

# KOMPARATIVNA ANALIZA DIREKTOG I INDIREKTOG SISTEMA KRATKOTRAJNE UHT STERILIZACIJE

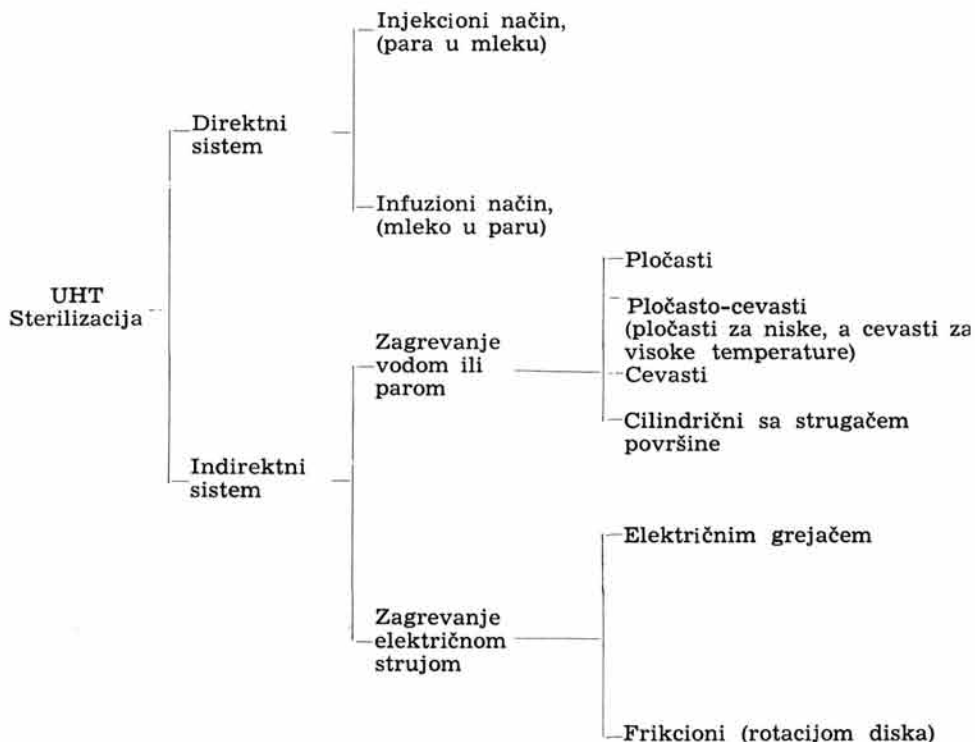
Prof. dr. Ivica VUJIČIĆ, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

## Uvod

Nagli razvoj primene kratkotrajne UHT sterilizacije u prehrambenoj industriji u poslednje dve decenije doveo je do veoma bogatog izbora i raznovrsnosti opreme, tehničko-tehnoloških rešenja i specifičnosti procesa u toj oblasti. Ta oprema i procesi se često međusobno razlikuju u primenjenim tehničko-tehnološkim principima. Znatno se razlikuju po ekonomičnosti, a ponekad i po kvalitetu dobijenog proizvoda i mogućnostima uspešne primene. Ovome treba dodati činjenicu da se cela ova oblast nalazi u fazi intenzivnih istraživanja i da je tehnički razvoj i unapređenje UHT opreme i procesa svakodnevno prisutan.

Ta dinamičnost razvoja i bogatstvo izbora stvara kod odlučivanja i izbora UHT opreme i procesa mnoštvo tehničkih problema, dilema u ekonomičnosti procesa i konfuziju u oceni tehnološke efikasnosti i kvaliteta proizvoda koji se dobija.

Koliko je problem tehnički složen može se videti iz sledeće grube klasifikacije sistema UHT sterilizacije:



Pored toga ovome treba dodati niz mogućnosti i kombinacija sterilizatora sa ostalom opremom u liniji, kao što su aseptični homogenizator, deaerator, aseptični tank, automatika itd.

