

PRIMARNA STRUKTURA KAZEINA

Dipl. ing. Dragojlo Obradović OBRADOVIĆ

Institut za mljekarstvo mljekarske industrije

NOVI BEOGRAD

UVOD

Hemija proteina mleka je relativno mlada nauka i zahvaljujući teoretskim dostignućima kao i intenzivnom eksperimentalnom radu, može se očekivati dalji napredak u mljekarskoj industriji. Neosporno je, da je istraživanje proteina veoma kompleksno, zbog veličine i strukture molekula, njihove nerastvorljivosti u većini rastvarača, kao i sposobnosti da se hemijski veoma lako menjaju ili razgrađuju u toku izolovanja i definisanja.

Kazein, koji predstavlja 80% proteina u mleku, veoma je složene strukture; on se nalazi u obliku koloidnih micela, od čije stabilnosti u mnogo čemu zavisi kvalitet mleka i mlečnih proizvoda. Još su Linderström-Lang (10) i Melander (13) prikazali heterogeni sastav kazeina; primenjujući metodu elektroforeze ovaj drugi je utvrdio da se kazein sastoji od tri komponente koje su označene sa alfa, beta i gama. U docnijem periodu, 1965, značajan doprinos ovome problemu čine radovi Waugha i Von Hippela (22). U ovim radovima dati su podaci o otkrivanju unutrašnje strukture kazeina, što ukazuje na postojanje jednog zaštitnog koloida u kazeinskoj miceli. Ova komponenta, koja je nazvana κ -kazein, ulazi u sastav alfa-kazeina; od posebnog značaja je bilo otkriće da ova komponenta podleže hemijskoj promeni prilikom dejstva himozina na kazeinski sistem.

Na bazi spomenutih fundamentalnih radova, kao i zahvaljujući primeni savremenih metoda za izolovanje proteina, poslednjih deset godina učinjen je pravi prodor u svet proteina mleka; došlo se do rezultata od velike naučne i praktične vrednosti, otkrivanja genetskog polimorfizma, gotovo potpunog saznanja o kazeinskim komponentama i njihovoj primarnoj strukturi, načinu vezivanja i odnosa. Danas se smatra da broj ovih komponenti u kazeinu iznosi dvadeset. Vredno je ukazati na to da se značaj navedenih ispitivanja mora posmatrati u jednom širem kontekstu; ona ne predstavljaju samo doprinos hemiji mleka, već upotpunjuju i proširuju postojeća saznanja o proteinima, uopšte. Pored toga kada se govori o biohemijskoj ulozi proteina, ne treba izgubiti iz vida da oni predstavljaju glavni izvor azota u ljudskom orga-

nizmu, kao i činjenicu da mleko ima veoma povoljan sastav esencijalnih aminokiselina.

ISPITIVANJE PRIMARNE STRUKTURE PROTEINA

Poznato je da su proteini polimerni produkti aminokiselina, koje su međusobno povezane peptidnim vezama. Polaznu osnovu za dalje definisanje nekog izolovanog proteina zbog toga predstavlja određivanje njegove primarne strukture, odnosno sekvence aminokiselina. Međutim, glavni problem navedenih ispitivanja jeste mogućnost transformisanja ili razgradnje pojedinih kiselina u toku hidrolitičkog razlaganja. Iz navedenih razloga posebna pažnja se obraća na cistin, cistein, triptofan i tirozin; naime, prve dve supstance lako podležu delimičnoj oksidaciji, a druge dve razlaganju u prisustvu HCl, koja se danas najčešće koristi u reakcijama hidrolize proteina.

Sistematska metodologija ispitivanja proteina, prema Mooreu i Steinu (15) sastoji se iz sledećih faza:

- pripremanja uzoraka koji su podesni za analizu,
- određivanja suve materije, pepela i sadržaja azota,
- kiselna hidroliza u (šest) 6 M HCl,
- odvajanja i određivanja aminokiselina u hidrolizatu,
- određivanja tirozina, triptofana, cistina i cisteina posebnim postupkom
- obračunavanja sadržaja aminokiselina,
- određivanja sekvence aminokiselina i
- određivanja drugih neproteinskih sastojaka.

