

PRIMENA SUPERCENTRIFUGACIJE MIKROORGANIZAMA U MLEKARSTVU

Uvod. — U novije vreme vrše se istraživanja na polju bakterijalne supercentrifugacije mleka, čiji dosadani rezultati već govore o značajnom efektu, koji ovaj postupak ima na bakteriološki kvalitet mleka.

Zbog toga ova interesantna novina u mlekarstvu, zaslužuje pažnju da se o njoj nešto više kaže.

Poznato je da se mleko u toku proizvodnje i manipulacije zagađuje sa raznih spoljnih izvora mikroorganizmima, koji odmah po dolasku u mleko počinju svoj porast i razmnažanje i time izazivaju promene mleka u hemisko-fizičkom pogledu — tj. njegovo kvarenje. Da bi se mleko zbog toga učinilo bezopasnim po ljudsko zdravlje i sačuvalo od kvarenja, a istovremeno što više održalo u nepromenjenom obliku, ono se podvrgava pasterizaciji.

Pasterizacijom mleka uništavaju se prisutne patogene i mnoge saprofitne bakterije, ali se njihovi ostaci ne uklanjaju iz mleka, već ostaju u njemu. Pri još jačoj termičkoj obradi mleka, Lembke (1) je zapazio da dolazi do razaranja mnogih ćelija mikroorganizama i oslobađanja toksina i drugih štetnih materija, što može negativno uticati na organe varenja potrošača. Zbog toga su i pokušaji da se mikroorganizmi uklone iz mleka putem neke fizičke sile, dobili još veći značaj.

Metodi uklanjanja mikroorganizama.— Za uklanjanje mikroorganizama iz neke sredine, danas se primenjuju tri postupka i to: 1.- sedimentacija; 2.- filtracija i 3.- centrifugacija.

Kod sedimentacije se koristi sila gravitacije za uklanjanje mikroorganizama iz neke sredine. Ona se primenjuje kod prečišćavanja vode, gde se pomoću određenih uložaka izdvajaju mikroorganizmi iz vode putem taloženja. U mlekarstvu sedimentacioni metod nije mogao naći primenu, jer se ovde mnogobrojne bakterije nasuprot tome penju sa masnim kapljicama na površinu mleka i tu obrazuju sa pavlakom sloj mleka bogatiji bakterijama nego što je sloj pri dnu suda.

Filtracija, kao metod za uklanjanje bakterija, upotrebljava se u laboratoriskim ispitivanjima, gde se pomoću specijalnih filtera vrlo finog poroziteta, mogu izdvojiti bakterije od virusa iz neke hranjive sredine. Ali, u mlekarstvu ni ovaj metod nije našao svoju primenu.

Treći metod uklanjanja bakterija iz neke sredine—centrifugacija, zavisa se na dejstvu centrifugalne sile da se čestice veće specifične težine i zapremine mogu izdvojiti lakše i brže iz sredine, koja se nalazi pod dejstvom te sile. Sa povećanjem ove sile, raste i moć izdvajanja raznih čestica, podrazumevajući tu i bakterije.

Ovaj je postupak našao primenu kod centrifugalnog prečišćavanja mleka. Mašine za centrifugalno prečišćavanje mleka — prečistači, koji rade sa oko 7.500 obrtaja u minuti, izdvajaju iz mleka mehaničku nečistoću, koja je dospela u mleko za vreme njegove proizvodnje i manipulacije. Međutim, pored ove nečistoće, koja se sastoji od delića zemlje, balege, slame, ostataka hrane i krvnih ćelija, prečistač izdvaja iz mleka i mnoge bakte-

rije. Mada je ovaj broj relativno mali u odnosu na količinu centrifugovanog mleka, on ipak utiče na smanjenje bakteriološkog sadržaja mleka. No, pri centrifugovanju mleka, usled treskanja koje nastaje radom centrifuge (prečištača) dolazi do razbijanja agregata u kojima se bakterije često nalaze u mleku, tako da uprkos smanjenju sadržaja bakterija, broj kolonija na Petrijevim šoljama, nekada je veći nego pre centrifugovanja mleka (agregat bakterija, koji bi dao jednu koloniju na Petrijevoj šolji, posle razbijanja svoga mogu nastati iz njega nekoliko, pa i više kolonija). U zavisnosti od veličine ova dva faktora — uklanjanje bakterija i razbijanje agregata — i zavisi, da li će broj kolonija na Petrijevim šoljama biti veći ili manji od broja kolonija u mleku pre njegovog centrifugovanja.

