

Pieno rūgšties bakterijų *Lactobacillus plantarum* ir *Lactobacillus hilgardii* antipelėsinis aktyvumas

Vilma Narbutaitė, Gražina Juodeikienė

Kauno technologijos universitetas, Radvilėnų pl. 19, LT-50254 Kaunas, Lietuva;
vilma.narbutaite@stud.ktu.lt

Per Væggemose Nielsen

Centre for Microbial Biotechnology, BioCentrum, Technical University of Denmark, Sølvtofts Plads
Building 221, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark

Viena iš pagrindinių duonos gedimo priežasčių yra pelėjimas. Pelėjimas lemia didelius ekonominius nuostolius, taip pat mikromicetų gaminami mikotoksinai gali sukelti vartotojų sveikatos problemas. Pastaruoju metu tarptautinėje praktikoje vis didesnę susidomėjimą kelia cheminių konservantų pakeitimas mikroorganizmais, pvz. pieno rūgšties bakterijomis (PRB).

Šiame darbe tiriamos PRB galimybės slopinti *Penicillium*, *Eurotium*, *Endomyces* ir *Aspergillus* (Biocentro kultūrų kolekcija, Danijos technologijos universitetas, Danija) mikromicetų augimą. Pieno rūgšties bakterijų antipelėsinis aktyvumas vertintas bandinio padengimo bei trijų taškų inokuliacijos metodais.

Bandinio padengimo metodu nustatyta, kad *Lactobacillus hilgardii* ir *Lactobacillus plantarum* geriausiai slopino *Eurotium repens* (IBT 18000) augimą (po 4 ir 7 dienų). *Lactobacillus hilgardii* ir *Lactobacillus plantarum* antipelėsinis aktyvumas taip pat išryškėjo prieš *Penicillium brevicompactum* IBT 13995 po 4 dienų, tačiau po 7 dienų išnyko. Įvertinus trijų taškų inokuliacijos metodu duonos terpių su inkubuotomis pieno rūgšties bakterijomis įtaką 7 mikromicetų kultūroms, nustatyta, kad geriausiai *Penicillium commune* IBT 18708 augimą slopino 4 terpės su inkubuotomis pieno rūgšties bakterijomis, o prieš *Aspergillus flavus* IBT 21323 nebuvo aptikta terpių su inkubuotomis pieno rūgšties bakterijomis, kurios slopintų šią mikromicetų kultūrą.

Šios pieno rūgšties bakterijos (*Lactobacillus plantarum* ir *Lactobacillus hilgardii*) atitinkamose terpėse dėl antipelėsinio aktyvumo prieš daugelį maisto produktuose randamų mikromicetų galėtų būti sėkmingai panaudotos duonos kepinų gamyboje.

Raktažodžiai: pieno rūgšties bakterijos, auginimo terpės, duonos raugai, antipelėsinis aktyvumas, mikromicetai.

Įvadas

Duonos gamybos technologijoje svarbi kepinų šviežumo išsilaikymo problema, kuri susijusi su minkštimo žiedėjimu ir aromato pokyčiais bei mikrobiologiniu gedimu, kaip pelėjimu ir bulvine liga. Mikrobiologinis gedimas pasireiškia ypač šiltuoju metų laiku ir dėl to susidaro dideli gamybiniai nuostoliai.

Pagrindiniai duonos kepinuose randami mikromicetai priklauso šioms gentims: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Monilia*, *Mucor*, *Endomyces*, *Cladosporum*, *Fusarium* ir *Rhizopus* [1]. Viena iš pagrindinių priežasčių, lemiančių mikromicetų vystymąsi duonos kepinuose, yra pakankamai didelis minkštimo vandens aktyvumas ($a_w=0,94-0,97$), kai $pH\sim 6$. Šios duonos savybės yra palankios mikromicetams vystytis po duonos kepimo ir laikymo metu. Mikromicetai gali vystytis plačiomis

pH, osmosinio slėgio, maistinių medžiagų ir temperatūros ribomis [2].

Pastaruoju metu tarptautinėje praktikoje siekiant sulėtinti duonos pelėjimą vartojami cheminiai konservantai. Tačiau vis didesnę susidomėjimą kelia cheminių konservantų pakeitimas mikroorganizmais, pvz., pieno rūgšties bakterijomis, lemiančiomis konservuojančiu efektu pasižyminčių metabolitų susidarymą [3]. Pieno rūgšties bakterijų panaudojimo tradicijos maisto fermentacijos procesuose yra labai senos ir jos taikytos dar nežinant apie šių bakterijų egzistavimą. Per paskutinį šimtmetį išsiaiškinta, jog pieno rūgšties bakterijos yra svarbios produktų fermentacijoje, nes pasižymi antimikrobiniu efektu. Be to, cheminių konservantų pakeitimas mikroorganizmais pailgina produktų tinkamumą vartoti [4, 5]. Pieno rūgšties bakterijų konservuojantis efektas iš esmės siejamas su organinių rūgščių, tokių kaip pieno ir acto ir kitų metabolitų susidarymu [6].