Odvajanje kiselina iz hidrolizata izvodi se po metodi Spackmana (18) u automatskom amino-analizatoru, u kome se istovremeno spektrofotometrijski vrši njihovo dokazivanje i određivanje. Međutim, za utvrđivanje sekvence aminokiselina jednog proteinskog niza, neophodno je poznavati ne samo redosled kiselinskih ostataka, već i raspored funkcionalnih grupa i naelektrisanja. Da bi se dobio odgovor na ovo pitanje u prvoj fazi se vrši razgradnja tercijarne i sekundarne strukture, cepanjem polipeptidnih lanaca, a zatim se identifikuju aminokiseline na početku i kraju svakog dobivenog peptida. Ova razlaganja najčešće se izvode sa enzimima peptidazama kao što su tripsin, himotripsin, pepsin, pri čemu ne treba izgubiti iz vida da ovi enzimi deluju isključivo na veze određenog tipa. Tako tripsin, koji se često upotrebljava, raskida samo peptidnu vezu između arginina i lizina, dok u slučaju supstitucije bilo koje od spomenutih kiselina ne dolazi do razlaganja.

Sledeću fazu predstavlja određivanje sekvence peptidnog niza; prema Edmanu (6) postupak se sastoji u parcijalnoj hidrolizi i udaljavanju aminokiselina sa NH₂ kraja. Da bi predstava o primarnoj strukturi bila konačna potrebno je izvršiti i analizu terminalnih grupa. Za identifikaciju NH₂ grupa koristi se sa uspehom Edmanova metoda ili se po drugom postupku aminokiseline prevode u DNP derivate. Za određivanje terminalnih karboksilnih grupa u zadnje vreme najčešće se upotrebljavaju karboksipeptidaze A, B i C.

