

Utjecaj bakteriološke kakvoće mlijeka na trajnost pasteriziranog mlijeka

Lj. Kršev, Lj. Tratnik, I. Pirjavec, A. Borović

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper

UDK: 637.141.3

Sažetak

Tijekom ljetnog razdoblja kontrolirana je mikrobiološka kakvoća 10 skupnih uzoraka sirovog mlijeka. Nakon pasterizacije (80°C/60") istih uzoraka određena je mikrobiološka kakvoća i održivost pri temperaturi okoline i pri +8°C. Pasterizirano se mlijeko može čuvati do 5 dana.

Riječi natuknice: Bakteriološka kakvoća sirovog mlijeka, bakteriološka kakvoća pasteriziranog mlijeka.

Uvod

Za održavanje organizma u dobrom zdravstvenom stanju kao i za njegov rast i razvitak, potrebne su mnoge tvari koje se u organizam unose hranom. Praktično, mlijeko sadržava sve za to potrebne tvari. To dokazuje i njegova temeljna namjena u prirodi: mladom organizmu ono je jedina hrana u prvim danima života.

Međutim, mlijeko je također i vrlo dobra hranjiva podloga za rast mnogih vrsta mikroorganizama pa i onih koji nisu poželjni ni s tehnološkog ni sa zdravstvenog gledišta. Nepoželjni mikroorganizmi umanjuju hranjivu i tehnološku vrijednost mlijeka, ali i njegovu trajnost, a neke vrste proizvode u mlijeku i po zdravlje opasne tvari. Zbog toga je, za očuvanje trajnosti i zdravstvene ispravnosti mlijeka, potrebno poduzeti sve mjere koje uništavaju u mlijeku prisutne mikroorganizme (ili smanjuju njihovu aktivnost).

U tu svrhu u mljekarskoj industriji najčešće se koriste postupci grijanja i hlađenja mlijeka. Djelotvornost toplinske obrade mlijeka mora biti takva da se u mlijeku unište svi patogeni mikroorganizmi kao i sva saprofitna mikroobna populacija.

Cilj ovog rada bio je ustanoviti kako mikrobiološka kakvoća sirovog mlijeka utječe na njegovu trajnost nakon toplinske obrade mlijeka. Uzorci toplinom obrađenog mlijeka tj. pasteriziranog mlijeka, čuvani su pri temperaturi okoline i pri +8°C te je istražen rast mikroorganizama tijekom čuvanja.

Materijal i metode rada

Analizirani su uzorci skupnog mlijeka nabavljeni s 10 različitih proizvodnih područja. Uzorkovanje je obavljeno slijedeći Pravilnik o uzorkovanju (Sl. list 32/83), tijekom ljetnog razdoblja godine, a trajalo je 3 mjeseca. U uzorcima sirovog mlijeka, neposredno po uzimanju uzorka, određen je ukupni broj živih i broj psihrofilnih mikroorganizama.

Uzorci mlijeka su pasteurizirani pri 80°C/60", te je određen ukupni broj živih i broj psihrofilnih mikroorganizama.

Za određivanje ukupnog broja živih mikroorganizama korištena je hranjiva podloga propisana u Sl. listu br. 25/1980. Broj psihrofilnih mikroorganizama određen je prema metodi IDF No. 101/1981.

Uzorci pasteuriziranog mlijeka čuvani su 1, 3 i 5 dana pri temperaturi okoline i pri +8°C.

Tablica 1. Statistički obrađeni rezultati određivanja ukupnog broja i broja psihrofilnih mikroorganizama u uzorcima sirovog mlijeka

Table 1. Statistical data of CFU and psychophilic microorganisms counts determination in samples raw milk

