

## **Štúdium niektorých parametrov fermentácie retentátov ultrafiltrovaného mlieka**

SOŇA JAMRICHOVÁ

**SÚHRN.** Práca bola zameraná na štúdium predpokladov aplikácie ultrafiltrácie v technológiach používajúcich mikrobiálne kultúry. Pri ultrafiltrácii pasterizovaného odtučneného mlieka sa získali 4 retentáty so sušinou 10,89 až 14,36 % hmot. U týchto retentátov sa uskutočnilo 27 modelových fermentácií s mliekarenskými kultúrami - jogurtovými, smotanovými a acidofilnými. Súčasne s retentátmi sa fermentovala i vzorka pasterizovaného odtučneného mlieka. Hodnotil sa priebeh fermentácie, tvorba kyseliny mliečnej a kyseliny glutámovej.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** ultrafiltrácia; retentát; proteolýza; kyselina glutámová

Ultrafiltrácia patrí medzi progresívne technológie, ktoré otvárajú cestu k netradičným inováciám pri spracovaní mlieka. Vlastnosti membrán umožňujú vysokú koncentráciu celkovej sušiny mlieka. Vlastnosti získaných retentátov sú dané mnohými faktormi, ktoré sa v procese ultrafiltrácie vyskytujú. Veľmi dôležitým faktorom, ktorého vplyv sa prejavuje zmenenými senzorickými vlastnosťami výrobkov vyrobených z ultrafiltrovaného mlieka, sú biochemické zmeny prebiehajúce v dôsledku pôsobenia mikrobiálnych metabolitov aplikovaných mliekarenských kultúr a proteolytických enzýmov syridlových preparátov na proteíny retentátu.

Aplikácia ultrafiltrácie prezentovaná v literatúre sa zameriava prevažne na čerstvé a mäkké syry. Pri výrobe tvrdých a polotvrdých syrov je aplikácia ultrafiltrácie problematickejšia. Ukazuje sa, že dobré výsledky je možné dosiahnuť pri výrobe polotvrdých syrov z retentátov s nižším stupňom koncentrácie. Ultrafiltrácia mlieka sa aplikuje i pri výrobe fermentovaných výrobkov, a to nápojov i jogurtov [1-3].

Zásadný rozdiel medzi výrobou syrov a fermentovaných výrobkov tradičným spôsobom a aplikáciou ultrafiltrácie spočíva v rozdielnom zložení

---

Ing. Soňa JAMRICHOVÁ, Výskumný ústav mliekarenský, a. s., Dlhá ul. 95, P. O. box C54, 010 01 Žilina.

retentátu ultrafiltrovaného mlieka oproti pôvodnému mlieku (vyšší obsah srvátkových proteínov a minerálnych látok, vyššia tlmiača kapacita v dôsledku zvýšeného obsahu proteínov). Vzhľadom na tlmiaču kapacitu retentátov bohatých na proteíny musí sa na potrebnú zmenu pH pri výrobe vytvoriť väčšie množstvo kyseliny mliečnej. Kyslomliečne baktérie musia byť preto schopné rozmnožovať sa v takomto prostredí vo vysokých počtoch [4]. Nedostatočné prekysávanie retentátov znamená riziko rozmnoženia nežiaducich mikroorganizmov.

## Materiál a metódy

### *Mlieko, mliekarenské kultúry*

Pri laboratórnych experimentálnych prácach sa používalo pasterizované odtučené mlieko z pasterizačnej stanice, ktoré vykazovalo nenarušené prekysávanie s jogurtovou kultúrou  $R_x$  a pasterizovaná smotana. Mliekarenské kultúry sa aplikovali v kvapalnej forme a pripravili sa fermentáciou sterilného mlieka s komerčnými preparátmi v lyofilizovanej forme, a to: smotanová kultúra FD a CHN 11, Chr. Hansen's, Dánsko; jogurtová kultúra B 3, Chr. Hansen's, Dánsko a JTA, Milcom, Česká republika; acidofilná kultúra - *Lactobacillus acidophilus* LA 5, Chr. Hansen's, Dánsko a LP, Milcom, Česká republika.

