

JELENA ĐEROVSKI
GORAN VLADISAVLJEVIĆ
PREDRAG PUĐA

Poljoprivredni fakultet,
Beograd

UDK 637.133.2:637.336

UTICAJ TERMIČKOG TRETMANA MLEKA NA PROTEOLITIČKE PROMENE TOKOM ZRENJA SIREVA

U radu je ispitivan uticaj termičkog tretmana mleka na profil proteolitičkih promena tokom zrenja sireva. Sirevi su izrađivani od mleka termički tretiranog na temperaturama: 65°C/20 min (sir A) i 95°C/5 min (sir B). Efekat termičkog tretmana mleka na tok proteolitičkih promena posmatran je kroz dinamiku azotnih materija rastvorljivih u vodi (RN) i u 5% fosfovolfraamskoj kiselini (PTA).

Sirevi izrađeni na bazi koagregata proteina mleka pokazuju izmenjen tok biohemijskih promena u odnosu na sireve izrađene od mleka podvrgnutog standardnom režimu termičke obrade. Sadržaj rastvorljivog azota sira A pokazuje tipičan tok sa intenzivnijim porastom u početnoj fazi i blagim usporavanjem u kasnijoj fazi zrenja. Dinamika rastvorljivog azota sira B odlikuje se atipičnim tokom (ujednačeni porast tokom celokupnog zrenja) i dostiže veću vrednost (669,85 mg%) u odnosu na sir A (484,73 mg%).

Sir A odlikuje se intenzivnijim porastom azotnih materija rastvorljivih u 5% PTA koje na kraju zrenja dostižu za 1,13 puta veću vrednost u odnosu na sir B.

Ključne reči: Termički tretman mleka • azotne materije rastvorljive u vodi • azotne materije rastvorljive u 5% PTA

UVOD

Delovanjem visokih temperatura na mleko odigravaju se brojne reakcije. Među njima su najznačajnije denaturacija i agregiranje serum proteina, formiranje kompleksa između serum proteina, kazeina i masnih kapljica. Sve promene su usko povezane i zavisne od primenjenog režima termičke obrade mleka (5, 6, 10, 14).

Primena visokih temperatura termičke obrade mleka je jedan od mogućih načina inkorporiranja serum proteina u sir. Formiranjem koagregata proteina mleka povećava se randman proizvodnje i nutritivna vrednost sireva (8, 10).

Mleko podvrgnuto strogom režimu termičke obrade ima smanjenu sposobnost koagulacije, a dobijeni gel je manje čvrstine i izmenjenih karakteristika koje se kasnije odražavaju na profil reoloških i senzornih osobina sireva. Iz tih razloga, kako bi se dobio željeni sastav i visok kvalitet sira, proizvodnja sireva na bazi koagregata proteina mleka zahteva odgovarajuće izmene tehnološkog postupka proizvodnje (5, 6, 7, 8, 10, 14).

Inkorporiranjem serum proteina u sir menjaju se struktura i sastav sirnog testa, što se odražava na tok biohemijskih promena tokom zrenja sireva, o čemu govore brojni literaturni podaci (5, 6, 7, 8, 9, 10, 14).

Sirevi izrađeni od mleka podvrgnutog strogom režimu termičke obrade pokazuju izmenjen, nespecifičan, tok zrenja i generalno izmenjene karakteristike ukusa i mirisa, kao i teksture. Kvalitet ovih sireva u mnogome zavisi

od modifikacije tehnološkog postupka proizvodnje. Proteolitičke promene kao osnovne promene tokom zrenja sireva se menjaju usled prisustva serum proteina u sirnom testu (1, 2, 3, 6, 10, 14).

Banks i sar. (1) su modifikovanim postupkom proizveli čedar od mleka podvrgnutog strogom režimu termičke obrade. Ustanovili su da se peptidni profil zrenja sireva znatno menja usled prisustva serum proteina i da je veoma zavistan od manipulacija (promena) pH vrednosti pre termičkog tretmana. Sirevi proizvedeni uz podešavanje pH do 8,7 su veoma slični sirevima proizvedenim od mleka tretiranog na standardnim temperaturama pasterizacije.

