

## Pozityvus mielių vaidmuo pieno produktų gamyboje (apžvalga)

I. Mačionienė, M. Paserpskienė

KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas; irenmac@lmai.lt; marijap@lmai.lt

Apžvalgoje nagrinėjamas teigiamas mielių vaidmuo pieno produktų gamyboje, aptariamas naudingų mielių rūšių taikymas, galimybė tam tikrų rūšių mieles pieno pramonėje vartoti kaip raugo kultūras. Pateikiami literatūros analizės duomenys apie mielių vartojimą specifinių raugintų pieno produktų ir fermentinių sūrių (ypatingai minkštųjų) gamyboje. Nagrinėjamas mielių probiotinis veiksmingumas, metabolitinis aktyvumas, jų svarba atitinkamų produktų kokybei, pateikiami tyrimų duomenys apie lakias skonio ir kvapo medžiagas, kurias produkuoja mielės fermentuodamos laktozę. Pateikiama informacija apie sūriuose aptinkamų mielių fermentinį aktyvumą, atkreipiant dėmesį į proteolinių ir lipolitinių fermentų prigimtį, teigiamą jų įtaką sūrių aromatumui, skoniui, tekstūrai. Detaliau nagrinėjamos mielių *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *Pichia jadinii*, *Geotrichum candidum*, tinkamų sūrių gamybai, biocheminės ir fiziologinės savybės.

**Raktažodžiai:** pieno produktai, mielės, mielių rūšys, fermentacinis aktyvumas, identifikacija.

### Įvadas

Mielės yra vienas iš seniausiai žmogaus vartojamų mikroorganizmų. Pramoniniu požiūriu mielės svarbios tuo, kad sugeba skaidyti angliavandenius, susidarant etilo alkoholiui ir anglies dioksidui. Ši jų savybė taikoma duonos, etilo spirito, vyno, alaus, raugintų pieno produktų (kefyro, kumyso, labano ir kt.) gamyboje. Mielių ląstelėse susikaupia daug vitaminų ir baltymų, todėl jos taip pat vartojamos farmacijos ir pašarų pramonėje. Šiuo metu žinoma apie 700 mielių rūšių, bet praktikoje vartojama daug mažiau [1]. Gamtoje mielės aptinkamos vandenyje, ore, dirvoje, randamos ant vaisių, uogų, daržovių ir kt. augalinės žaliavos, o taip pat naminiuose rauguose, ant maisto gamybos įrenginių. Mielės, patekusios iš aplinkos į tinkamą terpę, gali sukelti spontanišką fermentaciją. Kadangi mielės gerai auga žemoje temperatūroje ir rūgščioje terpėje, joms būdingas metabolitinis aktyvumas, atsparumas fiziniams ir cheminiams veiksniams, šie mikroorganizmai taip pat gali būti potencialūs maisto produktų gadintojai [2]. Toks dvejetainis mielių vaidmuo labai ryškus pieno pramonėje. Gerai žinomas pozityvus mielių vaidmuo specifinių raugintų pieno produktų gamyboje. Sūrių gamyboje mielių vaidmuo labai nevienodas, yra žinoma daug mielių sukeltamų sūrių ydų, bet nemažai atlikta tyrimų, kurie rodo teigiamą mielių vaidmenį sūrių skoniui ir konsistencijai. Šio straipsnio tikslas – apžvelgti informaciją, kurioje nagrinėjamas

pozityvus mielių vaidmuo pieno produktų gamyboje, galimybė naudoti mieles kaip raugo kultūras.

### Pagrindinė dalis

#### *Specifiniai rauginti pieno produktai*

Tipiški mišrios fermentacijos pieno produktai yra kefyras, kumysas, airanas ir kt. nacionaliniai rauginti pieno produktai. Tai dietiniai pieno produktai, plačiai paplitę Europos ir Azijos šalyse [3]. Kefyras – raugintas pieno produktas, kurio gamyboje dalyvauja pienarūgštės bakterijos ir mielės. Geros kokybės kefyro mikrofloroje turėtų būti: homofermentinių mezofilinių pienarūgščių streptokokų –  $10^8$ – $10^9$  KSV/ml, termofilinių laktobacilų –  $10^5$  KSV/ml, heterofermentinių pienarūgščių streptokokų –  $10^7$ – $10^8$  KSV/ml, mielių –  $10^5$ – $10^6$  KSV/ml, acto rūgšties bakterijų –  $10^5$ – $10^6$  KSV/ml [4]. Šio produkto gamyboje svarbus fermentacijos procesas 18–22 °C temperatūroje paprastai trunka 18–20 h. Svarbu, kad būtų palaikoma optimali fermentacijos temperatūra, nes žemesnėje kaip 18 °C temperatūroje sparčiau dauginasi mielės, o aukštesnėje kaip 22 °C – pienarūgštės bakterijos [5–7]. Mielės turi įtakos ne tik kefyro skoninėms savybėms, bet taip pat ir pieno rūgšties bakterijų aktyvumui. Kefyre ir kituose raugintuose pieno produktuose tarp mielių ir bakterijų egzistuoja simbiozė. Nustatyta [8], kad mielės yra pieno rūgšties bakterijų stimulatoriai, pvz., *Lactobacillus brevis* auga tik tada, kai terpėje

yra mielių. Iš kitos pusės – pieno rūgšties bakterijos stimuliuoja mieles, nes jos išskiria fermentą  $\beta$ -galaktozidazę, kuri skaido laktozę į gliukozę ir galaktozę [3, 4, 9–12].

Svarbiausios raugo kultūrų funkcijos: angliavandenių metabolizmas, proteolitinis aktyvumas, lipolitinis aktyvumas, vitaminų ir antimikrobinių junginių sintezė. Svarbiausia, kad vienu metabolitinis aktyvumas skatintų kitų augimą. Taip pat labai svarbi jų įtaka produkto skoniui ir konsistencijai. Šiuo požiūriu labai svarbi raugo kultūrų paieška [6]. Tiriant kefyro raugą elektroniniu mikroskopu nustatyta [13, 14], kad jame yra bakterijų lazdelės ir skirtingo dydžio mielių ląstelės, streptokokai aptinkami retai. Stebėtas kompaktiškas mišrios floros augimas. Siekiant gauti standartinį stabilios kokybės produktą, ieškota būdų panaudoti grynų kultūrų raugus. Aprašyta [15] kefyro gamybos galimybė, naudojant grynas kultūras ir parenkant tinkamas fermentacijos sąlygas. Pienas buvo užraugtas grynų kultūrų (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc*) raugu. Raugintas pienas po inkubacijos atvėsintas iki 18–20 °C temperatūros, gerai išmaišytas, užraugtas *Saccharomyces cerevisiae* mielių raugu, išpilstytas į butelius ir paliktas fermentuotis šioje temperatūroje 24 h. Juslinis taip pagaminto produkto vertinimas parodė, kad jis identiškias kefyrai, pagamintam su natūraliu raugu. Išlaikius kefyra nuo 5 iki 42 parų jo kokybė nepablogėjo. Tokiu būdu buvo pagaminta 500 l kefyro ir daroma išvada, kad tai yra tinkamas būdas gaminti kefyra nevarojant natūralaus kefyro grybelių raugo. Norint įvertinti technologinių veiksnių įtaką kefyro kokybei, toliau lyginti penki kefyro gamybos būdai: 1) naudotos grynos kultūros, pienarūgštis rūgimas talpykloje prieš išpilstymą, o mielių fermentacija – po išpilstymo, kaip aprašyta [15]; 2) kefyras gamintas tiesiogiai užraugiant komerciniu kultūriniu raugu; 3) pienas iš karto užraugtas mišriu grynų kultūrų raugu; 4) kefyras užraugtas mišriu grynų kultūrų raugu, bet dar papildomai termostatuotas buteliuose 18–20 °C temperatūroje; 5) naudotas natūralus kefyro raugas. Juslinis minėtais penkiais būdais pagaminto kefyro vertinimas parodė, kad geriausios kokybės kefyras gautas gaminant pirmuoju būdu [16]. Kefyro grybelių mikrobiologinė sudėtis yra kompleksinė, dėl tos priežasties sunku gauti optimalios ir nekintančios sudėties raugus, reikalingus geros kokybės kefyrai gaminti. Siekiant nustatyti mikrofloros tipus ir identifikuoti tiek bakterijas, tiek mieles, tirta trijų rūšių kefyro flora. Šiam tikslui taikyti RNR PCR amplifikavimo ir elektroforezės metodai [17].

