

Automatski proces standardizacije i kontrole mliječne masti* (Automatic Process of Standardization and Butterfat Control)

Dr. Anka POPOVIĆ-VRANJEŠ, Krunoslav KRIŽAN, dipl. inž.
RO Mljekarska industrija, Banja Luka

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper
Prispjelo: 1. 6. 1989.

UDK: 637.14.043

Sažetak

Zahtjevi savremene industrije prerade mlijeka, sa aspekta ekonomičnosti i sigurnosti proizvodnje, doveli su do primjene automatske standardizacije i kontrole mliječne masti. Primjenom Pasilac Compomastera obezbijeđen je kontinuiran proces standardizacije mliječne masti u mlijeku i vrhnju. Među mnogobrojnim prednostima koje se postižu primjenom Pasilac Compomastera osnovna je tačna standardizacija. Da bi Compomaster radio sa velikom tačnošću i da bi se postigla optimalna ušteda u mliječnoj masti kontrolne analize moraju se izvoditi sa najvećom mogućom tačnošću.

Ispitivanje automatskog procesa standardizacije Pasilac Compomastera pokazala su reprodukciju zadanih vrijednosti sa odstupanjem od 0,03‰ (Milko Tester) do 0,05‰ (Gerber) mlijeka, a vrhnja, 0,05‰. Veća usaglašenost istraživanja pomoću Milko Testera metodom Röse Gottlieb, pokazuje tačnost rada Pasilac Compomastera u okviru 0,03‰. Rezultati pokazuju da Pasilac Compomaster sistem, uz kontrolu sa Milko Testerom, obezbjeđuje vrlo preciznu standardizaciju.

Summary

From the aspect of economy and safety of production, the use of automatic standardization and butterfat control is the result of modern industrial milk processing.

PASILAC COMPOMASTER provides a continuous process of butterfat standardization in milk and cream. Besides numerous advantages offered by the PASILAC COMPOMASTER, standardization are the most important. In order for the Compomaster to be precise and in order to achieve maximum savings in butterfat, control analyses have to be highly precise.

Investigation of the automatic standardization proces on the PASILAC COMPOMASTER showed that programmed values varied from 0.03‰ (Milko Tester) to 0.05‰ (Gerber) in milk, and 0.05‰ in cream. Better coordination of investigation through the Milko Tester and Röse Gottlieb method showed the accuracy of the PASILAC COMPOMASTER to be within 0.03‰. The results have shown that the PASILAC COMPOMASTER system controled through the Milko Tester, provides very precise standardization.

* Rad je iznijen u obliku postera na XXVII simpoziju za mljekarsku industriju u Lovranu 1989.

Uvod

Automatski proces standardizacije i kontrole mliječne masti uvodi se radi postizanja veće sigurnosti u proizvodnji i ujednačenosti kvaliteta, uštede u mliječnoj masti, uštede u radnom vremenu, većeg higijenskog kvaliteta proizvoda, boljeg korištenja kapaciteta strojeva, što utiče na bolje i ekonomičnije poslovanje poduzeća. Savremeni proces proizvodnje zahtijeva praćenje i ostalih komponenti mlijeka (suva materija, proteini, laktoza), rastura po pojedinim fazama proizvodnje, prisustva vode i dr. Potreban je sistem koji će u datom trenutku moći demonstrirati stanje u proizvodnji (Carsten, 1985) na osnovu kojega bi se blagovremeno mogle poduzimati odgovarajuće mjere.

Pasilac Compomaster sistem za kontinuiranu automatsku standardizaciju mliječne masti proračunava na temelju izmjerenih vrijednosti mliječne masti sirovog mlijeka i podešava ih prema traženim vrijednostima standardiziranog mlijeka i vrhnja.

Cilj naših istraživanja bio je da se kontrolira točnost rada Pasilac Compomaster sistema, kao i točnost određivanja sadržaja mliječne masti sa Milko-testerom MK III u odnosu na standardnu Gerber metodu i referensnu metodu Röse Gottlieb.

Materijal i metod rada

U RO »Mljekarska industrija« Banja Luka tvrtka Pasilac ima industrijsku referensnu kontinuirane standardizacije još od 1984. godine. Za dobijanje pouzdanih rezultata Pasilac je u liniju pasterizacije mlijeka (1500 l/h) u sklopu separatora Westfalia Typ: MSA 160-01-076 ugradio Compomaster sistem za automatsku standardizaciju mlijeka i vrhnja. Mlijeko se standardizira za razne konzumne proizvode i sireve, te sadrži različitu količinu mliječne masti.

