

Sastav i osobine demineralizovane i nedemineralizovane surutke u prahu*

(Chemical Composition and Properties of Demineralized and Undemineralized Whey Powder)

Dr. Dragoslava MIŠIĆ, dr. Dušica PETROVIĆ, mr. Ognjen MAČEJ, Zora BEATOVIĆ, Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper
Prispjelo: 1. 3. 1988.

UDK:637.344.2

Sažetak

Podešavanjem procesa elektrodijalize moguće je dobiti surutku u prahu s različitim sadržajem pepela. Pri najvećem efektu demineralizacije prah surutke imao je 1,7% pepela, a pri demineralizaciji od 70% prah je imao 3% pepela. Demineralizacijom se uklanja i slan ukus surutke u prahu. Demineralizovana surutka u prahu podesna je za veću primenu u konditorskim proizvodima i u proizvodnji dečije hrane. Nedemineralizovani prah surutke sadržao je 9,55% pepela i izrazito je slanog ukusa.

Summary

Electrodialysis represents an electrochemical separation process which employs ionic selective membranes to remove cations and anions in two separate streams of current and electrolyte flows. An optimization of electro-dialytic process and the adjustment of operational parameters provides to obtain the whey powder with various degree of desalination. The highest desalination effect provides the whey powder with up to 1.70 per cent of ash, whereas the demineralization of 70 per cent means about 3 per cent of ash. It has been pointed out that higher degree of desalination succeeds completely to remove the salty taste of the whey powder. The demineralized whey powder represents a suitable product for confectionery industry and baby food. Initial whey powder has contained 9.55 per cent of ash and featured distinctly salty taste.

There has been developed an efficient industrial electrodialytic process for whey desalination in various degrees of demineralization effects and proved experimentally at a pilot-plant scale.

Uvod

Pri industrijskoj proizvodnji sireva dobijaju se velike količine surutke te su opravdana nastojanja da se surutka i njeni sastojci što racionalnije koriste. Međutim, dva osnovna nedostatka surutke kao sirovine za industrijsku pre-

* Rad je referiran na XXVI Simpoziju za mljekarsku industriju u Lovranu 1988.

radu su laka pokvarljivost i relativno mali sadržaj suve materije (prosečno 6,5%). Oba ta razloga zajedno doprinela su da se sušenje surutke razvije u jedan od prvih i najvažnijih načina njene prerade koji je i u nas zastupljen.

Zbog visoke nutritivne vrednosti i dužeg roka trajanja surutka u prahu značajna je sirovina u proizvodnji mnogih prehrambenih proizvoda. U proizvodnji dečije hrane i u brojnim konditorskim proizvodima surutka u prahu je važna sirovina zbog nutritivne vrednosti i zbog dobrih funkcionalnih osobina (rastvorljivost, apsorpcija i vezivanje vode i dr). Međutim, njeno učešće u tim proizvodima ograničava se zbog velikog sadržaja mineralnih materija i zbog komponentata slanog ukusa koji karakterišu prah surutke. Nutricionisti i lekari ističu da visoki sadržaj mineralnih materija surutke u prahu može biti štetan po ljudsko zdravlje naročito kod dece, jer može da opterećuje rad bubrega i dovede do njihovog oštećenja. Postupkom demineralizacije koji se može izvoditi pri proizvodnji surutke u prahu, eliminišu se ovi nepovoljni činioci.

Demineralizacija surutke može se vršiti jonskom izmenom ili metodom elektrodijalize (Carić, 1980; Ganu, et. al. 1977; Kravčenko, et. al. 1984). Poslednjih godina u svetu se sve više koristi elektrodijaliza — membranski elektrohemijski proces za demineralizaciju surutke. Za njenu primenu konstruisani su savremeni uređaji koji se lako uvode u liniju proizvodnje surutke u prahu. Jedan od takvih uređaja za elektrodijalizu surutke ima i mle-kara u Odžacima. Osnovni principi membranskog elektrohemijskog procesa razjašnjeni su u literaturi (Kravčenko, et. al. 1984; Carić, 1982), a postoje i rezultati naših eksperimentalnih istraživanja (Mišić, i sar., 1986).

