

NAJNOVIJI PRAVCI RAZVOJA ULTRAFILTRACIJE U MLJEKARSKOJ INDUSTRIJI

Mihajlo OSTOJIĆ, dipl. inž., Institut za mlekarnstvo, Beograd

Sažetak

U okviru misije francuskog naučnika J. L. Maubois-a u našoj zemlji, Institut za mlekarnstvo, Beograd organizovao je seminar s temom »Primena tehnike ultrafiltracije u mlekarnstvu«, za mlekarsku industriju Jugoslavije. Članak pod gornjem naslovom je rad sa pomenutog seminara.

Uvod

Reč ultrafiltracija se odomačila u mlekarskoj industriji celog sveta i primena ove tehnike je u sve većoj ekspanziji, što nam garantuje da će moduli ultrafiltracije zauzimati mesto u mlekarskoj industriji isto kao i aparati za separaciju ili pasterizaciju mleka, ROY (1978). Ultrafiltracija je predložena 60-ih godina za tretiranje surutke, FALLICK (1969) i za transformaciju mleka u sireve, MAUBOIS (1969). U 1979. godini procesom ultrafiltracije prerađeno je više od 1,000.000 tona mleka i preko 4,000.000 tona surutke (oko 4% ukupne svetske proizvodnje). Danas su već instalisane površine membrana za tretiranje mleka od oko 6.000 m² i 18.000 m² za tretiranje surutke DE BOER (1980).

Principi mehanizma ultrafiltracije

Filtraciju možemo podeliti u više grupa zavisno od reda veličine čestica koje prolaze kroz membranu ili filter.

To se šematski može prikazati:

						Klasična filtracija		
						Fina filtracija		
						Ultra-filtracija		
Reverzna osmoza								
1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶	Å
10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10	10 ²	10 ²	µm
10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁻¹	mm

Membranska tehnika procesa ultrafiltracije dozvoljava odvajanje komponenti jednog rastvora u zavisnosti od njihovih molekulskih veličina (između 10 i 1000 Å⁰). Tako dobijemo dve izdvojene frakcije:

1. Retentat — koji sadrži proteine sa minimalnim količinama laktoze i pepela i

2. Permeat — koji sadrži laktozu, pepeo, neproteinski azot, vitamine i slobodne aminokiseline.

Za nas je najvažnija razlika između ultrafiltracije i reverzne osmoze, kojoj je osnova u veličini čestica, koje se odvajaju i mehanizmu transfera odvojenih čestica.

U slučaju ultrafiltracije ne može se primeniti PLISEULLE-jev zakon na rastvorima sa makro-molekulima zbog fenomena polarizacije. Fenomen polarizacije se javlja kao posledica koncentracije makro- i mikro- molekula na površini membrane. Transfer čestica se može odrediti jednačinom BLATT-a:

$$J = B \log \cdot \frac{C_g}{C_b} \sqrt[3]{\frac{D^2 w}{L}} \text{ gdje je}$$

B — specifični koeficijent za svaki tip membrane

C_p — početna koncentracija makro-molekularne komponente

C_g — gel koncentracija makro-molekularne komponente

D — difuzioni koeficijent

w — gradijent brzine

L — dužina membrane

Membrane koje se primjenjuju u procesu ultrafiltracije sadrže neophodne tehničke elemente. U osnovi se sastoje iz dve odvojene strukture:

— površinski sloj sa gustinom od 0,1—1,0 mikrona

— unutrašnji sloj, koji ima mehaničku ulogu, različite gustine od preko 200 mikrona.

Danas su poznate tri generacije membrana, koje su nastajale sukcesivno:

— membrane od acetat celuloze,

— membrane od sintetskih polimera (polisulfon),

— mineralne membrane (ZrO₂).

Sve vrste membrana su karakterisane sa njihovom zavisnošću prolaza molekula različite veličine, mikrobiološkom, fizičko-hemijskom i mehaničkom stabilnošću.