Kefyrai būdingas rūgštus skonis su mielių prieskoniu ir specifinis dilgčiojantis anglies dioksido, kurio kiekis svyruoja apie 1,33 g/l, pojūtis [15, 18]. Tirta galimybė kefyrai gaminti panaudoti imobilizuotas mieles, kurios sintetintų kefyrai būdingas anglies dioksido dujas [18]. Šiam tikslui buvo atrinktos *Kluyveromyces marxianus* ir *Candida sphaerica* mielės, kurios imobilizuotos ant poliakrilamido gelio arba kalcio alginato. Anglies dioksido sintezės aktyvumas priklausė nuo imobilizavimo technikos, bet visais atvejais šiuo požiūriu buvo aktyvesnės *C. sphaerica* mielės. Pagrindinis vaidmuo specifinio kefyro skonio formavimesi priklauso mielėms. Jeigu kefyre mielių yra ne mažiau kaip 10<sup>3</sup> KSV/ml, tai joms veikiant susidaro etanolis ir anglies dioksidas [4, 9, 19, 20]. Pagal IDF rekomendacijas<sup>1)</sup> mielių kefyre turėtų būti ne mažiau kaip 10<sup>4</sup> KSV/ml. Jeigu kefyro gamyboje pienas užraugiamas natūraliu kefyro grybelių raugu, tai mielių skaičius kefyre siekia 10<sup>3</sup>–10<sup>6</sup> KSV/ml. Kai kurie autoriai [4, 18] teigia, kad šis rodiklis gali skirtis, jeigu taikomi skirtingi nustatymo metodai. Prekyboje esančiame kefyre randamas labai įvairus mielių skaičius – kai kuriuose mėginiuose jų visai nerandama, o kai kuriuose – mielių skaičius siekia 10<sup>6</sup>–10<sup>7</sup> KSV/ml. Gamintojai dažnai stengiasi riboti mielių skaičių kefyre, kad neišsipustų pakuotės.

Manoma, kad svarbu ne tik mielių skaičius, bet ir jų rūšys [10, 21–23]. Dažnai abejojama, ar visos kefyre randamos mielės priklauso jam būdingai florai. Taip pat nereti atvejai, kai kefyre randamos mielės yra kitų pieno produktų gadintojai [24]. Kai kurių autorių nuomone būdingai kefyro florai reikėtų priskirti tik laktozę fermentuojančias mieles, turinčias įtakos alkoholinei fermentacijai [25, 26], bet daug kefyre aptinkamų mielių rūšių laktozės nefermentuoja [9, 13, 27–29]. Tirtas įvairių rūšių kefyras (pagamintas su gamintojo kultivuojamu grybelių raugu, su kultūriniu raugu ir esantis prekyboje) [27]. Tyrimo metu buvo izoliuotos laktozę fermentuojančios mielės *Candida kefyri* ir *K. marxianus* var. *marxianus*. Iš laktozės nefermentuojančių mielių daugiausia buvo *Saccharomyces unisporus*, *S. cerevisiae* ir *Candida holmii*. Kefyro grybelių mielių flora, kai grybeliai buvo persodinami kartą per savaitę, nekito 3–6 mėnesius. Mielių skaičius kefyre po grybelių atskyrimo buvo nuo 2,7×10<sup>4</sup>/ml iki 7×10<sup>5</sup>/ml, o išlaikius kefyra 24 h 8 °C temperatūroje beveik nepasikeitė, tačiau išlaikius 14 parų, jų skaičius padidėjo iki 1,1×10<sup>5</sup>/ml–3×10<sup>6</sup>/ml. Remiantis gautais rezultatais daroma išvada, kad norint gauti kefyra su jam būdingomis savybėmis, laktozę

<sup>1)</sup> Codex Alimentarius Komisijos standartas CODEX STAN – 2003. „Rauginti pieno gaminiai“.

fermentuojančių mielių skaičius jame turi būti mažesnis kaip  $1 \times 10^5$ /ml. Prekyboje esančiame kefyre buvo rasta ne daugiau kaip  $1,2 \times 10^4$ /ml, o daugeliu atvejų visai nebuvo. Iš kefyro grybelių buvo išskirtos *Zygosaccharomyces* genties mielės bei *Candida lambica* ir *Candida krusei* mielės. Pastarosios dvi mielių rūšys iš kefyro grybelių buvo išskirtos pirmą kartą [30]. Apibendrinti literatūros duomenys apie išskirtas iš kefyro ir identifikuotas mielių rūšis pateikiami 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Iš kefyro išskirtos mielių rūšys

Mielių rūšys	Literatūros šaltinis
<i>K. marxianus</i> var. <i>bulgaricus</i>	[29]
<i>K. marxianus</i> var. <i>marxianus</i>	[9, 13, 18, 23, 27–29]
<i>K. marxianus</i> var. <i>lactis</i>	[23, 28]
<i>S. cerevisiae</i>	[3, 9, 12, 13, 15, 27, 29]
<i>S. exiguus</i>	[27]
<i>S. unisporus</i>	[9, 11, 23, 27, 28]
<i>T. delbrueckii</i>	[8, 9, 11, 12, 13, 29]
<i>C. holmii</i>	[27]
<i>C. kefyra</i>	[7, 8, 9, 27, 28, 29]
<i>C. lipolytica</i>	[9, 23]
<i>C. valida</i>	[28]
<i>C. lambica</i>	[30]
<i>C. krusei</i>	[30]
<i>P. fermentans</i>	[2, 23]
<i>Y. lipolytica</i>	[23]

Pasauliniame raugintų pieno produktų standarte<sup>1)</sup> kefyrai nurodomos tokios kefyro grybelių kultūros: *Lactobacillus kefyri*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ir *Acetobacter* genčių kultūros, kurios auga specifinėmis sąlygomis. Kefyro grybeliuose yra tiek laktozę fermentuojančių mielių (*K. marxianus*), tiek laktozės nefermentuojančių mielių (*S. unisporus*, *S. cerevisiae*, *S. exiguus*) mielių. Šio dokumento pagrindu parengti reikalavimai<sup>2)</sup>, kuriuos turi atitikti į Lietuvos rinką teikiami produktai.

Kitas svarbus dietinis pieno produktas, kurio gamyboje dalyvauja mielės, yra kumysas [6, 20]. Tradicinis kumysas gaminamas iš kumelių pieno, bet pastaruojų metu paplitęs ir iš karvės pieno pagamintas kumysas. Klinikiniais bandymais įrodyta, kad jis taip pat pasižymi gydomosiomis savybėmis [3, 20]. Šis produktas labai naudingas sergantiems tuberkulioze. Veikiant mielėms kumyse pasigamina daug aminorūgščių, o ypač – nepakeičiamų [20]. Tarptautinis standartas<sup>1)</sup> kaip privalomas kumyso raugo kultūras reglamentuoja

*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* pieno rūgšties bakterijų ir *K. marxianus* mielių kultūras.