### *Ultrafiltračné zariadenie*

Ultrafiltrácia odtučeného pasterizovaného mlieka sa uskutočnila na pilotnom zariadení s touto charakteristikou:

Názov zariadenia:	PCI Membrane System Laboratory Unit
Výrobca:	PCI Membrane System Ltd., UK
Modul:	PCI B1
Počet použitých modulov:	1
Typ membrány:	PU 608
Konfigurácia membrány:	tubulárna
Materiál membrány:	polysulfón
Použitá plocha v membrány v module:	0,9 m <sup>2</sup>
Kapacita - ako prietok permeátu:	15–60 l.m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>
Čistenie:	CIP za nízkeho tlaku, chemické čistenie

### *Metóda na hodnotenie proteolýzy*

Na rýchle stanovenie produktov proteolýzy pôsobením biochemických procesov pri aplikácii mliekarenských kultúr sa použila spektrofotometrická metóda, ktorá je založená na reakcii uvoľnených aminoskupín s *o*-ftaldial-

dehydom a  $\beta$ -merkaptetoetanolom. V literatúre sa označuje ako OPA-metóda [5-7]. Pri tomto postupe sa merajú všetky produkty hydrolyzy, preto je metóda presnejšia ako postupy, ktoré sú závislé na vlastnostiach aromatických reziduí, je rýchlejšia a pohodlnejšia ako metódy, ktoré používajú ninhydrín, kyselinu 2,4,6-trinitrobenzénsulfónovú alebo fluoresceín. Odporúča sa na stanovenie proteolýzy v mlieku s mliekarenskými kultúrami, nakoľko sa používajú filtráty kyseliny trichlóroctovej. Výsledky sa udávajú ako množstvo kyseliny glutámovej v g na 1 kg skúmanej vzorky.

#### *Metódy skúšania*

V práci sa ďalej použili metódy technických noriem STN 57 0104-3 „Metódy skúšania mlieka a tekutých mliečnych výrobkov. Stanovenie sušiny“ [8], STN 57 0104-4 „Metódy skúšania mlieka a tekutých mliečnych výrobkov. Stanovenie tuku“ [9], STN 57 0530 „Metódy skúšania mlieka a tekutých mliečnych výrobkov“ [10].

#### *Experimentálne práce*

Modelové fermentácie sa uskutočnili v laboratórnych podmienkach. Na štúdium technologických faktorov pri fermentácii retentátov ultrafiltrovaného mlieka sa uskutočnil modelový pokus, v ktorom sa sledovali biochemické zmeny počas fermentácie retentátov s rôznymi kultúrami, smotanovou, jogurtovou a acidofilnou. So vzorkami retentátov sa fermentovala i kontrolná vzorka odtučeného pasterizovaného mlieka. Ultrafiltráciou odtučeného mlieka sa získali retentáty s obsahom mliečnych proteínov 4,60 g až 7,11 g/100 g označené ako R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> a R<sub>4</sub>. Ich základná charakteristika je uvedená v tabuľke 1. Modelový pokus sa členil na nasledovné časti:

1. štúdium vplyvu rôzneho zloženia retentátov na dynamiku tvorby kyseliny mliečnej pri ich fermentácii s jogurtovou kultúrou: fermentácia retentátov R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> s jogurtovými kultúrami pri teplote +42 °C,
2. štúdium tvorby kyseliny glutámovej pri fermentácii retentátu R<sub>1</sub> so smotanovými, jogurtovými a acidofilnými kultúrami za podmienok optimálnych pre danú kultúru,
3. modelovanie výroby jogurtu: fermentácia retentátu R<sub>1</sub> upraveného smotanou na obsah tuku 10; 30 a 60 g.l<sup>-1</sup> s jogurtovými kultúrami pri teplote +30 °C a +42 °C.

## Výsledky a diskusia

Výsledky experimentálnych prác sú uvedené v tabuľkách 1 až 7. V tabuľke 1 je uvedená základná charakteristika retentátov používaných na experimentálne práce a suroviny použité na ultrafiltráciu, t. j. odtučeného pasterizovaného mlieka. Namerané hodnoty potvrdili naše predchádzajúce práce v zhode s publikovanými výsledkami v literatúre [1-3,10,11]. So zvyšujúcim sa obsahom proteínov sa výrazne nezvyšuje obsah laktózy a popola. Koncentračný faktor 1,428 zodpovedá zvýšeniu obsahu proteínov o 1,388 % hmot., pričom sušina retentátu je 10,89 % hmot., obsah laktózy 5,357 % hmot. a popol 0,904 % hmot.