Pastaruju metu atkreiptas dėmesys į pieno rūgšties bakterijų kultūras, gaminančias bakteriocinus, pasižyminčius antimikrobinėmis savybėmis [7].

Bakteriocinai – tai bakterijų sintetiniai ir į mitybos terpę išskiriami baltymai, kurie pasižymi antibakteriniu poveikiu prieš giminingas producentui bakterijų rūšis. PRB gaminamus bakteriocinus sąlyginai galima suskirstyti į tris klases [8–10]. Pirmajai klasei priskirti plataus veikimo spektro mažos molekulinės masės (19–37 amino rūgščių), turintys retas aminorūgštis ir lantionino žiedą lantibiotikai. Antrajai klasei priklauso vidutinio ar siauro veikimo spektro, termostabilūs, nedideli peptidai (<15 000 Da). Trečiąją klasę sudaro termostabilūs, didelės molekulinės masės (>15 000 Da) polipeptidai [10, 11]. Klaenhammer (1993) išskyrė dar vieną grupę bakteriocinų, kurie sudaryti iš baltymų kompleksų su angliavandeniais ar lipidais [12]. Taip pat visi antimikrobiniai junginiai, pasižymintys bakteriocinų savybėmis ir nepriklausantys nei vienai grupei, gali būti vadinami į bakteriocinus panašiomis medžiagomis [13, 14].

Tradicinėje duonos gamybos technologijoje naudojami raugai, kurie gaminami su plikiniaus juos cukrinant ir fermentuojant. Iki šiol tarptautinėje praktikoje didžiausiais dėmesys skiriamas pieno rūgšties bakterijoms parinkti ir jų įtakai raugų metabolizmo produktų susidarymui nustatyti, kai terpės vaidmuo duonos fermentacijos procese nėra gerai išstudijuotas.

Šio darbo tikslas buvo nustatyti pieno rūgšties bakterijų panaudojimo galimybes mažinant duonos mikrobiologinį užterštumą, o taip pat terpės įtaką jų antipelėsiniam aktyvumui įvertinant tradicinių plikytos duonos kepinų gamybos specifiką.

Tyrimų objektai ir metodai

Eksperimento metu naudotos DTU Biocentro (Danijos technologijos universitetas, Danija) kolekcijoje esančios pieno rūgšties bakterijos *Lactobacillus plantarum* ir *Lactobacillus hilgardii* bei mikromicetų kultūros: *Penicillium roqueforti* (IBT 5309, IBT 5426, IBT 21239, IBT 21319), *Penicillium brevicompactum* (IBT 13995), *Penicillium corylophilum* (IBT 6978), *Penicillium commune* (IBT 18708), *Eurotium repens* (IBT 18000), *Endomyces fibuliger* (IBT 605), *Aspergillus flavus* (IBT 21323), *Aspergillus niger* (IBT 26380).

PRB *L. plantarum* ir *L. hilgardii* antipelėsinio aktyvumo tyrimai atlikti bandinio padengimo metodu su šiomis terpėmis: duonos terpe be fruktozės ir gliukozės, duonos terpe su fruktoze ir gliukoze, duonos terpe su kleisterizuotais produktais, duonos terpe su fruktoze bei gliukoze. Duonos terpės buvo ruošiamos iš kvietinės ir ruginės duonos granulių. Trijų taškų

inokuliacijos metodu tyrimai atlikti su šiomis terpėmis: duonos terpe be fruktozės ir gliukozės, duonos terpe su fruktoze ir gliukoze, inkubuojant terpes pieno rūgšties bakterijomis.

PRB *L. plantarum* ir *L. hilgardii* vieną parą buvo inkubuotos MRS mitybos terpėje 30 °C temperatūroje, o vėliau perkeltos į šviežią MRS mitybos terpę ir inkubuotos papildomai vieną parą 25 °C temperatūroje. Mikromicetai auginti ant CYA (Czapek' o mielių ekstrakto agaras) terpės 7 paras 25 °C temperatūroje.

Bandinio padengimo metodas. 1 μl suspensijos su inkubuotomis PRB užtepta ant 2 cm ilgio linijos, užbrėžtos ant Petri lėkštelės su duonos terpėmis. Petri lėkštelės 3 dienoms įdėtos į 25 °C temperatūros inkubatorių esant anaerobinėms sąlygoms. Tuomet 15 ml mitybos terpės (30 g gliukozės, (BDH); 2 g amonio sulfato, (Merck); 5 g KH₂PO₄, (Merck); 1 ml TM suspensijos; 0,5 g MgSO₄; 7,5 g mielių ekstrakto; 10 g agaro; 1000 ml bidistiliuoto vandens) su 10⁴ mikromicetų sporų/ml (nustatyta mikroskopu panaudojant skaičiavimo skaidrę) užpilta ant duonos terpės ir Petri lėkštelės inkubuotos 7 paras 25 °C temperatūroje (slopinimo zonos matavimai atlikti ketvirtąją ir septintąją tyrimo dienas).