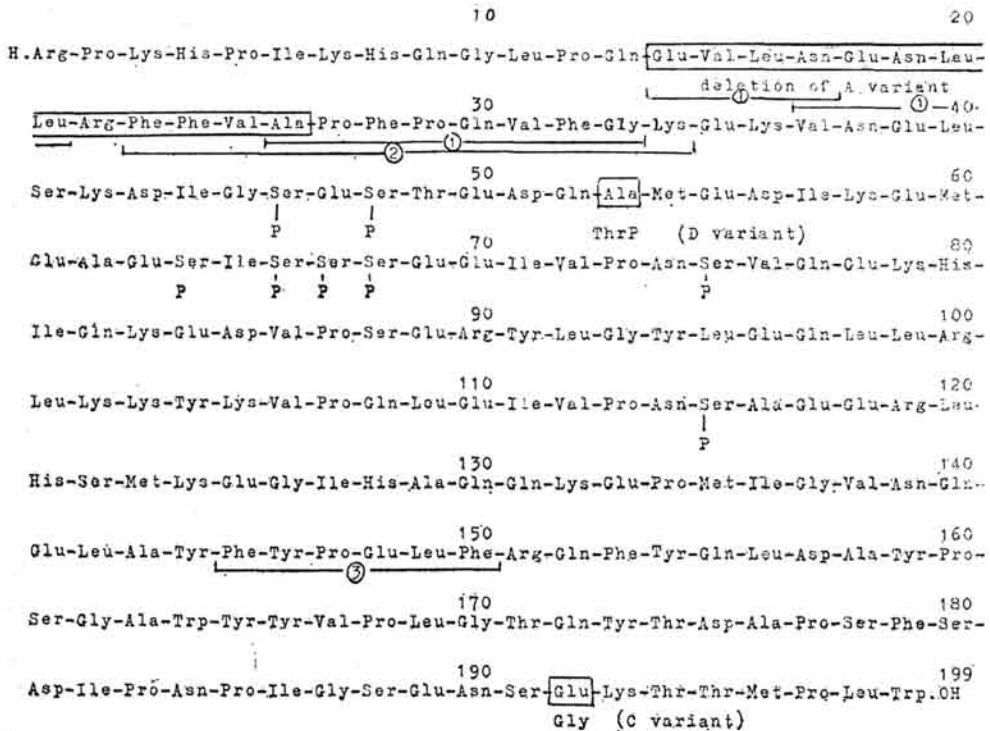
PRIMARNA STRUKTURA ALFA α -KAZEINA

Kazein je fosfoprotein i iz mleka se izoluje bilo obaranjem kiselinama, isoljavanjem ili ultracentrifugiranjem. Za kazein je utvrđeno da se sastoji iz više proteina, a za ove je dokazano da posjeduju više polimornih oblika. Postavka Waugha i von Hippela (22) o postojanju zaštitnog koloida, odnosno α komponente, koja sprečava precipitaciju kazeina u prisustvu Ca^{++} , ukazala je na postojanje alfa_s frakcije.

Kada se govori o alfa_s-kazeinu obično se misli na alfa_{s-1}, za koji je nađeno da se javlja u četiri genetska varijeteta i to alfa_{s-1}-kazein A, B, C i D (1). Ostale frakcije alfa_{s-0}, alfa_{s-2}, alfa_{s-3}, alfa_{s-4} i alfa_{s-5}-kazeini po svom hemijskom sastavu se razlikuju od alfa_{s-1}-kazeina, pošto sadrže jednu polovinu cistina, što ukazuje na prisustvo tih grupa. Zato se oni mogu smatrati delovima alfa-kazeina ali nikako alfa_{s-1}-kazeina.

Glavni protein kravljeg mleka, alfa_{s-1}-kazein, je polipeptidni lanac, sa sekvencom za koju je utvrđeno da sadrži 199 aminokiselina i da ima molekulsku težinu od 23.600 daltona. U šemi 1 dat je redosled aminokiselina u nizu, koji potiče od grupe naučnika iz Jouy-en-Josas na čelu sa Mercier-om (14).

Kao što se iz šematskog prikaza vidi alfa_{s-1} molekul sadrži 8 serin fosfata, od kojih se 7 pojavljuju između 43. i 80. ostatka. Ovaj segment ima jako izraženu kiselost zbog posedovanja 12 karboksilnih grupa, što govori o znatnom negativnom naelektrisanju. Karakteristika ovog proteina sastoji se u



Šema 1. — Primarna struktura alfa_{s-1}-kazein B prema Mercieru et al. (14).

nejednakom rasporedu naelektrisanja, pa se to sigurno odražava na sposobnost agregacije ili polimerizovanja. Raspored ostataka prolina je veoma ujednačen, a sadržaj veliki, tako da se vrlo teško raspoznaje sekundarna ili tercijarna struktura, što je u saglasnosti sa podacima fizičko-hemijskih analiza.

Ispitivanjem terminalnih grupa utvrđeno je da se na NH_2 kraju nalazi arginin, a na COOH kraju triptofan. Od nesumnjive važnosti je i značajan stepen hidrofobnosti u delu lanca koji počinje od C-terminalnog, jer bi to moglo predstavljati objašnjenje za tendenciju sjedinjavanja u vodenoj fazi. Pada u oči činjenica, da peptidi (označeni sa 1 i 2 u šemi), izolovani iz sira kao i iz hidrolizata koji su nastali fermentativnim delovanjem na kazein (14), potiču od α_{s-1} frakcije.

U šemi 2 dat je pregled razlika genetskih varijeteta α_{s-1} -kazeina. Danas se smatra da ovi varijeteti ukazuju na postojanje evolucionih procesa kod vrsta.

