

## UTJECAJ TERMIČKOG TRETMANA NA PROMENE LAKTOZE I ORGANOLEPTIČKIH SVOJSTAVA KRATKOTRAJNO STERILIZOVANOG MLEKA

Mr Gordana NIKETIĆ, PK »Beograd«, OOUR »PKB Standard«, Padinska Skela

### *Sažetak*

*Stepen termičke razgradnje laktoze zavisi od primenjenog postupka termičke obrade. I pri direktnom i pri indirektnom postupku kratkotrajne sterilizacije nakon termičkog tretmana dolazi do povećanja sadržaja hidroksimetilfurfurala. Prema rezultatima istraživanja mnogih autora (Blanc et al., 1981. i Hostettler, 1972.) koja su saglasna sa našim podacima ove promene su izraženije kod primene indirektno sterilizacije.*

*Kako i pri direktnom i indirektnom postupku sterilizacije dolazi do povećanja sadržaja hidroksimetilfurfurala dalje smo ispitivali utjecaj stepena degradacije laktoze na promenu organoleptičkih svojstava sterilizovanog mleka. Konstatovali smo da, ukoliko je tehnološki postupak pravilno sproveden i ukoliko su uzorci skladišteni pri adekvatnim uslovima, ne dolazi do bitnih promena organoleptičkih svojstava kratkotrajno sterilizovanog mleka.*

Pri proizvodnji kratkotrajno sterilizovanog mleka dolazi do degradacije laktoze. Znači, pod dejstvom visokih temperatura i pri različitim uslovima sredine nastaje veliki broj produkata degradacije laktoze. Međutim, ne zna se tačno način nastajanja svih proizvoda, jer isti proizvodi mogu nastati na različite načine (3).

Do promene boje mleka dolazi pri delovanju visokih temperatura, a kako u ovim promenama učestvuje laktoza, one se označavaju kao karamelizacija. Reakcija karamelizacije se označava kao degradacija šećera bez prisustva aminokiselina ili proteina. Međutim, kako su u mleku pored laktoze uvek prisutni i proteini, zagrevanjem mleka dolazi do reakcije laktoze i proteina, u prvom redu kazeina, i obrazovanja aminošećera po tipu Maillard-ove reakcije. Laktoza u toj reakciji reaguje slobodnom poluacetalnom grupom sa amino grupom diaminomonokarbonskih kiselina: arginina, histidina i lizina. Pri ovim reakcijama nastaje čitav niz jedinjenja, ali nije još uvek utvrđeno da li sva ona nastaju istovremeno ili kao posledica njihove nestabilnosti ili intermolekularnih promena (6).

Iz literature je poznato da zagrevanje laktoze u kiseloj sredini izaziva hidrolizu ovog jedinjenja. Delovanje visoke temperature može zatim da izazove dehidrataciju monoza uz obrazovanje levulonske kiseline, hidroksimetilfurfurala i mravlje kiseline. Hidroksimetilfurfural prilikom zagrevanja u kiseloj sredini dovodi do obrazovanja materija sa mrkom bojom. Stepem termičke razgradnje laktoze i vrste jedinjenja koja usled toga nastaju zavisi u velikoj meri od uslova pod kojima se ona odigrava, a to su temperatura, pritisak, pH, koncentracija kiseonika.

Renner i saradnici (7) i Blanc i saradnici (1) su utvrdili da sadržaj hidroksimetilfurfurala u sterilizovanom mleku zavisi od primenjenog postupka sterilizacije i uslova skladištenja.

Prema istraživanjima Hostettler-a (2) obrano mleko koje je podvrgavano indirektnoj sterilizaciji je pokazalo veći sadržaj hidroksimetilfurfurala nego obrano mleko koje je podvrgavano direktnoj sterilizaciji.

Mottar i saradnici (5) su u svojim istraživanjima utvrdili da je početni sadržaj hidroksimetilfurfurala značajno veći kod mleka tretiranog indirektnim postupkom (9,6  $\mu\text{mol/l}$ ), nego kod mleka tretiranog direktnim postupkom sterilizacije (5,7  $\mu\text{mol/l}$ ).