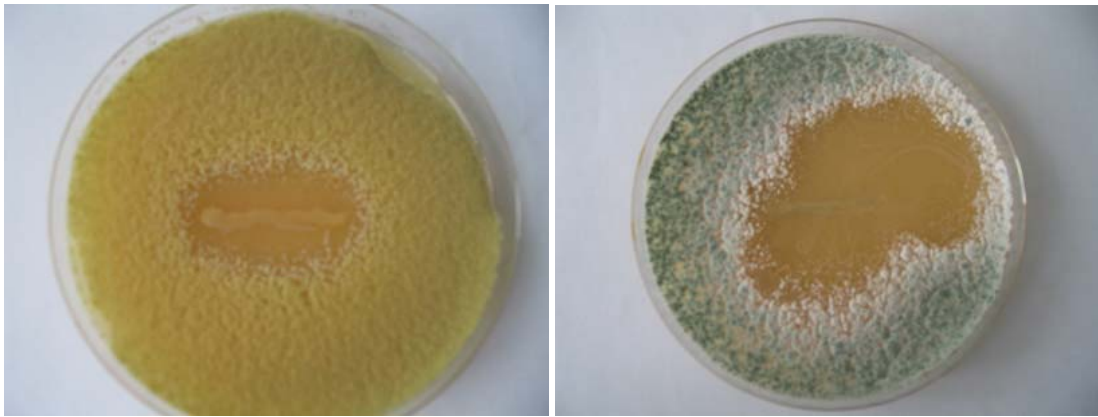
Trijų taškų inokuliacijos metodas. Eksperimento metu paruoštos devynių mikromicetų kultūrų sporų suspensijos. Sporos nuo kolonijų paviršiaus nubrauktos inokuliacijos adata ir perneštos į tūbelę su sporų suspensijos skiediniu (0,5 ml 0,5 % agaro vandenyje). Sporų koncentracija suspensijoje – 10⁶ sporų/ml (nustatyta mikroskopu panaudojant skaičiavimo skaidrę).

Visose lėkštelėse esančios duonos terpės su inkubuotomis pieno rūgšties bakterijomis adata inokuliuotos sporų suspensija trijuose terpės taškuose. Siekiant išvengti sporų pasklidimo prieš inokuliaciją lėkštelės buvo apverstos. Visos Petri lėkštelės inkubuotos vieną savaitę 25 °C temperatūroje.

Kolonijų skersmuo milimetrais, išmatuotas po 7 dienų.

Rezultatai ir jų aptarimas

Bandinio padengimo metodas. Po 4 parų *L. plantarum* ir *L. hilgardii* antipelėsinis poveikis užfiksuotas prieš *Eurotium repens* (IBT 18000), *Endomyces fibuliger* (IBT 605) ir *Penicillium brevicompactum* (IBT 13995) kultūras ant ruginės duonos terpės bei ruginės duonos terpės su sacharidais. Geriausią slopinimo efektą (abiejų terpių atvejais) *L. hilgardii* ir *L. plantarum* parodė prieš *Eurotium repens* (IBT 18000) mikromicetus (1 pav.). Be to, pastebėta, kad *L. hilgardii* gerai slopino *Penicillium brevicompactum* (IBT 13995) augimą ant ruginės duonos terpės su sacharidais.



1 pav. *L. plantarum* antipelėsinis aktyvumas prieš *Eurotium repens* ant ruginės duonos terpės (kairėje) ir *L. hilgardii* pelelėsinis aktyvumas prieš *Penicillium brevicompactum* ant kleisterizuotų kviečių terpės su sacharidais (dešinėje)

Kvietinės duonos ir kvietinės duonos su sacharidais terpėse PRB *L. plantarum* ir *L. hilgardii* antipelėsinis aktyvumas po 4 parų buvo silpnesnis negu ruginės duonos terpėse ir pasireiškė tik prieš *Eurotium repens* (IBT 18000) kultūrą, kai prieš mikromicetų *Aspergillus flavus* (IBT21323), *Penicillium corylophilum* (IBT 6978), *Penicillium commune* (IBT 18708) ir *Endomyces fibuliger* (IBT 605) kultūras buvo užfiksuotas sporų nesudarymo efektas.

