nerekomenduotina naudoti žaliavų, kuriose užterštumas mikroskopinių grybų sporomis yra didesnis negu 10^2 – 10^3 KSV g^{-1} mėginio. Tyrimais nustatyta tiesioginė priklausomybė tarp miltuose esančių sporinių bakterijų skaičiaus ir pelėjimo – kuo daugiau miltuose sporinių bakterijų, tuo mažesnis duonos mikrobiologinis stabilumas. Pvz.: kvietiniuose miltuose esant 100 KSV g^{-1} sporinių bakterijų, gaminiai pradeda pelėti 5 laikymo parą, o 1000 KSV g^{-1} – 3 – 4 laikymo parą [15]. Šiuo metu galiojančioje higienos normoje HN 26:2006¹ mikroskopinių grybų skaičius miltuose nėra reglamentuojamas. Pagal HN 26:1998 duonos pramonės gaminiams leistina mielių ir pelėsių grybų norma buvo 10^2 – 10^3 KSV g^{-1} mėginio.

Duonai apsaugoti nuo pelėjimo gamybiniėje praktikoje taikomi įvairūs būdai: mikroskopinių grybų vystymosi sulėtinimas (žema temperatūra), gaminių pakavimas dujų atmosferoje (CO_2 , N_2), gaminių sušaldymas, sterilizacija, konservantų pridėjimas. Taip pat daug kur taikomos apsaugos nuo antrinio užkrėtimo priemonės – gamybinių patalpų oro filtravimas per bakteriocidinį filtrą, produkcijos švitinimas ultravioletiniais spinduliais ir kt. Be to, taikomos fizinių duonos pelėjimo inhibitorių technologijos, kurios jungia įvairius duonos paviršiaus sterilizavimo būdus. Labiausiai paplitęs

duonos apdorojimo metodas, padidinantis mikrobinę duonos saugą, yra šiluminis apdorojimas. Taip pat šiam tikslui taikomas ozonas ir UV spinduliai [15]. Paskutiniu metu ypač populiarius duonos gaminių fasavimas į vakuumines plėveles mikroskopinius grybus inhibuojančių dujų atmosferoje.

Viena pagrindinių sąlygų duonos ydoms šalinti ir kokybei gerinti – efektyvių priemonių taikymas mikrobiologinei saugai užtikrinti duonos pramonėje. Efektyvi priemonė būtų sąlyginai nekenksmingų žmogui konservantų panaudojimas [16]. Mikrobiologiniu požiūriu mažiausiai saugios technologinės duonos gamybos grandys yra gamybinių raugų paruošimas ir gatavos produkcijos atvėsinimas, pakavimas bei saugojimas. Tokiu būdu aktuali yra duonos pelėjimo prevencija gamybos metu. Tikslinga atlikti mikroskopinių grybų augimą gatavuose duonos kepinuose stabdančių medžiagų paiešką.

Šio darbo tikslas buvo parinkti medžiagas, slopinančias mikroskopinių grybų augimą gatavuose duonos kepinuose.

Tyrimo objektai ir metodai

Tyrimų objektai – duonos raugas, paruoštas iš mezofilinių pieno rūgšties bakterijų kultūros *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (vidutinės temperatūros rūgimo), ruginė-kvietinė duona, pagaminta laboratorinėmis sąlygomis.

Duonos raugo paruošimas. Tyrimams panaudotas raugas, sudarytas iš KTU Maisto instituto pieno rūgšties bakterijų kolekcijos mezofilinių pieno rūgšties bakterijų *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* kultūrų. Pieno rūgšties bakterijų kultūros paruoštos darbui persėjant į sterilų pieną ir rauginant 30 °C temperatūroje 16 – 24 h. Iš tokiu būdu paruoštos pieno rūgšties bakterijų kultūros gamintas duonos raugas, t. y. pieno rūgšties bakterijos, adaptuotos kultivavimui ruginių miltų terpėje. Raugas ruoštas išvestiniu būdu, maišant atitinkamu santykiu grynų pieno rūgšties bakterijų kultūrą, ruginius pasijotus miltus ir vandenį. Po to rauginta, kol susikaupia reikiamas rūgščių kiekis. Optimalus raugo rūgštingumas (11 °N) [17, [IST 1195612-98:1998²].