Benfeldt i sar. (2, 3) su izradili Danbo 45+ od mleka tretiranog na 72°C, 80°C, 90°C u toku 15, 30 ili 60 sec. uz korekciju dodatih količina CaCl₂. Kod sireva izrađenih od mleka podvrgnutog visokim temperaturama ustanovljen je izmenjen profil primarne razgradnje α_{s2}- i β-kazeina. Osnovni razlog tome jeste smanjenje aktivnosti plazmin sistema i njegove interakcije sa β-Ig. Takođe, ne može se isključiti inaktivacija drugih indogenih enzima (katepsin D) i proteolitičkih enzima nestartera tokom strožih režima termičke obrade mleka. S druge strane, hidroliza α_{s1}- i κ-kazeina je uslovljena aktivnošću drugih proteolitičkih enzima, pa je stoga u mnogo manjem obimu zavisna od termičkog tretmana mleka. Uticaj visokih temperatura na hidrolizu κ-kazeina je bio neznatan, verovatno usled prostornih barijera koje nastaju formiranjem kompleksa serum proteina i kazeina. (2, 3).

Adresa autora: mr Jelena Đerovski, Poljoprivredni fakultet, 11080 Zemun-Beograd, Nemanjina 6, tel.011/2615-315

Jovanović (8) je proučavala tok bi-hemijskih promena tokom zrenja polutvrđih sireva izrađenih na bazi koagregata proteina mleka. Pokazala je znatno veće zadržavanje azotnih materija mleka i mlečne masti u odnosu na tradicionalne sireve, kao i veći randman proizvodnje.

Puđa (12) je proizvodio i proučavao sireve od UF mleka u kojem su pre koncentrisanja obrazovani koagregati proteina mleka. Kod sireva proizvedenih od UF mleka karakteristično je sporije zrenje u odnosu na tradicionalne sireve, verovatno usled inaktivacije plazmina. S druge strane, kod UF sireva sa visokim termičkim tretmanom mleka, usled specifičnog toka razgradnje proteina, nakon početnog perioda zrenja dobija se utisak veće zrelosti sireva. Neposredno nakon proizvodnje, ove sireve je karakterisao razvijeni ukus i miris, što dovodi do zaključka da se na taj način može skratiti faza zrenja.

Mačej (9) je proizveo beli sir u kriškama na bazi koagregata proteina mleka i pratio promene tokom zrenja. U toku perioda zrenja ogledni sirevi pokazuju veći sadržaj vode i veći sadržaj rastvorljivog azota u odnosu na sireve proizvedene na tradicionalan način. Isti autor je na bazi koagregata proteina mleka proizveo sireve u tipu kamembera.

U cilju boljeg sagledavanja toka zrenja sireva kod kojih su inkorporirani serum proteini u ovom radu su praćene proteolitičke promene tokom zrenja sireva izrađenih sa dva različita termička tretmana mleka (650/20 min i 95°C/ 5 min)

MATERIJAL I METOD RADA

Sirevi su izrađivani i ispitivani u laboratoriji za tehnologiju mleka Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Za izradu sireva korišćeno je sirovo mleko standardizovano na 3,0% mlečne masti.

Sirevi su izrađivani sa primenom dva različita termička tretmana mleka: 65°C/20 min (sir A) i 95°C/5 min (sir B). Kod sira B parametri su modifikovani kako bi se stvorili uslovi za korektno upoređivanje toka i karaktera zrenja sireva. Tehnološki postupak proizvodnje sireva je prikazan u tabeli 1.

Uzorkovanje i analiziranje oglednih sireva za praćenje toka zrenja se obav-

Tabela 1. POSTUPAK PROIZVODNJE OGLEDNIH SIREVA
Table 1. THE PRODUCTION PROCEDURE OF CHEESE SAMPLES

Tehnološki postupak proizvodnje	Sir A	Sir B
Standardizacija na 3,0% mlečne masti	dodavanje obranog mleka	dodavanje obranog mleka
Termički tretman mleka	65°C / 20 min	95°C / 5 min
Hlađenje	32°C	43°C
Dodavanje startera i CaCl ₂	mezofilne starter kulture – Flora danica, CHR Hansen, 200 mg/l CaCl ₂	termofilne starter kulture – jogurtna kultura – 0,7%, 400 mg/l CaCl ₂
Podsiranje	sirilo CHR Hansen jačina 1:100.000	sirilo CHR Hansen jačina 1:100.000
Koagulacija	31°C	38°C
Sečenje gruš	2–3 cm	2–3 cm
Sušenje uz mešanje	–	–
Dogrevanje	38°C	55°C
Ispiranje, odlivanje surutke	odlivanje 30% surutke i dodavanje 25% vode temp. 38°C	odlivanje 30% surutke i dodavanje 25% vode temp. 55°C
Sušenje	30–45 min	30–45 min

ljalo sledećom dinamikom: neposredno nakon proizvodnje, posle 10, 30 i 60 dana zrenja.

