

— Petogodišnji prosek suve materije bez masti od 3,81%, dobiven formulom Fiajšmana i sa pojedinačnim godišnjim prosecima od 3,70 do 3,86% kod prosečnog dnevnog prijema od 92.000 litara mleka, ukazuje da se Pravilnikom o kvalitetu mleka ne sme smanjiti norma suve materije bez masti u mleku ispod 3,5%.

— Ukoliko se na otkupnom području neke mlekare sistematski otkupljuje mleko sa suvom materijom bez masti ispod 3,5% rezultat je sipanja vode od strane proizvođača. Ovakav problem sirovinska služba tih mlekara treba stručno da rešava, a ne da priznaje patvorenje mleka.

#### Literatura

1. VUJIČIĆ I. F., MILIN S., VUJIČIĆ V.: Sezonost sastava mleka, s posebnim osvrtom na mleko stada domaćeg šarenog i crno-belog govečeta u Vojvodini. Četvrta Jugoslovenska stočarska konferencija Mostar, 1976.
2. DOZET N., STANIŠIĆ M., SUMENIĆ S.: Ispitivanje suhe materije mlijeka raznih rasa goveda. Četvrta Jugoslovenska stočarska konferencija, Mostar 1976.
3. ĐORĐEVIĆ M., VASIĆ J.: Sastav mleka kao osnova racionalne proizvodnje mlečnih proizvoda. Četvrta Jugoslovenska stočarska konferencija, Mostar 1976.
4. PETRIČEVIĆ A., ŠKARICA R., SABLJIĆ B., KRALIK G.: Kvalitativne osobine mlijeka porijeklom iz različitih uvjeta proizvodnje. Četvrta Jugoslovenska stočarska konferencija, Mostar 1976.
5. DOZET N., STANIŠIĆ M., PARIJEZ S., SUMENIĆ S.: Sastav, kvalitet i proizvodnja mlijeka na brdsko-planinskom području. Memorijalni simpozijum posvećen akademiku Prof. Dr Nikoli Zdanovskom, Jajce 1974.
6. NIKOLIĆ D., BILIĆ L.: Kvalitet mlijeka sa brdsko-planinskog područja sarajevskog regiona. Memorijalni simp. Jajce 1974.
7. Jugoslavenski poljoprivredno-šumarski centar: Proizvodnja kravljeg mlijeka u Jugoslaviji na društvenim gazdinstvima u kooperaciji. Godišnjaci 1976, 1975, 1974, 1973 i 1972. Beograd.

#### Summary

Five years average quality of milk was studied by testing butter fat content, specific gravity and solids-not-fat, from purchasing area of Novi Sad Dairy, situated in a lowland area. The quality of the purchased milk was high. Five years average of butter fat in the bulk milk amounted 3.69 per cent. Milk from society owned farms had 3.81 per cent and from individual holding 3.6 per cent of fat, respectively. The corresponding figures for specific gravity were 1.0313 on average and 1.0315 and 1.0311 for society and individually owned farms, respectively. Percentages of solids-not-fat in bulk milk amounted 8.81 on average, 8.88 and 8.75 per cent, respectively. Five years average of solids-not-fat of 8.81 per cent (obtained by Fleishman's formula) with the individual averages of 8.7 to 8.86 per cent in average daily reception of milk amounting 92000 liters shows that the level of solids-not-fat should not be lowered below 8.5 according to law. If in some purchasing areas of some dairies milk is systematically purchased containing below 8.5 per cent of SNF it may be a results of adding of water by the producers. Such a problem ought to be solved by technical service of the dairy, and not to accept faked milk.

## UTJECAJ NEKIH TEHNOLOŠKIH POSTUPAKA NA KVALITETU PROTEINA IZ SURUTKE\*

Mr Janos STROSZEL, Jelena DOMINEZ, dipl. inž.  
Prehrambeno tehnološki institut, Zagreb

Sekundarni mlječni proizvodi (kazein, koprecipitirani mlječni protein, koncentri surutke, modificirani proteini surutke, proteini iz fermentirane su-

\* Referat održan na XVII Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb, 1979.

rutke) povezani su s tehnologijom sira i kazeina. Ovi koncentraci sadrže biološki visokovrijedne proteine i njihovo izdvajanje uveliko utječe na ekonomičnost primarne proizvodnje.