Mesto ostatka	Varijeteti			
	A	B	C	D
14 — 26	—	+	+	+
53	Ala	Ala	Ala	Glu
192	Glu	Glu	Thr P	Gly

Šema 2. — Primarna struktura α_{s-1} -kazeina: pozicije aminokiselinskih zamenja za četiri genetska varijeteta prema Lysteru (11).

Kao što se vidi, dva varijeteta (B i C) koji se najčešće nalaze, razlikuju se međusobno postojanjem aminokiselinske supstitucije Glu/Gly, što je utvrđeno upoređivanjem himotriptičnih peptida koji su zahvatili C-terminalni deo α_{s-1} molekula (20).

Uzimajući u obzir prethodne konstatacije Thompson et al. (21) zaključuju da se α_{s-1} -kazein A ponaša drugačije od ostalih varijeteta, jer mu nedostaje sedam hidrofobnih aminokiselina. Uticaj navedenih razlika ogleda se u neuobičajenoj rastvorljivosti u prisustvu Ca^{++} , kao i slaboj interakciji sa κ kazeinom. Sve ove specifičnosti α_{s-1} A varijeteta su posledica smanjenja hidrofobnih veza, i ilustruju kakvu važnost ima povezivanje nepolarnih aminokiselina za formiranje koloidne kazeinske micela u jednom takvom složenom sistemu kao što je mleko.

PRIMARNA STRUKTURA BETA KAZEINA

Beta kazein je druga glavna komponenta micelnog fosfoproteinskog kompleksa. Ovaj protein, koji se nalazi u vidu polipeptidnog lanca, ima molekulsku težinu od 24.500 daltona i sadrži 209 aminokiselinskih ostataka (17).

Hidrolizom DNP derivata utvrđeno je da se na NH_2 kraju nalazi arginin, dok je hidrolizom sa karboksipeptidazom dokazano prisustvo valina na COOH kraju. Za sekvencu je karakterističan raspored naelektrisanja i apolarnosti, tako da C-terminalni deo ima izraženu hidrofobnost, a NH_2 terminalni deo poseduje gotovo celokupno negativno naelektrisanje molekula. Sigurno je da



Šema 3. — Primarna struktura beta kazeina A² prema Ribadeau Dumasu et al. (17).

ovako neujednačena distribucija negativno naelektrisanih hidrofobnih grupa, uz visok procenat prolina, utiče na slabljenje sposobnosti za formiranje sekundarne i tercijarne strukture.

Iz šematskog prikaza se vidi da je fosfor u vidu pet serinfosfata skoncentrisan u NH₂ terminalnom delu, čineći ga jako hidrofilnim. Kao i kod alfa_{s-1}-kazeina, beta kazein poseduje dva peptida, za koje je utvrđeno da igraju ulogu kod stvaranja gorkog ukusa mlečnih proizvoda i to najčešće sireva.

Problem genetskog polimorfizma kod beta kazeina nešto je složenije prirode i zahteva dodatna proučavanja u cilju dobivanja konačne slike o broju varijeteta. Od momenta kada je Aschaffenburg (1) otkrio da beta kazein postoji u tri varijeteta (A, B i C), nađeni su A¹, A², A³ i beta D; ovo ima za posledicu ispitivanje substitucija aminokiselina, na osnovu kojih se i došlo do različite elektromobilnosti već spomenutih varijeteta. U sledećoj tabeli dat je pregled do sada poznatih substitucija.