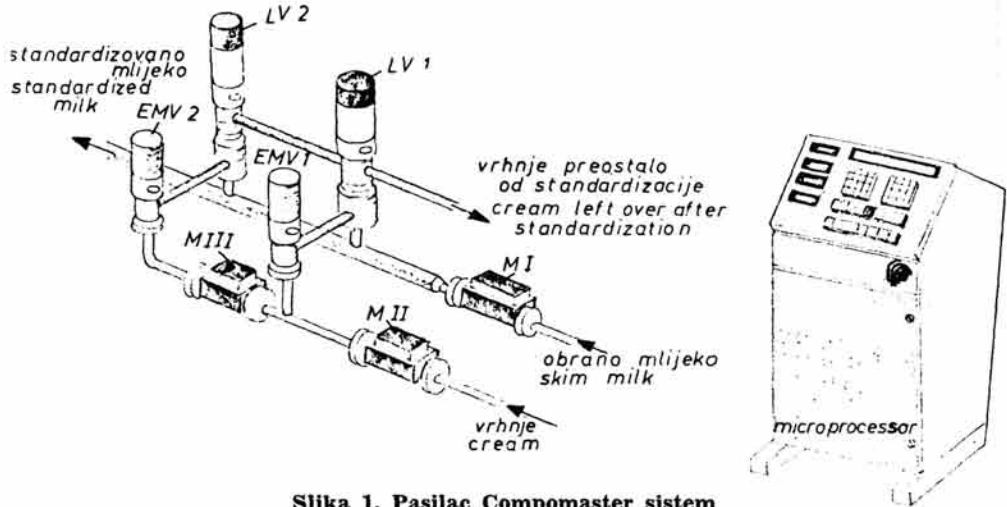
Da bi se kontrolirala tačnost Pasilac Compomaster sistema obavljena su kontrolna određivanja sadržaja masti sirovog i standardiziranog mlijeka. S obzirom da u liniji pasterizacije i standardizacije u sklopu sistema Pasilac Compomastera nije instaliran Milko-tester, ispitivanja su obavljena u laboratoriji sa Milko-testerom MK-III.

Tačnost rada Milko-testera MK III praćena je pomoću Gerber metode (4 ispitivanja za svaki uzorak) i metode Röse Gottlieb (2 ispitivanja za svaki uzorak). U radu su korišteni Gerberovi butirometri i pipete od 11 ml. Rezultati su obrađeni odgovarajućim statističkim metodama.

Standardizacija količine masti pomoću Pasilac Compomaster sistema

Pasilac Compomaster sistem sastoji se od mehaničkog i upravljačkog dijela (sl. 1). Mehanički dio sastoji se od mjerača protoka, regulacionih ventila, manometra, cijevi i ostalog pribora. Upravljački dio sastoji se od mikroprocesora koji je programiran za sirovo mlijeko, te od tri standardizirana proizvoda mlijeka i tri standardizirana proizvoda vrhnja. Ostale izbore procenta masti operater može zadati sâm na upravljačkoj tabli. Upravljačka tabla (sl. 2) opremljena je sa četiri digitalna pokazivača za podatke o procesu i jedan za utipkavanje i očitavanje podataka, obavještava o alarmnom stanju i alfanumeričkim pokazivačem.

Osim toga, na upravljačkoj tabli nalazi se tastatura za biranje i zaustavljanje određenih funkcija (predsterilizacija, proizvodnja, kružni tok i čišćenje) i uključivanje Milko-testera.