Centrifugalno prečišćavanje mleka primenjuje se mnogo u mlekarima za obradu i preradu mleka. Kod izrade sireva smatra se da centrifugalno prečišćavanje mleka povoljno utiče na poboljšanje kvaliteta sireva.

Supercentrifugacija mikroorganizama iz mleka.— Uvođenjem centrifuga sa većim brojem obrtaja u minuti, tzv. supercentrifuga, znatno je povećana moć izdvajanja bakterija iz mleka i time data mogućnost primene ovoga postupka poglavito za uklanjanje bakterija. Još 1947. godine Lembke (1) je skrenuo pažnju na vrednost supercentrifugacije za uklanjanje bakterija iz mleka i značaj njene primene u praksi. Nešto kasnije (1952, 1953 i 1954 godine) započeo je istraživanja na ovome polju i belgiski naučnik Simonart i postigao značajne rezultate.

Bio je izveden niz oglada polu — i industriskog karaktera sa bakterijskom supercentrifugacijom mleka. No, mi ćemo ovde navesti novije rezultate industriskog oglada, koji je saopšten od Simonart-a 1957 godine (2). Oglad je bio izveden sa specijalno konstruisanom centrifugom, kapaciteta 300 l/čas, čija je gravitaciona sila iznosila 900 g. (oko 10.900 obrtaja u minuti). Supercentrifugacija je vršena sa mlekom prethodno zagrejanim na 72°C u toku nekoliko sekundi. (Zagrevanje mleka se vrši radi olakšanja centrifugacije). Ovakvim postupkom je bilo uklonjeno iz mleka oko 97% bakterija u odnosu na sadržaj bakterija predgrejanog mleka. Dakle, na svakih 1000 bakterija u mleku bilo je izdvojeno 970 bakterija, a 30 ostalo u njemu.

Još važnije od ovoga u praktičnom pogledu, bilo je zapažanje da postoji izvesna selektivnost u pogledu vrsta izdvojenih bakterija iz mleka. Sporogene bakterije su bile supercentrifugacijom izdvojene lakše i u većem broju nego asporogene bakterije. Tako je Simonart(3) 1956 godine saopštio da je u oglecima poluindustriskog karaktera sa centrifugom od 12.200 g (14.800 obrtaja u minuti) preostalo u mleku, posle izvršene supercentrifugacije za vreme od 4—5 sekunde, oko 3,5% sporogenih bakterija, dok je istovremeno asporogenih bakterija bilo oko 16,4%. (Procenat preostalih bakterija u mleku je izražen u odnosu na sadržaj bakterija predgrejanog mleka). Pre toga, do sličnih rezultata došli su i Lembke & Gantz(4) svojim nalazom da se sporogene bakterije zbog svoje relativno veće mase brže i lakše izdvajaju iz mleka centrifugacijom, nego ostale bakterije. Ovo je kasnije od istog autora(1) potvrđeno rezultatima industriskog oglada sa velikom centrifugom, kapaciteta 3.500 l/čas i gravitacionom silom od 16.000 g (oko 19.500 obrtaja u minuti). Mleko je pritom bilo zagrejano na 70°C i centrifugovano u roku od jedne sekunde, a zatim brzo ohlađeno. Super-

centrifugovano mleko je pri ispitivanju imalo znatno snižen sadržaj bakterija, a naročito sporogenih vrsta. Ova činjenica je vrlo važna kod izrade sireva i sterilizovanog mleka, zbog uloge koju sporogene bakterije igraju u kvarenju ovih proizvoda i gde se zato želi upotrebiti mleko sa što manjim brojem ovih bakterija.

Arph(5) je takođe konstatovao znatno smanjenje broja bakterija u supercentrifugovanom mleku. Pored toga je bio zapažen i izvestan gubitak kazeina prilikom centrifugacije, koji se nalazio u mlečnom mulju.

Međutim, iako je bakteriološki efekat supercentrifugacije veoma visok, on se ne može izjednačiti sa pasterizacijom, niti je zameniti. To se može videti iz rezultata istraživanja Simonart-a(2), gde je proba fosfataze iznosila 4—6 Lovibond jedinica, prema 2,3 Lovibond jedinica koliko se zahteva kod propisne pasterizacije. Zbog toga su kasnija istraživanja bila usmerena na istovremenu upotrebu pasterizacije i supercentrifugacije. Kod ovoga postupka se mleko prethodno zagreva na temperaturu pasterizacije i zatim podvrgava supercentrifugaciji za vreme, koje je potrebno za ispunjenje zahteva pasterizacije i supercentrifugacije. Znači, u bubnju centrifuge istovremeno se obavlja i pasterizacija i supercentrifugacija. Ovakav postupak tzv. supercentrifugalne pasterizacije nazvan je bakterifugacija(7). Efekat bakterifugacije, pri temperaturi pasterizacije od 76°C, u izvedenim ogleđima bio je vrlo visok i iznosio oko 99,9% u odnosu na sadržaj bakterija u sirovom mleku. Treba napomenuti da su ovi ogleđi bili industriskog karaktera, sa kapacitetom centrifuge od 6.000/čas.