Imajući u vidu značaj primene elektrodijalize za veću upotrebu surutke u prehrambenoj industriji, u radu su proučavani različito demineralizovani prahovi surutke uporedo sa surutkom u prahu koja nije demineralizovana, da bi se ustanovio njihov hemijski sastav, organoleptičke i funkcionalne osobine. Rezultati istraživanja treba da pokažu efekte demineralizacije koji se postižu elektrodijalizom i u kojoj meri ona utiče na poboljšanje hemijskog sastava i osobina surutke u prahu.

Materijal i metode rada

Za istraživanja je dobavljena surutka u prahu od mlekare u Odžacima, 90% demineralizovana, 70% demineralizovana i nedemineralizovana. Kao što je navedeno, u mlekari se demineralizacija obavlja pomoću uređaja za elektrodijalizu, a elektrodijaliza delimično ugušćuje surutku u sklopu procesa proizvodnje surutke u prahu.

U radu su obuhvaćena sledeća istraživanja: a) hemijskog sastava različito demineralizovanih i nedemineralizovanog praha surutke, b) važnijih osobina rekonstruisanih prahova surutke, c) važnijih funkcionalnih osobina različitih prahova surutke i d) organoleptička ocena istraživanih prahova surutke. Analize surutke u prahu vršene su standardnim metodama: procenat masti metodom Gerbera, suva materija sušenjem na 105 °C, belančevina metodom Kjeldahla, laktoza gravimetrijski, pepeo žarenjem na 600 °C; kod rekonstruisane surutke u prahu (6 g surutke u prahu rastvoreno je do 100 ml vode) titraciona

kiselost u stepenima Soxhlet Henkela, pH pehametrom sa staklenom elektrodom, gustina laktodenzimetrom, rastvorljivost metodom sušenja kao za mleko u prahu (Praktikum, Pejić i Đorđević, 1976).

Funkcionalne osobine surutke u prahu: nasipna težina, poroznost, čvrstoća i brzina kvašenja praha određivani su kao za obrano mleka u prahu (Crnori, 1969).

Organoleptička ocena surutke u prahu obavljena je prema sistemu bodovanja koji se primenjuje pri ocenjivanju tog proizvoda na Poljoprivrednom sajmu u Novom Sadu.

Rezultati istraživanja

Hemijski sastav različitih prahova surutke

U tablici 1. prikazani su rezultati hemijskog sastava 90% i 70% demineralizovanog praha surutke i surutke u prahu koja nije demineralizovana.

Tablica 1. Hemijski sastav različitih prahova surutke
Table 1. Chemical Composition of Different Whey Powders

Komponenta (%) Component (%)	90% Demineral. 90% Demineraliz.	70% Demineralizovane 70% Demineralized	Nedemineralizov. Undemineralized
Voda Water	3,10	2,60	4,31
Suva materija Dry matter	96,90	97,40	95,69
Mast Fat	1,12	0,56	2,26
Proteini Proteins	14,20	14,30	8,57
Laktoza Lactose	80,00	79,55	75,20
Pepeo Ash	1,70	3,00	9,55

Sadržaj vode jedan je od veoma važnih parametara kvaliteta surutke u prahu jer utiče na niz osobina: teksturu, trajnost i rastvorljivost. Veći sadržaj vode uzrokuje slepljivanje i zgrudnjavanje praha i neželjene promene sastojaka surutke, zbog čega se smanjuje rastvorljivost praha.

Na sadržaj vode u prahu surutke utiče veći broj činilaca: kvalitet i naročito kiselost surutke, režimi koncentrisanja i stepen uparavanja, temperature i vreme sušenja i uslovi pakovanja i čuvanja gotovog praha.