Uzorci	Ukupan broj živih bakterija				Broj psihrofilnih bakterija			
	n	\bar{x}	s	CV%	n	\bar{x}	s	CV%
I	10	6,358	0,320	5,033	10	5,640	0,349	6,188
	10	6,405	0,350	5,464	10	5,660	0,397	7,014
II	11	6,382	0,317	4,967	11	5,189	1,593	30,699
	11	6,436	0,339	5,267	11	5,660	0,347	6,131
III	10	6,421	0,411	6,400	10	5,768	0,267	4,629
	10	6,493	0,246	3,789	10	5,875	0,321	5,464
IV	10	6,373	0,392	6,151	10	5,639	0,417	7,395
	10	6,462	0,415	6,422	10	5,641	0,375	6,648
V	10	6,463	0,325	5,029	10	5,651	0,374	6,618
	10	6,475	0,310	4,788	10	5,654	0,437	7,729
VI	10	6,432	0,359	5,581	10	5,674	0,400	7,050
	10	6,521	0,396	6,037	10	5,744	0,328	5,710
VII	9	6,449	0,270	4,187	9	5,752	0,338	5,876
	9	6,470	0,257	3,972	9	5,782	0,325	5,621
VIII	6	6,354	0,575	9,049	6	5,570	0,495	8,887
	6	6,485	0,680	10,486	6	5,623	0,236	4,197
IX	8	6,431	0,291	4,525	8	5,611	0,364	6,487
	8	6,484	0,308	4,750	8	5,704	0,290	5,052
X	8	6,445	0,322	4,996	8	5,579	0,258	4,642
	8	6,460	0,347	5,372	8	5,596	0,244	4,360

Dobiveni podaci statistički su obrađeni. Populacijsko-kinetički parametri rasta mikrobne populacije izračunati su prema formuli (Pahorn, 1986).

$$N = (\log N_t - \log N_0) / \log 2 \times t$$

gdje je

N = prosječan broj generacija/24 h

N_0 = početni broj bakterija

N_t = broj bakterija nakon vremena t

t = vrijeme od N_0 do N_t u danima

$G = 1/N$

G = generacijsko vrijeme u danima

Rezultati rada

U tablicama 1. i 2. prikazani su statistički obrađeni podaci određivanja ukupnog broja i broja psihrofilnih mikroorganizama u uzorcima sirovog mlijeka i u uzorcima pasteriziranog mlijeka.

Ukupan broj živih bakterija u 1 ml neobrađenog mlijeka kretao se od 226×10^4 do 22×10^5 . Broj psihrofilnih bakterija sadržanih u uzorcima neobrađenog mlijeka kretao se od 155×10^3 do 75×10^4 /ml.

Ukupan broj živih bakterija u 1 ml pasteriziranog mlijeka kretao se od 67×10^2 do 64×10^3 od čega je psihrofilnih bakterija bilo od 86×10^1 do 72×10^2 /ml. Pasterizacijski učinak bio je od 98,1 do 99,7%.

U tablicama 3. i 4. prikazani su populacijsko-kinetički parametri rasta mikrobne populacije u pasteriziranom mlijeku čuvanom pri različitim temperaturama.

Prosječan broj generacija ukupnog broja živih bakterija u pasteriziranom mlijeku nakon 1 dan čuvanja pri $+8^\circ$ bio je 0,857, a generacijsko vrijeme 1,93 dana. Nakon 3 odnosno 5 dana čuvanja pri $+8^\circ\text{C}$ prosječan broj generacija bio je 3,852 odnosno 4,438; a generacijsko vrijeme bilo je 0,26 odnosno 0,23 dana.

U pasteriziranom mlijeku čuvanom pri temperaturi okoline 1 dan prosječan broj generacija ukupnog broja živih bakterija bio je 6,964, a generacijsko vrijeme bilo je 0,16 dana.

Prosječan broj generacija psihrofilnih bakterija u pasteriziranom mlijeku nakon 1 dan čuvanja pri $+8^\circ$ bio je 1,090; a generacijsko vrijeme 1,26 dana. Nakon 3 odnosno 5 dana čuvanja pri $+8^\circ\text{C}$ prosječan broj generacija bio je 4,046 odnosno 4,476, a generacijsko vrijeme bilo je 0,25 dana odnosno 0,23 dana.

U pasteriziranom mlijeku čuvanom na temperaturi okoline 1 dan, prosječan broj generacija psihrofilnih bakterija bio je 5,915; a generacijsko vrijeme bilo je 0,16 dana.