Bakterifugacija mleka povoljno se pokazala i na trajašnost mleka, koja je u proseku bila za jedan dan veća od mleka samo zagrevanog, a necentrifugovanog.

Razumljivo je da je mleko dobijeno po ovome postupku, gde je istovremeno primenjena pasterizacija i supercentrifugacija, u pogledu mikrobiološke čistoće znatno bolje od mleka normalno pasterizovanog, te se zato ne bi moglo ni svrstati u istu kategoriju sa poslednjim.

Naučna ispitivanja nisu se zaustavila samo na ovome. U daljim ogleđima Simonart-a(6) je pokazano da se može uspešno primeniti i dvostruka supercentrifugacija, koja uklanja 90% bakterija preostalih iz prve supercentrifugacije. Tako se ukupni efekat dvostruke supercentrifugacije sada popeo na 99,8%, a to pretstavlja veoma visoku cifru.

Istovremenom primenom pasterizacije i dvostruke supercentrifugacije Simonart je u 1957 godini(7) postigao sledeći bakterifugalni efekat (izražen u procentima): na temperaturi 61° do 66° C — 99,4; na 71° do 77° C — 99,988; na 80° do 86° C — 99,99990 i na 90° do 99° C — 99,9999970. Ovaj se rezultat izražava u odnosu na sadržaj bakterija u sirovom mleku. Tako je na primer sirovo mleko sa brojem bakterija (kolonija) u 1 ml od 730.000;5,200.000 i 118.000.000 imalo posle izvršene bakterifugacije — pasterizacija + dvostruka supercentrifugacija — sledeći broj kolonija u 1 ml:9;13 i 96. Temperatura pasterizacije je bila 75°—76° C, a proba fosfataze 1,5 Lovibond jedinica.

Trajašnost istog bakterifugovanog mleka, na 15° C, bila je deset, sedam i šest dana, prema osam, četiri i četiri dana istoga mleka samo zagrevanog.

Može se očekivati u budućnosti da će mleko obrađeno po ovome postupku, zbog svoga neznatnog sadržaja bakterija, dobiti i novi naziv — bakterifugovano mleko.

U vezi primene supercentrifugacije u mlekarstvu, postavlja se odmah pitanje: Da li ona govori da se značaj čistoće proizvodnje mleka i njegovog hlađenja može smanjiti s obzirom na visoki procenat uklanjanja bakterija putem supercentrifugacije? Iz gornje izloženog jasno se vidi da sa povećanjem broja bakterija u sirovom mleku, biće veći i procenat preostalih bakterija u mleku posle njegove supercentrifugacije odn. bakterifugacije. Tome se mogu dodati i promene, koje su izvršile u mleku pre njegove obrade prisutne bakterije, a čija je veličina obično proporcionalna njihovom broju. Jasno je da se izvršene promene u mleku od strane bakterija, ne mogu ukloniti bilo kakvom obradom. Proizlazi dakle, da bakterijalna supercentrifugacija odn. bakterifugacija mleka nikako ne znači oslobađanje obaveze proizvođača da primeni sve mere, koje se tiču čistoće proizvodnje mleka i njegovog hlađenja sve do momenta obrade u mlekari. To se isto odnosi i na čistoću, koja mora vladati u mlekari koja vrši obradu odn. preradu mleka.

Kao što se vidi iz probe fosfataze, supercentrifugacija mikroorganizama iz mleka ne može sama za sebe da zameni pasterizaciju, bez obzira na visoki mikrobiološki kvalitet mleka, koji se obezbeđuje ovim postupkom. Ovo utoliko pre, što se supercentrifugacijom, bar zasada, ne ostvaruje selektivnost u pogledu uklanjanja patogenih bakterija iz mleka. Zbog toga je i nastala istovremena primena pasterizacije i supercentrifugacije poznate pod imenom bakterifugacija.

Supercentrifugovano mleko, zbog niskog sadržaja sporogenih bakterija, može naročito dobro da posluži kod izrade sireva i sterilizovanog mleka, i u tome pogledu se može računati sa njenom skorom primenom u praksi.

Ali, kao što je tehnička primena današnje pasterizacije mleka, sa svim svojim modernim mašinama i kontrolnim uređajima zahtevala dugi put svoga nastanka, tako će i uvođenje supercentrifugacije odn. bakterifugacije mleka u široku praksu zahtevati određeni put svoga razvitka i usavršavanja.