Ogledi su izvedeni u tri ponavljanja.

Za analize sireva pri praćenju toka zrenja koristile su se sledeće metode: određivanje sadržaja suve materije standardnom metodom sušenja na 102 ± 2°C (4); određivanje sadržaja proteina po metodi Kjeldahl-a pomoću Kjeltel aparata (4); određivanje sadržaja soli po Mohr-u (11); određivanje rastvorljivih azotnih frakcija metodom po van Slyke i Hart-u (11); određivanje azotnih frakcija rastvorljivih u 5% fosfovolframskoj kiselini metodom po Stadhousers-u (13).

REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijski sastav sireva

Osnovni parametri hemijskog sastava oglednih sireva tokom ispitivanog perioda zrenja su prikazani u tabeli 2.

Podaci iz tabele 2 ukazuju da i pored modifikacije tehnološkog postupka proizvodnje, sir B ima za nijansu manji sadržaj suve materije u odnosu na sir A. Tokom zrenja sadržaj suve materije pokazuje mali porast u toku prvih 10 dana, nakon čega su promene veoma malo izražene. Sadržaj proteina i mlečne masti je skoro isti kod oba sira. Pored toga, iz tabele 2 se može uočiti da je sadržaj soli nešto viši kod sireva izrađenih na bazi koagregata proteina

Tabela 2. HEMIJSKI SASTAV SIREVA TOKOM ZRENJA
Table 2. CHEMICAL COMPOSITION OF CHEESES DURING RIPENING

Sir A	Ispitivani parametar				
	Dani zrenja	SM (%)	UP (%)	MM (%)	NaCl (%)
0	47,49	17,72	23,61	1,92	
10	52,16	19,48	25,93	1,98	
30	50,74	18,81	24,98	2,01	
60	51,02	18,99	25,44	2,03	
Sir B	Ispitivani parametar				
	Dani zrenja	SM (%)	UP (%)	MM (%)	NaCl (%)
0	46,71	17,83	23,56	2,21	
10	49,67	19,11	25,06	2,37	
30	48,79	18,88	24,59	2,23	
60	49,59	19,47	25,10	2,25	

mleka, što ukazuje na brži tok difuzije soli kroz sir izrađen na bazi koagregata proteina mleka.

Proteolitičke promene tokom zrenja sireva

Dinamika u vodi rastvorljivih azotnih materija tokom zrenja sireva

Dinamika RN i RN/UN sira A i B tokom zrenja prikazani su u tabeli 3 i na grafikonu. 1.

Tokom celokupnog posmatranog perioda zrenja sadržaj RN i sadržaj RN izraženog kao udeo u ukupnom azotu se konstantno povećavao.

Na početku zrenja sadržaj RN/UN kod oba ogledna sira je bio relativno nizak, a zatim se skoro linearno povećavao. Trend linearnosti dinamike RN i RN/UN sira A i B dobijen regresionom analizom je prikazan na grafikonu 1.

Na kraju ispitivanog perioda zrenja sadržaj RN/UN sira B je iznosio 21,62%, što je za 1,26 puta veće od RN/UN sira A koji je iznosio 17,12%.

Koeficijenti regresije promene RN i RN/UN oba ogledna sira prikazani su na grafikonu 1. Visoki koeficijenti regresije ukazuju na veliku linearnost nastajanja u vodi rastvorljivog azota kod oba ispitivana sira. Ipak, sa grafikona 1 se uočava nešto manja linearnost nastajanja RN i RN/UN kod sira A. Ovi podaci ukazuju na blago usporavanje rasta RN, što je u skladu sa standardnim profilom dinamike RN tokom zrenja sireva. S druge strane, kod sira B nastajanje RN održava isto tempo, ili se pak intenzivirao, što je pokazano i podacima o apsolutnoj vrednosti RN sira B.