### Komparativna analiza

Da bi se podrobnije komparativno sagledali problemi i dileme između direktne i indirektno UHT sterilizacije prikazali smo uporedno u tabeli 1 najvažnije parametre i njihovu ocenu. Ocena je izvršena na osnovu brojnih literaturnih izvora (Dokument... 1975, IDF Mon... 1972, Modern. steril... 1969, UHT process... 1969) te sopstvenog iskustva i rezultata višegodišnjih istraživanja koja se obavljaju u Laboratoriji za mlekarstvo Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu (Hassan 1967, Popović-Vranješ, 1980, Vujičić i dr. 1981, 1978). Mislimo da se celovita ocena može sagledati ako se sveobuhvatno razmotre i uporede tehničko-tehnološki parametri, karakteristike i ponašanje mleka u toku UHT procesa i razlike u promenama u toku skladištenja UHT mleka.

Iz poređenja tehničko-tehnoloških karakteristika ova dva sistema uočavaju se jasne razlike koje se mogu oceniti po većini navedenih parametara da su značajne i velike. Međutim, treba imati u vidu da postoje značajne razlike i između pojedinih tipova sterilizatora i procesa unutar pojedinih sistema. Vredno je napr. istaći neke razlike između pločastog i cevastog sterilizatora. U odnosu na pločasti cevasti sterilizator nema gumene zaptivke, nema mrtve uglove, ima ujednačeno turbulentno zagrevanje, obezbeđuje veću fleksibilnost kapaciteta, nema aseptičnih ventila, omogućava primenu visokog pritiska i ima mali gubitak mleka u smeši s vodom na početku i kraju procesa.

Iz brojnih parametara koji su pokazani u tabeli 1 može se videti da postoje razlike u intenzitetu promena koje nastaju bilo u toku UHT procesa ili kasnije u toku skladištenja. U mnogim osobinama koje se smatraju kao bitne za ocenu kvaliteta (ukus i miris, boja, viskozitet, kiselost, pH, peroksidni broj i sl.) ne postoje signifikantne razlike.

U toku čuvanja mleko koje je obrađeno indirektnom sterilizacijom pokazuje veću stabilnost, manje je podležno želiranju (slatkom zgrušavanju), manje se izdvaja taloga, manje je vezane mlečne masti na zidovima paketa te je veća količina sadržaja dostupna potrošaču.

Velike razlike u tehničko-tehnološkim parametrima između ova dva sistema odražavaju se na ekonomske pokazatelje direktnog i indirektnog UHT procesa. Kako se vidi iz tabele 1 investicije za direktnu UHT sterilizaciju su znatno veće u odnosu na indirektnu. Na nesreću, fiksni i naročito varijabilni troškovi su neuporedivo veći kod direktnog sistema. Stoga u pogledu ekonomičnosti indirektni sistem ima znatno veću prednost.

**Tabela 1**

**Uporedne karakteristike indirektnog i direktnog sistema kratkotrajne UHT sterilizacije mleka**

Karakteristika	Indirektni sistem	Direktni sistem
<b>Tehničko-tehnološke karakteristike</b>		
Predgrevanje (70°)	duže (40 s)	kraće (10 s)
Stabilizacija (85°C)	veća	manja
Vreme rada	kraće (8 h)	duže (15 h)

Tabela 1 (nastavak I)