Rezultati pokazuju da je najmanji sadržaj vode od 2,6% imao 70% demineralizovani prah surutke, malo veći (3,10%) 90% demineralizovani prah surutke, a nedemineralizovani 4,31%. Sadržaj vode u svim uzorcima znatno je manji od 6%, koliko je za surutku u prahu najviše dozvoljeno Pravilnikom o kvalitetu mleka i proizvoda od mleka (Sl. list 51/1982).

Iz podataka se može videti da su surutke u prahu imale različit procenat masti: 90% demineralizovana 1,12%, 70% demineralizovana 0,56% i nedemineralizovana 2,26%. Na osnovu toga može se zaključiti da je prva surutka bila delimično obrana, druga dovoljno obrana a da treća nije uopšte obirana. Pri proizvodnji surutke u prahu potrebno je da se prethodno separiše surutka zbog povećanja trajnosti praha, a i zbog racionalnijeg iskorišćavanja mlečne masti kroz druge vidove.

Očigledno je da se elektrodijalizom surutke menja odnos najvažnijih sastojaka surutke u prahu: proteina, laktoze i mineralnih materija. Usled demineralizacije povećava se sadržaj proteina i laktoze na račun smanjenja mineralnih materija.

Sadržaj proteina u 90% i 70% demineralizovanoj surutki u prahu približno je isti, 14,2 i 14,3% i znatno je veći nego u nedemineralizovane surutke u prahu kod koje iznosi 8,75%. Kod nedemineralizovane surutke u prahu sadržaj proteina je manji od predviđenog Pravilnikom (12%) jer je u ovom slučaju surutka sušena zajedno s permeatom od ultrafiltracije koji sadrži manje proteina od surutke. Povećanje sadržaja proteina kod surutke u prahu (demineralizovana) naročito je značajno kad se ona dodaje proizvodima radi njihovog obogaćivanja biološki visokim vrednim proteinima surutke (Đorđević, 1982).

Kao što se iz podataka vidi, srazmerno uklonjenim solima povećava se i sadržaj laktoze u prahu obe demineralizovane surutke za oko 5%. Pri tome se mora imati u vidu da na sadržaj laktoze u surutki u prahu osim demineralizacije prvenstveni uticaj ima kvalitet surutke date u preradu, odnosno u kojoj meri je u njoj sačuvana laktoza ili je pak delom transformisana u mlečnu kiselinu i druge produkte. Iz podataka kiselosti videće se da je surutka bila dobrog kvaliteta.

Količina mineralnih materija odnosno pepela u surutki u prahu ograničavajući je faktor za njenu veću primenu u pojedinim granama prehrambene industrije. U zavisnosti od kvalitete i vrste upotrebljene surutke za preradu (slatka ili kisela), sadržaj pepela u surutki u prahu može da varira u dosta širokim granicama, od 7,5 do 12% (Carić, 1982), ali u svim slučajevima vrednosti pepela su velike s nutritivnog stanovišta.

Iz rezultata se vidi da je pri najvećem stepenu demineralizacije od 90% sadržaj pepela u surutki u prahu sveden na 1,7%, kod 70% demineralizovane na 3%, a kod nedemineralizovane surutke u prahu iznosi 9,55%. Ako se upoređuju podaci pepela demineralizovanih surutka u prahu s nedemineralizovanom ili čak s gornjom granicom pepela od 12%, proizlazi da je u prvom slučaju ostvaren nešto manji efekat demineralizacije od 90%, a u potpunosti postignut efekat demineralizacije od 70%.

U svakom slučaju može se oceniti da se podešavanjem procesa elektrodijalize može dobiti surutka u prahu s malim sadržajem pepela koja može udovoljiti i najstrožijim zahtevima pojedinih grana prehrambene industrije.

Osobine rekonstruisane surutke u prahu i organoleptička ocena

U tablici 2 prikazani su rezultati titracione kiselosti, pH i gustine rekonstruisane 90% i 70% demineralizovane i nedemineralizovane surutke u prahu i njihova rastvorljivost.