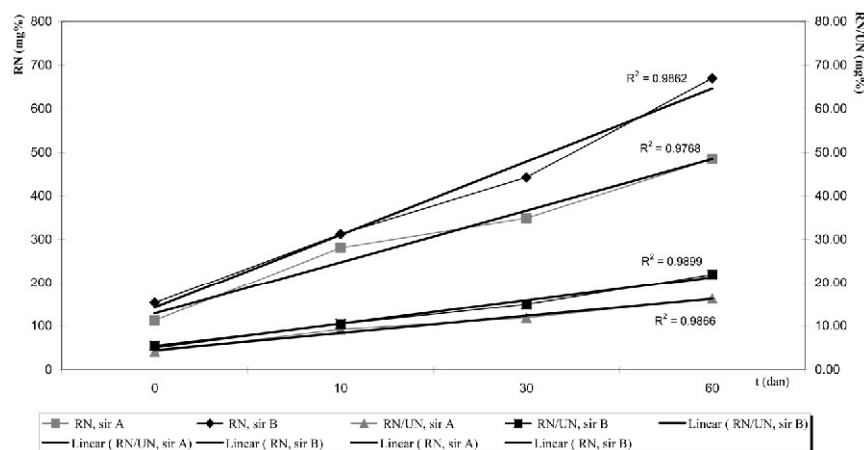
Posmatrajući ovakav tok nastajanja rastvorljivog azota tokom zrenja stiče se jasan utisak da je stvaranje RN kod sireva izrađenih na bazi koagregata proteina mleka bio veoma intenzivan i izraženiji nego kod sireva izrađenih tradicionalnim postupkom proizvodnje. Takođe, iz prikazanih rezultata možemo zaključiti da je nastajanje azota rastvorljivog u vodi manje kontrolisano kod sireva izrađenih na bazi koagregata proteina mleka.

Ovi podaci su saglasni sa podacima Puđe (12) koji pokazuje da se kod sireva izrađenih od UF mleka podvrgnutog strogim režimima termičke obrade intenzivira nastajanje RN tokom zrenja.

Tabela 3. DINAMIKA RN I RN/UN SIRA A I B

Table 3. DYNAMICS OF WSN AND WSN/UN OF CHEESE A AND B

t (dan)	sir A		sir B	
	RN (mg%)	RN/UN	RN (mg%)	RN/UN
0	112,50	3,88	153,60	5,49
10	280,83	8,61	312,36	10,43
30	349,14	10,96	442,42	14,95
60	484,73	17,12	669,85	21,62



Graf. 1. DINAMIKA RN I RN/UN SIRA A I B SA PRIKAZANIM TRENDOM LINEARNOSTI

Figure 1. DYNAMICS OF WSN AND WSN/UN OF CHEESE A AND B WITH LINEAR TREND

Mačej (9) takođe iznosi podatke o veoma intenzivnom porastu RN tokom zrenja belih sireva izrađenih na bazi koagregata proteina mleka. Pored toga, na kraju zrenja ogledni sirevi izrađeni od mleka tretiranog na visokim temperaturama pokazuju 1,23 puta veći sadržaj RN u odnosu na kontrolne sireve. Autor pretpostavlja da su biohemijski procesi tokom zrenja oglednih sireva bili intenzivniji usled prisustva većeg sadržaja vode ovih sireva.

Evidentne razlike toka proteolitičkih promena tokom zrenja su posledica primenjenog visokog termičkog tretmana mleka. Iako je iz biohemije poznato da su termički tretirani proteini podložniji proteolizi, po podacima iz literature prisustvo nedenaturisanih serum proteina usporava proces zrenja. S druge strane, pojedini autori navode da aktivnošću plazmina, kao termostabilnog enzima, i pored prisutnih serum proteina, dolazi do značajne proteolize. (2, 3)

Intenzivan tok nastajanja produkata razgradnje proteina tokom zrenja sireva izrađenih od mleka podvrgnutog

strogom režimu termičke obrade navodi na razmišljanje da je potrebno razmotriti uslove zrenja i eventualno modifikovati parametre zrenja ovih sireva. Jedna od mogućnosti jeste sniženje temperature zrenja nakon dve-tri nedelje zrenja kako bi se u određenom stepenu smanjio intenzitet proteolitičkih promena.

Dinamika azota rastvorljivog u 5% PTA tokom zrenja sireva

Sekundarnom razgradnjom proteina u kasnijim fazama zrenja formiraju se azotne materije koje su rastvorljive u 5% PTA. Sadržaj azotnih materija rastvorljivih u 5% PTA opisuje širinu zrenja, a posebno „dubinu“ zrenja i može se koristiti kao indeks ukupnih slobodnih aminokiselina.