Slika 1. Pasilac Compomaster sistem
Figure 1. Pasilac Compomaster System

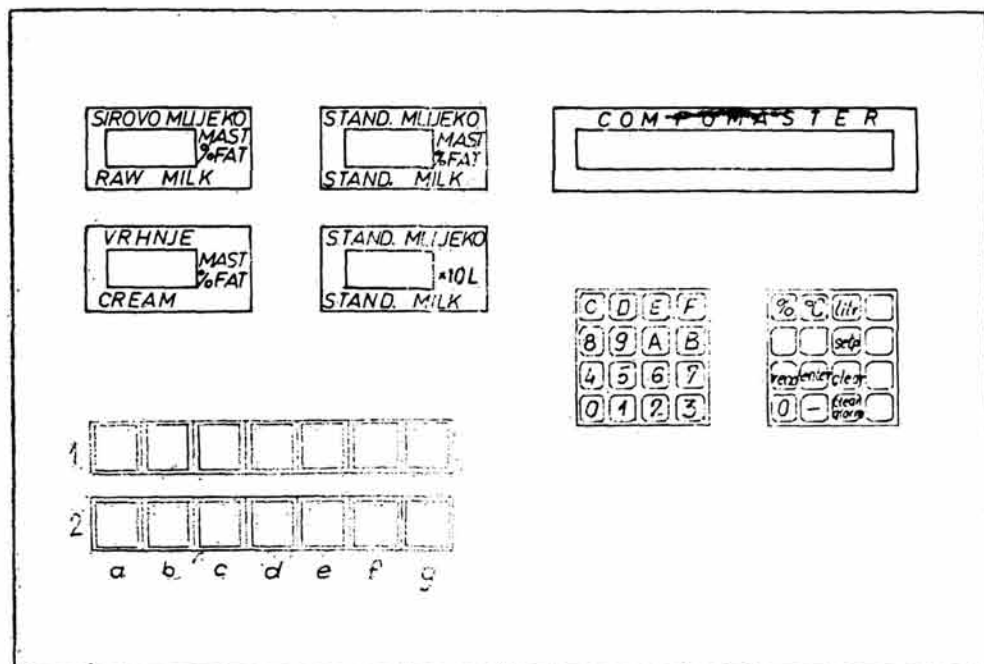
LEGENDA:

- | | |
|---|---|
| 1. MI mjerac protoka obranog mlijeka
MI skim milk flow-through gauge | 4. EMV1 regulacioni ventil
EMV1 regulating valve |
| 2. MII mjerac protoka vrhnja
MII cream gauge | 5. EMV2 regulacioni ventil
EMV2 regulating valve |
| 3. MIII mjerac protoka vrhnja za dodavanje
MIII cream for addition gauge | 6. LV1 pneumatski TL ventil
LV1 pneumatic TL valve |
| | 7. LV2 pneumatski LL ventil
LV2 pneumatic LL valve |

Mikroprocesor stalno prati funkciju mehaničkog i elektronskog sistema Compomastera.

Sadržaj masnoće standardiziranog mlijeka koji se bira mora biti uvijek manji od sadržaja masnoće sirovog mlijeka. Razlika mora iznositi najmanje 0,2%. Prije svake proizvodnje linija se automatski predsterilizira vrućom vodom. Tada operater, na osnovu podataka o sadržaju masti u sirovom mlijeku (koji dobije iz laboratorije), ukucava postotak masti na upravljačku tablu, bira postotak masti standardiziranog mlijeka i vrhnja. Nakon nekoliko sekundi regulacioni ventili (sl. 1) EMV-1 i EMV-2 zauzimaju propisanu poziciju, tako da mlijeko i vrhnje izlaze iz Compomaster sistema sa određenim sadržajem masti. Količina obranog mlijeka mjeri se mjeracem protoka M I, a količina vrhnja mjeracem protoka M II. Mjeracem protoka M III mjeri se količina vrhnja koja se dodaje u obrano mlijeko.

Pri prolasku tečnosti kroz magnetski mjerac protoka proizvodi se određeni broj impulsa za svaku jedinicu volumena koja prođe kroz mjerac. Impulsi se od mjeraca protoka dovode do procesora i tu se preračunavaju u litar/sec. Procesor pretvara litre u sec. i šalje signal do elektronskih regulacionih ventila EMV-1 i EMV-2, na osnovu čega se oni otvaraju i zatvaraju. Na taj se način reguliše protok vrhnja od separatora, a time i sadržaj masti u vrhnju.



Slika 2. Upravljačka tabla

Figure 2. Control panel

- | | |
|--|----------------------------|
| 1a Predpasterizacija
Prepasteurization | 2a Proizvod 1
Product 1 |
| 1b Proizvodnja
Production | 2b Proizvod 2
Product 2 |
| 1c Povrat
Return | 2c Proizvod 3
Product 3 |
| 1d Čišćenje CIP
CIP | 2d Vrhnje 4
Cream 4 |
| 1e STOP | 2e Vrhnje 5
Cream 5 |
| 1f Uzorak sirovog mlijeka
Raw milk sample | 2f Vrhnje 7
Cream 7 |
| 1g Milko Tester | |

Na osnovu podataka koje daju mjerači protoka M I i M II o količini obranog mlijeka i vrhnja, procesor podešava regulacioni ventil EMV-2 tako da se obezbijedi protok za standardiziranje potrebne količine vrhnja. Preostalo vrhnje odvodi se kroz ventil EMV-1 i LV-1 u odvojene cijevi za vrhnje usmjereno na uskladištenje. Vrhnje predviđeno za standardizaciju dovodi se preko ventila LV-2 obrano mlijeko.