### *Štúdium vplyvu rôzneho zloženia retentátov na dynamiku tvorby kyseliny mliečnej pri ich fermentácii s jogurtovou kultúrou*

V tabuľke 2 je uvedená dynamika tvorby kyseliny mliečnej prezentovaná hodnotami aktívnej a titračnej kyslosti u retentátov R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> a kontrolnej vzorky pasterizovaného odtučeného mlieka fermentovaných s jogurtovými kultúrami pri teplote +42 °C. Porovnanie dosiahnutých hodnôt aktívnej a titračnej kyslosti skúmaných jogurtových kultúr B 3 a JTA je graficky znázornené na obr. 1 a 2. Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať nasledovné:

- priebeh fermentácie retentátov s rôznym obsahom mliečnych proteínov

TABUĽKA 1. Základná charakteristika a označenie retentátov používaných na experimentálne práce.

TABLE 1. Basic characterization and designation of retentates used at experimental work.

Parameter <sup>1</sup>		Mlieko <sup>2</sup>	Retentáty <sup>3</sup>			
			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
koncentračný faktor c <sub>r</sub> <sup>4</sup>		1 : 1	1 : 1,428	1 : 1,670	1 : 1,991	1 : 2,195
sušina <sup>5</sup>	[g/100 g]	8,99	10,89	12,52	13,25	14,36
proteíny <sup>6</sup>	[g/100 g]	3,24	4,63	5,41	6,45	7,12
popol <sup>7</sup>	[g/100 g]	0,770	0,904	0,992	1,115	1,181
laktóza <sup>8</sup>	[g/100 g]	4,98	5,36	6,11	5,68	6,06
vápnik <sup>9</sup>	[mg/100 g]	140,0	151,3	183,4	252,2	250,5
aktívna kyslosť - pH <sup>10</sup>		6,8	6,6	6,5	6,5	6,4
titračná kyslosť (podľa Soxhlet-Henkela) <sup>11</sup>		7,1	11,2	11,6	13,6	15,3

1 - parameter, 2 - milk, 3 - retentates, 4 - concentration ratio, 5 - dry matter, 6 - protein, 7 - ash, 8 - lactose, 9 - calcium, 10 - active acidity (pH), 11 - titrimetric acidity determined by Soxhlet-Henkel's method.

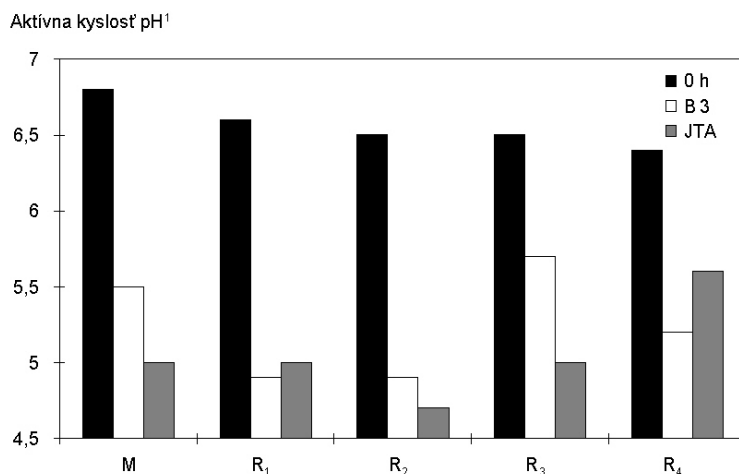
TABUĽKA 2. Vplyv zloženia retentátov na fermentáciu s jogurtovými kultúrami.  
TABLE 2. Influence of retentate composition on fermentation with yoghurt starters.

Vzorka <sup>1</sup>		Jogurtová kultúra <sup>2</sup> B 3				Jogurtová kultúra JTA			
		aktívna kyslosť pH <sup>3</sup>		titračná kyslosť (podľa Soxhlet-Henkela) <sup>4</sup>		aktívna kyslosť pH		titračná kyslosť (podľa Soxhlet-Henkela)	
		0 h	4 h	0 h	4 h	0 h	4 h	0 h	4 h
Mlieko <sup>5</sup>		6,8	5,5	7,1	17,4	6,8	5,0	7,1	28,4
Retentáty <sup>6</sup>	R <sub>1</sub>	6,6	4,9	11,2	42,0	6,6	5,0	11,2	42,0
	R <sub>2</sub>	6,5	4,9	11,6	35,6	6,5	4,7	11,6	47,5
	R <sub>3</sub>	6,5	5,7*	13,6	25,4	6,5	5,0	13,6	44,5
	R <sub>4</sub>	6,4	5,2*	15,3	33,1	6,4	5,6	15,3	27,1

Podmienky fermentácie: teplota +42 °C; doba fermentácie 4 h; \* - nezrazené; dávka kultúr 1,0 % obj.; zloženie retentátov R a mlieka je v tabuľke 1.