Dinamika azotnih materija rastvorljivih u 5% PTA sira A i B prikazana je u tabeli 4 i grafikonu 2.

Tokom zrenja sireva intenziviraju se proteolitičke promene i povećava sadržaj ukupnih azotnih materija rastvorljivih u vodi, kao i sadržaj frakcija manje molekulske mase koji su ras-

tvorljivi u 5% PTA. Shodno tome, kao što je i očekivano, sadržaj azota rastvorljivog u 5% PTA je pokazivao trend rasta od početka do kraja posmatranog perioda zrenja kod oba ogledna sira.

Na početku zrenja sadržaj RN u 5% PTA sira A je bio za 1,33 puta manji u odnosu na sadržaj sira B. U toku prvih 10 dana zrenja kod sira A dolazi do intenzivnog nastajanja RN u 5% PTA sira u odnosu na sir B. 10-og dana zrenja sir A sadrži za 1,36 puta više RN u 5% PTA nego sir B.

Nakon intenzivnog formiranja RN u 5% PTA, u periodu između 10-og i oko 20-og dana zrenja, uočava se blagi trend usporavanja formiranja RN u 5% PTA kod sira A. Suprotno tome, kod sira B se od 10-og dana zrenja pa do kraja ispitivanog perioda porast RN u 5% PTA kod sira B odvija se skoro pravolinijski. Na kraju ispitivanog perioda zrenja apsolutna vrednost sadržaja RN u 5% PTA sira A bila je nešto viša u odnosu na isti parametar sira B, iako RN sira B ima veću vrednost od sira A.

Posmatrajući podatke o sadržaju RN, zaključujemo da je kod sira B intenzivnije stvaranje azota rastvorljivog u vodi, odnosno većih peptida tokom celokupnog perioda zrenja. Nasuprot tome, formiranje i količina azota rastvorljivog u 5% PTA je viša kod sireva A tipa. Ovi podaci ukazuju na intenzivno nastajanje peptida male molekulske mase kod sira A, odnosno izraženiju dubinu zrenja sireva.

Iz tabele 4 uočava se da sadržaj azota rastvorljivog u 5% PTA izraženog kao udeo u UN pokazuje trend rasta od početka do kraja posmatranog perioda zrenja. Izuzev početne tačke ispitivanja, tokom perioda zrenja (10–60 dana) sir A pokazuje više vrednosti RN u 5% PTA/UN u odnosu na sir B.

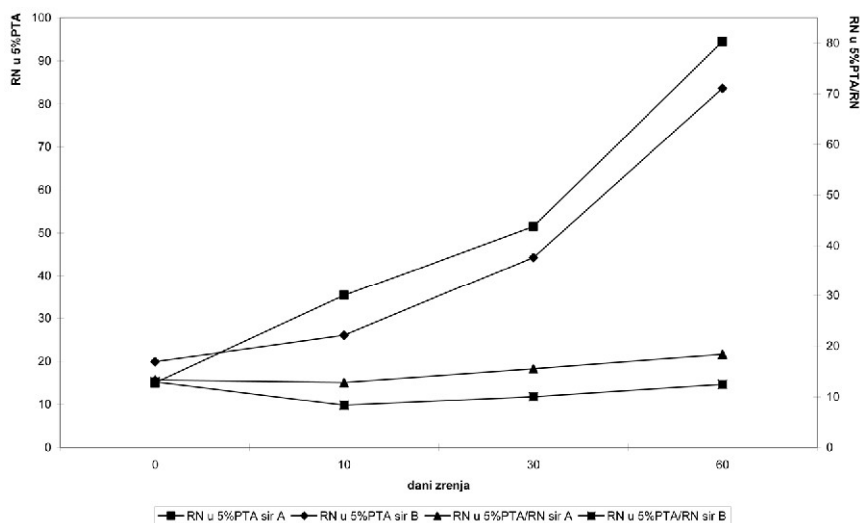
Razmatranjem sadržaja azota rastvorljivog u 5% PTA izraženog kao udeo u azotu rastvorljivom u vodi, dolazimo do sledećih podataka. Početne vrednosti sadržaja RN u 5% PTA/RN sira A i B su približno iste, ali odmicanjem perioda zrenja dolazi do razilaženja vrednosti ovog parametra.

