

## Uticaj pasterizacije na sastav proteina mleka (Effect of Pasteurization on Milk Proteins Composition)

Dr. Mansour ZAHER, prof. dr. Marijana CARIĆ, Tehnološki fakultet, Novi Sad

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper

UDK: 637.133.3:041

Prispjelo: 1. 2. 1988.

### Sažetak

*U cilju ustanovljavanja uticaja termičkog tretmana pasterizacije na komponente mleka, izvršena su istraživanja makrosastava, proteinskih komponenta i fizičkih karakteristika pasterizovanog mleka i upoređena su sa sirovim mlekom.*

### Summary

*The investigations were carried out in the aim to establish the influence of pasteurization on milk components. The macro composition as well as protein components and physical characteristics of pasteurized milk were examined and compared to the raw milk.*

### Uvod

Termički tretman jedna je od najzastupljenijih tehnoloških operacija u tehnologiji prerade mleka. Osnovna svrha te operacije jeste zaštita mleka i mlečnih proizvoda od mikrobiološkog kvara, odnosno postizanje konzervišućeg efekta. Pored toga, u procesu proizvodnje nekad je neophodno primeniti termički tretman s ciljem dobijanja stabilnog i kvalitetnog mlečnog proizvoda sa smanjenim sadržajem vode koji se ne menja tokom skladištenja (koncentrovani i sušeni mlečni proizvodi). Termički tretman se primenjuje i u cilju denaturacije serum proteina, čime se postiže poboljšanje reoloških osobina fermentisanih mlečnih proizvoda.

U zavisnosti od cilja koji se želi postići termičkim tretmanom, razlikuje se i njegov režim, visina primenjenih temperatura i vreme trajanja. Najblaži oblik termičkog tretmana je pasterizacija mleka, obično HTST, kojoj se obavezno podvrgava sirovo mleko prilikom prijema.

Niže temperature pasterizacije nemaju bitnog uticaja na sastav mleka, osim što ubijaju mikroorganizme i uništavaju enzime. Na površini termički tretiranog mleka javlja se skrama. Smatra se da pojava skrame nastaje kao posledica izdvajanja surutkinih proteina-albumina i globulina na višim temperaturama koji uklapaju i deo mlečne masti. Boja mleka se minimalno menja pod uticajem pasterizacije.

Miris i ukus mleka zavise od intenziteta pasterizacije. Osim temperature, odnosno režima pasterizacije od značaja za ukus pasterizovanog mleka je i postojanje homogenizacije u procesu.

Temperature pasterizacije utiču na proteine mleka, tako što izazivaju: parcijalnu dehidraciju kazeina, teškoće s koagulacijom mleka u procesu proizvodnje sira i slab gruš.

Elektroforetska analiza proteina surutke i kazeinskih frakcija pokazala je da prelaz denaturisanih proteina surutke u kazeinsku frakciju raste s porastom termičkog tretmana: na temperaturi od 90°C u trajanju od 10 min 90% proteina surutke se vezuje s kazeinom, (Dozet, 1972), dok po drugim autorima taj prelaz iznosi svega 60% (Kirchmeir, 1984).

Prema tome, pored poželjnih efekata, pod uticajem termičkog tretmana dolazi i do postranih, više ili manje štetnih uticaja koji se negativno odražavaju na fizičko-hemijska, organooleptička i nutritivna svojstva mlečnih proizvoda. U sistemu kakav je mleko, proteini su termičkim promenama najpodložnija komponenta. Stoga je cilj ovog rada istraživanje promena proteinskih frakcija tokom pasterizacije mleka i eventualna interakcija proteina s ostalim komponentama, prvenstveno laktosom.

### Metodi istraživanja

U cilju istraživanja uticaja termičkog tretmana pasterizacije na promene komponentata mleka korišćeni su sirovo i pasterizovano mleko.

Pasterizovano mleko proizvedeno je u industrijskim uslovima u Novosadskoj mlekari, Novi Sad, pri termičkom tretmanu od 70°C u toku 15 s u protivstrujnom protočnom kontinualnom pasterizatoru firme Alfa-Laval, Švedska, kapaciteta 10.000 l/h.