Industrijske instalacije su pravljene po sistemu višespratnog koncentrisanja. Vreme protoka rastvora u tim instalacijama ne treba da je duže od 20 minuta.

Primena ultrafiltracije u tretmanu mleka

Tradicionalna proizvodnja sira je transformacija mleka dejstvom sirila. Izdvajanje surutke je progresivno u procesu sinereze, kada su glavni konstituenti gruša (mast i proteini) koncentrisani, tako da se dobije proizvod po formi, teksturi i sastavu u zavisnosti od tehnoloških operacija, različit za određene vrste sireva. Zbog različitih faktora u tehnološkim operacijama, tradicionalni sirevi su heterogeni po sastavu, kvalitetu i randmanu.

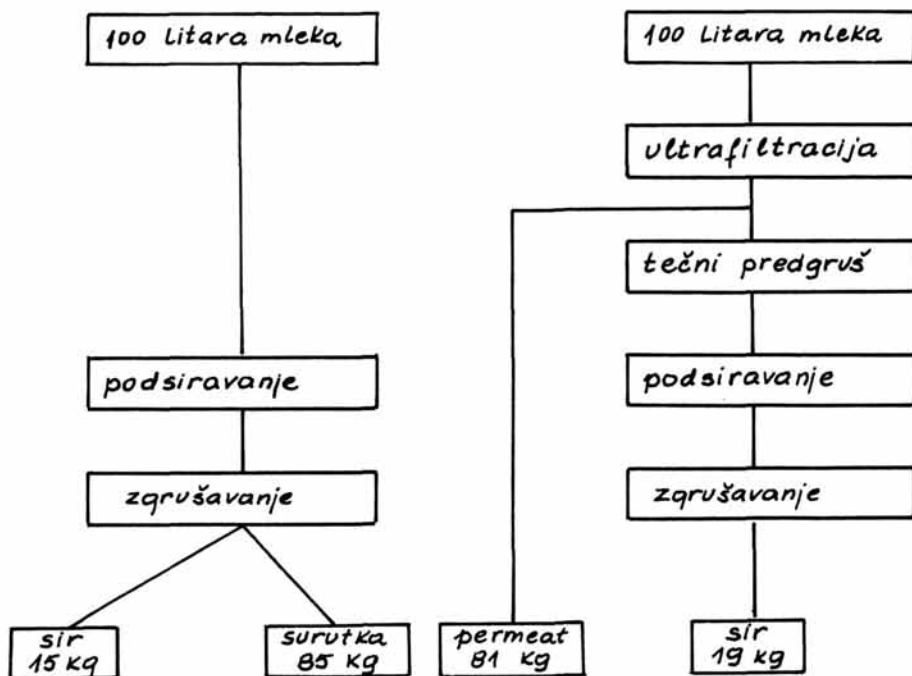
1969. godine mi smo mislili (MAUBOIS i dr.) da je osnovni razlog veće konzervacije tečnih sastojaka sira u heterogenosti gruša. To takođe dovodi do nehomogenog izdvajanja tečnih sastojaka sira pre potpune koagulacije.

Primenjujući tehniku ultrafiltracije i procesa koje smo mi razvili, možemo reći da se on sastoji iz dva dela:

- priprema tečnog predgruša i
- transformacija tečnog predgruša u sir.

Proces MMV

(Patent INRA: Maubois—Mocquot—Vassal)



- gubitak dela proteina sa surutkom za ljudsku ishranu
- gubitak dela masti mleka sa surutkom
- povećan randman
- transformacija svih proteina u sir
- najbolja valorizacija mleka

Primena uslova ultrafiltracije u procesu proizvodnje tečnog predgruša zavisi od:

- početnih bakterioloških uslova,
- kontrole mleka tokom ultrafiltracije na razvoj bakteriološke flore, jer nam to ograničava izbor temperature i vremena,
- biohemijskih uslova,
- poroznosti membrane i hidrodinamičkih karakteristika materijala, kada zbog nepoželjnog prekomernog zadržavanja laktoze može doći do pogoršanja kvaliteta sireva,
- mineralizacije predgruša, koja treba da bude identična sa klasičnim grušem. Ovo se praktično postiže:
- ultrafiltracijom mleka kome su dodate bakterije mlečne kiseline (prevenstveno zbog podešavanja kiselosti mleka),
- dodatkom natrijum hlorida za vreme ili na kraju ultrafiltracije,
- dijafiltracijom predgruša i
- sniženjem pH tokom podsiravanja mleka sirilom.