Raugintų pieno produktų potenciali nauda skatina intensyvuoti tyrimus, ieškant naujų, turinčių pageidaujama savybių raugo kultūrų, įskaitant ir mieles. Iki šiol mielių, kaip probiotinės kultūros, vartojimas yra ribotas. Tačiau mielės produkuoja metabolitus, t. y. trumpos grandinės riebalų rūgštis ir kt. specifinius junginius, kurie pasižymi antagonizmu prieš nepageidaujamus žarnyno mikroorganizmus. Nustatyta, kad *S. cerevisiae* mielės gali išgyventi virškinamajame trakte. Pastaroji jų savybė rodo galimybę panaudoti mieles kaip probiotikus [2]. Siekiant įvertinti pieno produktuose randamų mielių probiotinį veiksmingumą, tirtos aštuonių rūšių mielės (*Candida humilis*, *Debaryomyces hansenii*, *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces lodderae*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae* ir *Yarrowia lipolytica*) [31]. Šios mielių rūšys buvo išskirtos iš kefyro ir mėlynųjų pelėsinųjų sūrių. Buvo tiriamos jų įsitvirtinimo žmogaus organizme galimybės. Tarp jų didžiausia adhezija pasižymėjo *K. lactis*, toliau sekė *K. marxianus* ir *D. hansenii*, kitų keturių mielių rūšių adhezija buvo menka. Visos tirtos mielės, išskyrus *K. marxianus* ir *C. humilis*, buvo atsparios rūgščiai aplinkai. Inkubuojant mieles 27 °C temperatūroje tulžies rūgštis jų neinhibavo, bet 37 °C temperatūroje buvo inhibuojama *C. humilis*. Autorių nuomone tikslinga tęsti tyrimus *K. lactis* vartojimo kaip probiotiko kryptimi [31].

Mielės taip pat produkuoja aromatinius junginius. Nustatyta, kad mielių rūšys *C. sphaerica*, *K. marxianus* var. *marxianus*, *S. cerevisiae* produkuoja aukštesnius alkoholius (amilo alkoholių, izobutanolių), acetaldehidą, etilo acetatą. Šios mielių rūšys produkuoja didelį kiekį etanolio, bet skirtingus aromatinių junginių, iš jų daugiausiai – acetaldehido ir etilo acetato, kiekius. Mielės *C. sphaerica* lyginant su kitomis rūšimis daugiausiai produkuoja etilo acetatą ir izobutanolį, o *S. cerevisiae* ir *K. marxianus* var. *marxianus* – daugiausiai produkuoja acetaldehidą. Mielių rūšių *S. cerevisiae*, *C. sphaerica*, *K. marxianus* var. *marxianus* produkuojami aromatinių junginių kiekiai piene, fermentuojant jį 3 dienas 30 °C temperatūroje [32], pateikti 2 lentelėje. Ši mielių savybė naudinga tiek raugintų pieno produktų, tiek sūrių gamyboje.

#### Sūriai

Daugeliui sūrių būdinga specifinė paviršiaus mikroflora, kurią daugiausia sudaro pelėsiniai grybai, mielės ir korinebakterijos (*Corynebacterium*). Mielės dažnai aptinkamos sūriuose, kadangi jos toleruoja mažą pH ir drėgmę, didelę druskos koncentraciją ir žemą aplinkos

<sup>2)</sup> „Raugintų pieno produktų kokybės reikalavimai“, patvirtinti Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2005 m. liepos 8 d. įsakymu Nr. 3D-335.

temperatūrą [33]. Nors nėra plačiai pripažinta, kad mielės gali būti svarbus sūrių mikrofloros komponentas, bet yra žinoma, kad mielės tiesiogiai ar netiesiogiai dalyvauja formuojantis sūrio aromatu, skoniui ir tekstūrai [34, 35]. Mielių rūšinės sudėties tyrimai atskleidė esant didelę jų įvairovę. Dažniausiai buvo randamos *K. lactis*, *K. marxianus*,

*S. cerevisiae*, *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *Trichosporon cutaneum*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Torulasporea delbrueckii* [34, 36–44]. Daugelio užsienio tyrėjų išskirtos iš čederio, gouda, danablu, rokforo, tilzito, bry, kamambero ir kt. sūrių ir identifikuotos mielių rūšys pateiktos 3 lentelėje.

**2 lentelė.** Mielių produkuojamų aromatinių junginių kiekiai (procentais nuo svorio)

Aromatiniai junginiai	<i>C. sphaerica</i>			<i>S. cerevisiae</i>			<i>K. marxianus</i> var. <i>marxianus</i>		
	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
Acetaldehidai	0,25	0,19	0,17	4,00	1,67	1,57	1,73	0,83	0,25
Izopropanolis	0,03	0,99	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
n-propanolis	0,23	0,00	0,35	0,09	0,00	0,07	0,29	0,16	0,17
Izobutanolis	0,33	0,13	0,15	0,12	0,08	0,06	0,37	0,35	0,30
n-butanolis	0,00	6,17	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Etilo acetatas	14,89	9,31	5,40	0,11	0,51	0,36	9,27	10,10	3,72
Etanolis	84,27	83,20	83,01	95,68	97,68	97,94	88,34	88,56	95,55

**3 lentelė.** Iš fermentinių sūrių išskirtos mielių rūšys

Mielių rūšys	Literatūros šaltinis
<i>K. marxianus</i> var. <i>marxianus</i>	[33, 34, 36, 37, 41, 42, 44–54]
<i>K. marxianus</i> var. <i>lactis</i>	[55, 36, 37, 33, 39, 41, 34, 48, 42, 43]
<i>K. marxianus</i> var. <i>bulgaricus</i>	[33, 34, 37]
<i>D. hansenii</i>	[33, 34, 36, 37, 39, 41–46, 48–56]
<i>G. candidum</i>	[34, 36, 41, 42, 44–46, 48, 53, 54, 57]
<i>S. cerevisiae</i>	[33, 34, 36, 37, 39, 43, 44, 46–49, 51]
<i>S. exiguus</i>	[39]
<i>C. catenulata</i>	[36, 47, 45, 49, 51, 58,]
<i>C. famata</i>	[55, 36, 33, 42, 58]
<i>C. kefyri</i>	[33, 34, 36]
<i>C. krusei</i>	[36]
<i>C. lipolytica</i>	[33, 36, 41, 49]
<i>C. rugosa</i>	[36, 50]
<i>C. sake</i>	[36, 53]
<i>C. sphaerica</i>	[36, 43, 55]
<i>C. utilis</i>	[37, 59]
<i>C. versatilis</i>	[37, 46, 48, 50]
<i>C. zeylanoides</i>	[60]
<i>C. lusitaniae</i>	[36, 39, 54]
<i>Cr. albidus</i>	[49, 51, 52]
<i>P. anomala</i>	[36, 37]
<i>P. fermentans</i>	[33, 36, 37]
<i>P. jadinii</i>	[54]
<i>P. kluyveri</i>	[37]
<i>P. membranaefaciens</i>	[33, 36, 37, 44]
<i>S. unisporus</i>	[36]
<i>Rh. glutinis</i>	[51, 52]
<i>Rh. minuta</i>	[45, 47, 52]
<i>Rh. rubra</i>	[39, 40, 54]
<i>Zygos. rouxii</i>	[34, 37, 54]
<i>T. delbrueckii</i>	[36, 45, 47, 51–53]
<i>Tr. cutaneum</i>	[39, 54]
<i>Y. lipolytica</i>	33, 36, 37, 42, 45, 47, 48, 51–54, 56]