Tokom prvih 10 dana zrenja dolazi do smanjenja sadržaja RN u 5% PTA/RN sira A i B (grafikon 2). Veće smanjenje RN u 5% PTA/RN sira B se može pripisati većim promenama sadržaja vode sira B, kao i intenzivnom formiranju većih peptida (RN) kod sira B.

Tabela 4. DINAMIKA RN U 5% PTA SIRA A I B

Table 4. DYNAMICS OF SN IN 5% PTA OF CHEESE A AND B

t (h)	sir A			sir B		
	RN u 5% PTA	RN u 5% PTA/UN	RN u 5% PTA/RN	RN u 5% PTA	RN u 5% PTA/UN	RN u 5% PTA/RN
0	15,00	0,52	13,33	19,90	0,71	12,96
10	35,30	1,10	12,81	26,04	0,87	8,34
30	51,50	1,70	15,52	44,30	1,50	10,01
60	94,50	3,15	18,39	83,60	2,74	12,48



Graf. 2. DINAMIKA RN U 5% PTA I RN U 5% PTA/RN SIRA A I B

Figure 2. DYNAMICS OF SN IN 5% PTA AND SN IN 5% PTA/WSN OF CHEESE A AND B

Između 10-og i 60-og dana zrenja sadržaj RN u 5% PTA/RN sira A i B pokazuje trend rasta. Ipak, rast RN u 5% PTA izraženog kao udeo u RN sira B, tokom navedenog perioda zrenja pokazuje skoro potpuno linearan trend, dok kod sira A su izvesna mala odstupanja. Ovi podaci ukazuju na ravnomerno formiranje produkata razgradnje rastvorljivih u 5% PTA tokom poslednjih 45 dana zrenja.

Za razliku od sira B, kod sira A se u poslednjih 30 dana uočava izražen trend porasta količine RN u 5% PTA/RN što ukazuje na veće učešće manjih produkata razgradnje proteina u završnoj fazi zrenja sireva proizvedenih od mleka tretiranog na standardnim temperaturama.

Na kraju ispitivanog perioda zrenja sadržaj RN u 5% PTA/RN sira A (18,39 mg%) je za 1,53 viši nego sadržaj RN u 5% PTA/RN sira B (12,48 mg%).

Prikazani rezultati našeg eksperimenta su u saglasnosti sa literaturnim

podacima. Na osnovu toga možemo zaključiti da se porastom temperature tretmana mleka menja profil proteolitičkih promena tokom zrenja.

ZAKLJUČAK

Tokom celokupnog perioda zrenja kod oba sira uočen je trend rasta RN.

Promena režima termičke obrade mleka dovodi do promene toka proteolitičkih promena sireva tokom njihovog zrenja koji se ogleda u različitosti dinamike nastajanja rastvorljivog azota sireva A i B.

U početnom periodu zrenja kod sira A uočeno je intenzivno formiranje RN izraženih kao udeo u UN, a odmicanjem zrenja dolazi do usporavanja njegovog rasta. Kod sira B rast RN/UN zadržava isto tempo i pokazuje visok stepen linearnosti tokom celokupnog perioda zrenja.

Sadržaj RN u 5% PTA izraženog kao udeo u RN u toku prvih 10 dana zrenja pokazuje stalni pad kod oba si-

ra, verovatno kao posledica intenzivnih primarnih proteolitičkih promena, a delimično je i rezultat smanjenja sadržaja vode u ovom periodu zrenja. U daljem toku zrenja (od 10-og do 60-og dana) kod oba sira uočen je trend rasta RN u 5% PTA/RN.

Sir A odlikuje intenzivniji porast 5% PTA/RN ukazujući na izraženije nastajanje peptida male molekulske mase, odnosno izraženu dubinu zrenja pri kraju ispitivanog perioda. Kod sira B uočen je znatno veći stepen linearnosti što ukazuje na konstantno povećanje RN u 5% PTA/RN ovih sireva.

Analizom 5% PTA/RN ispitivanih sireva sagledava se da režim termičke obrade mleka utičući na tok razgradnje proteina dovodi i do promene karakter proteolize.