U toku naših istraživanja utvrđivali smo utjecaj tipa termičkog tretmana na sadržaj hidroksimetilfurfurala i pratili promene njegovog sadržaja tokom 63 dana skladištenja pri različitim temperaturnim režimima. Zatim smo ispitivali utjecaj stepena degradacije laktoze na promenu organoleptičkih svojstava kratkotrajno sterilizovanog mleka.

### Materijal i metod rada

Uzorci mleka, kratkotrajno sterilizovanog direktnim (145 °C u toku 3—4 sec, uređaj VTIS-Alfa Laval) i indirektnim postupkom sterilizacije (137 °C u toku 4 sec, uređaj STERITERM-Alfa Laval), su uzimani iz redovne industrijske proizvodnje mlekare »PKB Standard« u Padinskoj Skeli. Pored sterilizovanog mleka ispitivano je i sveže mleko koje je podvrgavano sterilizaciji.

Fizičko-hemijska i organoleptička ispitivanja na kratkotrajno sterilizovanom mleku vršena su odmah nakon proizvodnje i svakih 7 dana u toku roka trajanja proizvoda.

Stepen Maillard-ove reakcije je određivan merenjem količine 5-hidroksimetilfurfurala po metodi Keeny i Basette (4).

Organoleptičko ocenjivanje je vršeno prema utvrđenim kriterijumima za sterilizovano mleko koji se primenjuju u našoj zemlji.

### Rezultati istraživanja sa diskusijom

Praćenjem promena sadržaja hidroksimetilfurfurala kod mleka obrađenog direktnim postupkom kratkotrajne sterilizacije možemo konstatovati da je termički tretman doveo naglo do promena sadržaja ovog jedinjenja. Tako je sadržaj hidroksimetilfurfurala u sirovom mleku iznosio 1,75  $\mu\text{mol/l}$ , a u sterilizovanom mleku odmah nakon termičkog tretmana 5,77  $\mu\text{mol/l}$ . Tako možemo reći da je došlo do trostrukog povećanja ovog jedinjenja (Tablica 1.).

Sadržaj hidroksimetilfurfurala je kod svih uzoraka kratkotrajno sterilizovanog mleka obrađenog direktnim postupkom sterilizacije imao tendenciju rasta u prvih 28 dana skladištenja. Nakon tog perioda pa sve do šezdeset trećeg dana skladištenja imao je tendenciju laganog opadanja. Ova pojava se objašnjava činjenicom da je za obrazovanje ovih jedinjenja potreban niži nivo aktivacione energije, a i reakcija je, u izvesnoj meri, autokatalitična.

Izvršenim istraživanjima, prikazanim u tablici 2., je utvrđeno da i termički tretman indirektno kratkotrajne sterilizacije dovodi do nagle promene sadržaja hidroksimetilfurfurala. Tako je sadržaj ovog jedinjenja u svežem mleku iznosio 3,94  $\mu\text{mol/l}$ , a u kratkotrajno sterilizovanom mleku nakon indirektno sterili-

**Tablica 1. Promene sadržaja hidroksimetilfurfurala kod uzoraka kratkotrajno sterilizovanog mleka obrađenog direktnim postupkom**  
**Table 1. Changes in the HMF content of whole milk exposed to direct UHT sterilization**