Raugo tyrimai. nustatant pieno rūgšties bakterijų skaičių, atlikti sėjimo į lėkšteles metodu, naudojant MRS agarą terpę (Oxoid).

Ruginės-kvietinės duonos paruošimas. Šie tyrimo objektai buvo pagaminti laboratorinėmis sąlygomis pagal duonos su plikiniu gamybos

¹ HN 26:2006 *Maisto žaliavos ir produktai. Didžiausias leidžiamas mikrobinio užterštumo lygis.*

² [IST 1195612-98:1998 *Duonos sausieji pieno rūgšties bakterijų raugai. Bendrieji reikalavimai.*

technologiją [18]. Tiriamiesiems kepinams naudotos žaliavos: pasijoti ruginiai miltai (tipas 1370), sijoti ruginiai miltai (tipas 700), kvietiniai miltai (tipas 550), salykla, raugas, druska, mielės, cukrus, kmynai ir vanduo atitiko jų kokybę

reglamentuojančių teisės aktų reikalavimus. Ruginės-kvietinės duonos tiriamųjų kepinų receptūra pateikti 1 lentelėje. Technologinio proceso parametrai pateikti 2 lentelėje.

1 lentelė. Ruginės-kvietinės duonos tiriamųjų kepinų receptūros (perskaičiuotos 1 kg miltų)

Ruginės-kvietinės duonos receptūra	
Plikinys: 250 g ruginių pasijotų miltų	
750 ml vandens	
15 g salyklo	
Tešla: 500 g ruginių sijotų miltų	
250 g kvietinių miltų	
20 g paruošto raugo	
20 g druskos	
30 g cukraus	
20 g mielių	
20 g kmynų	
Vandens pagal apskaičiavimus (apie 20 ml)	

2 lentelė. Technologinio proceso parametrai

Technologiniai gamybos etapai	Ruginės-kvietinės duonos gamybos technologinio proceso parametrai
Plikinio ruošimas:	
• temperatūra, °C	64±2
• apcukrinimo trukmė, h	1,5–2
• drėgnis, proc.	65
Raugo ruošimas:	
• temperatūra, °C	30
• drėgnis, proc.	55
• rauginimo trukmė, h	I stadija – 4–5 h, 3°N
• rūgštingumas, °N	II stadija – 6–9 h, 7–9 °N
	III stadija – 6–9 h, 8–11 °N
	IV stadija – 4–6 h, 10–11 °N
	V stadija – 3–5 h, 8–11 °N
Plikinio rauginimas:	
• temperatūra, °C	30
• rauginimo trukmė, h	12
• rūgštingumas, °N	11
Tešlos ruošimas:	
• temperatūra, °C	28–30
• rauginimo trukmė, h	70–80
• drėgnis, proc.	45–47
Kildinimas:	
• temperatūra, °C	40–45
• trukmė, min	50
Kepimas:	
• trukmė, min	42–45
• temperatūra, °C	230–250

Duonos kokybė vertinta pagal šiuos technologinius rodiklius: minkštimo drėgmę, rūgštingumą, akytumą. Duonos minkštimo drėgmė nustatyta džiovavimo būdu pagal LST 1492:1997³. Metodas paremtas susmulkinto mėginio džiovimu (130±2) °C temperatūroje. Duonos minkštimo drėgmė įvertinama procentais. Duonos ir raugo rūgštingumas nustatytas titravimo būdu pagal LST 1439:1996⁴. Metodas paremtas mėginio tirpalo titravimu 0,1 mol/l NaOH tirpalu. Rūgštingumas įvertintas Neimano laipsniais (°N). Duonos akytumo rodiklis nustatytas naudojant Žuravliovo prietaisą pagal LST 1442:1996⁵, minkštimo akytumas įvertinamas procentais.

Medžiagu, inhibuojančių mikroskopinių grybų augimą, efektyvumo įvertinimas. Tyrimams pasirinktos dvi medžiagos, inhibuojančios mikroskopinių grybų augimą – sorbo rūgštis ir kalcio propionatas. Duonos raugų tiriamieji mėginiai buvo konservuoti atskirai sorbo rūgštimi ir kalcio propionatu, leistinių pagal higienos normą HN 53:2003⁶ koncentracijų ribose (0,5, 1 ir 2 g/kg mėginio). Ruginė-kvietinė duona tirta raikyta ir neraikyta. Tyrimo eigoje išbandyti du konservanto pridėjimo į tiriamą mėginį būdai – purškiant kepalą paviršių aerosoliniu konservantu ir kaip priedas į tešlą.