Varijeteti	Aminokiselinske supstitucije
A ¹ — A ²	67 Pro — His
A ¹ — B	122 Ser — Arg
	37 Glu — Lys
A ¹ — C	35 Serin P — Ser
A ² — A ³	106 His — Gln

Sema 4. — Pozicije aminokiselinskih supstitucija genetskih varijeteta beta kazeina prema Mercieru et al. (14)

Međutim, od ne manjeg značaja su rezultati Grovesa i saradnika (7) koji se bave izučavanjem strukture takozvanih »malih« kazeina. Za ove kazeine, u literaturi poznate po nazivima TSA², TSB, R i S, dokazano je da su delovi beta kazeina isti. Autori objavljuju da TSA² i S predstavljaju jedan polimorfni par, a TSB i R drugi, s tim što prva dva obuhvataju deo beta kazeina lanca od broja 106—209, a druga dva od 108—209. Između navedenih polimorfni parova postoji samo jedna razlika u sastavu i to je zamena Ser—arg. U ovu grupu spada i gama kazein, kome je do sada mala pažnja posvećena, i koji obuhvata segment aminokiselina od broja 26—209.

Od posebne je važnosti i pitanje porekla ovih »malih« kazeina. Da li se ovde radi o prirodnim kazeinskim komponentama ili pak o produktima koji se stvaraju u toku izolovanja, teško je dati odgovor, mada navedena ispitivanja (7) navode na mogućnost proteolitičkog razlaganja beta kazeina i stvaranja novih frakcija.

PRIMARNA STRUKTURA — κ - KAZEINA

Od svih poznatih i do sada ispitivanih kazeina o κ kazeinu najmanje se zna. Pitanje postojanja »zaštitnog« koloida, koje je naćeo Linderström — Lang, a u potpunosti dokazali Waugh i Von Hippel, predstavlja ključ za objašnjenje strukture kazeinske micelle i reakcija koje dovode do njenog formiranja. Fundamentalnost spomenutih radova ogleda se u činjenici, da alfa_{s-1}-kazein, iako nerastvorljiv u prisustvu Ca⁺⁺, biva zaštićen od precipitacije sa Ca⁺⁺, kada se nalazi u kompleksu sa κ kazeinom. Pošto je dokazano da κ kazein podleže promeni u toku dejstva himozina, postaje razumljivo zašto su preduzeta brojna fizička i hemijska ispitivanja u cilju detaljnog upoznavanja njegove strukture. Zahvaljujući doprinosu Jollesa i saradnika (9), kao i ranije spomenute grupe iz Jouy-en Josasa, primarna struktura κ kazeina delimično je poznata. Koristeći se podacima navedenih autora Swaisgood (19) objavljuje da molekulska težina κ kazeina iznosi 18.995 daltona a aminokiselinski sastav bi bio sledeći: Asp₄, Asn₁, Thr₁₄, Ser₁₂, SerP₁, Glu₁₂, Gln₁₄, pyo Gln₁, Pro₂₀, Gly₂, Ala₁₅, 1/2 Cys₂. Val₁₁, Met₂, Ile₁₃, Leu₈, Tyr₉, Phe₄, Trp₁, Lys₉, His₃ i Arg₅. Smatra se da COOH kraj zauzima valin a NH₂ kraj piroglutamin. Do postojećee strukture došlo se postepeno. Naime, bilo je poznato da u prisustvu Ca⁺⁺ himozin cepa peptidni lanac κ kazeina na nerastvorljivi deo para κ kazeina i rastvorljivi COOH terminalni fragment oznaćen kao makropeptid. Zato se prema Mackinlayu i Wakeu (12) pristupilo intenzivnom proućavanju navedenih delova, kao i prirodi veze koja se raskida prilikom njihovog nastajanja.

Ispitivanja su dobrim delom bila skoncentrisana na makropeptidni lanac, pošto je utvrđeno da je on izvor heterogenosti κ kazeina; ovo je s jedne strane u vezi sa pojavom genetskog polimorfizma a s druge sa variranjem u ugljenohidratnom sastavu. Makropeptid obuhvata oko 1/3 κ kazeina i ima blago izraženu hidrofobnost zbog posedovanja kiselina sa polarnim grupama koje su uglavnom kiselog karaktera. Ovi podaci, kao i odsustvo baznih i aromatičnih aminokiselina, ukazuju na koncentraciju negativnog naelektrisanja u ovom segmentu. Od nesumnjive važnosti je i prisustvo većeg broja aminokiselina sa hidroksilnom grupom, serina i treonina, što bi prema Hillu i Wakeu (8) moglo imati određenog uticaja na stabilnost kazeinske micelle.