Vreme skladištenja (dani)	Temperatura skladištenja (°C)	Interval (μmol/l)	$\bar{X}$	Sadržaj HMF (%)
Sirovo mleko		1,55 — 1,90	1,75	/
Pasterizovano mleko		1,49 — 3,06	2,15	—
1		5,16 — 6,21	5,77	100,00
	5	4,37 — 7,36	5,88	101,91
7	20	4,36 — 6,72	5,74	99,48
	5	4,06 — 6,82	6,23	107,97
14	20	5,69 — 8,75	6,18	107,01
	5	4,06 — 6,74	6,54	113,34
21	20	6,19 — 6,20	6,20	107,45
	5	5,20 — 7,26	6,56	113,69
28	20	5,25 — 7,26	6,26	108,49
	5	3,85 — 6,21	5,26	91,16
35	20	4,46 — 6,56	5,30	91,85
	5	4,37 — 6,12	5,35	92,72
42	20	3,54 — 5,25	4,68	81,11
	5	5,15 — 5,38	5,28	91,51
49	20	5,00 — 5,15	5,10	88,38
	5	5,00 — 5,37	5,23	90,64
56	20	5,04 — 5,29	5,16	89,43
	5	5,10 — 5,25	5,19	88,95
63	20	4,90 — 5,25	5,07	87,87

zacije 16,53 μmol/l. Tako možemo reći da je došlo do četverostrukog povećanja sadržaja hidroksimetilfurfurala nakon termičkog tretmana.

U toku skladištenja pri različitim temperaturnim režimima (5 ° i 20 °C) sadržaj hidroksimetilfurfurala kod mleka obrađenog indirektnim postupkom sterilizacije je imao tendenciju rasta sve do 21. dana, a nakon toga dolazi do laganog opadanja. Međutim, i nakon 63 dana skladištenja sadržaj hidroksimetilfurfurala, iako je imao nakon 21 dana tendenciju opadanja, je nešto viši nego nakon termičkog tretmana.

Rezultati organoleptičke kontrole, direktno i indirektno kratkotrajno sterilizovanog mleka dati su u tablici 3. Organoleptičkom kontrolom je ocenjivan opšti izgled, okus, miris, boja i data je ocena sedimenta kod svih uzoraka posle sterilizacije i u toku 63 dana skladištenja na 5 ° i 20 °C.

Na osnovu prikazanih rezultata možemo konstatovati da su svi uzorci kratkotrajno sterilizovanog mleka i nakon 63 dana skladištenja imali nepromenjene organoleptičke osobine karakteristične za ovaj proizvod.

**Tablica 2. Promene sadržaja hidroksimetilfurfurala kod uzoraka kratkotrajno sterilizovanog mleka obrađenog indirektnim postupkom**

**Table 2. Changes in the HMF content of whole milk exposed to indirect UHT sterilization**

Vreme skladištenje (dani)	Temperatura skladištenja (°C)	Interval (μmol/l)	$\bar{X}$	Sadržaj HMF (%)
Sirovo mleko 1		3,25 — 4,05	3,94	/
		10,50 — 24,00	16,53	100,00
7	5	10,17 — 27,00	17,19	104,56
	20	9,14 — 25,37	16,78	101,50
14	5	11,40 — 26,01	20,04	121,34
	20	15,02 — 23,16	20,02	121,11
21	5	18,11 — 26,01	22,08	133,57
	20	17,23 — 23,61	19,64	118,81
28	5	14,11 — 23,40	17,88	108,17
	20	12,73 — 22,30	17,02	102,96
35	5	15,90 — 19,57	17,73	107,26
	20	12,69 — 16,73	14,71	88,99
42	5	15,75 — 19,70	17,69	107,02
	20	14,83 — 15,69	15,37	92,98
49	5	16,64 — 20,39	18,09	109,44
	20	15,49 — 17,06	16,30	98,61
56	5	17,58 — 21,61	20,15	121,90
	20	14,80 — 17,67	16,71	101,09
63	5	14,17 — 27,19	19,29	116,90
	20	12,07 — 22,31	15,98	96,67

**Tablica 3. Organoieptička ocena uzoraka kratkotrajno sterilizovanog mleka izražena u poenima**

**Table 3. Organoleptic changes in UHT milk during storage period**

Uzorak	Period sklad.	Osobine proizvoda				
		Opšti izgled	Okus	Miris	Boja	Sediment
A	1	1	12	2	2	3
B	1	1	12	2	2	3
A <sub>1</sub>	63	1	11	2	2	2
A <sub>2</sub>	63	1	12	2	2	2
B <sub>1</sub>	63	1	12	2	2	2
B <sub>2</sub>	63	1	12	2	2	2