Tirta mielių svarba gleiviniams sūriams (Limburger, Taleggio, Brick, Münster, Saint-Paulin) ir iš paviršiaus nokstantiems pelėsiniams sūriams (Camembert, Brie), jų įtaka pieno rūgšties bakterijoms, pelėsiniams grybams [45, 54, 61]. Tyrimai parodė, kad esančios gleivinių sūrių paviršiuje mielės lemia sūrio paviršiaus rūgštingumo kitimą [54, 61]. Austrijoje gaminant gleivinius sūrius į gleivių vandenį buvo įterptas mielių *D. hansenii* priedas. Sūrių paviršiaus rūgštingumas mažėjo, ir tai neturėjo neigiamos įtakos juslinėms sūrio savybėms [45]. Teigiamas mielių poveikis Domiati sūrio nokimo procesui ir skoninėms savybėms buvo gautas pridėnant įvairų kiekį mielių ekstrakto. Bandomasis sūris, į kurį buvo pridėta 1 % mielių ekstrakto, buvo tokio pat skonio, kaip 3 mėnesius nokintas kontrolinis sūris [62].

Mielių rūšinė sudėtis sūriuose priklauso nuo daugelio veiksnių: technologijos procesų ypatumų, įmonės ekologinės būklės, sūrio rūšies. Iš paviršiaus nokstantiems pelėsiniams sūriams būdingos *D. hansenii* ir *G. candidum*, o taip pat *K. marxianus*, *Y. lipolytica*. Gleiviniams sūriams būdinga *D. hansenii*, o taip pat *Y. lipolytica* ir *G. candidum*. Sūriuose su mėlynuoju pelėsiu daugiausia dominuoja *D. hansenii* ir *K. marxianus*, varškės sūriuose – *D. hansenii*, *K. marxianus*, *G. candidum* ir *C. zeylanoides* [47, 55, 58, 60]. Minkštų sūrių viduje gali būti tos pačios mielės kaip ir jų paviršiuje, tik jų populiacija nuo 100 iki 10 000 kartų mažesnė [34, 46, 47, 54, 63]. Sūriuose prieš sūdymą daugiausia randamos laktozę fermentuojančios mielės, tarp jų dominuoja *K. lactis*, *K. marxianus* ir *T. delbrueckii*. Manoma, kad mielės gali turėti įtakos mėlynųjų pelėsinų sūrių tekstūrai [33, 42]. Panaudodamos pieno rūgščių mielės sudaro šarminius metabolitus, kurie didina pH vertę ir sudaro sąlygas augti mažiau rūgščiai terpe mėgstantiems mikroorganizmams – mikrokokams ir korynebakterijoms (*Corynebacterium*) [45]. Pažymėtinas pozityvus mielių vaidmuo kamambero sūrio nokinimo procese, ypač aromato susidarymui. Panašus mielių vaidmuo sūriuose su mėlynuoju pelėsiu. Skirtumas tas, kad pastaruosiuose daugiau mielių buvo sūrių masėje. Šių dviejų sūrių tipų mielių flora gana panaši, šiek tiek skiriasi vidinė ir paviršinė flora. Svarbiausias mielių vaidmuo sūrių nokinimo procese yra pieno rūgšties metabolizavimas ir pH vertės didinimas, tai pagerina rūgščiai terpei jautrių mikroorganizmų, tokių kaip *Brevibacterium linens* augimą, padidina pieno rūgšties bakterijų išlikimą, tuo būdu prisideda prie proteolizės proceso, o tuo pačiu ir sūrių nokimo proceso, intensyvėjimo [46, 33, 64]. Nokinimo periodo pradžioje sūrių paviršiuje labai sparčiai didėja mielių skaičius, kuris per 10 dienų pasiekia maksimumą [38]. Jų skaičius gali siekti  $10^6$ –

$10^9$  KSV/g [48, 49] arba  $10^7$ – $10^8$  KSV/g [45, 54]. Vėliau mielių populiacija labai iš lėto mažėja iki  $10^7$  KSV/g [48]. Kaip jau buvo minėta anksčiau, laktozę fermentuojančios mielės, pvz., *K. marxianus* turi įtakos mėlynųjų pelėsinų sūrių konsistencijai. Mielėms fermentuojant laktozę susidaro anglies dioksidas, o taip pat aromatiniai junginiai: etanolis ir acetaldehidas [46, 48]. Tačiau, jei mielių skaičius viršija optimalią ribą, sūrio struktūra gali tapti per mažai rišli, atsirasti mielių skonis. Panaudodamos laktozę, mielės iš dalies riboja pieno rūgšties bakterijų veiklą, o tuo pačiu rūgštingumo didėjimą, tai irgi veikia sūrio tekstūrą [34].

Mielėms taip pat būdingas lipolitinis aktyvumas, labiausiai tuo pasižymi *Y. lipolytica* [37]. Ši mielių rūšis gali būti naudojama nokinimo procesui aktyvinti [46, 48]. Daugeliui iš sūrių izoliuotų mielių rūšių būdingas esterazinis aktyvumas [64]. *K. lactis*, *K. marxianus* var. *marxianus*, *C. pseudotropicalis* ir *D. hansenii* pasižymi proteolitinio aktyvumu [65–67]. *Y. lipolytica*, *G. candidum* ir *C. catenulata* pasižymi stipriu proteolitinio ir peptidaziniu aktyvumu [49, 58, 68, 69]. *Trichosporon* ir *Debaryomyces* genčių mielėse buvo aptiktos specifinės kazeinui intraląstelinės proteinazės. Sūrių nokinimo procese svarbus vaidmuo priklauso egzopeptidazėms. Beveik visose mielių rūšyse yra aminopeptidazių, kurių optimalus pH 7,5–8,0. Karboksipeptidazėms optimalus pH 4,0. Dauguma šių fermentų yra viduląsteliniai [34, 37, 38, 48]. Tokių fermentų vaidmuo nokinimo procese padidėja, jeigu jie išlaisvinami suirus ląstelėms [49, 70, 71]. Mielių vaidmuo sūrių nokinimo procese taip pat gali būti reikšmingas dėl karčių peptidų skaidymo [48]. Tokioms mielėms galima priskirti *G. candidum* [38, 46, 68]. Sinerginis efektas su pieno rūgšties bakterijomis taip pat būdingas *D. hansenii* [70, 72]. Panaudojant propiono bakterijas ir *Geotrichum candidum* mieles buvo siekta padidinti konjuguotos linolo rūgšties kiekį sūryje. Į sūrį buvo dėtas dygminių aliejus. Mielių lipazė išlaisvino linolo rūgštį, bet jos konversijos į konjuguotą formą neskaitino [73].

Iš surinktos informacijos matyti, kad mielės vaidina svarbų vaidmenį sūrių nokinimo procese. Tačiau dar nepakankamai žinoma apie mielių specifinį aktyvumą skaidant pieno baltymus ir riebalus. Norint atrinkti raugams tinkamas mielių padermes būtini tolesni tyrimai, leidžiantys nustatyti atitinkamų mielių padermių fiziologines ir biochemines charakteristikas [33, 36, 44, 48].