Po 7 parų *L. hilgardii* ir *L. plantarum* slopinimo efektas prieš mikromicetų *Eurotium repens* (IBT 18000) augimą nepakito. Antipelėsinis aktyvumas prieš *Endomyces fibuliger* (IBT 605) kultūrą ant ruginės duonos terpės su sacharidais šiek tiek sustiprėjo, o prieš *Penicillium brevicompactum* (IBT 13995) ant ruginės duonos terpės be sacharidų visiškai išnyko.

Pastebėta, kad po savaitės mikromicetų *Penicillium corylophilum* (IBT 6978) sporų nesudarymo efektas išliko tik kvietinės duonos terpės mėginiuose su *L. plantarum*, mikromicetų *Endomyces fibuliger* (IBT 605) mėginiuose šis efektas pastebėtas ir kvietinės duonos terpės mėginiuose su sacharidais, *Penicillium commune* (IBT 18708) kultūroje šis efektas nepakito, o mikromicetų *Aspergillus flavus* (IBT 21323) sporų nesudarymo efektas neužfiksuotas. PRB *L. plantarum* ir *L. hilgardii* antipelėsinis aktyvumas prieš mikromicetų *Eurotium repens* (IBT 18000) kultūrą ant kvietinės duonos terpės su sacharidais, kaip ir ruginės duonos terpės atveju, po vienos savaitės pagerėjo. Tai rodo, kad tirtų pieno rūgšties bakterijų antipelėsinis aktyvumas priklauso nuo terpės sudėties ir joje esančių sacharidų.

Siekiant geriau išanalizuoti PRB galimybes slopinti penkių duoną užteršiančių mikromicetų

augimą papildomai atlikti tyrimai su alternatyvių plikinių, pagamintų džiovavimo būdu, terpėmis: kleisterizuotų kviečių, kleisterizuotų rugių, kleisterizuotų kvietrugių ir kleisterizuotų rugių sėlenų.

Tyrimai rodo, kad po 4 parų išskirtinis *L. plantarum* slopinimo efektas pastebėtas prieš mikromicetų *Penicillium brevicompactum* (IBT13995) kultūrą ant kleisterizuotų kviečių terpės su sacharidais (1 pav.). Be to, *L. hilgardii* parodė pakankamai gerą antipelėsinį poveikį prieš mikromicetų *Endomyces fibuliger* (IBT 605) kultūrą ant kleisterizuotų kvietrugių terpės su sacharidais ir kleisterizuotų rugių sėlenų terpės su sacharidais bei prieš mikromicetų *Penicillium commune* (IBT 18708) kultūrą ant abiejų kleisterizuotų kvietrugių terpių. Kai kurios lėkštelės, padengtos suspensija su mikromicetų *Endomyces fibuliger* (IBT 605) kultūros sporomis, bei visos lėkštelės, padengtos suspensija su mikromicetų *Eurotium repens* (IBT 18000) kultūros sporomis, buvo užterštos kitais mikromicetais, tačiau slopinimas ant užteršimo zonos nepastebėtas.

Po 7 parų buvo užfiksuotas puikus *L. hilgardii* slopinimas prieš mikromicetų *Penicillium brevicompactum* (IBT13995) kultūrą ant visų kleisterizuotų terpių su sacharidais, kai po 4 parų visose lėkštelėse su šiomis terpėmis buvo užfiksuotas sporų nesudarymo efektas. Gautą geriausią PRB antipelėsinį efektą su alternatyviais plikiniai galima paaiškinti didesniu terpės grynumu taikant kleisterizacijos metu aukštesnės temperatūros režimą negu ruošiant plikinius tradiciniu būdu.