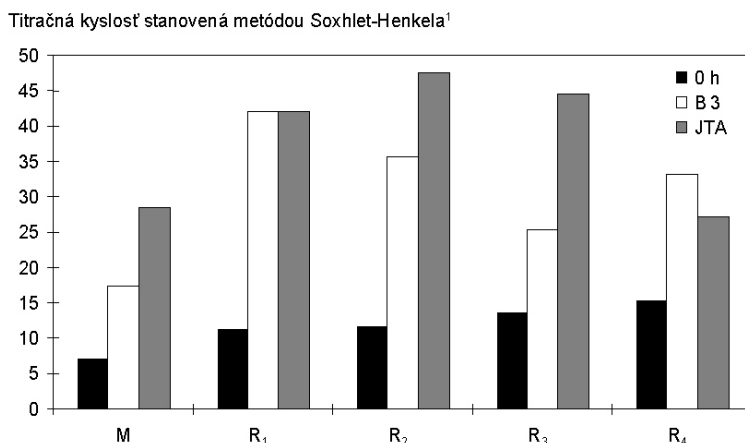
Fermentation conditions: temperature +42 °C; period 4 h; \* - uncondensed; dosage of starters 1,0 % vol.; composition of retentates and milk see in the Table 1.

1 - sample, 2 - yoghurt starter, 3 - active acidity (pH), 4 - titrimetric acidity determined by Soxhlet-Henkel's method, 5 - milk, 6 - retentates.



OBR. 1. Hodnoty aktívnej kyslosti dosiahnuté pri fermentácii retentátov ultrafiltrovaného mlieka R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> a mlieka M s jogurtovými kultúrami B 3 a JTA pri teplote +42 °C.

FIG. 1. Values of active acidity during fermentation of retentates of ultrafiltrated milk R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> and of milk M with yoghurt starters B 3 and JTA at temperature +42 °C.  
1 - active acidity (pH).



OBR. 2. Hodnoty titračnej kyslosti dosiahnuté pri fermentácii retentátov ultrafiltrovaného mlieka R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> a mlieka M s jogurtovými kultúrami B 3 a JTA pri teplote +42 °C.

FIG. 2. Values of titrimetric acidity during fermentation of retentates of ultrafiltrated milk R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> and of milk M with yoghurt starters B 3 and JTA at temperature +42 °C.

1 - titrimetric acidity determined by Soxhlet-Henkel's method.

s jogurtovou kultúrou B 3 a JTA sa nezhoduje s fermentáciou kontrolnej vzorky pasterizovaného odtučneného mlieka; u retentátov s kultúrou B 3 bola titračná kyslosť oproti kontrolnej vzorke výrazne vyššia, so zvyšujúcim sa obsahom proteínov v retentáte sa znižovala, u retentátov s jogurtovou kultúrou JTA sa táto tendencia prejavila len u retentátu s najvyšším obsahom proteínov (7,116 g/100 g retentátu),

- jogurtová kultúra B 3 vykazuje menšiu dynamiku tvorby kyseliny mliečnej ako jogurtová kultúra JTA, a to nielen u odtučneného mlieka, ale i u retentátov,
- vzorky retentátov R<sub>3</sub> a R<sub>4</sub> s kultúrou B 3 neboli zrazené, nevytvoril sa koagulát,
- charakter filmu jogurtových koagulátov bol u kultúry B 3 jemný, u kultúry JTA typickejší pre jogurtový koagulát a to stekajúci v pramienkoch, čo súvisí s kyslosťou koagulátov, ale i s charakteristickými vlastnosťami použitých kultúr,
- hodnoty OPA-metódy, vyjadrené ako kyselina glutámová v g.kg<sup>-1</sup> sa pohybovali u sledovaných jogurtových koagulátov od 4,15 do 23,18, pričom extrémne hodnoty 23,18 boli namerané u oboch jogurtových kultúr aplikovaných do retentátu s obsahom proteínov 7,11 % hmot., to je retentát s označením R<sub>4</sub>.