Velika pažnja posvećena je i ugljenohidratnom sadržaju, za koji je utvrđeno da varira u toku laktacionog perioda i da je nejednako raspoređen duž makropeptidnog lanca. Šećeri koji se nalaze u vidu galaktozamina, galaktoze i sijalne kiseline, i to u molarnom odnosu 1:1:1, povezani su glikozidnim vezama za hidroksi-aminokiseline COOH kraja makropeptidnog niza. Predpostavlja se da bi ovako visok procenat ugljenohidrata mogao imati određenu funkciju u toku kolostralnog perioda.

Makropeptid poseduje i dve aminokiselinske substitucije, na osnovu kojih se razlikuju dva genetska varijeteta. Razlika između κ kazeina A i κ kazeina B ogleda se samo u zameni sledećih parova Thr/Ile₁₃₆ i Asp/Ala₁₄₈, pošto oba varijeteta daju istovetne para κ kazeine.

Para κ kazein ili nerastvorljivi deo κ kazeinskog kompleksa (u prisustvu Ca⁺⁺), isto tako je detaljno proučen i utvrđeno je da u svom sastavu sadrži celokupnu količinu arginina i histidina, kao i veliki procenat aromatičnih aminokiselina. Od posebnog interesa je i prisustvo sumpora s obzirom da se obe polovine cistina nalaze u para κ kazeinskom segmentu. Većina istraživača smatra da su molekuli κ kazeina povezani u veće agregate disulfidnim mostovima. S druge strane Beeby (2) stoji na gledištu da κ kazein sadrži blokirane hidrosulfidne veze, čime ovo pitanje ostaje otvoreno a u vezi s tim i uloga κ kazeina u formiranju micelle.

DEJSTVO HIMOZINA NA κ - KAZEIN

Problemu koloidne stabilnosti koloidnog sistema u mleku i njegovoj transformaciji pod uticajem himozina u prisustvu Ca⁺⁺, posvećena je ogromna pažnja. Kada je utvrđeno da se ovo dejstvo sastoji od dva separata procesa i to hemijske promene κ kazeina, a zatim koagulacije kao posledice prethodne faze, pristupilo se objašnjenju postojanja peptidne veze koja se raskida prilikom delovanja himozina. Praktično ovo je predstavljalo određivanje COOH terminalne grupe para κ kazeina i NH₂ terminalne grupe makropeptida. Međutim, kako navode Mackinlay i Wake (12), kada je dokazano da se radi o fenilalanil-metionin vezi, dobiveno je samo delimično rešenje, jer nije dat odgovor zašto se upravo na tom mestu vrši raskidanje veze. Predpostavlja se da je u pitanju veza koja je izuzetno labilna, i da je njena osetljivost vrlo povećana bliskim prisustvom serina i histidina u bočnom lancu. Navedeno objašnjenje o velikoj reaktivnosti spomenute veze, pre bi se moglo prihvatiti nego teza o specifičnom dejstvu himozina (mada ne treba izgubiti iz vida da je dejstvo himozina na kazein intenzivnije nego njegova uobičajena proteolitička aktivnost), pošto je poznato da pepsin i himotripsin slično razgrađuju κ kazein, kao i da je optimum za dejstvo himozina, pH4.

Ako se za prvu fazu može reći da se odlikuje hemijskim transformacijama odnosno razgradnjom zaštitnog koloida, za drugu su karakteristične reakcije polimerizacije, odnosno stvaranje strukture gela uz neophodno prisustvo Ca^{++} . U početku se smatralo da je za formiranje ovakve strukture potrebno stvaranje kalcijumovih mostića između fosfatnih grupa. Nasuprot tome ispitivanja Bingham (4) pokazala su da se defosforilisani alfa_{s-1} kazein precipituje pod uticajem Ca^{++} , ali i rastvara ako mu se doda α kazein. Ovo ukazuje na postojanje grupa koje nemaju fosfatni karakter a poseduju sposobnost vezivanja Ca^{++} .