Fizičko-hemijski kvalitet sirovog i pasterizovanog mleka istražen je sledećim analizama:

- suva materija direktnom metodom sušenja na 105°C (Pejić i Đorđević, 1972);
- mineralne materije žarenjem na 550°C (Pejić i Đorđević, 1972);
- mlečna mast metodom po Gerber-u (Pejić i Đorđević, 1972);
- laktoza po metodi IDF (Document No 28/1974);
- ukupni proteini po Kjeldahlu;
- nekazeinski azot, neproteinski azot, proteaze i peptoni metodom po Rowlandu (1938);
- kazein, serum proteini i pravi proteini računskim putem po Rowlandu (1938);
- frakcije kazeina i serum proteina PAG elektroforezom po Raymond i Nakamichi (1963);
- 5-HMF metodom po Keeney i Bassetteu (1959);
- viskozitet po Höppler-u (Pejić i Đorđević, 1972);
- pH vrednost elektrohemijski pH-metrom MA 5724, Iskra, Kranj.

### Rezultati i diskusija

U tablici 1 prakazani su rezultati istraživanja kvaliteta sirovog mleka korišćenog za proizvodnju pasterizovanog mleka.

Iz navedene tablice vidi se da sirovo mleko sadrži: suve materije 12,35%, ukupnih proteina 3,15%, laktoze 4,7%, masti 3,80% i mineralnih materija 0,69%. pH vrednost sirovog mleka je 6,6 a viskozitet  $10^{-3}$  Pas. Na bazi fizičko-hemijskih karakteristika prikazanih u datoj tablici vidi se da je sirovo mleko standardnog kvaliteta. Od 2,47% kazeina u mleku PAG elektroforezom

**Tablica 1. Fizičko-hemijske osobine sirovog mleka**  
**Table 1. Physico-Chemical Characteristics of Raw Milk**

Redni broj	Komponenta	Količina
1	Ukupni proteini (‰)	3,15
2	Nekazeinski azot (‰)	0,103
3	Neproteinski azot (‰)	0,023
4	Proteoze i peptoni (‰)	0,023
5	Kazein (‰)	2,47
6	$\alpha_s$ -kazein (‰)	63,02
7	$\beta$ -kazein (‰)	30,45
8	$\kappa$ -kazein (‰)	6,53
9	Serum proteini (‰)	0,37
10	$\beta$ -laktoglobulin (‰)	72,16
11	$\alpha$ -laktalbumin (‰)	27,84
12	Pravi proteini (‰)	2,98
13	5-hidroksimetil furfurala (5-HMF) ( $\mu\text{mol/l}$ )	2,89
14	Laktoza (‰)	4,7
15	Viskozitet ( $10^{-3}$ Pas)	2,81
16	Suva materija (‰)	12,35
17	Mineralne materije (‰)	0,69
18	Mast (‰)	3,80
19	pH	6,6

utvrđeno je da je udeo  $\alpha_s$ -kazeina — 63,02‰,  $\beta$ -kazeina — 30,45 i  $\kappa$ -kazeina — 6,53‰; a u 0,37‰ serum proteina u sirovom mleku 72,16‰ je udeo  $\beta$ -laktoglobulina i 27,84‰  $\alpha$ -laktoalbumina.

Fizičko-hemijske promene pasterizovanog mleka date su u tablici 2.

Upoređujući rezultate pasterizovanog mleka u tablici 2 s rezultatima istog mleka pre pasterizacije u tablici 1 vidi se da je sadržaj suve materije sirovog mleka za 2,32‰ veći od sadržaja suve materije pasterizovanog mleka. Nastala razlika je posledica nižeg sadržaja mlečne masti u pasterizovanom mleku tj. proizvedeno je delimično obrano pasterizovano mleko s 1,6‰ mlečne masti.

**Tablica 2. Fizičko-hemijske osobine pasterizovanog mleka**  
**Table 2. Physico-Chemical Characteristics of Pasteurized Milk**

Redni broj	Komponenta	Količina
1	Suva materija (‰)	10,03
2	Mineralne materije (‰)	0,67
3	Laktoza (‰)	4,7
4	Viskozitet ( $10^{-3}$ Pas)	2,13
5	Mast (‰)	1,70
6	pH	6,4

Sadržaj mineralnih materija sirovog mleka iznosi 0,69‰ a kod pasterizovanog mleka 0,67‰, što je neznatno smanjenje.

Sadržaj laktoze kod sirovog i pasterizovanog mleka je identičan i iznosi 4,7‰.

Viskozitet sirovog mleka je veći za  $0,18 \cdot 10^{-3}$  Pas viskoziteta pasterizovanog mleka, što je uzrokovano većim sadržajem masti i proteina u sirovom mleku.

Iz tablice 1 i tablice 2 vidi se da je sadržaj masti sirovog mleka veći za 2,10‰ nego u pasterizovanom mleku, što je posledica separiranja masti u cilju standardizacije sadržaja na 1,6‰ u pasteriziranom mleku.