U svakom slučaju, rezultati istraživanja na polju bakterijalne supercentrifugacije mleka, zbog svog visokog bakteriološkog efekta, predstavljaju značajan interes i za naše mlekarstvo, koje bi moralo ići u korak sa svim tekovinama savremene mlekarske nauke.

Literatura:

1. — Lembke, A.: Erfahrungen mit einer Entkeimungszentrifuge, *Milchwissenschaft*, 12 4: 140-143, 1957.
2. — Simonart, P., Poffé, R. et Wuytack, A.: Nouveaux essais industriels de supercentrifugation bactérienne du lait. *Le Lait*, 37: 253-256, 1957.
3. — Simonart, P., Debcer, G. et Wuytack, A.: Bactéries sporulées et centrifugation. XIV-ème Congrès International sur le lait et ses derives. I, I: 602-607, 1956.
4. — Lembke, A. & Gantz, H.: Stérilisation du lait par centrifugation. *Kieler Milchwirt. Forschungsber. 1955 Abstracts*, *Le Lait*, 38, 77, 1958.

5. — Arph, S. O.: Essais relatifs à la possibilité de séparer les bactéries du lait par la force centrifuge avec attention particulière portée aux spores de bactéries butyriques. Svenska Mejeritidningen, 48-e année, no 35, 463-466, 469-470, no 36, 477-479, 1956. Abstracts. Le Lait, 38, 319-320. 1958.
6. — Simonart, P.: Bacterial supercentrifugation of milk. International Dairy Federation. Comm. for Industr. Dairy Technique. 1-4, 1957.
7. — Simonart, P.: Microbiological aspects of bacterial supercentrifugation. International Dairy Federation. Comm. on Milk production in relation to Hyg. and Quality. 1-5, 1957.

Ivan Benko, Ljubljana

»Ljubljanske mlekarne«

PASTERIZIRANO MLIJEKO JE I ZA DOJENČAD PUNOVRIJEDNA HRANA

Jugoslavenski pravilnik o kvalitetu životnih namirnica i o uslovima za njihovu proizvodnju i promet (Sl. list FNRJ br. 12 od 20. III. 57.) razlikuje 4 vrste mlijeka, koje se smiju stavljati u promet: osim pasteriziranog mlijeka također sterilizirano, kuhano i mlijeko za djecu.

Za ovo posljednje, koje se prije nazivalo i »prvorazredno mlijeko«, Pravilnik posebno određuje, da se mora staviti u promet u takovoj kvaliteti, da se može trošiti u sirovom stanju (to je zapravo kriterij za tu vrstu mlijeka). Tome mora odgovarati i njegova kemijska i mikrobiološka kvaliteta. Ako se raspačava u bocama, ne smije imati u 1 cm³ više od 50.000, a u kantama ne više od 100.000 klica. U oba slučaja nalaz koliformnih bakterija u 1 cm³ mora biti negativan.

Te odredbe — moglo bi se reći — jesu neka baština, koju smo preuzeli od naprednih država. Uistinu je to izraz, odnosno posljedica borbe, koja se tako dugo vodila oko pitanja o prikladnosti ili neprikladnosti pasterizacije mlijeka. Zagovornici pasterizacije upozoravali su na pr., da se u krajevima, gdje se prešlo na pasterizaciju mlijeka, smanjila tuberkuloza kod ljudi i životinja; nadalje, da je samom pasterizacijom omogućen prijevoz mlijeka na velike udaljenosti i tako omogućena opskrba potrošnih središta u područjima, gdje je proizvodnja mlijeka malena. Protivnici pasterizacije sve su to doista i priznavali, ali su tvrdili, da se pasterizacijom ipak smanjuje hranidbena vrijednost mlijeka. Pasterizirano mlijeko nikako ne može biti jednako vrijedno kao sirovo. Uza sve to pasterizacija mlijeka širila se izvanredno brzo. Kao djelomičnu pobjedu protivnika pasterizacije moramo istaći, da je većina država, koje su tada izdavale zakonske propise o prometu mlijekom, također više ili manje izdala odredbe o prometu sirovim, t. j. »prvorazrednim mlijekom« ili mlijekom za djecu. Time je zakonodavstvo omogućilo proizvodnju i potrošnju pasteriziranog i sirovog mlijeka. Doista pak vidimo, da je proizvodnja i potrošnja sirovog mlijeka ostala kod tako malih količina, da one prema količinama pasteriziranog mlijeka zapravo ništa ne znače. Međutim, o tim uzrocima bit će kasnije govora.