Karakteristika	Indirektni sistem	Direktni sistem
<b>Fleksibilnost:</b>		
— viskoznost proizvoda	ograničena	veća
— kapacitet	veći	manji (potreban aseptični tank)
Kvalitet pare	nema uticaja	potrebno prečišćavanje
Kvalitet vode	nema uticaja	potrebno omekšavanje (< 0,5° dH <sup>1</sup> )
Nivo buke	manji	veći
Rizik od zagorevanja	manji	veći
Reguliranje injektiranja ili infuzije pare	nema uticaja	komplikovano
Rekuperacija toplote	veća (70% i više)	mala (40%)
Utrošak energije	manji	veći
Utrošak pare	manji	veći
kg/kg proizvoda	0,03—0,06	0,13
Aseptički homogenizator	nije potreban	potreban
Efikasnost sterilizacije — uništavanje spora na 137—145°C	veća	manja, potrebna je viša temperatura za 3—4°C
Gubitak mleka u smeši sa vodom na početku i kraju rada	manji (cevasti 40 l)	veći
Mešanje vode (kondenzata) s proizvodom	ne postoji	razvodnjavanjem kondenzatom oko 10%, potrebno vakuumiranje
Zakonski propisi	dozvoljen u svim zemljama	nije dozvoljen u svim zemljama
<b>Ponašanje mleka u UHT procesu</b>		
Potreban kvalitet sirovog mleka	viši	može nešto niži
Pogodnost za proizvode gde je važna aroma	pogodan	nepogodan, gubitak arome
Gasovi	zadržavaju se	gube se
O <sub>2</sub>	zadržava se	gube se
Isparljivi sastojci: (strani mirisi, slobodne SH grupe, arome)	zadržavaju se <sup>2</sup>	gube se
Denaturacija surutkinih (nekazeinskih) proteina (%):	veća	manja
β — laktoglobulin	53—63	41—44
α — laktoalbumin	79—92	35—80
proteoze i peptoni	44—88	46—52
Sposobnost grašanja sirilom	32—33	26—70
Boja (refleksija)	umanjena za 50%	umanjena za 25%
Homogenizaciono-emulzioni efekat	tamnija (niža)	svetlija (viša)
Smanjenje veličine masnih kapljica	mali	veoma veliki
<b>Promena u toku skladištenja UHT mleka</b>		
Ukus i miris	malo smanjenje	znatno smanjenje
Promena boje (tamnjenje)	nema bitnih razlika <sup>3</sup>	
Viskozitet	nema bitnih razlika	

Tabela 1 (nastavak II)

Karakteristika	Indirektni sistem	Direktni sistem
Spontani talog	manji	veći (odnos DS/IS <sup>4</sup> 2,0—3,3)
Centrifugirani talog	manji	veći (razlika signifikantna P<0,05; odnos DS/IS 1,15—1,90 a kod želiranja do 16)
Uticaj Ca <sup>++</sup> — osetljivost kazeina na spontanu sedimentaciju	vrlo veliki (r = 0,6) <sup>5</sup>	neznačajan
Izdvajanje pavlake na temperaturi: 5—20°C	manje	veće (odnos DS/IS 1,7)
iznad 20°	veće	manje (odnos DS/IS 0,2—0,6)
Vešana pavlaka na zid paketa	manja	veća (odnos DS/IS 4)
pH mleka	nema bitnih razlika	
Stabilnost pH zavisno od temperature	bolja	slabija (odnos DS/IS 2,0 na višim temperat.)
Kiselost (°SH)	nema bitnih razlika	
Alkoholna proba	nema bitnih razlika	
Proba na zamućenost	nema bitnih razlika	
Ca <sup>++</sup> -osetljivost kazeina	nema bitnih razlika	
Sadržaj slobodne laktoze	nema bitnih razlika	
Polimerizacija proteina	manje izražena	više izražena
Degradacija — kazeina	manje izražena	više izražena
Povećanje NPN	manje	veće (signifikantna razlika P<0,01)
Peroksidni broj masti	nema bitne razlike	
Membrana masnih kapljica:		
— lipidna frakcija	manja	veća
— proteinska frakcija	veća	manja
Želiranje	ne pojavljuje se do jedne godine starosti	znatno više osetljivo, pojavljuje se u toku 3 meseca na sobnoj temperaturi, ali ne na 37 i 55°C
Kalorična vrednost	veća	manja (odnos DS/IS 0,81—0,99)
<b>Ekonomičnost</b>		
Oprema	jeftinija	skuplja (odnos DS/IS 1,2)
Fiksni troškovi	manji	veći (odnos DS/IS 1,15) veći odnos DS/IS 1,69)
Varijabilni troškovi	manji	veći odnos DS/IS 1,25)
Ukupni troškovi	manji	

1 — Nemački stepen tvrdoće vode (1° = 10 mg CaO/l)

