

# ODREĐIVANJE SUVE MATERIJE NA OSNOVU SADRŽAJA MASTI I PROTEINA U MLEKU\*

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

## Sažetak

*U radu su prikazani rezultati ispitivanja višestruke korelacije između masti, proteina i suve materije mleka. Data je formula, tablice i nomogram za određivanje suve materije mleka na osnovu sadržaja masti i proteina u mleku.*

## Uvod

Pored velikog napretka u instrumentalnoj analitičkoj tehnici za gravimetrijsko određivanje suve materije mleka još uvek je određivanje sporo i skupo s obzirom na potreban rad i instrumente. Stoga se može očekivati da će se još za duži period morati koristiti indirektni ili obračunski načini za procenu suve materije mleka za rutinske potrebe.

Uobičajeno je da se suva materija, odnosno bezmasna suva materija mleka proračunava, odnosno procjenjuje, pomoću formula. Te formule se osnivaju na izvesnoj korelaciji koja postoji između suve materije s jedne strane i sadržaja masti i specifične težine mleka, s druge strane. U ranijim našim radovima (Bačić i dr. 1964, Vujičić i dr. 1977, Maslovarić i dr. 1977.) i kao u nizu drugih radova (Babić, 1963, Dozet i dr. 1973, Živković 1963, Herrington, 1948, Roeder 1954.) izučavani su i detaljno prikazani rezultati u vezi tačnosti tih formula i problemi koji se susreću u njihovoj praktičnoj primeni.

Savremena analitička tehnika omogućava da se pored masti veoma brzo i ekonomično određuje i sadržaj proteina. Pored toga za određivanje proteina postoji poseban nutricionistički, tehnološki i ekonomski interes. Stoga se nameće kao jedan mogući prilaz rešavanju problema indirektnog načina određivanja suve materije a taj je da se to vrši na bazi poznavanja sadržaja masti i proteina. Prva ovakva i veoma detaljna ispitivanja izvela je Bačić (1963). Njena ispitivanja su pokazala da se na bazi masti i proteina može postići veća tačnost nego formulama na bazi masti i specifične težine.

Cilj ovih ispitivanja je bio da se na većem broju analiza zbirnog mleka ispita višestruka korelacija između suve materije, masti i proteina te da se na osnovu toga izvede višestruka regresija. Odnosno, da se izvede nova formula koja bi se mogla koristiti za indirektno određivanje suve materije i bezmasne suve materije mleka na osnovu sadržaja masti i proteina.

## Materijal i metod

Ispitivanja su izvedena na uzorcima zbirnog mleka koje je predstavljalo zbirno mleko pojedinih većih stada i zbirno mleko mešano od većeg broja stada. Uzorci su predstavljali količine zbirnog mleka koje su se kretale od 2.000 do 20.000 litara. Ispitivanja su izvedena u toku dve godine. Uzorci su bili poreklom iz mlekare Novi Sad i Sente te od stada PIK »Bečej«. Ukupno je ispitano 194.

\* Istraživanja finansirala SIZ za nauku SAPV 1980. godine.

Suva materija je određivana sušenjem na 105° C do konstantne temperature. Mast je određivana po metodi Gerbera. Proteini su određivani kolorimetrijski pomoću aparata Pro-Milk Mk III firme Foss Electric Co.

### Rezultati istraživanja

Rezultati hemijske i statističke analize prikazani su u tabeli 1. Iz dobijenih rezultata se vidi da je ispitivano mleko u proseku imalo sledeći sastav: 12,24% suve materije, 3,65% masti, 3,32% proteina i 8,56% bezmasne materije. Ovi procenti se dobro podudaraju sa rezultatima naših ranijih ispitivanja zbirnog mleka u Vojvodini (Bačić i dr. 1964, Vujičić i dr. 1977, Maslovarić i dr. 1977).