*Štúdium tvorby kyseliny glutámovej pri fermentácii retentátu R<sub>1</sub> so smotanovými kultúrami*

Fermentácia smotanových kultúr na pasterizovanom odtučnenom mlieku a na retentáte R<sub>1</sub> s obsahom proteínov 4,629 g/100 g je uvedená v tab. 3. U smotanovej kultúry FD neboli zistené podstatné rozdiely medzi kontrolnou vzorkou a retentátom. Aktívna kyslosť (pH) bola 4,5. Titračná kyslosť u retentátu bola o 3,4 vyššia. Ani obsah kyseliny glutámovej nevykazoval významný rozdiel. Smotanová kultúra CHN 11 vykazovala podobnú tendenciu, ale rozdiel v titračnej kyslosti bol výraznejší, a to 13,6. Zistené hodnoty kyseliny glutámovej boli u kultúry CHN 11 výrazne vyššie, a to nielen u retentátu, ale i u kontrolnej vzorky pasterizovaného odtučneného mlieka. Získané výsledky poukazujú na to, že kultúra CHN 11 má väčšie predpoklady na vznik proteolytických reziduí a tým i vznik nežiaducich senzorických vlastností.

TABUĽKA 3. Fermentácia retentátu R<sub>1</sub> a mlieka so smotanovou kultúrou FD a CHN 11.  
TABLE 3. Fermentation of retentate R<sub>1</sub> and of milk with butter starters FD and CHN 11.

Parameter <sup>1</sup>	Smotanová kultúra <sup>2</sup>			
	FD		CHN 11	
	mlieko <sup>3</sup>	retentát <sup>4</sup>	mlieko	retentát
Aktívna kyslosť - pH <sup>5</sup>	4,5	4,5	4,6	4,6
Titračná kyslosť (podľa Soxhlet-Henkela) <sup>6</sup>	42,8	46,2	41,1	54,7
Kyselina glutámová <sup>7</sup> [g.kg <sup>-1</sup> ]	7,86	8,69	17,40	16,89

Podmienky fermentácie: teplota +25 °C; doba fermentácie 11,5 h; dávka kultúry 1,0 % obj.; zloženie retentátu R<sub>1</sub> a mlieka je v tabuľke 1.

Fermentation conditions: temperature +25 °C; period 11,5 h; dosage of starters 1,0 % vol.; composition of retentate R<sub>1</sub> and milk see in the Table 1.

1 - parameter, 2 - butter starter, 3 - milk, 4 - retentate, 5 - active acidity (pH), 6 - titrimetric acidity determined by Soxhlet-Henkel's method, 7 - glutamic acid.

*Štúdium tvorby kyseliny glutámovej pri fermentácii retentátu R<sub>1</sub> s kultúrami *Lactobacillus acidophilus**

Fermentácia acidofilných kultúr na pasterizovanom odtučnenom mlieku a na retentáte R<sub>1</sub> s obsahom proteínov 4,629 g/100 g je uvedená v tab. 4. Hodnoty titračnej i aktívnej kyslosti poukazujú na to, že kultúra LA 5 má výrazne pomalšiu tvorbu kyseliny mliečnej ako kultúra s označením LP. Rozdiel u kontrolných vzoriek bol 42,4, u retentátov 28,0. Obsah kyseliny

glutámovej nevykazoval významnejšie rozdiely. Za zmienku stojí len rozdiel u kultúry LA5 medzi kontrolnou vzorkou a retentátom. Z technologického hľadiska sú pri štandardnej kvalite mlieka vhodnejšie kultúry s rýchlejším prekysávaním, i keď je potom potrebné riadiť a kontrolovať režim fermentácie tak, aby výrobok mal prijateľnú kyslomliečnu chuť.

TABUĽKA 4. Fermentácia retentátu R<sub>1</sub> a mlieka s kultúrami  
*Lactobacillus acidophilus* LA 5 a LP.  
TABLE 4. Fermentation of retentate R<sub>1</sub> and of milk with cultures  
*Lactobacillus acidophilus* LA 5 and LP.