Mielių ir pelėsių grybų skaičius žaliavų, pusgaminių ir duonos mėginiuose nustatytas inkubuojant 5 paras 25 °C temperatūroje mielių, ekstrakto, gliukozės, chloramfenikolio agare (YGC Agar, Merck, Katalogo Nr. 1.16000).

Eksperto metu gautų tyrimo rezultatų matematiniam statistiniam įvertinimui, apskaičiuoti parametrai aritmetiniai vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai. Analizių kartotinumai – 3–5 kartai. Tyrimai atlikti KTU MI Mikrobiologijos laboratorijoje.

Rezultatai ir jų aptarimas

Tiriamiesiems duonos kepinams iš pieno rūgšties bakterijų *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* kultūrų pagamintas raugas [17]. Gamybinio raugo kokybės technologiniai ir mikrobiologiniai rodikliai pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė. Duonos raugo kokybės įvertinimas

Kokybės rodikliai	Reikšmė
Drėgnis, proc.	55±1,0
Rūgštingumas, °N	11±0,2
Pieno rūgšties bakterijų skaičius, mln. KSV/g	420±170
Mikroskopinių grybų skaičius, KSV/g	180±20

Iš 3 lentelės duomenų matyti, kad duonos raugo drėgnis ir rūgštingumas atitinka gamybos reikalavimus, pieno rūgšties bakterijų skaičius duonos rauge – 420 mln. KSV g⁻¹ mėginio, mikroskopinių grybų skaičius – 180 KSV g⁻¹ mėginio. Norminiuose dokumentuose mikroskopinių grybų skaičius miltuose nėra reglamentuojamas, o duonos pramonės gaminiams leistina mielių ir pelėsių grybų norma (pagal HN 26:1998) buvo 10²–10³ KSV g⁻¹ mėginio. Nustatyta, kad paruoštas raugas tinka duonos gamybai.

Su paruoštu duonos raugu (iš mezofilinių pieno rūgšties bakterijų *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* kultūrų) laboratorinėmis sąlygomis pagaminta ruginė-kvietinė duona pagal duonos su plikiniu gamybos technologiją. Ruginės-kvietinės duonos mėginių technologiniai kokybės rodikliai atitinkamai sudarė: minkštimo drėgnis – (49,3±1,1) %, rūgštingumas – (6,5±0,7) °N, akytumas – (46,8±3,6) %.

Į tiriamuosius mėginius pridėjus atskirai sorbo rūgšties ir kalcio propionato (po 0,5, 1 ir 2 g/kg mėginio) stebėtas inhibuojantis šių medžiagų veikimas mikroskopinių grybų atžvilgiu raikytoje ir neraikytoje ruginėje-kvietinėje duonoje. Tyrimai atlikti praėjus ne daugiau kaip 6 h po iškepimo ir po 5 parų (realizacijos termino pabaigoje). Gauti tyrimų rezultatai pateikti 4 ir 5 lentelėse.

Tyrimų rezultatai gauti, tiriant duonos mėginius praėjus ne daugiau kaip 6 h po iškepimo, parodė, kad visais analizės atvejais mikroskopinių grybų sporų ant duonos plutos ir minkštimo nėra. Iškepta duona yra neužteršta, tačiau vėsinimo, pakavimo ir laikymo metu veikiant įvairiems veiksniams į duoną patenka ir auga mikroskopiniai grybai.

Iš 4 ir 5 lentelėse pateiktų duomenų matyti, kad skirtingų koncentracijų sorbo rūgšties ir kalcio propionato priedai nevienodai veikia mikroskopinių grybų augimą raikytos ir neraikytos ruginės-kvietinės duonos laikymo metu.

Vertinant kontrolinių duonos mėginių (be konservantų priedo) užterštumo mikroskopinių grybų sporomis tyrimų rezultatus, nustatyta, kad praėjus 5 paroms po iškepimo mikroskopinių grybų sporos raikytoje duonoje sudarė 48,8–132,7 tūkst. KSV g⁻¹, o neraikytoje duonoje – 3,0–7,2 tūkst. KSV g⁻¹.