Tabela 1

#### Rezultati hemijske i statističke analize

Parametar	Srednja vrednost	Standardna devijacija
Suva materija (%) (SM)	12,239	0,409
Mast (%) (M)	3,651	0,248
Protein (%) (P)	3,316	0,238
Bezmasna suva materija (BSM)	8,588	
Prosti koeficijenti korelacija:		
SM/M	0,559	
SM/P	0,492	
M/P	0,130	
Višestruki koeficijenti korelacija između SM, M i P:	0,701	
Standardna greška regresije	0,293	
Regresioni koeficijenti sa standardnom greškom:		
— za mast (M)	0,8312	±0,0859
— za protein (P)	0,7333	±0,0894
Vrednost za T-test za regresione koeficijente:		
— uz mast (M)	9,671	
— uz protein (P)	8,203	
Analize varijanse, vrednost F	92,32	

Interval variranja pojedinih sastojaka kretao se ovako: suva materija od 11,12 do 13,48%, mast od 2,80 do 4,41% i protein od 2,65 do 3,94%. Ovakve granice variranja se mogu oceniti kao veoma povoljne za utvrđivanje tražene regresije. One pokrivaju široki raspon variranja u kojima se može naći najveći mogući broj uzoraka zbirnog mleka.

Veliki raspon variranja i raznorodnost uzoraka zbirnog mleka u dvogodišnjem periodu ispitivanja uticali su da su i koeficijenti korelacije između tih sastojaka nešto niži nego što li se susreću. Naročito treba zapaziti nizak koeficijent korelacije između masti i proteina (M/P) 0,130.

Međutim, višestruki koeficijent korelacije između masti, proteina i suve materije je dovoljno visok (0,701) da bi se izvedena višestruka regresija mogla da koristi za obračun suve materije na bazi masti i proteina. Takođe, testiranje regresionih koeficijenata (T-test), kao i analiza varijanse (vrednost F) pokazuju da su oni visoko signifikantni i da su različiti od nule, odnosno da se dobijena regresija može sa zadovoljavajućom tačnošću koristiti u praktičnim proračunima.

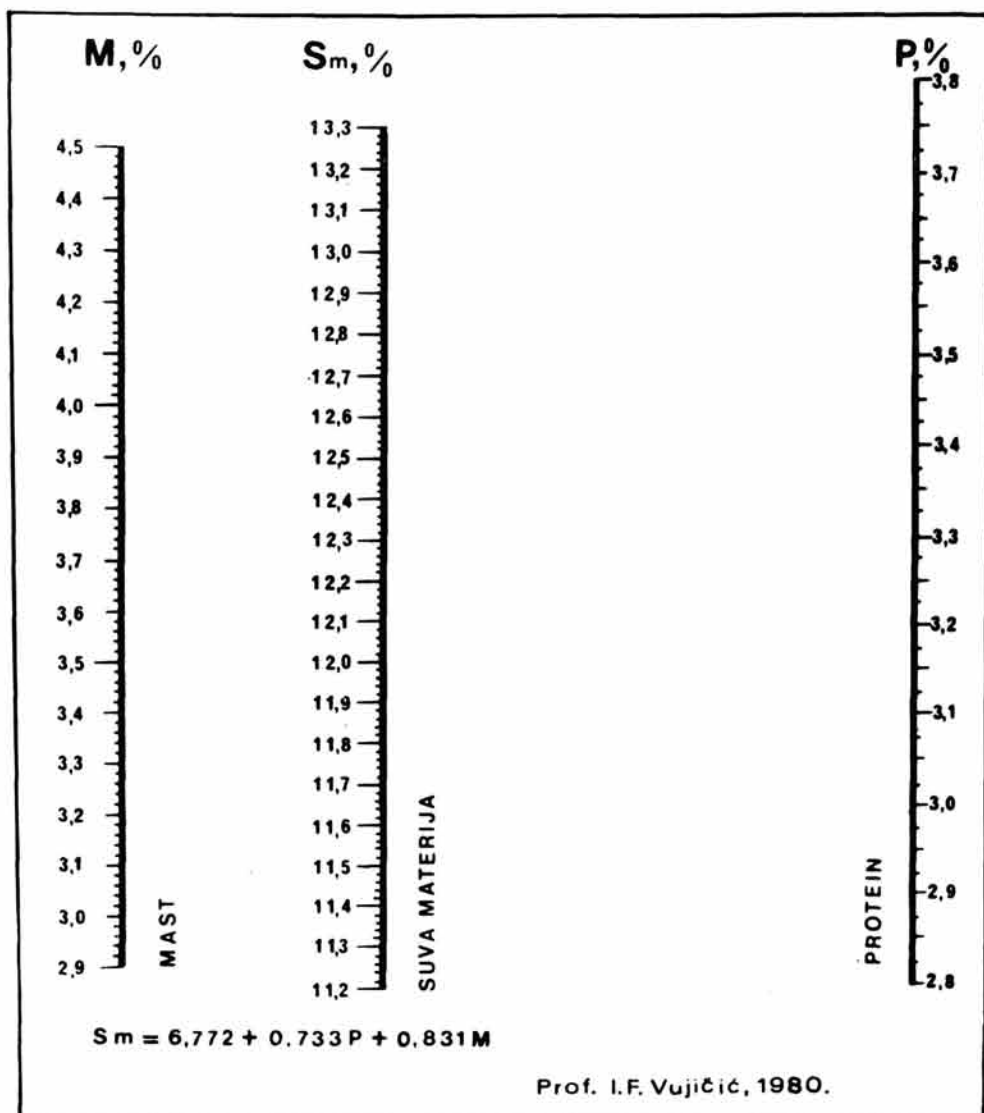
Tabela 2.