Parameter <sup>1</sup>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			
	LA 5		LP	
	mlieko <sup>2</sup>	retentát <sup>3</sup>	mlieko	retentát
Aktívna kyslosť pH <sup>4</sup>	4,8	4,0	3,6	3,7
Titračná kyslosť (podľa Soxhlet-Henkela) <sup>5</sup>	37,7	68,7	80,1	96,7
Kyselina glutámová <sup>6</sup> [g.kg <sup>-1</sup> ]	10,57	13,40	12,44	13,11

Podmienky fermentácie: teplota + 37 °C; doba fermentácie 13 h; dávka kultúry 1,0 % obj.; zloženie retentátu R<sub>1</sub> a mlieka je v tabuľke 1.

Fermentation conditions: temperature +37 °C; period 13 h; dosage of starters 1,0 % vol.; composition of retentate R<sub>1</sub> and milk see in the Table 1.

1 - parameter, 2 - milk, 3 - retentate, 4 - active acidity (pH), 5 - titrimetric acidity determined by Soxhlet-Henkel's method, 6 - glutamic acid.

#### Štúdium tvorby kyseliny glutámovej pri fermentácii retentátu R<sub>1</sub> s jogurtovými kultúrami

Fermentácia jogurtových kultúr na pasterizovanom odtučnenom mlieku a na retentáte R<sub>1</sub> s obsahom proteínov 4,629 g/100 g a sušinou 10,89 % hmot. je uvedená v tab. 5. Skúmané jogurtové kultúry B 3 a JTA vykazovali pri fermentácii s retentátom nižšie hodnoty titračnej kyslosti oproti kontrolnej vzorke pasterizovaného odtučneného mlieka. Rozdiel bol výraznejší u jogurtovej kultúry B 3. Obsah kyseliny glutámovej bol v porovnaní so skúšaním smotanových a acidofilných kultúr najnižší (2,4 až 3,9 mg.kg<sup>-1</sup>) s výnimkou hodnoty u retentátu s kultúrou JTA. Celkove však môžeme konštatovať, že za daných podmienok bola fermentácia spomalená. Jogurtová kultúra JTA vytvára predpoklady na horkú chuť jogurtového koagulátu získaného z retentátu ultrafiltrovaného mlieka. Jogurtová kultúra B 3 má nižšie hodnoty obsahu kyseliny glutámovej, ale za štandardných podmienok fermentácie nevytvára dostatočný obsah kyseliny mliečnej.



TABUĽKA 5. Fermentácia retentátu R<sub>1</sub> a mlieka s jogurtovými kultúrami B 3 a JTA.  
TABLE 5. Fermentation of retentate R<sub>1</sub> and of milk with yoghurt starters B 3 and JTA.

Parameter <sup>1</sup>	Jogurtová kultúra <sup>2</sup>			
	B 3		JTA	
	mlieko <sup>3</sup>	retentát <sup>4</sup>	mlieko	retentát
Aktívna kyslosť pH <sup>5</sup>	4,5	5,2	4,8	5,3
Titračná kyslosť (podľa Soxhlet-Henkela) <sup>6</sup>	39,9	32,9	36,9	33,9
Kyselina glutámová <sup>7</sup> [g.kg <sup>-1</sup> ]	4,04	2,42	3,91	8,84

Podmienky fermentácie: teplota +30 °C; doba fermentácie 15 h; dávka kultúr 0,1 % obj; zloženie retentátu R<sub>1</sub> a mlieka je v tabuľke 1.

Fermentation conditions: temperature +30 °C; period 15 h; dosage of starters 0,1 % vol.; composition of retentate R<sub>1</sub> and milk see in the Table 1.

1 - parameter, 2 - yoghurt starter, 3 - milk, 4 - retentate, 5 - active acidity (pH), 6 - titrimetric acidity determined by Soxhlet-Henkel's method, 7 - glutamic acid.

### Modelovanie výroby jogurtu

Výsledky fermentácie mliečnej zmesi pripravenej z retentátu R<sub>1</sub> a smotany na výsledný tuk 10; 30 a 60 g.l<sup>-1</sup> s jogurtovými kultúrami pri teplote +30 °C i +42 °C sú uvedené v tab. 6 a 7. Z hľadiska aplikácie ultrafiltračných metód v mliekarenskej technológii je technológia výroby jogurtov veľmi perspektívna. Zvýšené množstvo proteínov v mliečnej zmesi určenej na výrobu jogurtov sa pozitívne prejavuje na vytváraní optimálnej textúry. Zo získaných

TABUĽKA 6. Fermentácia mliečnych zmesí retentátu R<sub>1</sub> s rôznym obsahom tuku s jogurtovou kultúrou B 3.  
TABLE 6. Fermentation of retentate R<sub>1</sub> and cream mixtures with different fat contents with yoghurt starter B 3.