Jedan od izvora za proizvodnju proteinskih koncentrata je i surutka a njeno korištenje prije svega ovisi o ekološkim zahtjevima. Budući da su korištenje surutke radi dobivanja proteina a zatim smanjenje zagađivanja okoline, dva međusobno povezana postupka, nužno ih je ocjenjivati s gledišta korištenja energije.

Poznato je da se u svijetu velika količina surutke pretežno baca. Samo u nekim zapadnim zemljama od ukupno proizvedene surutke prerađuje se između 50—90%, a od toga se oko 50% neposredno primjenjuje i prodaje tijekom godine. Surutka se uglavnom koristi u hranivima, a manje u hrani, što je uvjetovano mnogo puta i restriktivnim prehrambenim zakonodavstvom. Druga okolnost, koja u mnogo čemu isključuje primjenu proteina iz surutke, je velika količina laktoze. Uklanjanje laktoze je zapravo ključni tehnološki zahvat, jer je to operacija koja zahtijeva najviše energije, a dobiveni proizvod ima ograničenu tržišnu vrijednost. Dovoljno je navesti da proizvodnja proteina iz surutke obuhvaća približno 60% od ukupno utrošene energije.

Prema podacima iz američkih izvora (Henig i Schoen, 1976.) proizvodni ciklus za pripremu sojinog brašna zahtijeva 1950 Btu/lb brašna, za sojin mesni analog 12300 Btu/lb, proizvodnja bjelanjka 40000 Btu/lb, dok proizvodnja junetine 51250 Btu/lb ( $\text{Btu} = 1.55 \times 10^3$  joule — a). Kako proizvodnja surutke zahtijeva udruživanje ciklusa proizvodnje (proizvodnja stočne hrane, uzgoj životinja, proizvodnja i prerada mlijeka), može se očekivati da će i utrošak energije biti velik.

Tokovi komercijalnog korištenja surutke danas su usmjereni pretežno na stočnu ishranu, gdje se ona koristi neposredno kao koncentrat surutke, koncentrat surutke s nekim ugljikohidratnim nosačem, odnosno prah surutke.

Komercijalni proizvodi za humanu ishranu su demineralizirani prah surutke, delaktozirana surutka, hidrolizirana surutka i proteinski koncentraci surutke.

Proteini surutke imaju od 15 do 20% udjela s obzirom na ukupne proteine obranog mlijeka. Osnovne proteinske frakcije surutke su i albumin seruma,  $\beta$  — laktoglobulin,  $\alpha$  — laktoalbumin i imunoglobulini. Frakcija proteoza i peptona ima od 2 do 6%. Radovi vezani na karakterizaciju i identifikaciju proteinskih frakcija pokazuju visoki stupanj heterogenosti, uvjetovane genetskim utjecajima ( $\beta$  — laktoglobulini,  $\alpha$  — laktoalbumin, imunoglobulin — Ig G2, te proteoze i peptoni). Zbog heterogenosti proteinskih frakcija ovi su proteini veoma osjetljivi na termičku obradu, te može nastati značajna denaturacija, a to bitno utječe na funkcionalna svojstva proteinskog materijala. Funkcionalna svojstva proteina proizvedenih iz surutke su topljivost, moć bubrenja, želiranje, emulgiranja, viskoznost otopina i poboljšanje prehrambenih svojstava namirnica.

Polazeći od kemizma proteina surutke i željenih funkcionalnih svojstava, današnji procesi su uzrokovali ove tipove proteinskih preparata dobivene odgovarajućim tehnološkim postupcima.

Iako mnogi autori imaju slične rezultate, u ovom radu treba iznijeti samo neke reprezentativne podatke. Nabrojani se preparati bitno razlikuju po sastavu

svih komponenata i teško ih je uspoređivati, ne samo unutar istih postupaka nego i njihovih kombinacija.