## Suva materija mleka

Masti	P r o t e i n ( % )																Masti						
	(%)	2,80	2,85	2,90	2,95	3,00	3,05	3,10	3,15	3,20	3,25	3,30	3,35	3,40	3,45	3,50		3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	3,80
2,90	11,24	11,27	11,31	11,35	11,38	11,42	11,46	11,49	11,53	11,57	11,60	11,64	11,68	11,71	11,75	11,79	11,82	11,86	11,90	11,93	11,97	12,00	2,90
2,95	11,28	11,31	11,35	11,39	11,42	11,46	11,50	11,53	11,57	11,61	11,65	11,69	11,72	11,76	11,79	11,83	11,86	11,90	11,94	11,97	12,01	12,05	2,95
3,00	11,32	11,36	11,39	11,43	11,47	11,50	11,54	11,58	11,62	11,65	11,69	11,73	11,76	11,80	11,84	11,87	11,91	11,95	11,98	12,02	12,06	12,09	3,00
3,05	11,36	11,40	11,43	11,47	11,51	11,54	11,58	11,62	11,65	11,69	11,73	11,77	11,81	11,84	11,88	11,92	11,95	11,99	12,03	12,06	12,10	12,14	3,10
3,10	11,40	11,44	11,48	11,51	11,55	11,59	11,62	11,66	11,70	11,74	11,77	11,81	11,85	11,88	11,92	11,96	12,00	12,04	12,07	12,11	12,15	12,18	3,15
3,15	11,44	11,48	11,52	11,55	11,59	11,63	11,67	11,71	11,74	11,78	11,82	11,85	11,89	11,93	11,96	12,00	12,04	12,07	12,11	12,15	12,18	12,22	3,20
3,20	11,49	11,52	11,56	11,60	11,64	11,67	11,71	11,75	11,78	11,82	11,86	11,89	11,93	11,97	12,01	12,05	12,08	12,12	12,15	12,19	12,22	12,26	3,25
3,25	11,53	11,56	11,60	11,64	11,68	11,72	11,75	11,79	11,83	11,86	11,90	11,94	11,97	12,01	12,05	12,08	12,12	12,16	12,19	12,23	12,27	12,30	3,30
3,30	11,57	11,61	11,64	11,68	11,72	11,75	11,79	11,83	11,87	11,91	11,95	11,98	12,02	12,06	12,10	12,13	12,17	12,21	12,24	12,28	12,32	12,35	3,35
3,35	11,61	11,65	11,69	11,73	11,76	11,80	11,84	11,87	11,91	11,95	11,99	12,03	12,07	12,11	12,14	12,18	12,22	12,25	12,29	12,33	12,36	12,40	3,40
3,40	11,65	11,69	11,73	11,76	11,80	11,84	11,88	11,92	11,96	12,00	12,04	12,08	12,12	12,16	12,20	12,24	12,28	12,32	12,36	12,40	12,44	12,47	3,50
3,45	11,69	11,73	11,77	11,81	11,84	11,88	11,92	11,96	12,00	12,04	12,08	12,12	12,16	12,20	12,24	12,28	12,32	12,36	12,40	12,44	12,48	12,51	3,55
3,50	11,73	11,77	11,81	11,85	11,88	11,92	11,96	12,00	12,04	12,08	12,12	12,16	12,20	12,24	12,28	12,32	12,36	12,40	12,44	12,48	12,52	12,56	3,60
3,55	11,78	11,81	11,85	11,89	11,93	11,96	12,00	12,04	12,08	12,12	12,16	12,20	12,24	12,28	12,32	12,36	12,40	12,44	12,48	12,52	12,56	12,60	3,70
3,60	11,82	11,85	11,89	11,93	11,96	12,00	12,04	12,08	12,12	12,16	12,20	12,24	12,28	12,32	12,36	12,40	12,44	12,48	12,52	12,56	12,60	12,63	3,75
3,65	11,86	11,90	11,93	11,97	12,01	12,05	12,08	12,12	12,16	12,20	12,24	12,28	12,32	12,36	12,40	12,44	12,48	12,52	12,56	12,60	12,64	12,68	3,80