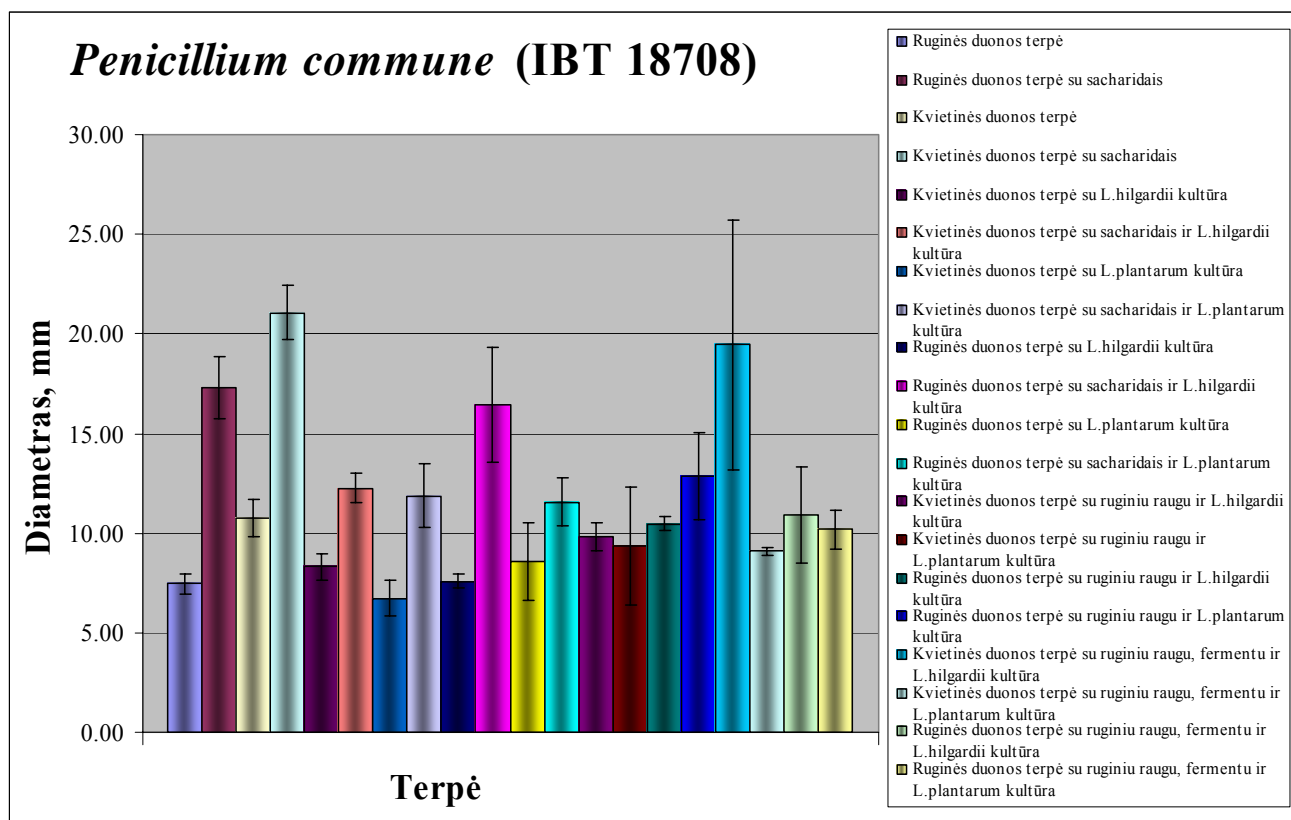
Trijų taškų inokuliacijos metodas. Trijų taškų inokuliacijos metodu vertinta terpių su pieno rūgšties bakterijomis sudėties įtaka 9 pagrindinių duoną užteršiančių mikromicetų augimui. Tyrimai, atlikti

trijų taškų inokuliacijos metodu, parodė, kad geriausi *L. plantarum* ir *L. hilgardii* antipelėsinio aktyvumo rezultatai gauti prieš *Penicillium commune* (IBT 18708) kultūrą. Daugelyje terpių mikromicetų augimo slopinimo efektas buvo labai geras ir tik trijose (ruginės duonos terpėje su cukrumi, kvietinės duonos terpėje su cukrumi ir kvietinės duonos terpėje su ruginiu raugu, ksilanaze ir *L. hilgardii* kultūra) mažesnis.

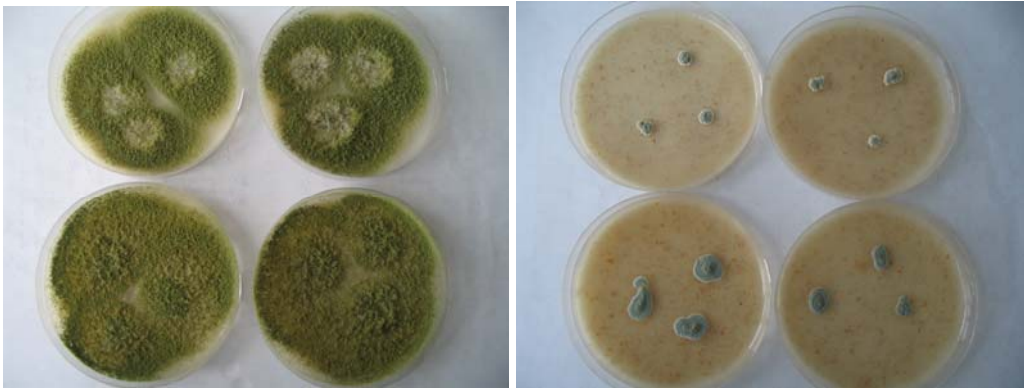
Penicillium commune (IBT 18708) augimas įvairiose terpėse su pieno rūgšties bakterijomis, pavaizduotas 2 paveiksle. Nepatenkinamas *L. plantarum* ir *L. hilgardii* antipelėsinis aktyvumas užfiksuotas prieš *Aspergillus flavus* (IBT21323). Kai kuriose terpėse (kvietinės duonos su cukrumi bei ruginės duonos) su *L. hilgardii* kultūra, inhibitorinio efekto nustatyti nepavyko. Didžiausi ir mažiausi slopinimo efektai pavaizduoti 3 paveiksle. Nustatyta, kad visos lėkštelės, inokuliuotos sporų suspensija su

Eurotium repens sporomis, buvo užterštos kitais mikromicetais, o lėkštelėse, kuriose terpės buvo inokuliuotos sporų suspensija su *Penicillium brevicompactum* sporomis, slopinimo efekto rezultatai nebuvo užfiksuoti.