Viena iš labiausiai paplitusių pieno produktuose, ypač sūrių paviršiuje, mielių rūšių, yra *D. hansenii*. Rokforo sūrio paviršiuje atsiranda gleivių būtent dėl šios rūšies mielių veiklos. Šios rūšies mielės gerai toleruoja druską [74]. Nustatyta [75], kad esant

tokiam pat vandens aktyvumo lygiui, šios rūšies mielės geriau toleruoja druską nei gliukozę, o esant terpėje citratų [56, 74, 76] *D. hansenii* gerai auga netgi sūresnėje aplinkoje. *D. hansenii* mielių optimali augimo temperatūra yra 25–30 °C, bet jų augimas įmanomas ir 5–37 °C temperatūros intervale [33, 77]. Charakteringa, kad šios mielės produkuoja kazeiną hidrolizinančias viduląstelines ir ekstraląstelines proteinazes, o taip pat leucinaminopeptidazes ir karboksipeptidazes [37, 38]. Nustatyta [78], kad, kultivuojant *D. hansenii* mieles nugriebtame piene kartu su pieno rūgšties bakterijomis, bendras proteolitinis jų aktyvumas buvo didesnis nei atskirai kultivuotų mielių. Pažymėtina, kad jeigu sūryje esama šios rūšies mielių, tai pieno rūgšties bakterijos išgyvena ilgiau. Šios mielės, panaudodamos pieno rūgštį, ypač (L+)-izomerą, o taip pat acto rūgštį, mažina sūrio paviršiaus rūgštingumą. Rūgšties utilizacija gali vykti tiek aerobinėmis, tiek anaerobinėmis sąlygomis, tačiau esant pastarosioms – procesas sulėtėja. Rūgščių koncentracijos sumažėjimas gali stabdyti pašalinių mikroorganizmų *Clostridium tyrobutyricum* augimą [79]. Šioms mielėms taip pat būdingas ir lipolitinis aktyvumas. Nustatyta [72], kad jeigu sūryje yra *D. hansenii*, tai intensyvėja jo proteolizė, padidėja laisvųjų riebalų rūgščių kiekis, pagreitėja visas nokimo procesas. Panaudojant šviežio sūrio suspensiją buvo nustatytas *D. hansenii* mielių proteolitinis aktyvumas [80, 81]. Pastebėta, kad joms veikiant atsiranda sūriui būdingas aromatas. Kiti autoriai patvirtina [50, 54], kad *D. hansenii* yra labai heterogeniškos mielės, kurių vaidmuo pieno produktuose gali būti labai įvairus.

*Y. lipolytica* mielėmis labiau susidomėta dėl neįprastų jų fiziologinių charakteristikų [76]. Šios rūšies mielių padermės dažniau buvo izoliuojamos iš tų substratų, kuriuose buvo baltymų ir riebalų, nei iš tų, kuriuose buvo cukraus. *Y. lipolytica* mielės buvo aptinkamos ne tik sūryje, bet ir jogurte, mėsos ar krevečių salotose ir kt. [82]. Tai griežtai aerobinių mielių rūšis, gerai panaudojanti pieno ir citrinų rūgštis, bet nekeičianti aplinkos pH ir netoleruojanti acto rūgšties. Nustatyta [56, 69, 75], kad 1 % pieno rūgšties koncentracija nestabdo mielių *Y. lipolytica* augimo, o 1 % acto rūgšties koncentracija šiai mielių rūšiai yra žudanti. Jos metabolizmo metu gali išsiskirti formaldehido rūgštis. Optimali šių mielių augimo temperatūra yra 25–30 °C intervale, bet pasitaiko ir jų augimo atvejų 5–10 °C temperatūroje, o 33–37 °C temperatūra yra maksimali [49]. Dėl stipraus proteolitinio aktyvumo šią mielių rūšį galima būtų panaudoti siekiant gauti stiprų sūrio skonį [83]. Panaudojant šias mieles modelinėse sūrio sistemose, buvo gautas stiprus sūriui būdingas aromatas [80, 81]. Vaisių aromato nebuvo.

*P. jadinii* mielės žinomos kaip mielės, pasižyminčios stipriu fermentaciniu poveikiu [84]. Fermentacijos metu susidaro glicerolis, piruvatas ir D-laktatas. Šios mielės neasimiluoja laktozės. Skirtingai nuo anksčiau apibūdintų mielių rūšių *P. jadinii* mielės gali augti ir 44 °C temperatūroje [75]. Šios rūšies mielės gali būti dedamos į mezofilinius raugus siekiant sustiprinti sūrio skonį ir pagerinti jo konsistenciją.

*G. candidum* dažnai minimos kaip sūrio florai būdingos mielės. Optimali šių mielių augimo temperatūra 25–30 °C, optimalus augimo pH 5,0–5,5. Kultūra sudaro micelį, pasižymi stipriu proteolitiniu aktyvumu ir šarminančiu poveikiu [34, 85]. Šios mielės yra jautrios druskai, ir esant terpėje 1 % druskos koncentracijai *G. candidum* mielės nebeauga [57]. Esant optimaliam terpės pH šios rūšies mielės gali išskirti ekstraląstelines lipazes, proteinazes ir dvi peptidazes [48, 68]. Nustatyta [86, 87], kad veikiant *G. candidum* mielių išskiriamoms aminopeptidazėms mažėjo sūrio kartumas. Buvo skaidomi kartūs peptidai, o taip pat stabdomas *Penicillium* genties grybų augimas. Šios mielės taip pat gali deamininti glutamino, aspartamo, triptofano, leucino, metionino ir fenilalanino aminorūgštis [88]. *G. candidum* mielėms katabolizuojant aminorūgštis gali susidaryti alkoholiai ir lakūs sieros junginiai: dimetilsulfidas, metanotiolas ir įvairūs S-metiltioesteriai, kurie svarbūs formuojantis sūrio skoniui ir kvapui [89]. Tiriant modelines sūrio sistemas nustatyta [80, 81], kad veikiant *G. candidum* formuojasi būdingas sūriui kvapas, o taip pat sieros junginių ir alkoholio kvapai. Apžvalginio straipsnio [90] autoriai daro išvadą, kad *Geotrichum candidum* mielės pasižymi metabolinėmis savybėmis, kurios svarbios pieno pramonėje. Ši mielių rūšis gali suvaidinti teigiamą vaidmenį daugelio minkštų ir puskiečių sūrių nokinimo procesui bei skonio ir kvapo formavimuisi. Jos gali skatinti tiek pageidaujamos, tiek nepageidaujamos mikrofloros augimą. Siekiant reguliuoti šį procesą, būtina gerai iširti šios rūšies mielių atskirų štamų veikimo mechanizmą. Teigiamą poveikį sūrių skoniui taip pat turėjo ir *Y. lipolytica*, kuri taip pat stabdo ir biogeninių aminių susidarymą [91].

Apibendrinant pateiktą informaciją galime teigti, kad nors mielės dažnai priskiriamos prie negatyvių mikroorganizmų, bet specifinių raugintų pieno produktų gamyboje labai svarbus jų pozityvus vaidmuo. Jos būtinos normaliam fermentacijos procesui, kurio rezultatas – specifinis produktų skonis ir savybės. Mielės naudojamos kaip kefyro ir panašių raugintų pieno produktų (kumyso, labano) raugo kultūra. Tai daugiausia Europos ir Azijos šalių nacionaliniai produktai, kurių raugo sudėtyje yra

svarbūs ir kiti mikroorganizmai. Dauguma šių produktų gaminami tradiciniais metodais, ir labai sunku standartizuoti jų mikrofloros sudėtį. Sūrių gamyboje mielės gali būti naudojamos nokinimo procesui intensyvinti, skoniu ir aromatu pagerinti.