3,70	11,90	11,94	11,98	12,02	12,06	12,10	12,14	12,18	12,22	12,26	12,30	12,34	12,38	12,42	12,46	12,50	12,54	12,58	12,62	12,66	12,70	12,74	3,85
3,75	11,94	11,98	12,02	12,06	12,10	12,14	12,18	12,22	12,26	12,30	12,34	12,38	12,42	12,46	12,50	12,54	12,58	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	3,90
3,80	11,98	12,02	12,06	12,10	12,14	12,18	12,22	12,26	12,30	12,34	12,38	12,42	12,46	12,50	12,54	12,58	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	12,82	3,95
3,85	12,03	12,06	12,10	12,14	12,18	12,22	12,26	12,30	12,34	12,38	12,42	12,46	12,50	12,54	12,58	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	12,82	12,86	4,00
3,90	12,07	12,10	12,14	12,18	12,22	12,26	12,30	12,34	12,38	12,42	12,46	12,50	12,54	12,58	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	12,82	12,86	12,90	4,05
3,95	12,11	12,15	12,19	12,23	12,27	12,31	12,35	12,39	12,43	12,47	12,51	12,55	12,59	12,63	12,67	12,71	12,75	12,79	12,83	12,87	12,91	12,95	4,10
4,00	12,15	12,19	12,23	12,27	12,31	12,35	12,39	12,43	12,47	12,51	12,55	12,59	12,63	12,67	12,71	12,75	12,79	12,83	12,87	12,91	12,95	13,00	4,15
4,05	12,19	12,23	12,27	12,31	12,35	12,39	12,43	12,47	12,51	12,55	12,59	12,63	12,67	12,71	12,75	12,79	12,83	12,87	12,91	12,95	13,00	13,05	4,20
4,10	12,23	12,27	12,31	12,35	12,39	12,43	12,47	12,51	12,55	12,59	12,63	12,67	12,71	12,75	12,79	12,83	12,87	12,91	12,95	13,00	13,05	13,10	4,25
4,15	12,28	12,31	12,35	12,39	12,43	12,46	12,50	12,54	12,58	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	12,82	12,86	12,90	12,94	12,98	13,02	13,06	13,10	4,30
4,20	12,32	12,35	12,39	12,43	12,47	12,50	12,54	12,58	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	12,82	12,86	12,90	12,94	12,98	13,02	13,06	13,10	13,14	4,35
4,25	12,36	12,40	12,43	12,47	12,51	12,55	12,58	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	12,82	12,86	12,90	12,94	12,98	13,02	13,06	13,10	13,14	13,18	4,40
4,30	12,40	12,44	12,47	12,51	12,55	12,59	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	12,82	12,86	12,90	12,94	12,98	13,02	13,06	13,10	13,14	13,18	13,22	4,45
4,35	12,44	12,48	12,51	12,55	12,59	12,62	12,66	12,70	12,74	12,78	12,82	12,86	12,90	12,94	12,98	13,02	13,06	13,10	13,14	13,18	13,22	13,26	4,50
4,40	12,48	12,52	12,56	12,60	12,63	12,67	12,71	12,74	12,78	12,82	12,86	12,90	12,94	12,98	13,02	13,06	13,10	13,14	13,18	13,22	13,26	13,30	4,50
4,45	12,52	12,56	12,60	12,63	12,67	12,71	12,74	12,78	12,82	12,86	12,90	12,94	12,98	13,02	13,06	13,10	13,14	13,18	13,22	13,26	13,30	13,34	4,50
4,50	12,57	12,60	12,64	12,68	12,71	12,75	12,79	12,82	12,86	12,90	12,94	12,98	13,02	13,06	13,10	13,14	13,18	13,22	13,26	13,30	13,34	13,38	4,50