Legenda: A — sirovo mleko obrađeno postupkom direktne sterilizacije  
 A<sub>1</sub> — uzorci skladišteni na 5°C  
 A<sub>2</sub> — uzorci skladišteni na 20°C  
 B — mleko obrađeno postupkom indirektno krat. sterilizacije  
 B<sub>1</sub> — uzorci skladišteni na 5°C  
 B<sub>2</sub> — uzorci skladišteni na 20°C

## Zaključak

Na osnovu praćenja utjecaja termičkog tretmana i uslova skladištenja na promenu sadržaja hidroksimetilfurfurala kod mleka obrađenog direktnim i indirektnim postupkom kratkotrajne sterilizacije možemo konstatovati:

Tokom termičkog tretmana dolazi do povećanja sadržaja hidroksimetilfurfurala. Ovo povećanje je izraženije kod mleka tretiranog indirektnim u odnosu na mleko tretirano direktnim postupkom kratkotrajne sterilizacije. Objašnjenje za ovu pojavu treba tražiti u biti samog postupka termičke obrade. Kod indirektnog metoda sterilizacije sirovo mleko se duže vreme zagreva, dok se ne postigne temperatura sterilizacije od 137 °C, a zatim duže hladi, dok se pri direktnom postupku sterilizacije i temperatura naglo postiže, a zatim se pristupa naglom hlađenju i homogenizaciji.

Zatim se može konstatovati da nakon termičkog tretmana dalje promene sadržaja hidroksimetilfurfurala zavise od temperature i vremena skladištenja. Pri višim temperaturama i dužem vremenu skladištenja ove promene su izraženije kod mleka tretiranog i jednim i drugim postupkom kratkotrajne sterilizacije.

Kako i pri direktnom i indirektnom postupku sterilizacije dolazi do povećanja sadržaja hidroksimetilfurfurala, konstatovali smo da, ukoliko je tehnološki postupak pravilno sproveden i ukoliko su uzorci skladišteni pri adekvatnim uslovima, ne dolazi do bitnih promena organoleptičkih svojstava kratkotrajno sterilizovanog mleka.

## Summary

*The aim of study was to investigate what influence has UHT sterilization on the transformations of the lactose.*

*Determination of the hidroxymethylfurfural (HMF) content are used to follow browning reaction. Whole milk exposed to direct and indirect UHT sterilization gave higher process than for the milk heated by the indirect process. On storage at 5 and 20°C values for the HMF increase. The main increase in the HMF content occurred in the first 21 and 28 days after processing, and after that period the values for HMF decrease.*

*Therefore when UHT — milk is stored at 5 and 20°C pronounced organoleptic changes due to the Maillard reaction are not to be expected within the given period of shelf life.*

## Literatura

1. BLANC B. and ODET G.; — Appearance, flavour and texture aspects — Recent development — Document 133 (1981.) Bulletin FIL-IDF.
2. HOSTETTLER H.; — Appearance, flavour and texture aspects: development until 1972 — Document 133 (1981.) Bulletin FIL-IDF.
3. JENNESS R. and S. PATTON.; — Principles of dairy chemistry (1959.).
4. KEENEY M. and BASSETTE R.; — Detection of intermediate compounds in the early stage of browning reaction in milk products — *J. Dairy Sci.* **42**, 945 (1959.).
5. MOTTAR J., G. WAES, R. MOERMANS and M. NAUDTS — Sensoric changes in UHT milk during uncooled storage — *Milchwissenschaft* **34**, 5 (1979.).
6. PATTON S. — Browning and associate changes in milk and its products, A review — *J. Dairy Sci.* **5**, 457 (1955.).
7. RENNER E. and SCHMIDT R.; — Chemical and physico-chemical aspects Laboratory control — IDF monography on UHT milk (1972.).