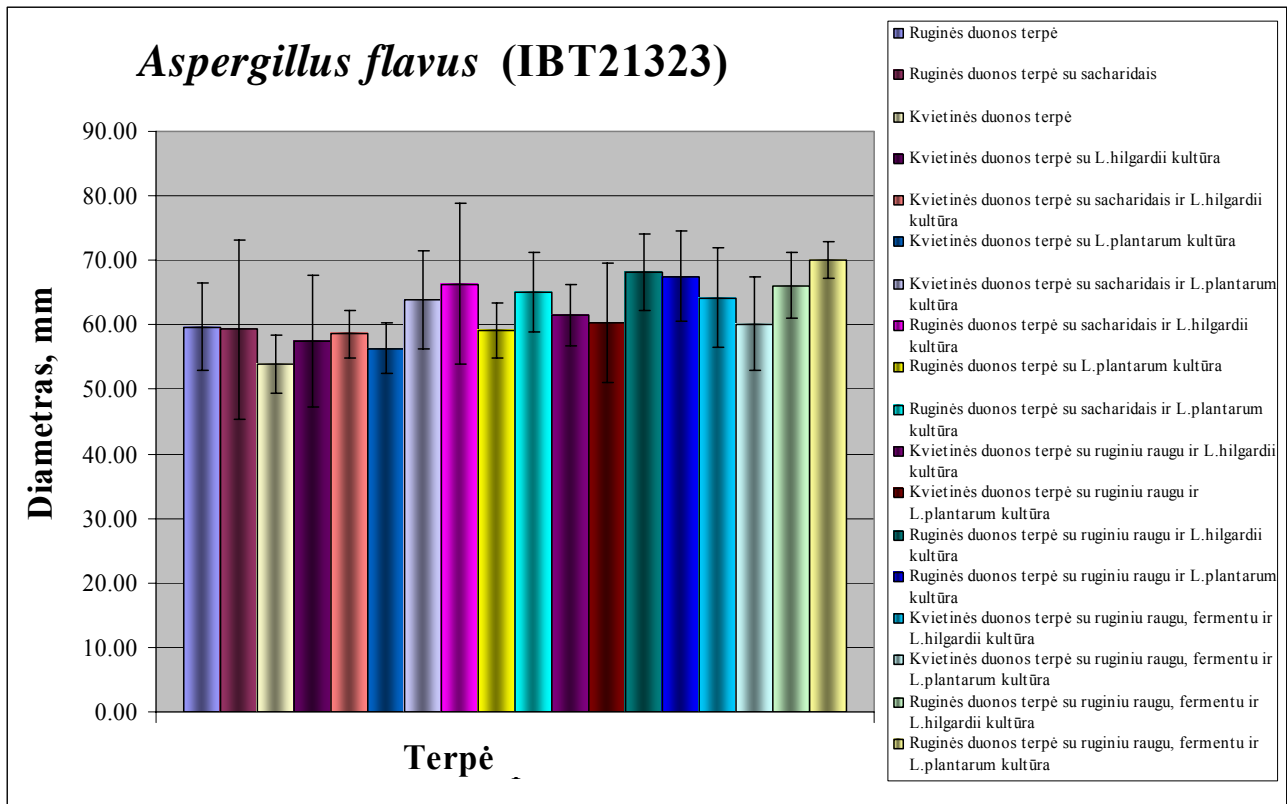
Terpės su tirtomis PRB silpniausiai slopino *Aspergillus flavus* (IBT21323) kultūrą. Terpes inokuliuotas suspensija su šios kultūros sporomis po 7 parų beveik visa lėkštelių sritis buvo padengta mikromicetais. Mikromicetų *Aspergillus flavus* (IBT21323) skersmuo ant ruginės duonos terpės su ruginiu raugu, ksilanazių fermentiniu preparatu ir *L. plantarum* kultūra viršijo 70 mm. Be to, lėkštelėse su kvietinės duonos terpe su sacharidais bei lėkštelėse su ruginės duonos terpe ir *L. hilgardii* kultūra mikromicetai padengė visą lėkštelių plotą, todėl nebuvo matuota. Tokiu būdu tarp PRB ir terpės nepasireiškė sinergetinis efektas naudojant *Aspergillus flavus* (IBT21323) kultūrą. (4 pav.).