³ LST 1492:1997 *Duona ir pyrago kepiniai. Drėgmės kiekio nustatymo metodai.*

⁴ LST 1439:1996 *Duona ir pyrago kepiniai. Rūgštingumo nustatymas.*

⁵ LST 1442:1996 *Duona ir pyrago kepiniai. Akytumo nustatymas.*

⁶ HN 53:2003 *Leidžiami naudoti maisto priedai.*

4 lentelė. Sorbo rūgšties ir kalcio propionato poveikis mikroskopinių grybų augimui raikytoje ruginėje-kvietinėje duonoje

Mėginio pavadinimas	Mikroskopinių grybų skaičius, tūkst. KSV g ⁻¹			
	Konservanto pridėjimo į tešlą būdas			
	Apipurškiant kepalą paviršių aerosoliniu konservantu		Pridedant kaip priedą į tešlą	
	po 6 h nuo iškepimo	po 5 parų nuo iškepimo	po 6 h nuo iškepimo	po 5 parų nuo iškepimo
Raikyta ruginė-kvietinė duona su sorbo rūgšties priedu:				
0,0 (K*)	0	132,7±14,8	0	48,8±2,9
0,5**	0	0,4±0,1	0	0,4±0,05
1,0	0	0,1±0,04	0	0,1±0,02
2,0	0	0	0	0
Raikyta ruginė-kvietinė duona su kalcio propionato priedu:				
0,5	0	71,2±14,2	0	68,0±4,8
1,0	0	8,9±0,7	0	10,5±0,7
2,0	0	7,0±0,6	0	0,5±0,04

* – kontrolė; ** – konservantų kiekis pateikiamas g/kg mėginio.

5 lentelė. Sorbo rūgšties ir kalcio propionato poveikis mikroskopinių grybų augimui neraikytoje ruginėje-kvietinėje duonoje

Mėginio pavadinimas	Mikroskopinių grybų skaičius tūkst. KSV g ⁻¹			
	Konservanto pridėjimo į tešlą būdas			
	Apipurškiant kepalą paviršių aerosoliniu konservantu		Pridedant kaip priedą į tešlą	
	po 6 h nuo iškepimo	po 5 parų nuo iškepimo	po 6 h nuo iškepimo	po 5 parų nuo iškepimo
Neraikyta ruginė-kvietinė duona su sorbo rūgšties priedu:				
0,0 (K*)	0	7,2±0,9	0	3,0±0,4
0,5**	0	0,1±0,02	0	0,2±0,02
1,0	0	0	0	0
2,0	0	0	0	0
Neraikyta ruginė-kvietinė duona su kalcio propionato priedu:				
0,5**	0	4,5±0,5	0	3,8±0,5
1,0	0	1,0±0,04	0	1,0±0,08
2,0	0	0,5±0,02	0	0,6±0,03

* – kontrolė; ** – konservantų kiekis pateikiamas g/kg mėginio.

Pažymėtina, kad tirtieji kontroliniai duonos mėginiai iškepti laboratorinėmis sąlygomis. Kepyklose realiomis gamybos sąlygomis gaminių užterštumas gali būti ir daugeliu atvejų yra didesnis dėl priverstinės oro cirkuliacijos gamybinėse patalpose, technologinių gamybos srautų susikirtimo, vėsinimo, pakavimo sistemų darbo, transportavimo, prekybinės aplinkos.

Nustatyta, kad 0,5 g/kg mėginio sorbo rūgšties priedas sumažina mikroskopinių grybų skaičių tiriamuose mėginiuose iki normos ribų (pagal HN 26:1998 0,1–1,0 tūkst. KSV g⁻¹) visais tyrimo atvejais (4 ir 5 lent.). Tyrimai rodo, kad vidutinis sorbo rūgšties priedas (1,0 g/kg mėginio) efektyviai

inhibavo mikroskopinių grybų augimą raikytoje duonoje iki normos ribų, o neraikytoje – visiškai sustabdė. Nustatyta, kad didžiausia leistina sorbo rūgšties koncentracija (2,0 g/kg mėginio) visiškai sustabdė sporų augimą tiek raikytoje, tiek ir neraikytoje duonoje abiem konservanto pridėjimo būdais. Atliktas eksperimentas parodė, kad neraikytoje duonoje sorbo rūgšties inhibuojantis poveikis mikroskopinių grybų atžvilgiu pasireiškia efektyviau negu raikytoje. Šią tendenciją galima paaiškinti tuo, kad raikyta duona pagal technologinio proceso ypatumus turi didesnę sąlyčio paviršių su gamybinės aplinkos oru ir įranga (pvz.: raikymo peiliai, pakavimo priemonės).