Tabela 3. Bezmasna suva materija mleka

Mast	P. I. O. t. e. t. n. (%)																Mast					
(%)	2,80	2,85	2,90	2,95	3,00	3,05	3,10	3,15	3,20	3,25	3,30	3,35	3,40	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	3,80	(%)
2,90	8,34	8,37	8,41	8,45	8,48	8,52	8,56	8,59	8,63	8,67	8,70	8,74	8,78	8,81	8,85	8,89	8,92	8,96	9,00	9,03	9,07	2,90
2,95	8,33	8,36	8,40	8,44	8,47	8,51	8,55	8,68	8,62	8,66	8,69	8,73	8,77	8,80	8,84	8,88	8,91	8,95	8,99	9,02	9,06	2,95
3,00	8,32	8,36	8,39	8,43	8,47	8,50	8,54	8,68	8,61	8,65	8,69	8,72	8,76	8,80	8,83	8,87	8,91	8,94	8,98	9,02	9,05	3,00
3,05	8,31	8,35	8,38	8,42	8,46	8,49	8,53	8,67	8,60	8,64	8,68	8,71	8,75	8,79	8,82	8,86	8,90	8,93	8,97	9,01	9,04	3,05
3,10	8,30	8,34	8,38	8,41	8,45	8,49	8,52	8,56	8,60	8,63	8,67	8,71	8,74	8,78	8,82	8,85	8,89	8,93	8,96	9,00	9,04	3,10
3,15	8,29	8,33	8,37	8,40	8,44	8,48	8,51	8,55	8,59	8,62	8,66	8,70	8,73	8,77	8,81	8,84	8,88	8,92	8,95	8,99	9,03	3,15
3,20	8,29	8,32	8,36	8,40	8,43	8,47	8,51	8,54	8,58	8,62	8,65	8,69	8,72	8,76	8,80	8,84	8,87	8,91	8,95	8,99	9,02	3,20
3,25	8,28	8,31	8,35	8,39	8,42	8,46	8,50	8,53	8,57	8,61	8,64	8,68	8,72	8,75	8,79	8,83	8,86	8,90	8,94	8,97	9,01	3,25
3,30	8,27	8,30	8,34	8,38	8,42	8,45	8,49	8,53	8,56	8,60	8,64	8,67	8,71	8,75	8,79	8,83	8,86	8,89	8,93	8,97	9,00	3,30
3,35	8,26	8,30	8,33	8,37	8,41	8,45	8,48	8,52	8,55	8,59	8,63	8,66	8,70	8,74	8,77	8,81	8,85	8,88	8,92	8,96	8,99	3,35
3,40	8,25	8,29	8,33	8,36	8,40	8,44	8,47	8,51	8,55	8,58	8,62	8,66	8,69	8,73	8,77	8,80	8,84	8,88	8,91	8,95	8,99	3,40
3,45	8,24	8,28	8,32	8,35	8,39	8,43	8,46	8,50	8,54	8,57	8,61	8,65	8,68	8,72	8,75	8,79	8,83	8,87	8,90	8,94	8,98	3,45
3,50	8,23	8,27	8,31	8,34	8,38	8,42	8,45	8,49	8,53	8,56	8,60	8,64	8,67	8,71	8,75	8,78	8,82	8,86	8,89	8,93	8,97	3,50
3,55	8,23	8,26	8,30	8,34	8,37	8,41	8,45	8,48	8,52	8,56	8,59	8,63	8,67	8,70	8,74	8,78	8,81	8,85	8,89	8,92	8,96	3,55
3,60	8,22	8,25	8,29	8,33	8,36	8,40	8,44	8,47	8,51	8,55	8,58	8,62	8,66	8,69	8,73	8,77	8,80	8,84	8,88	8,91	8,95	3,60
3,65	8,21	8,25	8,28	8,33	8,36	8,39	8,43	8,47	8,50	8,54	8,58	8,61	8,65	8,69	8,72	8,76	8,80	8,83	8,87	8,91	8,94	3,65