2 pav. *Penicillium commune* (IBT 18708) augimas įvairiose duonos terpėse su pieno rūgšties bakterijomis



3 pav. *A. flavus* (IBT21323) kvietinės duonos terpėje su *L. hilgardii* kultūra, kvietinės duonos terpėje su *L. plantarum* kultūra, kvietinės duonos terpėje su cukrumi ir *L. hilgardii* kultūra bei kvietinės duonos terpėje su cukrumi ir *L. plantarum* kultūra (kairėje) ir *P. commune* (IBT 18708) ruginės duonos terpėje su *L. hilgardii* kultūra, ruginės duonos terpėje su *L. plantarum* kultūra, ruginės duonos terpėje su cukrumi ir *L. hilgardii* kultūra bei ruginės duonos terpėje su cukrumi ir *L. plantarum* kultūra (dešinėje)



4 pav. *Aspergillus flavus* (IBT21323) augimas įvairiose duonos terpėse su pieno rūgšties bakterijomis

Išvados

1. *Lactobacillus hilgardii* ir *Lactobacillus plantarum* geriausiai slopino *Eurotium repens* IBT 18000 augimą tiek po 4 dienų, tiek ir po 7 dienų.
2. *L. hilgardii* ir *L. plantarum* antipelėsinis aktyvumas išryškėjo prieš *Penicillium brevicompactum* IBT 13995 po 4 dienų, tačiau po 7 dienų išnyko.
3. Efektyviausias tirtų pieno rūgšties bakterijų antipelėsinis aktyvumas nustatytas terpėse iš

rugių produktų, kleisterizuotų džiovinimo būdu, su sacharidų priedu.

4. Geriausiai *Penicillium commune* IBT 18708 augimą slopino 4 terpės su pieno rūgšties bakterijų kultūromis: kvietinės duonos terpė su *L. hilgardii* kultūra, kvietinės duonos terpė su *L. plantarum* kultūra, ruginės duonos terpė su *L. hilgardii* kultūra ir ruginės duonos terpė su *L. plantarum* kultūra.
5. Nustatytos gerai *Endomyces fibuliger* IBT 605 augimą slopinančios terpės su pieno rūgšties bakterijų kultūromis: kvietinės duonos terpė su *L. hilgardii* kultūra, kvietinės duonos terpė su *L. plantarum* kultūra ir kvietinės duonos terpė su ruginiu raugu ir *L. plantarum* kultūra.
6. Prieš *Aspergillus flavus* IBT 21323 nebuvo aptikta terpių su pieno rūgšties bakterijų kultūromis, slopinančių šios mikromicetų kultūros augimą.

Padėka. Tyrimai buvo vykdomi pagal „Eureka“ projektą FERMFOD E!3966, finansuojant tarptautinės plėtros agentūrai.

Literatūra

1. **Legan J. D.** Mould spoilage of bread: the problem and some solutions // International Biodeterioration and Biodegradation. 1993. Vol. 32. P. 33–53.
2. **Stanley P. Cauvain.** Bread making. Improving quality. CRC Press. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England, 2003. 593 p.
3. **Lavermicocca P., Valerio F., Pascale M., Visconti A.** Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation // FEMS Microbiology Letters. 2004. Vol. 233, Is. 2. P. 289–295.
4. **Ross P. R., Morgan S., Hill C.** Preservation and fermentation: past, present and future // International Journal of Food Microbiology. 2001. Vol. 79, Is. 1–2. P. 3–16.
5. **Ray B.** Bacteriocins of starter culture bacteria as food biopreservatives: an overview, Ch.8 // Food Biopreservatives of Microbial Origin. Ray B., Daeschel M. A. (eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, 1992. P. 76–89.
6. **Stiles M. E.** Biopreservation by lactic acid bacteria // Antonie van Leeuwenhoek. 1996. Vol. 70, No. 2–4. P. 331–345.
7. **Dodd H. M., Gasson M. J.** Bacteriocins of lactic acid bacteria // Genetics and Biotechnology of Lactic Acid Bacteria. Gasson M. J., De Vos W. M. (Eds). Glasgow: Blackie Academic and Professional, 1994. P. 211–251.
8. **Cleveland J., Montvik T. J., Nes I. F., Chikindas M. L.** Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. // International Journal of Food Microbiology. 2001. Vol. 71. P. 1–20
9. **McAuliffe O., Ross R. P., Hill C.** Lantibiotics: structure, biosynthesis and mode of action. // FEMS Microbiology Reviews. 2001. Vol. 25. P. 285–308.
10. **Nes I. F., Tagg J. R.** Novel lantibiotics and their prepeptides // Antonie van Leeuwenhoek 1996. Vol. 69. P. 89–97.
11. **Cintas L. M., Casaus M. P., Herranz C., Nes I. F., Hernandez P. E.** Review: Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria // Food Science and Technology International. 2001. Vol. 7, Is. 4. P. 281–305.
12. **Klaenhammer T. R.** Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria // FEMS Microbiology Reviews. 1993. Vol. 12. P. 39–86.
13. **Tagg J. R.** Bacteriocins of gram-positive bacteria; an opinion regarding their nature, nomenclature and numbers // *Bacteriocins, Microcins and Lantibiotics*. Ed. R. James, C. Lazdunski & F. Pattus. NATO ASI series. Berlin & New York: Springer, 1992. P. 93–109.
14. **Daw A. M., Falkner F. R.** Bacteriocins: nature, function and structure. // Micron. 1996. Vol. 27. P. 467–479.