### Išvados

1. Kefyras ir kumysas – tipiški mišrios mikrofloros rauginti pieno produktai, kurių gamyboje naudojamos mielės. Į kefyro raugo sudėtį įeina privalomosios mielių kultūros *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces exiguus*, o privalomoji kumyso mielių kultūra – *Kluyveromyces marxianus*. Kefyro skonio formavimesi pagrindinis vaidmuo tenka mielėms. Mielėms fermentuojant laktozę, jos produkuoja aromatinius junginius: acetaldehidą, etilo acetatą, izopropanolį, izobutanolį.
2. Svarbiausias mielių vaidmuo sūrių nokinimo procese yra pieno rūgšties metabolizavimas ir pH vertės didinimas, kas padidina proteolizės proceso intensyvumą ir pagreitina sūrių nokinimo procesą. *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *Pichia jadinii*, *Goetrichum candidum* – potencialios mielių rūšys, kurios gali būti naudojamos kaip raugo kultūros sūrių gamyboje, siekiant pagerinti sūrio skonį, aromatą ir konsistenciją.
3. Mielės produkuoja metabolitus, kurie pasižymi antagonizmu prieš nepageidaujamus žarnyno mikroorganizmus, todėl manoma, kad egzistuoja galimybė naudoti jas kaip probiotikus. Reikalingi tolimesni tyrimai, leidžiantys parinkti tinkamas mielių rūšis.

### Literatūra

1. **Beuchat L. R.** Food and Beverage Mycology. Second edition. New York, 1987. Van Nostran Reinhold.
2. **Jakobsen M., Narvhus J.** Yeasts and their possible beneficial and negative effects on the quality of dairy products // International Dairy Journal. 1996. Vol. 6. P. 755–768.
3. **Королева Н. С.** Специальные продукты (кефир, кумыс и др.) // Материалы XXI Международного молочного конгресса. 1985. Т. 2. С. 121–127.
4. **Koroleva N. S.** Starters for fermented milks. Section 4: Kefir and kumys starters // Bulletin of International Dairy Federation. 1991. No. 227. P. 35–40.
5. **Bottazzi V., Zacconi C., Sarra P. G., Dallavalle P., Parisi M. G.** Kefir. Microbiology, chemistry and technology // Industrie Latte. 1994. Vol. 30. P. 41–62.
6. **Merilainen V. T.** Microorganisms in fermented milks: Other microorganisms // Bulletin of International Dairy Federation. 1984. No. 179. P. 89–93.

7. **Zourary A., Anifantakis E. M.** Le kefir. Caractères physico-chimiques, microbiologiques et nutritionnels. Technologie de production. Une revue // Lait. 1988. Vol. 68. P. 373–392.
8. **La Rivière J. W. M.** Ecology of yeasts in the kefir grain // Supplement of Yeast Symposium. Antonie van Leeuwenhoek. Amsterdam, 1969. P. D15–D16.
9. **Drathen M.** Assessment of the microbiological, nutritional and sensory quality of kefir. Thesis. Justus-Liebig-Universität Gissen. 1987, German Federal Republic.
10. **Embacher C.** Die Problematik des industriell hergestellten Kefirs // Deutsche Molkereizeitung. 1980. Vol. 101. P. 1696–1701.
11. **Pintado M. E., Da Silva J. A. L., Fernandez Del Pozo B., Malcata F. X., Hogg T. A.** Microbiological and rheological studies on Portuguese kefir grains // International Journal of Food Science and Technology. 1996. Vol. 31. P. 15–26.
12. **Rosi J.** The kefir grain beverage microorganisms: The yeasts *Saccharomyces delbrueckii* and *Saccharomyces cerevisiae* // Science Tecnology Lattiera Casearia. 1978. Vol. 29. P. 59–67.
13. **Neve H.** Analysis of kefir grain starter cultures by scanning electron microscopy // Milchwissenschaft. 1992. Vol. 47, No. 5. P. 275–278.
14. **Duitschaever C. L., Kemp N., Smith A. K.** Microscopic studies of the microflora of kefir grains and of kefir made by different methods // Milchwissenschaft. 1988. Vol. 43, No. 8. P. 479–481.
15. **Duitschaever C. L., Kemp N., Emmons D.** Pure culture formulation and procedure for the production of kefir // Milchwissenschaft. 1987. Vol. 42, No. 2. P. 80–82.
16. **Duitschaever C. L., Kemp N., Emmons D.** Comparative evaluation of five procedures for making kefir // Milchwissenschaft. 1988. Vol. 43, No. 6. P. 34–345.
17. **Garbers I. M., Britz T. J., Witthuhn R. C.** PCR based denaturing gradient gel electrophoretic typification and identification of the microbial consortium present in Kefir grains // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2004. Vol. 20, No. 7. P. 687–693.
18. **Clementi F., Gobbetti M., Rossi J.** Carbon dioxide synthesis by immobilized yeast cells in kefir production // Milchwissenschaft. 1989. Vol. 44, No. 2. P. 70–74.
19. **Glaeser H., Hangst E.** Mikrobiologisch-hygienische Aspekte der Herstellung von Sauermilch im Haushalt. Ernährungs-Umschau, 1985. Vol. 32. P. 399–402.
20. **Seiler H.** A review: Yeasts in kefir and kumiss // Milchwissenschaft. 2003. Vol. 58, No. 2/3. P. 392–396.
21. **Engel G., Einhoff K., Prokopek D., Teuber M.** Beziehungen zwischen Hefenart, Hefenzahl und hefenbedingten sensorischen Fehlern in Magerquark nach Zugabe definierter Hefenarten // Milchwissenschaft. 1987. Vol. 42, No. 7. P. 428–430.
22. **Mann E. J., Bottazzi V., Zacconi C., Sarra P. G., Dallavalle P., Parisi M. G.** Kefir and Koumiss.