3,70	8,20	8,24	8,27	8,31	8,35	8,38	8,42	8,46	8,49	8,53	8,57	8,60	8,64	8,68	8,71	8,75	8,79	8,82	8,86	8,90	8,93	3,70
3,75	8,19	8,23	8,27	8,30	8,34	8,38	8,41	8,45	8,49	8,52	8,56	8,60	8,63	8,67	8,71	8,74	8,78	8,82	8,85	8,89	8,93	3,75
3,80	8,18	8,22	8,26	8,29	8,33	8,37	8,40	8,44	8,48	8,51	8,55	8,59	8,62	8,66	8,70	8,73	8,77	8,81	8,84	8,88	8,92	3,80
3,85	8,18	8,21	8,25	8,29	8,32	8,36	8,40	8,43	8,47	8,51	8,54	8,58	8,62	8,65	8,69	8,73	8,76	8,80	8,84	8,87	8,91	3,85
3,90	8,17	8,20	8,24	8,28	8,31	8,35	8,39	8,42	8,46	8,50	8,53	8,57	8,61	8,64	8,68	8,72	8,75	8,79	8,83	8,86	8,89	3,90
3,95	8,16	8,20	8,23	8,27	8,31	8,34	8,38	8,42	8,45	8,49	8,53	8,56	8,60	8,64	8,67	8,71	8,75	8,78	8,82	8,86	8,89	3,95
4,00	8,15	8,19	8,22	8,26	8,30	8,33	8,37	8,41	8,44	8,48	8,52	8,55	8,59	8,63	8,66	8,70	8,74	8,77	8,81	8,85	8,88	4,00
4,05	8,14	8,18	8,22	8,25	8,29	8,33	8,36	8,40	8,44	8,47	8,51	8,55	8,58	8,62	8,66	8,69	8,73	8,77	8,80	8,84	8,88	4,05
4,10	8,13	8,17	8,21	8,24	8,28	8,32	8,35	8,39	8,43	8,46	8,50	8,54	8,57	8,61	8,65	8,68	8,72	8,76	8,79	8,83	8,87	4,10
4,15	8,13	8,16	8,20	8,24	8,27	8,31	8,35	8,38	8,42	8,46	8,49	8,53	8,57	8,60	8,64	8,68	8,71	8,75	8,79	8,82	8,86	4,15
4,20	8,12	8,15	8,19	8,23	8,26	8,30	8,34	8,37	8,41	8,45	8,48	8,52	8,56	8,59	8,63	8,67	8,70	8,74	8,78	8,81	8,85	4,20
4,25	8,11	8,14	8,18	8,22	8,25	8,29	8,33	8,37	8,40	8,44	8,47	8,51	8,55	8,58	8,62	8,66	8,69	8,73	8,77	8,80	8,84	4,25
4,30	8,10	8,14	8,17	8,21	8,25	8,28	8,32	8,36	8,39	8,43	8,47	8,50	8,54	8,58	8,61	8,65	8,69	8,72	8,76	8,80	8,83	4,30
4,35	8,09	8,13	8,16	8,20	8,24	8,27	8,31	8,35	8,38	8,42	8,46	8,49	8,53	8,57	8,60	8,64	8,68	8,71	8,75	8,79	8,82	4,35
4,40	8,08	8,12	8,16	8,19	8,23	8,27	8,30	8,34	8,38	8,41	8,45	8,49	8,52	8,56	8,60	8,64	8,68	8,71	8,75	8,79	8,82	4,40
4,45	8,07	8,11	8,15	8,18	8,22	8,26	8,29	8,33	8,37	8,40	8,44	8,48	8,51	8,55	8,59	8,62	8,66	8,70	8,73	8,77	8,81	4,45
4,50	8,07	8,10	8,14	8,18	8,21	8,25	8,29	8,32	8,36	8,40	8,43	8,47	8,51	8,54	8,58	8,62	8,65	8,69	8,73	8,76	8,80	4,50