Sumirajući sva dosadašnja ispitivanja pretpostavlja se da pored fosfatne grupe u intermolekularnom vezivanju učestvuju i sledeće funkcionalne grupe: imidazol, guanidin, amino, hidroksilna i karboksilna. Detaljnije analize sigurno će pružiti bolji uvid u suštinu navedenih reakcija koje su od vitalnog značaja za preradu mleka.

ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodnih izlaganja proizlazi da je učinjen veliki napredak u objašnjenju fundamentalnih problema iz oblasti proteina mleka. S obzirom da na neka veoma važna pitanja odgovor još nije dat, može se očekivati da će istraživanja u budućnosti biti usmerena u tom pravcu.

Jedan od osnovnih problema jeste pitanje strukture i prirode agregacije u micelarnom kazeinskom kompleksu (16); u ovoj oblasti su do sada pojedinačni sastojci micide detaljno proučeni. Predloženi modeli za formiranje kazeinske micide (11) predstavljaju samo delimično rešenje.

U narednom periodu treba očekivati definitivno razjašnjenje porekla i uloge takozvanih »malih« kazeina i gama kazeina. Sem toga sigurno će biti posvećena veća pažnja hidrolitičkom razlaganju alfa_{s-1} i beta kazeina pod uticajem himozina, kao i pitanju termostabilnosti beta kazeina čije je ponašanje na nižim temperaturama veoma interesantno (5).

LITERATURA

1. Aschaffenburg, R.: Genetic variants of milk proteins — their breed distribution. *J. Dairy Res.* 35, 447 (1968).
2. Beeby, R.: The presence of sulphydryl groups in α -kazein. *Biochim. Biophys. Acta* 82, 418 (1964).
3. Beeby, R. Hil, R. D. and Snou, N. S.: Milk proteins, Chemistry and Molecular Biology (Mc Kenzie, H. A., ed.), New York and London. Academic Press vol. 2, 421 (1971).
4. Bingham, E. W., Farrell, H. M. Jr. and Carroll, R. J.: Properties of dephosphorylated alfa — casein. Precipitation by calcium ions and micelle formation. *Biochem.* 11. 2450 (1972).
5. Downey, W. K. and Murphy, R. F.: The temperature dependent dissociation of beta-casein from bovine casein micelles and complexes. *J. Dairy Res.* vol 37, 361 (1970).
6. Edman, P. *Acta Chem. Scand.* 10 761 (1956) cit po Mc. Kenzie, H. A.: Milk Proteins, Academic Press, New York — London, vol. 1. 181 (1970).
7. Groves, M. L., Gordon, W. G., Kalan, E. B. and Jones, S. B.: TS—A², TS—B, R—, and S—caseins; Their isolation, composition, and relationship to the beta and gama casein polymorphs A² and B. *J. Dairy Sci.* 56, 558, (1973).
8. Hil, R. J. and Wake, R. G.: Amphile nature of α -casein as the basis for its micelle stabilising property. *Nature*, 221, 635 (1969).
9. Jolles, J., Jolles, P., and Alais, C.: Present knowledge concerning the amino acid sequence of cow α -casein. *Nature*, 222, 668 (1969).
10. Linderström — Lang, K.: *Compt. Rend. Tray. Lab. Carlsberg, Ser. Chim.* 117, 9, 116 (1929) cit po Payens, T. A. J. *Milchwissenschaft*, 28, 267 (1973).