Pateikta spaudai 2007-10

V. Narbutaitė, G. Juodeikienė, P. V. Nielsen

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF LACTIC ACID BACTERIA *Lactobacillus plantarum* AND *Lactobacillus hilgardii*

Summary

Fungal growth is the most frequent cause of spoilage in baked goods. During the last few years there has been a growing interest in biopreservation of foods by using lactic acid bacteria (LAB). Their preserving effect mainly relates to the formation of such metabolite products as acids and hydrogen peroxide, competition for nutrients, and production of bacteriocins.

This paper describes the potential of LAB to inhibit the growth of *Penicillium*, *Eurotium*, *Endomyces* and *Aspergillus* (the Culture Collection of Biocentrum, DTU, Denmark) species isolated from bakery products by using an overlay assay method and a three point inoculation method. The fungicidal effect of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus hilgardii* (the Culture Collection of Biocentrum, DTU, Denmark) was evaluated on wheat and rye bread media without and with sugars, and on pre-gelatinized wheat, rye, rye bran and triticale media without and with sugars.

The study revealed that *L. hilgardii* and *L. plantarum* seem to have the best inhibitory effect on growth of *Eurotium repens*. A significant effect of inhibition by *L. plantarum* against *Penicillium brevicompactum* was observed on pre-gelatinized wheat media with sugars on the fourth day of incubation. After seven days of incubation an exceptional inhibition not only by *L. plantarum*, but also by *L. hilgardii* against *Penicillium brevicompactum* on rye, wheat and pre-gelatinized rye bran media was observed. The best results using the three point inoculation method were obtained against

Penicillium commune, while the worst antifungal activity of *L. plantarum* and *L. hilgardii* was against *Aspergillus flavus*.

The research results lead to the conclusion that these two strains (*Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus hilgardii*) which produce some antifungal compounds could be useful as novel biopreservatives.

Keywords: lactic acid bacteria, antifungal activity, sourdough, growth media, molds, lactobacilli.

В. Нарбутайте, Г. Юодейкене, П. В. Нелсен

АНТИПЛЕСНЕВАЯ АКТИВНОСТЬ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus hilgardii*

Резюме

Плесневение хлеба является наиболее распространенной проблемой. В последние годы повысился интерес к разработке биомероприятий по предотвращению плесневения пищи с использованием молочнокислых бактерий (МКБ). Их консервирующий эффект связан с образованием метаболитических продуктов, а также производством бактериоцинов.

Работа посвящена микробиологическому исследованию возможности предотвращения развития *Penicillium*, *Eurotium*, *Endomyces* и *Aspergillus*

(культуры из коллекции ДТУ, Дания), изолированных из хлебобулочных изделий, с использованием МКБ.

Способность *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus hilgardii* задерживать плесневение изучалась на средах пшеничного и ржаного хлеба, а также на клейстеризованной пшенице, ржаных отрубях. Все среды производились с сахаром и без сахара. Экспериментами доказано, что наилучшим эффектом в предотвращении роста *Eurotium repens* отличаются *L. plantarum* и *L. hilgardii*. Хорошие результаты на четвертый день инкубации установлены в результате культивирования *L. plantarum* против *Penicillium brevicompactum* на среде пре-клейстеризованной пшеницы с сахаром. После семи дней инкубации очевидное влияние на торможение роста *Penicillium* было установлено не только при культивировании *L. plantarum* на ржаной, пшеничной среде и пре-клейстеризованных ржаных отрубях, но и *L. hilgardii*. Микробиологические исследования показали, что *L. plantarum* и *L. hilgardii* наилучшие результаты проявили против *Penicillium commune*, а наихудшие – против *Aspergillus flavus*.

В результате исследований можно заключить, что оба молочнокислых штамма (*L. plantarum* и *L. hilgardii*) производят некоторые антиплесневые компоненты, которые могут быть полезными биоконсервантами.