- Microbiology, chemistry and technology // Dairy Industry International. 1994. Vol. 61. P. 9–10.
23. **Rohm H., Lehner M.** Characteristics properties of Austrian kefir // *Ernährung*. 1990. Vol. 27. P. 571–574.
  24. **Glaeser H., Beiter M.** Enzymatische Bestimmung des Aethanolgehaltes in handels-üblichem und selbst hergestelltem Kefir // *Deutsche Milchwirtschaft*. 1979. Vol. 50. P. 1865–1868.
  25. **Glaeser H., Hangst E., Ziegler K.** Biochemische Charakterisierung der in Molkereikefir und Kefirkulturen vorkommende Hefen // *Deutsche Molkereizeitung*. 1986. Vol. 107. P. 483–490.
  26. **Weis W., Burghbacher G.** 100 Jahre Kefir in Deutschland-Nach wie vor ein aktuelles Thema. Untersuchung von „Kefir“ aus Molkereien und Handel sowie dessen Problematik // *Deutsche Milchwirtschaft*. 1986. Vol. 37. P. 81–90.
  27. **Engel G., Krusch U., Teuber M.** Mikrobiologische Zusammensetzung von Kefir. I. Hefen // *Milchwissenschaft*. 1986. Vol. 41, No. 7. P. 418–421.
  28. **Puhan Z., Vogt O.** Hefehaltige Sauermilchprodukte-Technologie und Stoffwechsel // *Milchwirtschaft Berichte*. 1984. Vol. 78. P. 7–14.
  29. **Roginski H.** Fermented milks // *Australian Journal of Dairy Technology*. 1988. Vol. 43. P. 37–46.
  30. **Witthuhn R. C., Shoeman T., Britz T. J.** Characterization of microbial population at different stages of Kefir production and Kefir grain mass cultivation // *International Dairy Journal*. 2005. Vol. 15, No. 4. P. 383–389.
  31. **Kumura H., Tanoue Y., Tsukahara M., Tanaka T., Shimazaki K.** screening of dairy yeast strains for probiotic application // *Journal of Dairy Science*. 2004. Vol. 87, No. 12. P. 4050–4056.
  32. **Suzzi G. et. al.** A survey of yeasts isolated from water-buffalo Mozzarella cheese produced in Basilicata // *International Dairy Federation*. 1998. Special Issue. 9801. P. 44–49.
  33. **Fleet G. H.** Yeasts in dairy products a review // *Journal of Applied Bacteriology*. 1990. Vol. 68. P. 199–211.
  34. **Lenoir J.** The surface flora and its role in the ripening of cheese // *Bulletin of International Dairy Federation*. 1984. No. 171. P. 3–20.
  35. **Law B. A., Sharpe M. E.** The influence of the microflora of Cheddar cheese on flavour development // *Dairy Industries International*. 1977. Vol. 42. P. 10–14.
  36. **Callon C., Chataud J., Vanderbecken F., Larpent J. P.** Isolation and identification of yeasts from the internal microflora of various cheese types // *Microbiologie Aliments Nutrition*. 1994. Vol. 12. P. 23–29.
  37. **Choisy C., Gueguen M., Lenoir J., Schmidt J. L., Tournear C.** Microbiological aspects // *Cheesemaking. Science and Technology*. Chapter 11. Paris, 1987. P. 259–292.
  38. **Desmazeaud M. J.** The role of cultures of microorganisms in the flavour and texture of cultured milk products // *Proceedings of the XXIII International Dairy Congress*. Montreal, Canada, 1990. P. 1555–1557.
  39. **Kaminarides S. E., Anifantakis E. M.** Evolution of the microflora of Kopanisti cheese during ripening. Study of the yeast flora // *Lait*. 1989. Vol. 69. P. 537–546.
  40. **Kaminarides S. E., Anifantakis E. M., Balis C.** Changes of Kopanisti cheese during ripening using selected pure microbiological cultures // *Journal of Dairy Technology*. 1992. Vol. 45. P. 56–60.
  41. **Kammerlehner J.** Cheese with smear rind // *Deutsche Milchwirtschaft*. 1995. Vol. 46. P. 1084–1086.
  42. **Lopez Diaz T. M., Santos J. A., Prieto M., Garcia Lopez D. M., Otero A., Diaz T. M. L., Lopez M. L. G.** Mycroflora of traditional Spanish blue cheese // *Netherlands Milk and Dairy Journal*. 1995. Vol. 49. P. 191–199.
  43. **Nahabieh F., Schmidt J. L.** Contribution to the study of the yeast flora in several major types of goat cheese // *Lait*. 1990. Vol. 70. P. 325–343.
  44. **Rohm H.** Importance of yeasts and moulds in the dairy industry. Part II // *Deutsche Milchwirtschaft Hildesheim*. 1991. Vol. 42. P. 478–480.
  45. **Eliskases-Lechner F., Ginzinger W.** The yeast flora of surface ripened cheeses // *Milchwissenschaft*. 1995. Vol. 50, No. 8. P. 458–462.
  46. **Devoyod J. J.** Yeasts in cheese making // *Yeast Technology* (Ed. Spenser J. F. T. and Spenser D. M.). Berlin, 1990. P. 228–240.
  47. **Eliskases-Lechner F.** Yeasts in selected cheese varieties – occurrence, identity and biochemical characteristics // *Special Issue of International Dairy Federation*. 1998. No. 9801. P. 88–96.
  48. **Lenoir J., Lamberet G., Schmidt J. L., Tournear C.** Microbial activity dominates cheese ripening // *Revue Laitière Française*. 1985. No. 444. P. 54–62.
  49. **Roostita R., Fleet G. H.** The occurrence and growth of yeasts in Camembert and blue-veined cheeses // *International Journal of Food Microbiology*. 1996. Vol. 28. P. 393–404.
  50. **Seiler H., Busse M.** The yeasts of cheese brines // *International Journal of Food Microbiology*. 1990. Vol. 11. P. 289–303.
  51. **Welthagen J. J., Viljoen B. C.** Yeast profile in Gouda cheese during processing and ripening // *International Journal of Food Microbiology*. 1998. Vol. 41. P. 185–194.
  52. **Welthagen J. J., Viljoen B. C.** The isolation and identification of yeasts obtained during the manufacture and ripening of Cheddar cheese // *Food Microbiology*. 1999. Vol. 16. P. 63–73.
  53. **Westall S., Filtenborg O.** Yeast occurrence in Danish feta cheese // *Food Microbiology*. 1998. Vol. 15. P. 215–222.
  54. **Wyder M. T., Puhan Z.** Investigation of the yeast flora in smear ripened cheeses // *Milchwissenschaft*. 1999. Vol. 54, No. 6. P. 330–333.
  55. **Besancon X., Smet C., Chabaliar C., Rivemale M., Reverbel J. P., Ratomahenina R., Galzy P.** Study of surface yeast flora of Roquefort cheese // *International Journal of Food Microbiology*. 1992. Vol. 17. P. 9–18.