11. Lyster, R. L. J.: Reviews of the progress of dairy science, section C. Chemistry of Milk proteins. *J. Dairy Res.* 39, 279 (1972).
12. Mackinlay, A. G. nad Wake R. G.: *Milk Proteins, Chemistry and Molecular Biology* (Mc Kenzie, H. A., ed.), New York and London, Academic Press, vol. 2, 175, (1971).
13. Mellander, O. *Biochem. Z.* 300, 240 (1939 cit. po Pajens, T. A. J. *Milchwissenschaft*, 28, 267 (1973).
14. Mercier, J. C., Grosclaude, F. and Ribadeau Dumas, B.: The primary structure of bovine caseins, a review, *Milchwissenschaft*, 27, 402 (1972).
15. Moore, S. and Stein, W. H.: *J. Biol.* 211, 893 (1954) cit. po McKenzie — *Milk Proteins*, vol. 1, 181 (1970).
16. Payens, T. A. J.: *Milchproteine als Forschungs Objekt*, *Milchwissenschaft*, 28, 267 (1973).
17. Ribadeau Dumas, B., Brignon, G., Grosclaude, F. and Mercier, J. C.: The primary structure of bovine beta-casein. *Europe, J. Biochem.*, 25, 505 (1972).
18. Spackman, D. H. et al.: *Anal. Chem.* 20, 30 (1958) cit. po Mc Kenzie *Milk Proteins*, vol. 1, 181 (1970).
19. Swaisgood, H. E.: Primary structure of α -casein. *J. Dairy Sci.* 56, 628 (1973).
20. Thompson, M. P.: *Milk proteins, Chemistry and Molecular Biology* (Mc Kenzie, H. A., ed.), New York—London. Academic Press, vol. 2, 117 (1971).
21. Thompson, M. P., Gordon, W. G., Boswel, R. T. and Farrell, Jr.: Solubility solvation, and stabilization of alfa-1 and beta-caseins, *J. Dairy Sci.* 52, 1166 (1969).
22. Waugh, D. F., and von Hippel, P. H.: *J. Am. Chem. Soc.*, 78, 4576 (1956) cit. po Pajens, T. A. J. *Milchwissenschaft*, 28, 267, (1973).

KVALITET SLADOLEDA I NJEGOV ZNAČAJ U ISHRANI*

Dr Simo PARIJEZ

Ujedinjena poljoprivreda, promet i industrija — Sarajevo

Uvod

Sladoled je visokokalorična i lako probavljiva hrana, čija je proizvodnja novijeg datuma, pa se njegovom kvalitetu poklanja sve veća pažnja u nauci i praksi. Inače, sladoled je smrznuti mlječni proizvod, koji se sastoji od mlječne masti, bjelančevina, ugljičnih hidrata, stabilizatora, aroma, voća i drugih aditiva koji ovom proizvodu daju osobine kvalitete i vrste. Prema važećem Pravilniku o kvalitetu mlijeka i proizvoda od mlijeka, odnosno zavisno od sadržaja masti, šećera, voća i ukupne suve materije, kod nas je sladoled klasificiran u tri osnovne grupe i to: mlječni, krem i voćni sladoled.

Imajući u vidu da je sladoled veoma hranjiv prehrambeni proizvod, koji još uvijek nije našao svoje mjesto u redovnoj ishrani stanovništva, potrebno je još dosta uraditi na povećanju proizvodnje i potrošnje ovog proizvoda. Što se tiče mogućnosti za povećanje proizvodnje, poboljšanja kvaliteta i asortimana u našoj zemlji postoje svi uslovi, jer posjedujemo osam savremeno opremljenih fabrika sladoleda. Radi toga se pred nas postavlja zadatak kako povećati potrošnju ovog veoma interesantnog proizvoda, ako znamo da se po proizvodnji i potrošnji sladoleda nalazimo pri dnu evropske i svjetske ljestvice. Kretanje ukupne proizvodnje i potrošnje sladoleda po stanovniku u nekoliko evropskih i vanevropskih zemalja možemo sagledati u tabeli 1.

Referat održan na IV Jugoslavenskom kongresu o ishrani (Ohrid 22—24. IV 1975)