Parameter <sup>1</sup>	Fermentácia <sup>2</sup> +30 °C/12 h			Fermentácia +42 °C/4 h		
	tuk v retentáte <sup>3</sup> [g.l <sup>-1</sup> ]			tuk v retentáte [g.l <sup>-1</sup> ]		
	10	30	60	10	30	60
Aktívna kyslosť pH <sup>4</sup>	4,1	3,9	3,8	4,0	4,2	4,2
Titračná kyslosť (podľa Soxhlet-Henkela) <sup>5</sup>	83,1	86,5	85,7	66,1	69,5	53,4
Kyselina glutámová <sup>6</sup> [g.kg <sup>-1</sup> ]	6,24	3,07	3,70	6,17	3,12	2,25

Zloženie retentátu R<sub>1</sub> je uvedené v tabuľke 1.

Composition of retentate R<sub>1</sub> see in the Table 1.

1 - parameter, 2 - fermentation, 3 - fat in retentate, 4 - active acidity (pH), 5 - titrimetric acidity determined by Soxhlet-Henkel's method, 6 - glutamic acid.

TABUĽKA 7. Fermentácia mliečnych zmesí retentátu R<sub>1</sub> s rôznym obsahom tuku s jogurtovou kultúrou JTA.

TABLE 7. Fermentation of retentate R<sub>1</sub> and cream mixtures with different fat content with yoghurt starter JTA.

Parameter <sup>1</sup>	Fermentácia <sup>2</sup> +30 °C/12 h			Fermentácia +42 °C/4 h		
	tuk v retentáte <sup>3</sup> [g.l <sup>-1</sup> ]			tuk v retentáte [g.l <sup>-1</sup> ]		
	10	30	60	10	30	60
Aktívna kyslosť pH <sup>4</sup>	3,8	3,8	4,0	4,4	3,9	4,2
Titračná kyslosť (podľa Soxhlet-Henkela) <sup>5</sup>	85,7	79,7	94,1	79,3	66,1	75,1
Kyselina glutámová <sup>6</sup> [g.kg <sup>-1</sup> ]	3,31	1,11	3,01	1,35	1,95	2,62

Zloženie retentátu R<sub>1</sub> je uvedené v tabuľke 1.

Composition of retentate R<sub>1</sub> - in table 1.

1 - parameter, 2 - fermentation, 3 - fat in retentate, 4 - active acidity (pH), 5 - titrimetric acidity determined by Soxhlet-Henkel's method, 6 - glutamic acid.

výsledkov vyplýva, že pri aplikácii ultrafiltrácie v mliekarenskej technológii je veľmi dôležité orientovať sa na riešenie režimu fermentácie, čiže návrhu optimálnej doby fermentácie pri dostatočne aktívnych kultúrach.

## Záver

Štúdiom vplyvu rôzneho zloženia retentátov pri fermentácii s vybranými komerčnými preparátmi jogurtovej kultúry pri teplote +42 °C sa zistilo, že priebeh fermentácie sa nezhoduje s fermentáciou kontrolnej vzorky pasterizovaného odtučneného mlieka. Jogurtová kultúra B 3 v porovnaní s jogurtovou kultúrou JTA vykazuje menšiu dynamiku tvorby kyseliny mliečnej i kyseliny glutámovej. Pri hodnotení fermentácie smotanovej kultúry FD sa nezistili podstatné rozdiely medzi retentátmi a kontrolnou vzorkou, zatiaľ čo smotanová kultúra CH 11 vykazuje výrazne vyššie hodnoty kyseliny glutámovej, a to nielen u retentátu, ale i u kontrolnej vzorky pasterizovaného mlieka. Na základe týchto výsledkov je možné konštatovať, že smotanová kultúra CHN 11 má väčšie predpoklady na vznik proteolytických reziduí, a tým i nežiaducich senzorických vlastností, a nie je vhodná na aplikáciu do retentátov ultrafiltrovaného mlieka. Acidofilné kultúry LA 5 a LP vykazujú rozdiel v tvorbe kyseliny mliečnej. Kultúra LA 5 má pomalšiu tvorbu a i keď hodnoty kyseliny glutámovej sú u týchto kultúr veľmi podobné,

na aplikáciu do retentátov ultrafiltrovaného mlieka by bola vhodnejšia acidofilná kultúra LP. Pri aplikácii ultrafiltrácie mlieka na výrobu fermentovaných výrobkov a syrov v podmienkach spracovateľského priemyslu bude potrebné uskutočniť výber vhodných, dostatočne aktívnych kultúr, s minimálnou proteolytickou činnosťou. Na hodnotenie proteolytickej činnosti je možné odporučiť spektrofotometrickú OPA-metódu.