2 — Ukoliko nije uključen dezaerator u liniju

3 — Izuzev u toku prve dve nedelje

4 — DS direktni sistem, IS indirektni sistem

5 — Koeficijent korelacije (r)

## Zaključak

Na osnovu prethodne uporedne analize direktnog i indirektnog sistema UHT sterilizacije mleka i ceneći mišljenja raznih autora može se zaključiti sledeće:

1. Direktni i indirektni sistem UHT sterilizacije se jasno međusobno razlikuju u tehničko-tehnološkim karakteristikama. Međutim, i unutar samih sistema pojedini tipovi sterilizatora i procesa se međusobno veoma razlikuju. Svaki tip i rešenje procesa sterilizacije zahteva posebno ispitivanje, poređenje i komparativnu ocenu. Kod direktnog sistema upadljivo su tehničke razlike između injekcionog i infuzionog načina zagrevanja, ali su još veće te razlike između pločastog, cevastog i frikcionog tipa kod indirektnog sistema. No, opšta karakteristika je da je direktni sistem sa tehničko-tehnološkog gledišta složeniji, a kontrola i regulacija suptilnija. On zahteva poseban kvalitet vode, visoko prečišćavanje pare i suve materije uparavanjem. S druge strane, u direktnom sterilizatoru obrazuje se manje mlečnog kamenca, nego u indirektnom sterilizatoru što mu omogućava duži rad.

2. Ponašanje mleka u ova dva sistema UHT sterilizacije je takođe različito u više pogleda. Takođe, i neke promene koje neminovno nastaju u mleku u toku skladištenja odvijaju se uočljivo različitim intenzitetom zavisno od sistema sterilizacije. S druge strane, u velikom broju osobina ne mogu se utvrditi bitne razlike. Stoga se može zaključiti da oba sistema daju približno isti kvalitet tako da bi razlike trebalo pojedinačno i njihov značaj oceniti u svakom konkretnom slučaju.

3. U pogledu ekonomičnosti postoje veoma izrazite razlike. Kako investicije tako i troškovi proizvodnje su znatno veći kod primene direktnog sistema nego kod indirektnog sistema UHT sterilizacije. U tom pogledu indirektni sistem ima veliku prednost.

4. Izbor sistema UHT sterilizacije ne treba zasnivati na efektima pojedinih sistema u pogledu nekih njihovih prednosti i nedostataka koji se odnose na kvalitet proizvoda. On treba da se prvenstveno zasniva na oceni ekonomičnosti investicija i procesa proizvodnje. Naime, visoke investicije i troškove proizvodnje kod direktnog sistema treba suprotstaviti ozbiljnosti problema većeg formiranja mlečnog kamenca kod indirektnog sistema. Tamo gde se utvrđuje da bi mlečni kamenac mogao biti veći problem treba uzeti u obzir i direktni sistem. To bi bio slučaj kod visoko viskoznih proizvoda kao što su pudinzi.

## Literatura

- Dokumentation, Technisches H-Milch Colloquium für die deutsche Molkereiwirtschaft. Tetra Pak., 1975.
- HASSAN, A. I. (1977): Study on the physical and chemical stability of UHT sterilized milk during long term storage. — Ph. D. Thesis, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- IDF Monograph on UHT milk. FIL/IDF Annual Bulletin, Part V, 1972. Modern sterilization methods for milk processing. UNIDO, Food Industry Studies No 4, UN New York, 1969.
- POPOVIĆ-VRANJES, A. VUJIČIĆ, I. (1980): Razvoj i mesto tehnologije UHT steriliziranih proizvoda u Jugoslaviji. Prvo jugoslavensko savetovanje o strategiji tehnološkog razvoja. Knjiga II 55.
- Ultra-High-Temperature processing of dairy products. SDT, London, 1969.
- VUJIČIĆ, I., HASSAN, A. I., TANASIN, Lj. (1981): *Hrana i ishrana* 22, (7—10), 259.
- VUJIČIĆ, I., TANASIN, Lj., VEREŠBARANJI, I., HASSAN, A. I. (1978): Fat globule membrane in UHT sterilized milk. — 20<sup>th</sup> International Dairy Congress, Paris.