Tablica 2. Statistički obrađeni rezultati određivanja ukupnog broja i broja psihrofilnih mikroorganizama u pasteriziranom mlijeku**Table 2. Statistical data of CFU and psychrophilic microorganisms counts determination in pasteurized milk**

Uzorci	Ukupan broj živih bakterija				Broj psihrofilnih bakterija			
	n	\bar{x}	s	CV%	n	\bar{x}	s	CV%
I	10	3,823	1,646	43,055	10	3,578	1,136	31,750
	10	4,399	1,972	44,828	10	3,708	1,811	48,840
II	11	4,093	1,117	27,290	11	3,188	1,297	40,684
	11	4,165	1,198	28,571	11	3,214	1,889	58,774
III	10	4,197	0,877	20,896	10	3,420	1,515	44,298
	10	4,455	0,770	17,284	10	3,462	1,581	45,667
IV	10	4,314	1,037	24,038	10	3,757	1,111	29,571
	10	4,334	1,236	28,519	10	3,758	1,305	34,726
V	10	4,127	1,050	25,442	10	3,407	1,379	40,475
	10	4,150	0,736	18,386	10	3,534	1,603	45,359
VI	10	4,258	1,110	26,069	10	3,694	1,178	31,890
	10	4,311	1,289	29,900	10	3,796	1,805	47,550
VII	9	4,158	0,838	20,154	9	3,514	0,817	23,250
	9	4,218	1,044	24,751	9	3,804	1,605	42,192
VIII	6	3,942	1,133	28,742	6	2,937	1,568	53,387
	6	4,151	1,145	27,584	6	3,106	1,752	56,407
IX	8	4,482	0,955	21,307	8	3,660	0,923	25,219
	8	4,562	0,850	18,632	8	3,842	1,691	44,014
X	8	4,686	0,870	18,566	8	3,815	0,815	21,363
	8	4,807	0,885	18,410	8	3,856	1,804	46,784

Diskusija

Budući da mikrobiološka kakvoća mlijeka utječe na kakvoću mliječnih proizvoda, istražen je ukupan broj živih stanica i broj psihrofilnih stanica nakon pasterizacije uzoraka mlijeka te održivost pasteriziranog mlijeka pri temperaturi okoline i pri +8°C.

Tablica 3. Parametri rasta ukupnog broja živih mikroorganizama u uzorcima pasteriziranog mlijeka čuvanih pri različitim temperaturama

Table 3. Growth parameters of CFU in samples of pasteurized milk stored at different temperatures

TEMP.	+8° C						OKOLINE	
DANI		1		3		5		1
UZORCI	N	G	N	G	N	G	N	G
I	1,621	0,617	3,887	0,257	4,166	0,240	0,236	0,236
	1,771	0,565	4,076	0,245	4,287	0,233	0,211	0,211
II	1,475	0,678	4,037	0,248	4,158	0,240	0,189	0,189
	1,385	0,722	4,247	0,235	4,610	0,217	0,134	0,134
III	0,628	1,593	3,582	0,279	4,596	0,218	0,093	0,093
	0,129	7,719	4,582	0,218	4,942	0,202	0,080	0,80
IV	0,691	1,447	3,479	0,287	3,857	0,259	0,241	0,241
	1,209	0,829	4,127	0,242	4,273	0,234	0,152	0,152
V	0,561	1,781	3,240	0,309	4,779	0,209	0,132	0,132
	0,598	1,672	4,156	0,241	5,160	0,194	0,096	0,096
VI	0,930	1,075	3,856	0,259	4,225	0,237	0,308	0,308
	0,817	1,244	4,051	0,246	4,777	0,209	0,210	0,210
VII	0,512	1,955	3,192	0,313	3,711	0,269	0,144	0,144
	0,472	2,120	3,229	0,310	4,257	0,235	0,107	0,107
VIII	1,399	0,715	3,372	0,297	3,760	0,266	0,134	0,134
	1,133	0,883	3,999	0,250	4,003	0,250	0,124	0,124
IX	0,545	1,836	3,891	0,257	4,404	0,227	0,207	0,207
	0,641	1,560	4,596	0,218	4,750	0,211	0,145	0,145
X	0,488	2,048	3,267	0,306	4,222	0,237	0,074	0,074
	0,133	7,519	4,183	0,239	4,566	0,219	0,063	0,063
\bar{X}	0,857	1,93	3,852	0,26	4,438	0,23	0,129	0,129