Promjene funkcionalnih svojstava proteinskih koncentrata iz surutke pretežno su uvjetovane toplinskom obradom. Mc Donough i sur. (1974) utvrdili su da već pri temperaturama pasterezacije od 78,2°C kroz 15,5 sek i 64,2°C kroz 30 min uzrokuje denaturaciju, odnosno smanjenje topljivosti otprilike 20%.

**Tabela 1**

**Sastav proteinskih koncentrata dobivenih iz surutke različitim postupcima u % (Delaney 1976.)**

Postupak	proteina	laktoze	minerala	masti
Elektrodijaliza (ED)				
Komercijalni preparat	20—35	45—60	3—18	2—4
preparat MWPC*	13—17	82—86	1—2	1
Kompleks s metafosfatom				
Komercijalni preparat	55—60	18—22	10—18	6—9
Gel-filtracija (GF)				
Komercijalni preparat	54	25	14	2
preparat MWPC	68	18	3	5
Ultrafiltracija (UF)				
preparat MWPC	30—70	20—25	3—5	4—5
Ionska izmjena (IE)	15	78	1	1
UF + GF	81	12	2	3
IE + UF	76	16	1	3

\* Moorepark Whey Protein Concentrate

Fenomen denaturacije proteina iz surutke pod utjecajem topline kod neke određene koncentracije proteina zapravo je stvaranje intermolekularnog kompleksa  $\beta$  — laktoglobulina i  $\alpha$  — laktoalbumina (Elfagm i Wheelock, 1978.). Kompleks je stabilan i ne narušava se dodatkom  $\beta$  — laktoglobulina. Kinetika i mehanizam ove reakcije nije dovoljno istražen. Osim ovih osnovnih proteinskih vrsta, mogu koprecipitirati i drugi proteini.

Postupci za pripremu proteinskih koncentrata prikazanih u tablici 1. uglavnom ne uzrokuju dalju denaturaciju proteina, jer se izvode na temperaturama nižim od 50°C. Klasičnim postupkom za proizvodnju termički precipitiranih proteina iz surutke »laktoalbumina« nastaje proizvod veoma nepovoljnih svojstava i njegova primjena je isključena u obliku ljudske hrane. Ultrafiltracija, kao najperspektivniji postupak, omogućava dobivanje proteinskih koncentrata vrlo povoljnih funkcionalnih karakteristika i dobiveni preparati mogu biti upotrebljeni sami ili u smjesama s biljnim proteinima.

Primjena proteinskih koncentrata iz surutke zahtijeva provjeru na model sistemima. U svakom slučaju uklanjanje laktoze, masti, minerala i neznatan stupanj denaturacije proteina pospješit će primjenu.

Mnogi radovi koji su objavljeni (Morr, Swenson i Richter, 1973; Mc Donough i sur. 1974; De Wit, 1975; De Wit i De Boer, 1975; De Wit, Klarenbeek i Swinkels, 1975) svjedoče o utjecaju temperature i pH na funkcionalna svojstva kao što su topljivost, moć vezivanja vode, pjenjenja, kapaciteta emulgiranja itd.

Dok studija ovih svojstava u model sistemima omogućava određivanje fizikalnih veličina, dotle se primjena u kompozicijama hrane za sada vrši

isključivo empirijski. Jedno od osnovnih svojstava polidisperznih proteinskih sistema je topljivost. Ovo je svojstvo uvelike povezano i s drugim svojstvima proteinskog materijala. Za nedenaturirane proteine surutke karakteristična je dobra topljivost u pH području od 2 do 8, pri čemu se topljivost neznatno smanjuje u području izoelektrične točke. Postupci ultrafiltracije, reverzne osmoze i elektrodijalize omogućavaju proteinske preparate preko 90% topljivosti (Delaney, 1976).

Tablica 2

**Topljivost proteina\* iz proteinskih koncentrata surutke**

Postupak	Topljivost		
	pH 6	pH 3,5	pH 8
Elektrodijaliza	92	87,0	94
	88	77,0	83
Ionska izmjena	95	92,0	96,2
Ultrafiltracija	97,0	93,0	96,5
Gel-filtracija	96,7	92,6	98,0
Taloženje s metafosfatom	58,0	27,4	73,0

\* Topljivost određivana u destiliranoj vodi

Ionska jakost utječe pri nižem pH (3,0) i topljivost pada od 93% ( $\mu = 0$ ) do 35% ( $\mu = 2$ ).