Tablica 2. Osobine rekonstruisanih surutka u prahu
Table 2. Properties of Reconstituted Whey Powders

Osobine Properties	90% Demineralizov 90% Demineralized	70% Demineralizov. 70% Demineralized	Nedemineralizovana Undemineralized
Titraciona kis. u °SH Titric acidity in °SH	3,0	2,5	5,8
pH	5,77	6,41	5,80
Gustina (kg/m ³) Density (kg/m ³)	1023	1023,5	1025,5
Rastvorljivost % Solubility %	96,5	96,0	93,0

Podaci pokazuju da je titraciona kiselost rekonstruisanih prahova surutke iznosila 3,0 °SH, 2,5 °SH i 5,8 °SH. U poređenjem podataka može se zaključiti da je primenom elektrodijalize velikim delom uklanjaju kisele soli jer je titraciona kiselost rekonstruisane surutke demineralizovanih prahova znatno manja od kiselosti rekonstituisanog praha nedemineralizovane surutke. I podatak kiselosti od 5,8 °SH za nedemineralizovani prah surutke takođe je znatno manji od dozvoljene granice prema Pravilniku (8,5 °SH), što znači da je za sušenje upotrebljena surutka dobrog kvaliteta, odnosno male kiselosti. Iz toga proizilazi da za potrebe prehrambene industrije treba koristiti strožije kriterije kiselosti za surutku u prahu. Jasno je da za te svrhe ona mora da bude dobrog kvaliteta, odnosno proizvedena od ispravne, dobrog očuvane slatke surutke.

S obzirom na drugačiji aspekt određivanja, aktivna kiselost izražena vrednostima pH pokazuje nešto drugačije razlike od titracione kiselosti. 90% demineralizovana i nedemineralizovana surutka u prahu imaju skoro iste vrednosti pH: 5,77 i 5,8, a najmanju aktivnu kiselost imala je 70% demineralizovana surutka u prahu (pH 6,41) koja je imala i najmanju titracionu kiselost (2,5 °SH).

Iz podataka se vidi da elektrodijaliza utiče na izvesno smanjenje gustine rekonstruisane surutke u prahu, što je logično zbog uklanjanja velikog dela mineralnih materija koje imaju veću gustinu od ostalih sastojaka surutke.

Rastvorljivost surutke u prahu njena je važna funkcionalna osobina. Proteini surutke imaju dobru disperznu sposobnost ukoliko nije došlo do njihove denaturacije usled tretmana suviše visokim temperaturama. Povećana kiselost i koncentracija soli deluju negativno na rastvorljivost. Demineralizovani prahovi surutke imali su veću rastvorljivost (96,5% i 96%) od praha nedemineralizovane surutke (93%) na koju je svakako povoljno uticalo uklanjanje soli. Rastvorljivost nedemineralizovane surutke u prahu bila je manja od propisane vrednosti (95%) prema Pravilniku.

Što se tiče drugih funkcionalnih osobina, demineralizovani prahovi imali su veću nasipnu težinu, relativno veću čvrstoću i manju poroznost, i što je vrlo značajno, veću brzinu kvašenja od nedemineralizovanog praha surutke.

U tablici 3 prikazani su rezultati organoleptičkog ocenjivanja različitih prahova surutke.

Tablica 3. Organoleptička ocena različitih prahova surutke

Table 3. Organoleptic Grade of Different Whey Powders

Osobine uzorka Properties of the Samples	Maksimalni broj poena Max. Number of Poents	Ocena — Grade		
		90% Demineraliz. 90% Demineraliz.	70% Deminer. 70% Deminer.	Nedemineraliz. Undermineraliz.
Izgled External look	2	2	2	0,5
Boja Colour	2	2	2	1,5
Struktura Structure	3	3	3	1
Miris Smell	3	2,5	3	2
Ukus Taste	10	10	10	8
Ukupno Total	20	19,5	20	13

90% i 70% demineralizovani prahovi surutke bili su vrlo dobrog izgleda a nedemineralizovani prah surutke bio je grudvičast.