Dobijena jednačina (regresija) izgleda ovako:

$$SM = 6.772 + 0.8312 M + 0.7333 P$$

odnosno za bezmasnu suhu materiju:

$$BSM = (6,772 + 0,8312 M + 0,7333 P) - M$$

gde su SM — procenat suve materije

M — procenat masti

P — procenat proteina

BSM — procenat bezmasne suve materije

Na osnovu ovih formula izrađene su tablice za suhu materiju i bezmasnu suhu materiju, tabela 2 i 3 kao i nomogram (slika 1). One se mogu koristiti za brzo rutinsko određivanje suve materije, odnosno bezmasne suve materije mleka na bazi sadržaja masti i proteina.

### Zaključak

Na osnovu prednjih istraživanja može se zaključiti sledeće:

1. Na osnovu korelacionih veza između sadržaja suve materije (SM), masti (M) i proteina (P) u mleku izvedena je sledeća formula:

$$SM = 6.772 + 0.8312 M + 0.7333 P$$

2. Statistička analiza i testiranje dobijene formule pokazali su da se ona može s velikom tačnošću i uspešno koristiti u rutinskom indirektnom određivanju suve materije mleka ia bazi sadržaja masti i proteina mleka.

3. Za brzo rutinsko određivanje suve materije i bezmasne suve materije mleka izrađene su posebne tablice na osnovu te formule (tabela 2 i 3) kao i nomogram (slika 1).

### DETERMINATION OF TOTAL SOLIDS ON THE BASIS OF FAT AND PROTEIN CONTENTS OF MILK

#### Summary

*Multiple correlation coefficient among percentages of total solids, fat and protein was found to be 0.70. Consequently, a multiple regression was derived as follows:*

$$SM = 6.772 + 0.8312 M + 0.7333 P$$

*(SM — total solids, M — Fat, P — protein)*

*The regression was recommended for the routine estimation of total solids. For the estimation of total solid and solids-non-fat two tables (Tab. 2,3) and a nomogram were elaborated.*

#### Literatura

- BAČIĆ, B.: Ispitivanje korelacija između suve materije i makro sastojaka mleka. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1963.
- BAČIĆ, B., VUJIČIĆ, I.: Prilog proučavanja procenta suve materije mleka. Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, 8, 1964.
- DOZET, N., STANIŠIĆ, M., SUMENIĆ, S.: Suva materija mlijeka ispitivana komparativnim metodama. V jugoslavensko međunarodni simpozij. Suvremena proizvodnja mlijeka, Portorož, 1973.
- HERRINGTON, B.: Milk and Milk Processing McGraw-Hill Book Co. Inc. New York, 1948.
- MASLOVARIĆ, B., HASSAN, A. I., VRANJEŠ-POPOVIĆ, A. VUJIČIĆ, I. F. (1977): **Mljekarstvo** 27, (11), 250—256.
- ROEDER, G.: Grundzüge der Milchwirtschaft und des Molkereiwesens. Paul Parey, Hamburg, 1954.
- VUJIČIĆ, I. F., MILANOVIĆ, Z., VUJIČIĆ, V., RAČIĆ, V. (1977): **Mljekarstvo** 27, (1), 7—10.
- ŽIVKOVIĆ, Ž. (1963): **Prehrambena industrija** 1.