Uzorci sirovog (neobrađenog) mlijeka sadržavali su minimalno 226×10^4 do maksimalno 33×10^5 živih stanica/ml (tablica 1). Može se reći da je mikrobiološka ispravnost sirovog mlijeka bila zadovoljavajuća jer svega 28,3% uzoraka nije odgovaralo zahtjevima Pravilnika (Sl. list, 5/82). Psihrofilnih

Tablica 4. Parametri rasta psihrofilnih mikroorganizama u uzorcima pasteuriziranog mlijeka čuvanih pri različitim temperaturama**Table 4. Growth parameters of psychrophilic microorganisms in samples of pasteurized milk stored at different temperatures**

TEMP.	+8°C						OKOLINE	
		1		3		5		1
UZORCI	N	G	N	G	N	G	N	G
I	0,518	1,930	3,868	0,271	3,786	0,264	1,621	0,617
	0,704	1,420	3,572	0,280	3,972	0,252	1,618	0,618
II	1,648	0,607	4,508	0,222	4,821	0,207	6,096	0,164
	1,621	0,617	4,595	0,218	4,921	0,203	8,042	0,124
III	1,153	0,868	4,176	0,239	4,624	0,216	8,919	0,112
	1,302	0,768	4,805	0,208	5,021	0,199	11,600	0,086
IV	0,857	1,167	3,742	0,267	3,757	0,266	1,505	0,631
	1,083	0,923	3,995	0,250	4,151	0,241	3,774	0,265
V	0,744	1,930	3,559	0,281	4,691	0,213	5,445	0,184
	1,744	1,420	4,574	0,219	5,054	0,198	7,062	0,142
VI	0,236	0,607	4,152	0,241	4,167	0,240	3,182	0,314
	1,159	0,617	4,579	0,218	4,930	0,203	5,332	0,188
VII	0,382	0,868	3,716	0,269	4,105	0,244	6,866	0,146
	0,472	0,768	3,487	0,287	4,076	0,245	8,511	0,117
VIII	2,016	1,167	4,012	0,249	4,150	0,241	6,594	0,152
	1,671	0,923	3,439	0,291	4,386	0,288	8,248	0,121
IX	0,887	1,344	4,078	0,245	4,461	0,244	5,186	0,193
	1,827	0,573	3,054	0,327	4,740	0,211	6,797	0,147
X	0,761	4,240	3,899	0,256	4,674	0,214	12,550	0,080
	0,923	0,863	4,988	0,200	5,036	0,199	15,331	0,065
\bar{X}	1,090	2,618	4,046	0,25	4,476	0,23	6,718	0,149

mikroorganizama bilo je 155×10^3 do 75×10^4 /ml što iskazano u postotku iznosi 86,56 — 90,48 (tablica 1). Tako velika zastupljenost psihrofilnih mikroorganizama pokazuje da su uzorci mlijeka uglavnom bili dobro ohlađeni.

Djelotvornost odabranog režima pasterizacije (80°C/60") za sve je uzorke zadovoljavajuća (98,1 — 99,7%). Harper i Trout (1968) navode da se efikasnom pasterizacijom uništi 99% mikroorganizama. Uzorci pasteriziranog mlijeka su u prosjeku imali ispod 50.000 mikroorganizama/ml, što je manje nego što zahtijeva Pravilnik (Sl. list 45/83). Psihrofilnih mikroorganizama bilo je od 86×10^1 do 72×10^2 /ml ili iskazano u % 74,51 — 93,59 (tablica 2).