Boja oba demineralizovana praha surutke bila je tipična, žućkasto-bela, a boja nedemineralizovanog uzorka izrazito žuta, što je svakako posledica većeg procenta masti koji sadrži taj uzorak.

Struktura 90% i 70% demineralizovanih prahova surutke je sitnomrvičasta, ujednačena, s nešto sitnijim česticama kod 70% demineralizovane surutke u prahu. Kod nedemineralizovanog uzorka struktura je izrazito grudvičasta.

Ukus demineralizovanih prahova surutke značajno se razlikovao od ukusa nedemineralizovanog praha surutke, usled primene elektrodijalize. Demineralizovani uzorci bili su približno istog ukusa koji je bio prijatan, pomalo slatkast, bez slanog priukusa. Kod nedemineralizovanog praha surutke slan ukus je jako izražen.

Od demineralizovanih prahova surutke nešto bolje organoleptičke osobine imao je 70% demineralizovani, jer je sudeći i prema drugim rezultatima proizveden od bolje surutke.

Zaključak

Uporedo su obavljena istraživanja različito demineralizovane surutke u prahu i surutke u prahu koja nije demineralizovana. Demineralizacija je obavljena pomoću elektrodijalize.

Na osnovu rezultata istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci.

Podešavanjem parametara procesa elektrodijalize moguće je dobiti surutku u prahu s različitim sadržajem mineralnih materija. Pri najvećem efektu demineralizacije dobijen je prah surutke s 1,7% pepela, a pri demineralizaciji od 70% s 3% pepela. Demineralizacijom se uklanja nepoželjan slan ukus surutke u prahu. Oba efekta demineralizacije čine surutku u prahu podesnom za veću primenu u konditorskim proizvodima i u proizvodnji dečije hrane. Nedemineralizovani prah surutke sadržao je 9,55% pepela i bio izrazito slanog ukusa.

Usled uklanjanja soli demineralizacijom smanjuje se kiselost surutke u prahu a povećava učešće proteina i laktoze i rastvorljivost praha.

Literatura

- CARIĆ, M.: Tehnologija koncentrovanih i sušenih mlečnih proizvoda, Novi Sad, 1988.
- CRNOBORI, M. (1968): Prilog proučavanju topljivosti mleka u prahu, **Mljekarstvo** (1).
- CRNOBORI, M.: Hemijsko-fizička i bakteriološka svojstva mleka u prahu kao pokazatelji njegove kvalitete. VII Seminar za mlekersku industriju Zagreb, 1969.
- ĐORĐEVIĆ, J.: Hemijska i fizika mleka, »Agroekonomik«, (1982) Beograd.
- GANU G. M., JOSCHI V. M. (1977): Electrolytic Demineralization of Dairy Effluent (Cheese Whey) Using Ion Exchange Membranes. **Research and Industry Vol. 2**, India.
- KRAVCHENKO, E. F., DYKALO N. YA. (1984): Demineralization Treatment of Whey in Electrodialysers With String Gaskets. **Dairy Sci Abstr.** 44, N^o 6.
- MIŠIĆ, D., JAKŠIĆ, M., PETROVIĆ, D., JOKIĆ, A. i KEREČKI Z. (1986): Proučavanje metode elektrodijalize u cilju demineralizacije surutke, **Mljekarstvo** 36, (8) 239—247.
- MIŠIĆ, D., JAKŠIĆ, D., BEATOVIĆ, Z. i KEREČKI, Z.: Proučavanje elektrodijalize ugušćene surutke, VII Jugoslavenski kongres o ishrani, Budva, 1986.
- PEJIĆ, O. i ĐORĐEVIĆ, J.: Mlekarski praktikum, Naučna knjiga, Beograd, 1976. Pravilnik o kvalitetu mleka i proizvoda od mleka, sirila i čistih kultura, Sl. list 51/1982.
- TORTOSA, P. (1979): Concentration of Proteins and Desalting of Whey. **Deutsche Milchwirtschaft**, 30, (14).