Iš 4 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad apipurškiant kepalą paviršiu aeroliniu konservantu raikytos duonos mėginuose su mažu kalcio propionato priedu (0,5 g/kg mėginio) mikroskopinių grybų sporų skaičius yra artimas kontrolinių mėginių užterštumui, o su vidutiniu ir dideliu (1,0 ir 2,0 g/kg mėginio) – 10 kartų mažesnis. Pridedant konservantą į tešlą raikytoje duonoje gauti panašūs rezultatai, tačiau maksimalus leistinas (pagal HN:53) kalcio propionato kiekis (2,0 g/kg mėginio) sumažino mikroskopinių grybų skaičių iki 100 kartų lyginant su kontroliniais mėginiais. Iš 5 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad neraikytą duoną konservuojant mažomis ir vidutinėmis (0,5 ir 1,0 g/kg mėginio) kalcio propionato koncentracijomis (abiem konservanto pridėjimo būdais) mikroskopinių grybų sporų skaičius praktiškai nepakinta lyginant su kontroliniais mėginiais, o konservuojant maksimalia leistina kalcio propionato (2,0 g/kg mėginio) koncentracija – 10 kartų sumažėja. Vertinant raikytos ir neraikytos duonos mėginių konservavimo mažų ir vidutinių koncentracijų (1,0 ir 2,0 g/kg mėginio) kalcio propionatu tyrimų rezultatus, nustatyta, kad inhibuojantis poveikis mikroskopinių grybų atžvilgiu nėra pakankamai efektyvus tiek apipurškiant kepalą konservantu, tiek naudojant jį kaip priedą į tešlą. Pažymėtina, kad efektyvus inhibuojantis kalcio propionato poveikis mikroskopinių grybų atžvilgiu nustatytas, naudojant didžiausią leistiną (2,0 g/kg mėginio) koncentraciją kaip priedą į tešlą raikytos duonos mėginuose.

Iki šiol atliekant šios krypties tyrimus KTU MI Juslinės analizės laboratorijoje nustatyta, kad konservuojant ruginę-kvietinę duoną sorbo rūgštimi ir kalcio propionatu leistinomis koncentracijomis, reikšmingo juslinių rodiklių skirtumo tarp kontrolinių ir tiriamųjų mėginių su konservantais nėra

Vertinant tyrimų rezultatus pastebėtos tendencijos atitinka ir literatūroje pateikiamus duomenis. Kitų autorių darbuose teigiama, kad sorbo rūgštis ir jos druskų antimikrobinio poveikio efektyvumas nepriklauso nuo terpės pH, o propiono rūgščiai ir jos druskoms tai turi didelę įtaką [19]. Be to, teigiama, kad tik didelė propiono rūgštis ir jos druskų koncentracija blokuoja fermentų veiklą ir tuo pačiu stabdo mikroskopinių grybų augimą [20]. Iš gautų duomenų matyti, kad rūgščioje su raugu ir plikiniu gaminamos ruginės-kvietinės duonos terpėje net mažas sorbo rūgštis priedas (0,5 g/kg mėginio) efektyviai stabdė mikroskopinių grybų augimą, o kalcio propionatas veikė inhibuojančiai tik naudojant didžiausią leistiną (2,0 g/kg mėginio) koncentraciją.

Siekiant efektyviai inhibuoti mikroskopinių grybų augimą ir santykinai sumažinti konservantų panaudojimą ruginės duonos gamybos metu bei tuo

pačiu apsaugoti vartotojų sveikatą, pagal šio darbo tyrimų rezultatus rekomenduojama mikroskopinių grybų augimą stabdančias medžiagas naudoti tik gatavuose kepiniuose (apipurškiant kepalą paviršiu arba kaip priedą į tešlą), o plikinių ir tešlos pusgaminių nekonservuoti bei didesnę dėmesį skirti patalpų oro ir gamybos įrangos mikrobiologinei saugai.