## Literatúra

1. BIRD, J.: The application of membrane systems in the dairy industry. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 49, 1996, č. 1, s. 16-23.
2. YETISMEYEN, A.: Untersuchungen zum Einsatz der Ultrafiltration bei der Herstellung von Weibkäse. (On the use of ultrafiltration in white cheese manufacture, part 2.) *Deutsche Molkerei Zeitung*, 112, 1991, č. 36, s. 1086-1090.
3. PUHAN, Z. - LAWRENCE, R. C.: Anwendung der Ultrafiltration in der Käsereitechnologie. (Ultrafiltration in cheese technology.) *Deutsche Molkerei Zeitung*, 109, 1988, č. 6/7, s. 172-178.
4. KAMMERLEHNER, J.: Die Abhängigkeit der Labkäseausbeute von den Zusatzstoffen. (Rennet cheese yields as a function of additives.) *Deutsche Molkerei Zeitung*, 112, 1991, č. 29, s. 895-900.
5. TSCHAGER, E.: Eine einfache Methode zur Kontrolle des Eiweissabbaues im Käse. *Milchwirtschaftliche Berichte*, 105, 1990, s. 204.
6. CHURCH, F. C.: Spectrophotometric assay using *o*-phthalaldehyd for determination of proteolysis in milk and isolated milk protein. *Journal of Dairy Science*, 66, 1983, č. 6, s. 1219-1227.
7. FRISTER, H. - MEISEL, H. - SCHLIMME, E.: Auffindung von neuen Maßstäben zur Bewertung von Milcheiweiss im Vergleich zu pflanzlichen Eiweissen. Modifizierte OPA-Methode mit Ethanthiol zur Analytik von Eiweiss und Eiweisshydrolysaten. (Attempts to establish new criteria for the evaluation of milk protein compared with plant proteins. Modified OPA method using ethanthiol for analyzing protein and protein hydrolysates.) *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 39, 1987, č. 4, s. 227-235.
8. STN 57 0104-3. Metódy skúšania mlieka a tekutých mliečnych výrobkov. Stanovenie sušiny. 1984.
9. STN 57 0104-4. Metódy skúšania mlieka a tekutých mliečnych výrobkov. Stanovenie tuku. 1984.
10. STN 57 0530. Metódy skúšania mlieka a tekutých mliečnych výrobkov. 1972.
11. SCHREIBER, R. - PERLIK, B. - KESSLER, H. G.: Einsatz der Membrantrenntechnik in der modernen Käsereitechnologie. (Use of membrane separation in modern cheese-making technology.) *Deutsche Milchwirtschaft*, 48, 1997, č. 20, s. 804-807.
12. JAMRICHOVÁ, S.: Technické a technologické predpoklady aplikácie ultrafiltrácie vo výrobných technológiach používajúcich mikrobiálne kultúry a syridlové enzýmy. [Záverečná správa.] Žilina : Výskumný ústav mliekarenský, 1998. 117 s.

Do redakcie došlo 3.5.1999.

**Study of fermentation parameters of ultrafiltrated milk retentates**

JAMRICHOVÁ, S.: Bull. potrav. Výsk., 38, 1999, p. 141-152.

**SUMMARY.** Preconditions of ultrafiltration application in technologies utilizing microbial cultures were studied. During ultrafiltration of pasteurized defatted milk 4 retentates with 10,89–14,36 % of dry matter were obtained. 27 model fermentations were executed with these retentates with dairy cultures - yoghurt, acidophilic and butter starters. Along with retentates, a sample of pasteurized defatted milk was fermented as well. Development of lactic acid and glutamic acid in course of fermentation was evaluated.

**KEYWORDS:** ultrafiltration; retentate; proteolysis; glutamic acid