Vrednost pH pasterizovanog mleka manja je za 0,2 jedinice od pH vrednosti sirovog mleka, što je u skladu sa literaturnim podacima.

U tablici 3 prikazan je sadržaj proteinskih komponenata pasterizovanog mleka. Upoređujući rezultate iz tablice 3 rezultatima istog sirovog mleka u tablici 1 vidi se da ukupan sadržaj proteina u pasterizovanom mleku iznosi 2,96‰, dok u sirovom mleku iznosi 3,15‰, što znači da je ukupan sadržaj proteina u pasterizovanom mleku manji za 0,19‰ nego u sirovom mleku.

### 3. Proteinske komponente pasterizovanog mleka

#### 3. Protein Components of Pasteurized Milk

Redni broj	Komponenta	Količina
1.	Ukupni proteini (‰)	2,96
2.	Nekazeinski azot (‰)	0,084
3.	Neproteinski azot (‰)	0,022
4.	Proteoze i peptoni (‰)	0,022
5.	Kazein (‰)	2,40
6.	$\alpha_s$ -kazein (‰)	60,35
7.	$\beta$ -kazein (‰)	37,61
8.	$\kappa$ -kazein (‰)	2,04
9.	Serum proteini (‰)	0,25
10.	$\beta$ -laktoglobulin (‰)	58,10
11.	$\alpha$ -laktalbumin	41,90
12.	Pravi proteini	2,79
13.	5-hidroksimetil furfural (5-HMF) ( $\mu\text{mol/l}$ )	15,49

Kao što se iz tablica 1 i 3 vidi, već tokom pasterizacije, koja je jedan od najblažih primenjivanih termičkih tretmana, dolazi do promene u sadržaju N-jedinjenja: ukupnih proteina, nekazeinskog azota, neproteinskog azota, proteoza i peptona, kazeina, serum proteina i pravih proteina. Naročito je došlo do smanjenja relativnog udela serum proteina pasterizovanog mleka, odnosno smanjenja njihove prvobitne količine, u odnosu na sirovo mleko u iznosu od 32,43‰. U slučaju kazeina procentualno smanjenje iznosi svega 2,83‰, što se može smatrati zanemarljivim. Ovakav rezultat je očekivan obzirom na termolabilnost serum proteina i relativnu termorezistentnost kazeinskih micela.

Relativni udeo  $\alpha_s$ -,  $\beta$ - i  $\gamma$ -frakcija kazeina dobijenih nakon PAG elektroforeze kazeina u pasterizovanom mleku je iznosio: 60,35; 37,61 i 2,04%, respektivno, dok su relativni udeli frakcija serum proteina iznosili:  $\beta$ -laktoglobulin — 58,10% i  $\alpha$ -laktalbumin — 41,90% (tablica 3).

Sadržaj 5-HMF u pasterizovanom mleku je 5,35 puta veći u odnosu na sirovo mleko i iznosi 15,49  $\mu$ mol/l, što je i očekivano, obzirom da više temperature u prisustvu proteina i šećera intenziviraju reakcije Maillardovog tipa potamnjanja u prehrambenim proizvodima.

### Zaključak

Temperatura pasterizacije mleka izaziva minimalan pad pH vrednosti, delimičnu denaturaciju proteina i povećanje sadržaja 5-hidroksimentilfurfurala u pasterizovanom mleku odnosno na sirovo mleko.

Dobijeni rezultati pokazuju da tokom pasterizacije, koja je jedan od najblažih primenjivanih termičkih tretmana u tehnologiji prerade mleka, dolazi do promena u sadržaju svih proteinskih frakcija: ukupnih proteina, nekazeinskog azota, proteoza i peptona, kazeina, serum proteina i pravih proteina.

### Literatura

- DOZET, N.: Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda, standardizacija i ocjena, Skripta za magistarski stepen, Sarajevo, 1972.
- International Dairy Federation: Document N<sup>o</sup> 28, 1974.
- KEENEY, M., BASSETTE, R. (1959): **J. Dairy Sci.** **42**, 945—960.
- KIRCHMEIR, O., EL. SHOBERY, M., KIRCHMEIER, D. (1984): **Milchwissenschaft**, **39**, 19, 538—590.
- PEJIĆ, O., ĐORĐEVIĆ, J.: Mlekarski praktikum, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva SR Srbije, Beograd, 1972.
- RAYMOND, S., NAKAMICHI, M. (1963): **Anal. Biochem.** **3**, 23.
- ROWLAND, J. S. (1938): **J. Dairy Res.** **9**, 42—47.