Čuvanjem uzoraka pri temperaturi okoline nije se očuvala kakvoća niti produžila trajnost pasteriziranog mlijeka. U tablicama 1. i 2. prikazani su populacijsko-kinetički parametri rasta za ukupan broj živih stanica i za broj psihrofilnih stanica. Kao što je vidljivo, porast mikrobne populacije bio je najveći upravo pri temperaturi okoline i to 7,74 generacija na dan. Psihrofilni mikroorganizmi su stvarali prosječno 6,718 generacija na dan što se i očekivalo, s obzirom na temperaturu čuvanja, koja je prema Harperu i Hallu (1976) bila optimalna za njihov rast. Tako visoke temperature čuvanja mlijeka bile su glavni uzrok njegovom kvarenju već nakon jednog dana čuvanja pri temperaturi okoline jer je čak 65,2% uzoraka koaguliralo tijekom prvog dana čuvanja. Ostali uzorci mlijeka (34,8%) koagulirali su drugog dana čuvanja. Veću trajnost imalo je pasterizirano mlijeko čuvano pri +8°. Mikrobna populacija već je nakon prvog dana čuvanja postigla eksponencijalnu fazu rasta. Udio psihrofilnih stanica u ukupnoj populaciji bio je najveći nakon tri dana čuvanja (<99,47%). Prosječan broj generacija za psihrofilnu populaciju bio je 4,0 (tablica 4), a za ukupnu populaciju 3,85 (tablica 3). Vjerojatno je ovome pripomogla temperatura čuvanja i nekonkurentnost drugih mikroorganizama, kao što u svojim istraživanjima navodi Rogelj (1990). U prva tri dana čuvanja na +8°C ni jedan od uzoraka pasteriziranog mlijeka nije koagulirao. Nakon 5 dana čuvanja koaguliralo je 42,8% uzoraka.

Varijance za paralelna mjerenja imaju u svim slučajevima eksperimentalnu vrijednost F. kvocijenta manju od granične vrijednosti tablice, pa se može tvrditi da nisu signifikantne.

Zaključak

Rezultati rada omogućuju zaključke

1. Uzorci sirovog mlijeka su u 71,7% slučajeva udovoljavali zahtjevima Pravilnika (Sl. list 51/82). Ukupan broj mikroorganizama u 1 ml sirovog mlijeka bio je od 226×10^4 do 33×10^5 .
2. Duže čuvanje pasteriziranog mlijeka pri temperaturi okoline nije moguće.
3. Čuvanje pasteriziranog mlijeka pri temperaturi +8°, posebno ako sadržava mali broj psihrofilnih stanica, moguće je do 5 dana.

*THE INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL QUALITY OF RAW MILK ON
THE KEEPING QUALITY OF PASTEURIZED MILK*

Summary

Microbiological quality of 10 collected raw milk samples was determined during summer.

After pasteurization (80°C/60") bacteriological quality and shelf-life, under temperature conditions of +8°C, of pasteurized milk samples were investigated. Keeping quality of pasteurized milk samples (+8°C) was of 5 days.

Additional index words: Bacteriological quality raw milk and pasteurized milk samples. Keeping quality.

Literatura

- HALL, C. W. And TROUT, G. M. (1968): Milk Pasterization. The Avi Publishing Company, INC Westport, Connecticut.
- HARPER, W. J. and HALL, C. W. (1976): Dairy Technology and Engineering. The Avi Publishing Company, INC Westport, Connecticut.
- Pravilnik o kakvoći mlijeka, mliječnih proizvoda, sirila i čistih kultura, Sl. list SFRJ 51/82.
- Pravilnik o metodama obavljanja mikrobioloških analiza i superanaliza živežnih namirnica, Sl. list SFRJ 25/80.
- Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka, te metodama kemijskih i fizikalnih analiza mlijeka i mliječnih proizvoda, Sl. list SFRJ 32/83.
- ROGELJ, I. (1990): Kinetika rasti mikrobne populacije in njen upliv na proteolizo surovega in pasteriziranega mleka pri 7°C. Disertacija, Biotehniški fakultet, Sveučilišta u Ljubljani, Ljubljana.

Adrese autora — Authors' addresses:

Prof. dr. Ljerka Kršev
»Dukat« Mljekara Zagreb
Doc. dr. Ljubica Tratnik
Irena Pirjavec, dipl. inž.
Anica Borović, dipl. inž.
Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb

Primljeno—Received

5. 10. 1992.