Išvados

1. Tyrimai rodo, kad didžiausias leistinas (2,0 g/kg mėginio) kalcio propionato priedas (pridedant jį į tešlą) raikytoje ruginėje-kvietinėje duonoje efektyviai sumažina mikroskopinių grybų skaičių iki 100 kartų lyginant su kontroliniais mėginiais, o mažų ir vidutinių kalcio propionato (0,5 ir 1,0 g/kg mėginio) priedų konservuojantis poveikis raikytai ir neraikytai duonai nėra efektyvus.
2. Nustatyta, kad sorbo rūgštis priedas (0,5 g/kg mėginio) tiek apipurškiant kepalą konservantu, tiek naudojant jį kaip priedą į tešlą sumažina mikroskopinių grybų augimą raikytoje ruginėje-kvietinėje duonoje daugiau kaip 100 kartų, o neraikytoje – daugiau kaip 10.
3. Tyrimai parodė, kad vidutinis ir didelis sorbo rūgštis kiekis (1,0 ir 2,0 g/kg mėginio) efektyviai sustabdė mikroskopinių grybų sporų augimą raikytoje ir neraikytoje ruginėje-kvietinėje duonoje nepriklausomai nuo konservanto pridėjimo būdo.

Literatūra

1. **Lugauskas A. ir kt.** Patogeniški ir toksiški mikroorganizmai žmogaus aplinkoje. Vilnius, 2002. 295 p.
2. **Ауэрман Л. Я.** Технология хлебопекарного производства. Москва, 1984. 401 с.
3. **Лебедева Т. Н.** Патогенез аллергии к *Candida species* (обзор) // Проблемы медицинской микологии. 2004. № 5. P. 12–17.
4. **Kwon-Chung K. J., Bennett J. E.** Medical Mycology. Philadelphia, London: Lea and Febiger, 1992. 866 p.
5. Российская сельская информационная сеть. Факторы, ухудшающие потребительские свойства зерна. 2001. Доступ через интернет www.jandex.ru.
6. **Akiyama K.** The role of fungal allergy in bronchial asthma // Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi. 2000. Vol. 41, Nr. 3. P. 149–155.
7. **Заболотный Д. И., Пухлик Б. М., Пухлик С. М.** Аллергия к грибам – актуальная проблема современности. М., 2003. Доступ через интернет www.immunolog.com.ua.
8. **Соболев А. В., Васильева Н. В.** Микогенная аллергия (этиология, патогенез, клиника, диагностика, лечение и профилактика) // Аллергология. Частная аллергология. Под ред.

- Г. Б. Федосеева. СПб.: Нордмедиздат, 2001. Т. 2. С. 200–211.
9. **Егорова Н. С.** Промышленная микробиология. Москва, 1989. 689 с.
 10. **Lugauskas A. ir kt.** Mikrobiologiniai medžiagų pažeidimai. Vilnius, 1997. 470 p.
 11. **Pasanen A., Kalliokoski P., Juntinen M., Jantunen M.** Occurance and moisture requirements of microbial growth in building materials // International Biodeterioration. 1992. Vol. 30. P. 273–283.
 12. **Lacey J., Magan N.** Fungi in cereal grains: their occurrence and water and temperature relationships // Cereal Grain. Mycotoxins, Fungi and Quality in Drying and Storage [Chelkowski J. ed.] Elsevier, Amsterdam, 1991. P. 77–118.
 13. **Brundrett G. W., Onions A. H. S.** Moulds in the home // Journal of Consumer Studies and Home Economics. 1980. Vol. 4. P. 311–321.
 14. **Filtenborg O., Frisvad J. C., Samson R. A.** Specific association of fungi to foods and influence of physical environmental factors // Samson R. A., Hoekstra E. S. (Eds.). Introduction to Food- and Airborne Fungi. 2000. P. 306–320.
 15. **Полякова С. П.** Модели российских технологий, адаптированные к современным условиям производства // Хранение и переработка зерна. 2003. № 11. С. 4.
 16. www.food-info.net
 17. **Jakubauskienė L., Mačionienė I.** Mikroskopinių grybų augimą duonos rauguose stabdančių medžiagų efektyvumo įvertinimas // Maisto chemija ir technologija. 2006. T. 40, Nr. 1. P. 10–18.
 18. **Пучкова Л. И.** Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. Москва, 1982. 120 с.
 19. **Люк Э., Лгеп М.** Консерванты в пищевой промышленности. Санкт-Петербург, 2000. 265 с.
 20. **Eklund T.** Inhibition of microbial growth at different pH levels by benzoic and propionic acids and esters of p-hydroxybenzoic acid // International Journal of Food Microbiology. 1985. Vol. 2. P. 159–167.