56. **Freitas A. C., Pintado A. E., Pintado M. E., Malcata F. X.** Organic acids produced by lactobacilli, enterococci and yeasts isolated from Picante cheese // *European Food Research and Technology*. 1999. No. 209. P. 434–438.
57. **Philip S. S.** ‘Special cultures’– significance and application in cheese factories // *Deutsche Molkerei Zeitung*. 1985. No. 106. P. 1706–1710
58. **Van Den Tempel T., Jakobsen M.** Yeasts associated with Danablu // *International Dairy Journal*. 1998. Vol. 8. P. 25–31.
59. **Aleksieva V., Duparinova M., Kostova N., Mladenova I.** Blowing of processed cheese due to *Candida utilis* // *Veterinarna Sbirka*. 1984. Vol. 82. P. 31–33.
60. **Prillinger H., Molnar O., Eliskases-Lechner F., Lopandic K.** Phenotypic and genotypic identification of yeasts from cheese. *Anton. Leeuwenhoek // International Journal of General and Molecular Microbiology*. 1999. Vol. 75. P. 267–283.
61. **Corsetti A., Rossi J., Gobetti M.** Interactions between yeasts and bacteria in the smear-ripened cheese // *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 69. 2001. P. 1–10.
62. **Abdel-Rafe S., Okasha A. I., Mehana M. Y.** Fresh ripened soft cheese // *Egyptian Journal of Food Science*. 2002. Vol. 30, No. 2. P. 331–338.
63. **Viljoen B. C.** The interaction between yeasts and bacteria in dairy environments // *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 69. 2001. P. 37–44.
64. **Lee J. T., Lim J. W.** Studies on the ripening of cheese made with lactic acid bacteria and yeasts. I. Changes of physico-chemical composition // *Korean Journal of Animal Science*. 1988. Vol. 30. P. 170–177.
65. **Pereiradias S., Potes M. E., Marinho A., Malfeitoferreira M., Loureiro V.** Characterisation of yeast flora isolated from an artisanal Portuguese ewes’ cheese // *International Journal of Food Microbiology*. 2000. Vol. 60. P. 55–63.
66. **El Soda M.** Acceleration of cheese ripening: Recent advances // *Journal of Food Protection*. 1986. Vol. 49. P. 395–399.
67. **Grieve P. A., Kitchen B. J., Dullely J. R., Bartley J.** Partial characterization of cheese ripening proteinases by the yeast *Kluiveromyces lactis* // *Journal Dairy Research*. 1983. Vol. 50. P. 469–480.
68. **Auberger B., Lenoir J., Bergere J. L.** Partial characterization of exopeptidases produced by a strain of *Geotrichum candidum* // *Science Aliments*. 1997. Vol. 17. P. 655–670.
69. **Roostita R., Fleet G. H.** Growth of yeasts in milk and associated changes to milk composition // *International Journal of Food Microbiology*. 1996. Vol. 31. P. 205–219.
70. **Fernandez Del Pozo B., Gaya P., Medina M., Rodriguez Marin M. A., Nunez M.** Changes in chemical and rheological characteristics of La Serena ewes’ milk cheese during ripening // *Journal of Dairy Research*. 1988. Vol. 55. P. 457–464.
71. **Zambonelli C., Rainieri S., Chiavari C., Montanari G., Benevelli M., Grazia L.** Autolysis of yeasts and bacteria in fermented foods // *Italian Journal of Food Science*. 2000. Vol. 12. P. 9–21.
72. **Deiana P., Fatichenti F., Farris G. A., Mocquot G., Lodi R., Todesco R., Cecchi L.** Metabolization of lactic and acetic acids in Pecorino Romano cheese made with a combined starter of lactic acid bacteria and yeast // *Lait*. 1984. Vol. 64. P. 380–394.
73. **Abdel-Rafe S., Okasha A. I., Mehana M. Y.** Fresh ripened soft cheese // *Egyptian Journal of Food Science*. 2002. Vol. 30, No. 2. P. 331–338.
74. **Roostita R., Fleet G. H.** Growth of yeasts isolated from cheeses on organics acids in the presence of sodium chloride // *Food Technology and Biotechnology*. 1999. Vol. 37. P. 73–79.
75. **Deak T., Beuchat L. R.** *Handbook of Food Spoiling Yeasts*. CRC Press, Boca Raton, 1996.
76. **Van Dentempel T., Jakobsen M.** The technological characteristics of *Debaryomyces hansenii* and *Yarrowia lipolytica* and their potential as starter cultures for production of Danablu // *International Dairy Journal*. 2000. Vol. 10. P. 263–270.
77. **Barnett J. A., Payne R. W., Yarrow D.** *Yeasts: Characteristics and Identification*. Second edition. Cambridge, 1990.
78. **Yamauchi K., Kang K. H., Kaminogawa S., Komagata K., Fatichenti F., Bergere J. L., Deiana P., Farris G. A.** Effects of yeasts isolated from cheese on the growth of lactic acid bacteria in skim milk // *Japanese Journal of Zootechnical Science*. 1975. Vol. 46. P. 73–80.
79. **Fatichenti F., Bergere J. L., Deiana P., Farris G. A.** Antagonistic activity of *Debaryomyces hansenii* towards *Clostridium tyrobutyricum* and *Clostridium butyricum* // *Journal of Dairy Research*. 1983. Vol. 50. P. 449–457.
80. **Martin N., Savonitto S., Molimard P., Berger C., Brousse M., Spinnler H. E.** Flavor generation in cheese curd by culturing with selected yeast, mould and bacteria // *Journal of Dairy Science*. 1999. Vol. 82. P. 1072–1080.
81. **Wyder M. T., Puhani Z.** Role of selected yeasts in cheese ripening: an evaluation in aseptic cheese curd slurries // *International Dairy Journal*. 1999. Vol. 9. P. 117–124.
82. *Nonconventional Yeasts in Biotechnology: A handbook*. Ed. Wolf K. Berlin, Springer-Verlag, 1996. 617 p.
83. **Boudreaux D. P.** Cheese-flavoured substance. European Patent. Application EP 0 137 536A1. 1985.
84. **Kaliterna J., Weutshuis R. A., Castrillo J. I., Van Dijken J. P., Pronk J. T.** Transient responses of *Candida utilis* to oxygen limitation: Regulation of the *Kluyver* effect for maltose // *Yeast*. 1995. Vol. 11. P. 317–325.
85. **Gueguen M.** Etudes sur les caractères culturaux et la morphologie de *Geotrichum candidum* linke // *Lait*. 1982. Vol. 62. P. 625–644.
86. **Molimard P., Lesshaeve I., Bouvier I., Vassal L., Schlich P., Issanchou S., Spinnler H. E.** Bitterness and nitrogen fractions of soft cheeses of the Camembert type: Role of the combination of

*Penicillium camembertii* and *Geotrichum candidum* // Lait. 1994. Vol. 74. P. 361–374.

87. **Vassal L., Gripon J. C.** Bitterness in Camembert cheese: Role of rennet and *Penicillium caseicolum* and methods of control // Lait. 1984. Vol. 64. P. 397–417.
88. **Greenberg R. S., Ledford R. A.** The deamination of glutamic and aspartic acids by *Geotrichum candidum* and its possible role in Limburger cheese ripening // Journal of Dairy Science. 1978. Vol. 61. P. 106.
89. **Jollivet N., Chataud J., Vayssier Y., Bensousson M., Belin J.-M.** Production of volatile compounds in model milk and cheese media by eight strains of *Geotrichum candidum* Link // Journal of Dairy Research. 1994. Vol. 61. P. 241–248.
90. **Boutrou R., Guéguen M.** Interests in *Geotrichum candidum* for cheese technology // International Journal of Food Microbiology. 2005. Vol. 102, No. 1. P. 1–20.
91. **Wyder M. T.** Identification of characterisation of the yeast flora in kefir and smear ripened cheese – contribution of selected yeasts to cheese ripening. Ph. D. Dissertation ETH No. 12842, Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, 1998.

Pateikta spaudai 2006-03

I. Mačionienė, M. Paserpskienė

#### **POSITIVE IMPACT OF YEASTS ON MILK PRODUCTS (REVIEW)**

##### **Summary**

The paper reviews a positive role of yeasts in the manufacture of milk products, and possibilities of using yeasts as starter cultures producing special fermented milks and cheese. The review mainly presents those yeast species, whose role is more positive. Date of literature analysis considering yeast occurrence in special fermented milks and soft cheeses are presented. The research is focused on the metabolic activity of yeasts, producing taste-forming compounds during fermentation of lactose and their overall influence on the quality of milk products.

Besides information about proteolytic and lipolytic activity of yeasts and the impact of the activities on aroma, taste and texture of cheese is presented. The biochemical and physiological properties of *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *Pichia jadinii* and *Geotrichum candidum* and their positive role in cheesemaking are discussed in more detail.

**Keywords:** yeasts, milk products, fermentation activity, identification.

И. Мачионене, М. Пасерпскене

#### **ПОЗИТИВНАЯ РОЛЬ ДРОЖЖЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ (ОБЗОР)**

##### **Резюме**

В обзоре представлена информация о положительной роли дрожжей в производстве молочных продуктов, о возможностях использования дрожжей в виде заквасочной культуры. Оговорены виды полезных дрожжей и их использование в производстве молочных продуктов. Приводятся данные анализа литературных источников, касающиеся распространения дрожжей в таких молочных продуктах, как специфические кисломолочные продукты и сыры, особенно мягкие. В статье представлен материал о метаболической активности дрожжей, их влиянии на качество молочных продуктов. Проведен обзор информации о летучих веществах, продуцируемых дрожжами при ферментации лактозы.

Представлена также информация об активности дрожжей в сырах, при этом обращено внимание на протеолитическую и липолитическую активность дрожжей, их положительное влияние на качество сыров – улучшение вкусовых свойств и консистенции. Более детально изучен материал о биохимических и протеолитических свойствах дрожжей *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *Pichia jadinii* и *Geotrichum candidum*.