LITERATURA

1. Banks, J., M., Law, A., J., R., Leaver, J., Home, D., S. (1995): Maturation profiles of Cheddar type cheese produced from high heat treatment milk to incorporate whey proteins, *Chemistry of structure-function relationships in cheese*, Ed: Malin, E., L., Tunick, M., H., Plenum Press, New York, 221–236.
2. Benfeldt, C., Sorensen, J. (2001): Heat treatment of cheese milk: effect on proteolysis during cheese ripening, *Int. Dairy Journal*, 11, 567–574.
3. Benfeldt, C., Sorensen, J., Ellegard, K., H., Petersen, T., E. (1997): Heat treatment of cheese milk: effect on plasmin activity and proteolysis during cheese ripening, *Int. Dairy Journal*, 7, 723–731.
4. Carić, M., Milanović, S., Vucelja, D. (2000): Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda, *Prometaj i Tehnološki fakultet*, Novi Sad.
5. Corredig, M., Dalgleish, D., G. (1996a): Effect of different heat treatments on the strong binding interactions between whey proteins and milk fat globules in whole milk, *J. Dairy Research*, 63 (3), 441–449.
6. Corredig, M., Dalgleish, D., G. (1996b): Effect of temperature and pH on the interactions of whey proteins with casein micelles in skim milk, *Food Research International*, 29, 49–55.
7. Corredig, M., Dalgleish, D., G. (1999): The mechanisms of the heat induced interaction of whey proteins with casein micelles in milk, *Int. Dairy Journal*, 9, 233–236.
8. Jovanović, S., (2001): Uticaj obrazovanja koagregata proteina mleka na veće iskorišćenje ukupnih proteina pri proizvodnji polutvrdih sireva, *Doktorska disertacija*, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
9. Mačej, O. (1989): Proučavanje mogućnosti izrade mekih sireva na bazi koagregata belančevina mleka, *Doktorska disertacija*, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
10. Mačej, O., D., Jovanović, S., T. (2000): Obrazovanje kompleksa između kazeina i serum proteina mleka u termički tetranom mleku, *Acta Periodica Technologica*, 31 (A), 83–93.
11. Pejić, O., Đorđević, J. (1963): *Mlekarski praktikum*, drugo izmenjeno izdanje, Naučna knjiga, Beograd.
12. Puđa, P. (1992): Karakteristike tvrdih sireva izgrađenih od mleka koncentrovanog ultrafiltracijom u zavisnosti od termičke obrade mleka. *Doktorska disertacija*, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
13. Stadhouers, J. (1960): De eithyrolyse tijdens de kassrijping de enzyme die het eiwit in kaas hydrolysen., *Neth. Milk Dairy J.*, 14, 83–110.
14. Waungana, A., Singh, H., Bennet, R., J. (1996): Influence of denaturation and aggregation of β -lactoglobulin on rennet coagulation properties of skim milk and ultrafiltered milk, *Food Reserach International*, 29, 715–721.

SUMMARY

INFLUENCE OF MILK HEAT TREATMENT ON THE PROTEOLYTIC CHANGES DURING CHEESE RIPENING

Jelena Đerovski, Goran Vladislavljević, Predrag Puđa

Faculty of Agriculture, University of Belgrade

The main objective of this research was to investigate the influence of milk heat treatment on the profile of proteolytic changes during cheese ripening. The cheeses were manufactured with different milk heat treatments: $-65^{\circ}\text{C}/20$ min. (cheese A) and $95^{\circ}\text{C}/5$ min. (cheese B). The effect of milk heat treatment on the proteolytic changes was observed through dynamics of water soluble nitrogen (WSN) and soluble nitrogen in 5%PTA (SN in 5%PTA).

The cheeses based on milk protein coaggregates showed different dynamic of proteolytic changes than cheeses made from milk heat treated by standard pasteurization.

The content of WSN showed typical increase with intensive progress during first days of ripening and slowly retard in later phases of cheese ripening.

The dynamic of WSN of cheese B differs with atypical figures (uniform increase of WSN during cheese ripening). The content of WSN of cheese B was higher (669.85 mg%) than content of WSN of cheese A at the end of cheese ripening.

The cheese A differs with intensive increasing of SN in 5% PTA. The content of SN in 5% PTA of cheese A was higher (1.53 times) than same of cheeses made of milk in which coaggregates were formed.

Key words: Milk heat treatment • water soluble nitrogen (WSN) • soluble nitrogen in 5% PTA (SN in 5% PTA)