Pateikta spaudai 2007-04

L. Jakubauskienė, I. Šalomskienė

EVALUATION OF THE INHIBITING SUBSTANCES' EFFICIENCY ON THE GROWTH OF MICROSCOPIC FUNGI IN A RYE-WHEAT BREAD

Summary

The substances for preventing growth of microscopic fungi permissible by the normative documents in the bread industry have been chosen for testing, including the quantities. Control and experimental samples of a rye-wheat bread with different concentrations of sorbic acid and calcium propionate were baked. Bread starter was prepared from the culture of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (the collection of lactic acid bacteria of Food

Institute of Kaunas University of Technology). The quality of the sliced and non-sliced rye-wheat bread was evaluated. The efficiency of different concentrations of sorbic acid and calcium propionate on the suppressing growth of microscopic fungi in rye-wheat bread was determined. Two ways of including preservatives into experimental samples were tested – 1) by spraying a preservative on the surface of bread and 2) by adding into the dough. It was determined that the maximum permissible level (2.0 g/kg sample) of calcium propionate (added it into the dough) in the sliced rye-wheat bread reduced the number of microscopic fungi effectively and the influence of small and average quantities of calcium propionate (0.5 and 1.0 g/kg sample) was not effective. The addition of sorbic acid (0.5 g/kg sample) resulted in the reduction of the number of microscopic fungi in the sliced rye-wheat bread more than by 100 times, in not sliced bread – more than by 10 times. Average and big amounts of sorbic acid (1.0 and 2.0 g/kg sample) inhibited the growth of spores of microscopic fungi effectively in the sliced and non-sliced rye-wheat bread irrespectively of the way of addition of the preservative. The results obtained are important in solving problems of the microbial safety of bread.

Keywords: rye-wheat bread, mouldy bread, microscopic fungi, preservative, efficiency, microbial safety.

Л. Якубаускене, Й. Шаломскене

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФЕКТИВНОСТИ ВЕЩЕСТВ, ПОДАВЛЯЮЩИХ РОСТ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В РЖАНО-ПШЕНИЧНОМ ХЛЕБЕ

Резюме

В соответствии с нормативными документами подобраны вещества, разрешенные к использованию в хлебной промышленности в целях ингибирования микроскопических грибов, и допустимые их количества. Выполнены пробные и контрольные выпечки ржано-пшеничного хлеба с внесением различных концентраций сорбиновой кислоты и пропионата кальция. Для проведения эксперимента подобрана хлебная закваска, приготовленная из культуры мезофильных молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* из коллекции Пищевого института КТУ. Исследована эффективность воздействия веществ сорбиновой кислоты и пропионата кальция, подавляющих рост микроскопических грибов в нарезанном и ненарезанном ржано-пшеничном хлебе. Подобраны два способа применения консерванта – опрыскивание поверхности буханки аэрозольным консервантом и добавка в тесто. Установлено, что максимальная допустимая концентрация (2,0 г/кг пробы) пропионата кальция (как добавка в тесто) в нарезанном ржано-пшеничном хлебе позволила эффективно снизить количество микроскопических грибов, а консервирующее воздействие малых и средних концентраций (0,5 и 1,0 г/кг пробы) пропионата

кальция в нарезанном и ненарезанном ржано-пшеничном хлебе было неэффективным. Сорбиновая кислота (0,5 г/кг пробы) способствовала снижению роста микроскопических грибов в нарезанном хлебе в 100 раз, в ненарезанном хлебе – более чем в 10 раз. Средние и большие концентрации сорбиновой

кислоты (1,0 и 2,0 г/кг пробы) эффективно подавляли рост микроскопических грибов независимо от способа применения консерванта. Полученные результаты важны при решении проблем микробиологической защиты хлеба.