Compomaster u standardnoj izvedbi predviđen je za priključak na Milko tester (MTC) kao i priključak za analogno-digitalni (A/D) pretvarač koji prevodi rezultate masnoće određene Milko-testerom.

Rezultati i diskusija

Pregled pojedinih istraživanja prije i poslije standardizacije Pasilac Compomaster sistemom prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Pregled pojedinih rezultata istraživanja prije i poslije standardizacije
 Table 1. Review of individual investigation data before and after standardization

		Mast u sirovom mlijeku 0/0		Mast zadana na Compomasteru za mlijeko 0/0 za vrhnje		Mast poslije standardizacije mlijeko 0/0 vrhnje				
Butterfat in raw milk		Butterfat programmed on Compomaster		Butterfat after standardization milk		Butterfat after standardization cream				
MK III	Gerber	Röse	Gottlieb	per cent	per cent	MK III	Gerber	Röse	Gottlieb	Gerber
3,69	3,70	3,74	3,74	3,2	12	3,23	3,20	3,21	3,21	11,5
3,41	3,40	3,43	3,43	3,2	30	3,15	3,15	3,17	3,17	29,5
3,41	3,40	3,43	3,43	3,2	12	3,23	3,20	3,21	3,21	11,5
3,51	3,50	3,54	3,54	3,2	12	3,15	3,10	3,13	3,13	11,5
3,46	3,45	3,49	3,49	3,2	12	3,12	3,15	3,16	3,16	11,5
3,60	3,60	3,60	3,60	3,2	12	3,18	3,15	3,17	3,17	11,5
3,63	3,50	3,52	3,52	3,2	12	3,17	3,15	3,18	3,18	11,5
3,36	3,30	3,31	3,31	3,2	12	3,12	3,15	3,17	3,17	11,5
3,43	3,40	3,43	3,43	2,9	12	2,82	2,80	2,83	2,83	11,5
3,49	3,50	3,53	3,53	2,9	12	2,88	2,85	2,83	2,83	11,5
3,51	3,53	3,57	3,57	2,9	12	2,93	2,95	2,96	2,96	11,5
3,37	3,35	3,36	3,36	1,3	12	1,12	1,10	1,11	1,11	11,5
3,68	3,70	3,72	3,72	2,9	12	2,78	2,75	2,76	2,76	11,5
3,49	3,50	3,52	3,52	2,8	12	2,88	2,85	2,87	2,87	11,5
3,38	3,30	3,31	3,31	1,3	12	1,36	1,30	1,31	1,31	11,5
3,76	3,75	3,74	3,74	2,8	12	2,82	2,80	2,84	2,84	11,5
3,51	3,49	3,52	3,52	2,84	13	2,81	2,79	2,81	2,81	12,66
3,36	3,30	3,31	3,31	1,3	12	1,12	1,10	1,11	1,11	11,5
max.	3,79	3,74	3,74	3,2	30	3,23	3,20	3,21	3,21	29,5
SD	0,122	0,132	0,132	—	—	0,612	0,622	0,625	0,625	4,350
sx	0,032	0,037	0,033	—	—	0,012	0,160	0,154	0,154	1,123

Da bi se utvrdila razlika između pojedinih istraživanja u okviru svake metode izračunava se srednja vrijednost (\bar{x}), standardna devijacija (SD) kao apsolutna mjera disperzije i standardna greška aritmetičke sredine ($s\bar{x}$).