Drugo važno svojstvo proteina je moć upijanja vode, odnosno kapacitet njegov vezivanja. Ovo je svojstvo neobično važno u primjeni proteinskih koncentrata u pekarstvu i keksarstvu. Prema podacima Mc Donougha i sur (1974) kapacitet vezivanja vode za različite proteinske preparate prikazan je u tablici 3.

Tablica 3

**Kapacitet vezivanja vode proteinskih koncentrata iz surutke**

Materijal	% Adsorpcijske vode
HCL — kazein	68
Na — kazeinat	250
Ca — koprecipitat (netopljiv)	75
Ca — koprecipitat (topljivi)	260
UF — protein	50
GF protein	62
Obrano mlijeko	65—75

Moć bubrenja je neposredno povezana i sa svojstvima želiranja. Delaney i Donelly (1975) su dokazali da želiranje ne nastaje ako otopina sadrži ispod 10% proteinskog koncentrata s najmanje 50% proteina, računato na suhu tvar. Optimalna vrijednost je 15%. Čvrsti se gel stvara u neutralnom i lagano alkalnom mediju.

Viskoznost proteinskih koncentrata iz surutke neznatno raste (do 40 Brookfield jedinica viskoznosti) s povišenjem suhe tvari do 45% (odnosno 25% proteina u suhoj tvari), što je vezano i na kapacitet vezivanja vode. Za razliku od

proteinskih koncentrata iz surutke, natrijev kazeinat i proteinat soje imaju veliku moć upijanja vode i stvaranja veoma viskoznih otopina.

Određivanje moći emulgiranja proteinskih koncentrata je veoma važno u praktičnim primjenama naročito pripravljanjem emulzija u kobasičarstvu. Obično se ta moć konvencionalno utvrđuje na minimalnu količinu proteina koja može vezivati maksimalnu količinu ulja. Može se reći da je kapacitet vezivanja ulja na proteinske koncentrate iz surutke dobar (Delaney i Donnelly, 1975) u širokom području pH. Pod određenim eksperimentalnim uvjetima preparat dobiven postupkom UF imao je moć vezivanja uljne faze 81,6% pri koncentraciji proteina 0,94 g/100 ml. Istovremeno je sojin koncentrat imao vrijednost 80% pri koncentraciji proteina 0,80 g/100 ml, a obrano mlijeko 77,6% pri koncentraciji proteina 1,4 g/100 ml.

Moć pjenjenja i promjena koncentrata dobivenih postupkom UF utvrđivali su mnogi autori (Richert, Morr i Conney 1974. De Boer i De Wit i Hiddink 1977). Za dobru pjenu nužna je koncentracija suhe tvari u suspenziji 25% a maksimalno pjenjenje se dobiva pri temperaturi 65 do 70°C.

Topljivost, moć vezivanja vode, viskoznost, moć emulgiranja i moć pjenjenja su najčešće karakteristike funkcionalnih svojstava proteinskih koncentrata. Ova su svojstva pretežno određivana na nedenaturiranom materijalu, a uvjetovana su veličinom i oblikom proteinskih molekula, pH, temperaturom i ionskom jakošću medija koje je ispitivano.

Jedno od posebnih funkcionalnih svojstava proteinskih koncentrata iz surutke je njihova biološka vrijednost. Proteinski koncentrat dobiveni iz surutke pod blagim uvjetima pripreme pretežno imaju visoku biološku vrijednost i odličnu probavljivost. Karakteristično je da koncentrat imaju znatne količine lizina (ukupnog i slobodnog) i veće su od preporučenog standarda FAO iz 1973. (340 mg/g dušika). Istraživanja Forsuma i Hambraeusa (1977) pokazali su da velike varijacije topljivog proteina u usporedbi s prirodnim ukupnim proteinima ne koreliraju s biološkom vrijednošću ili s količinom slobodnog lizina.