U sirovom mlijeku prije standardizacije sadržaj masti određen pomoću Milko-testera MK III, kretao se u intervalu 3,36—3,76% sa srednjom vrijednošću 3,51%. Kao kontrola služili su rezultati Gerber metode, koja se više ili manje koristi u svim našim laboratorijama, jer je predviđena Pravilnikom i metoda Röse Gottlieb, koja je referencijska i najtačnija. Sadržaj masti određen Gerber metodom kretao se u intervalu 3,30—3,79 sa srednjom vrijednošću 3,49%, a po metodi Röse Gottlieb interval varijabilnosti bio je 3,31—3,74% sa srednjom vrijednošću 3,52%

Standardna devijacija u istraživanju pomoću Milko-testera MK III bila je 0,122%, a metodama Gerber i Röse Gottlieb ona je bila jednaka i iznosila je 0,132%. Standardna greška aritmetičke sredine bila je približno jednaka u ispitivanju sa Milko-testerom MK III i metodom Röse Gottlieb (0,032 i 0,033%), dok je Gerber metodom bila nešto veća (0,037%).

Mljekara je sa tvrtkom Pasilac dogovorila da Compomaster sistem bude isprogramiran za sadržaj masti u: standardiziranom mlijeku max. 3,5%, min. 1,4%; obranom mlijeku 0,05%; vrhnju max. 35%, min. 20 i 12%. Predviđeni sadržaj masti u sirovom mlijeku je max. 4,6% i min. 3,0%.

Iz podataka izloženih u tabeli 1. vidi se da se za vrijeme naših istraživanja zadani postotak masti kretao u intervalu 1,33—3,2% sa srednjom vrijednošću 2,84%, a vrhnja 12—30% sa srednjom vrijednošću 13,13%. Nakon završene standardizacije mlijeko je analizirano pomoću sve tri metode. Poređenjem zadanog postotka masti u memoriju procesora sa postotkom masti u standardiziranom mlijeku, vidi se dobra podudarnost rezultata. Rezultati su vrlo homogeni, što se vidi po izračunatim mjerama disperzije. Nešto veće odstupanje utvrđeno je za vrhnje te bi tu trebalo izvršiti dodatnu korekciju standardizacije.

U tabeli 2. data je ocjena razlike između pojedinih metoda. Ocjena razlike posmatrana je odstupanjem od srednje razlike, srednjom razlikom (\bar{x} d) i standardnom greškom razlike ($s\bar{x}$ d). Značajnost razlike ocjenjena je t-testom.

Za rezultate postotka masti sirovog mlijeka razlika srednje vrijednosti između metode Röse Gottlieb i Gerber bila je 0,02%, a između rezultata Milko-tester MK III i Gerber metode 0,01%. Između rezultata određenih metodom Röse Gottlieb i Milko Testerom MK III nije bilo razlike. Standardna greška bila je približno jednaka. Testiranje razlike t-testom pokazalo je da one nisu značajne.

Točnost rada Compomaster sistema praćena je poređenjem zadanih sa utvrđenim vrijednostima. Test ocjene razlike pokazuje odstupanje zadanog i dobijenog postotka masti sa razlikom srednje vrijednosti 0,05% u ispitivanju Gerber metodom, a 0,03% u ispitivanju sa Milko-testerom MK III. Rezultati dobijeni u ispitivanju sa Milko-testerom MK III bili su vrlo suglasni sa rezultatima dobivenim metodom Röse Gottlieb, pa ocjena razlike između tih metoda nije testirana. Testiranje t-testom pokazalo je da razlike između zadanog i dobijenog postotka masti nisu bile značajne. Tvrtka Pasilac navodi za tačnost rada Compomaster sistema odstupanje $\pm 0,03\%$. U našim istraživanjima

Tabela 2. Ocjena razlike između pojedinih metoda određivanja postotka masti kao i razlike u procesu standardizacije**Table 2. Evaluation of differences between different methods for investigating butterfat % and differences between programmed and obtained values**

Pokazatelji Indicators	Razlike podataka — Data differences					
	Sirovo mlijeko Raw milk		Zadana — dobijena mast u mlijeku % Programmed — obtained butterfat in milk per cent	Zadana — dobijena mast u vrhnju % Programmed — obtained butterfat in cream per cent	Standardizirano mlijeko mast % Standardized milk fat per cent	
	RG-G	MK III-G	G	MK III	G	MK III-G
min.	0,01	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00
max.	0,04	0,04	0,20	0,12	0,50	0,05
$\bar{x}d$	0,02	0,01	0,05	0,03	0,469	0,02
$s\bar{x}d$	0,014	0,015	0,024	0,218	0,125	0,078
t-izračunato t-calculated	2,128	0,685	0,209	0,132	3,763	0,258

t — tablično:

t — table:

0,05; 2,131

0,001; 4,073

rezultati se uklapaju u navedeni postotak odstupanja Compomaster sistema u ispitivanju Milko-testerom i metodom Röse Gottlieb. U ispitivanju Gerber metodom odstupanja su nešto veća (0,05%). Razlike vrhnja bile su u intervalu 0,00—0,050% sa srednjom vrijednošću 0,469%. T-test je pokazao značajnost razlike uz razmak poverenja 0,05, a uz 0,001 razlika nije bila značajna. Za standardizirano mlijeko, testiranje razlike između rezultata dobijenih Milko-testerom i Gerber metodom pokazalo je da razlike nisu značajne.

U literaturi se nalazi mnogo podataka naših i stranih autora o suglasnosti pojedinih metoda ispitivanja. Sotlar i Arsov (1971) daju prednost fotometrijskom istraživanju s obzirom na tačnost i jednostavnost u radu, kao i s obzirom na efikasnost u pogledu smanjenih troškova. Bergman i saradnici (1968) utvrdili su razliku i sredinu svih istraživanja (624 uzorka) između Milko-tester i Gerber metode od 0,004% masti po uzorku, a od te razlike polovina je bila uslovljena ekstremnim uzorcima. Ta mala razlika statistički se nije mogla utvrditi. Izračunata standardna odstupanja razlike iznosila su $S = \pm 0,084$. Naši rezultati suglasni su navedenim istraživanjima, jer je utvrđena standardna greška razlike između Milko-tester i Gerber rezultata iznosila 0,0776.

Thomasov i saradnici (1970) izvršili su detaljna istraživanja tačnosti rada Milko-testera MK III i utvrdili dobru usaglašenost ovih istraživanja sa

referencijskom metodom Röse Gottlieb. Autori daju prednost metodi Röse Gottlieb, koja je internacionalno standardizirana, a i tačnija od Gerber metode.

Zaključak

Primjena procesa automatske standardizacije i kontrole mliječne masti ima mnoge prednosti i ogromnu važnost za ekonomski položaj mljekarske industrije. Pasilac Compomaster sistem u standardnoj izvedbi preporučljiv je za manje kapacitete (100000—150000 l/dan) i može se odrediti tačan postotak masti ispitivanjem Milko-testerom u laboratoriju. Za veće preradbene kapacitete potreban je Compomaster sistem u posebnoj izvedbi sa Milko-testerom u liniji. Milko-tester, zahvaljujući ukupnoj automatizaciji postupka koja obezbeđuje bolje uslove analize, dobro je usaglašen sa metodama Röse Gottlieb i Gerber. Naša istraživanja automatskog procesa standardizacije Compomaster sistemom pokazala su usaglašenost traženih (zadanih) i dobijenih vrijednosti sa odstupanjem od 0,03% (Milko-tester MK III) do 0,05% (Gerber) za mlijeko. Ako se ima u vidu bolja usaglašenost rezultata dobijenih Milko-testerom MK III sa rezultatima dobijenim po metodi Röse Gottlieb, koja je tačnija, onda je tačnost rada Compomaster sistema u okviru $\pm 0,03\%$ odstupanja za mlijeko prilično visoka. Za vrhnje odstupanje prelazi ovu granicu i kreće se u okviru 0,05%.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da Compomaster sistem uz kontrolu Milko-testerom obezbeđuje preciznu standardizaciju mlijeka.

Literatura

- BERGMAN J., GIGER W. (1968): Untersuchungen über die Genauigkeit der Fettgehaltesbestimmung mit dem Milko Tester-Automatic im Vergleich zur Gerbermethoden, *Milchwissenschaft*, 23, (12), 731—734.
- CARSTEN-BACH J. (1985): Automatizacija Pasilac electronics mikroracunalom, XXIII. seminar za mljekarsku industriju, Zagreb.
- HADŽIVUKOVIĆ S. (1979): Statistika, Beograd.
- SOTLAR H., ARSOV A. (1971): Standardizacija kontrolnih laboratorijskih metoda u mljekarstvu. Mogućnost primjene novih rutinskih metoda kod određivanja masti i bjelančevina mlijeka. *Mljekarstvo*, 21 (7), 149—156.
- TECHNISCHE DATEN PASILAC (1983): Standardisierung von Milch und Rahm.
- THOMASOV J., GUNTER M. (1970): Untersuchungen zur Fettbestimmung der Milch mit dem Milko-Tester-Automatic und Milko Tester III, *Milchwissenschaft*, 25 (5), 265—274.