Pravilno tumačenje ovog fenomena bit će moguće kada se bolje utvrde mehanizmi interakcije proteina surutke tijekom toplinske obrade.

Upotreba proteinskih koncentrata iz surutke u hrani danas je nedovoljna s obzirom na dobra tehnološka i prehrambena svojstva. Razvoj tržišta za ove proizvode uvelike je otežano visokom cijenom u usporedbi sa sojinim proteinom. Može se govoriti o raznovrsnom asortimanu proizvoda, gdje bi se ovaj proteinski materijal mogao primijeniti. Međutim, potrebna su mnoga strpljiva ispitivanja i dokazivanja opravdanosti ove primjene.

Istraživanja koja će omogućiti nove putove primjene, moraju se usmjeriti na ova područja:

- a) frakcioniranje i karakterizacija proteina surutke,
- b) kemijske modifikacije radi povećanja mogućnosti primjene,
- c) osnovna ispitivanja radi utvrđivanja organoleptičkih svojstava koncentrata,

- d) ispitivanja metabolizma galaktoze,  
 e) istraživanje tržišta zbog primjene modificiranih koncentrata,  
 f) utvrđivanje optimalnih postupaka za fermentaciju surutke za proizvodnju biomase i alkohola na bazi laktoze i drugih šećera.

**Tablica 4**

**Topljivost proteina u usporedbi s ukupnim proteinima, biološkom vrijednošću, probavljivošću i količinom slobodnog lizina različitih proteinskih koncentrata iz surutke (Forsum, Hambraeus, 1979)**

Proizvod	Postotak topljivog proteina	Ukupni* prirodni protein	Biološka vrijednost** (BV)	Probavljivost	Ukupni lizin mg/gN	Slobodni lizin mg/gN
Svježa slatka surutka	91	93	92,3	97,0	703	584
Svježa surutka za humanu prehranu za stočnu hranu	79	83	93	36,9	544	416
Delaktozirana surutka	72	61	92,7	93,5	562	511
Surutka ekstrahirana etanolom	67	53	93,6	94,3	565	503
Surutka dobivena UF	100	39	82,8	100,1	575	479
a) 72° C, 15 sek pasterizacija, liofilizacija	92	37	90,9	100,4	580	477
b) 72° C 15 sek. pasterizacija, raspršivanje	77	37	91,8	100,0	637	562
c) 21° C, 18 min. pasterizacija, raspršivanje	64	19	91,8	100,0	658	598
Laktalbumin (GF)	5	...	93,7	93,4	637	590
Kazein — referentni						

\* BSA,  $\beta$  — laktoglobulin i  $\alpha$  — laktoalbumin

\*\* do 12% laktoze

#### Literatura

- DE BOER, R., DE WIT, J. N. i HIDDINK, J., **J. Soc. Dairy Technol.** 30/1977/112  
 DELANEY, R. A. M., **J. Soc. Dairy Technol.** 29/1976/91  
 DELANEY, R. A. M., i DONELLEY J. K., **Maelheritidende** 88/1975/55  
 DE WIT, J. N. **Zuivelzicht** 67/1975/228  
 DE WIT, J. N. i DE BOER, R., **Neth. Milk Dairy J.** 29/1975/198  
 DE WIT, J. N., KLARENBECK, G. i SWINKELS, G. A. M. **Zuivelzicht** 68/1976/442  
 ELFGAM, A. A. i WHEELLOCK, J. V., **J. Dairy Sci.** 61/1978/159  
 FAO/WHO Expert Committee, 1973, In Energy and Protein Requirements. World Health Organization, Tech. Rep. Ser. No. 552, Geneva, pp. 63  
 FORSUM, E. i HAMBRAEUS, L. **J. Dairy Sci.** 60/1977/370  
 HENIG, Y. S. i SCHOEN, H. M., **Food Eng.** 1/1976/48  
 MC DONOUGH, F. E. i sur. **J. Dairy Sci.** 57/1974/1438  
 MORR, C. V., SWENSON, P. E. RICHTER, R. L. **J. Food Sci.** 38/1973/324  
 RICHERT, S. H., MORR, C. V. i COONEY, C. M. **J. Food Sci.** 39/1974/42