Viskozitet retentata se povećava sa povećanjem sadržaja proteina. Ovo je u funkciji sa temperaturom. Šta više, retentat mleka ima reološka svojstva suprotna NJUTN-ovom zakonu, po principu pseudoplastičnosti.

Proces ultrafiltracije se može primeniti kod: mekih sireva, sireva tipa kamamber, sireva tipa belog mekog sira, krem sireva, sireva tipa rikota, sireva tipa trapista i dr.

Primena ultrafiltracije kod tvrdih sireva je postala moguća upotrebom mineralnih membrana, kada se u industrijskim uslovima dobija predgruš sa 45% suve materije.

Upotreba procesa MMV nudi mnogobrojne koristi:

- povećanje randmana 12—20%,
- pojednostavljenje tehnologije proizvodnje,
- ekonomiziranje pri upotrebi sirila,
- homogenost testa, sastava i kvaliteta sira i
- čist neto dobitak od oko 1 dinar po jednoj litri sirovog mleka.

Tretman mleka na farmi — sabirnom mestu

Nagli razvoj proizvodnje i transformacije mleka vodi ka degradaciji bakteriološkog kvaliteta sirovog mleka. Mleko je dobra sredina za razvoj psihofilnih mikroorganizama, kao posledica rada enzima, koji su termorezistentni (lipaza i proteaza). Takođe, zbog sve veće cene energije, sakupljanje i transport mleka postaju sve skuplji. Ovi razlozi su nas naveli da predložimo jednu realizaciju tretmana ultrafiltracije istovremeno sa pasterizacijom na farmi ili sabirnom mestu, radi održavanja postignutog kvaliteta mleka. Tako se pored kategorizacije kvaliteta mleka, mogu dobiti i povoljni tehnički i ekonomski rezultati. Dosada dobijeni rezultati su ohrabrujući i daju velike mogućnosti promene na ekonomskom planu u mlekerskoj industriji.

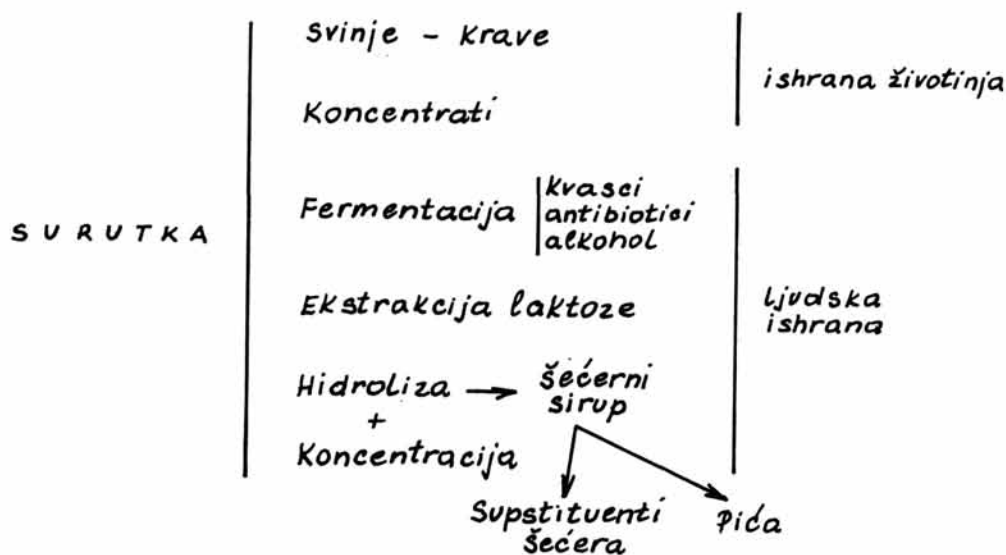
Ultrafiltracija surutke

Ultrafiltracija surutke je zavisna od predtretmana primenjenih na surutki. U zavisnosti od izbora dobijene surutke predtreatment može biti:

- eliminacija svih nerastvorljivih materija filtracijom i
- parcijalna demineralizacija elektrodijalizom ili termičkim tretmanom posle podešavanja pH vrednosti.

Koncentracija proteina surutke daje mnogobrojne mogućnosti u zavisnosti od njenih osnovnih svojstava i hranjivih vrednosti. To je svakako jedan izvor novih mogućnosti za mlekersku industriju.

Mogućnosti korišćenja surutke u prehrambenoj industriji se mogu šematski prikazati:



Valorizacija permeata

Permeat mleka ili surutke se može valorizirati kroz stočnu hranu (za ishranu svinja i teladi) i u ljudskoj ishrani za proizvodnju alkohola, antibiotika, laktoze i sirupa galaktoze i glukoze. Ovi zadnji proizvodi se uglavnom dobijaju enzimatskom hidrolizom.

Zaključak

Primena procesa ultrafiltracije u mlekarskoj industriji je u stalnom razvoju. Sve više se može uklopiti i izmeniti klasične tehnologije proizvodnje mleka i proizvoda od mleka. U domenu ekonomike, koja postaje sve značajniji faktor, kako zbog ušteda u sakupljanju, transportu, obradi i preradi mleka, tako i zbog značajnih ušteda energije, možemo ultrafiltraciji predvideti značajno mesto u mlekarstvu.

Primena procesa ultrafiltracije u proizvodnji mleka, mlečnih napitaka, sireva i tretiranju surutke, daje racionalno korišćenje svih hranjivih komponenti mleka i jednu od najboljih valorizacija mleka kroz preradu, ne samo u mlekarstvu već i šire u industriji hrane kako za ljude, tako za životinje.

Resumé

L'emploi de l'ultrafiltration en industrie fromagère a été proposé par Laboratoire de recherches de technologie laitière à Rennes, à la suite de leurs travaux sur le rendement de la transformation du lait en fromage.

La technique d'ultrafiltration, c'est une nouvelle technologie fromagère qui est née et qui se développe à un rythme exponentiel. L'application en fromagerie, cette technique de séparation et de concentration sélective des composants macromoléculaires est en voie de créer une nouvelle industrie laitière. Le traitement du lait au niveau de la production ne relève plus de l'utopie, il est pour demain.

Literatura

1. FALLICH G. K.: Industrial ultrafiltration **Process biochem.** 4 (9) 1969.
2. MAUBOIS J. L., MOCQUOT G. et VASSAL L.: Procédé de traitement du lait et de ses sous-produits laitiers **Brevet français** 2052121 1969.
3. MAUBOIS J. L.: Application de l'ultrafiltration sur membrane à la preparation de differents types de fromages **Sciences et techniques** 5 11—15 1973.
4. MAUBOIS J. L.: Ultrafiltration — thermisation du lait à la ferme **SITMA** No 4—5 73—78 1980.
5. MAHAUT M. et MAUBOIS J. L.: L'ultrafiltration du lait et des produits laitiers, état actuel d'avancement des travaux **Economie agricole** 2 1977.
6. OSTOJIC M.: Uvod u istraživanja u mlekarstvu — ultrafiltracija **Poljoprivredni fakultet — N. Sad** 1980.
7. OSTOJIC M.: Proces ultrafiltracije u mlekarstvu. Seminar za mlekarsku industriju »Primena tehnike ultrafiltracije u mlekarskoj industriji« **Institut za mlekarsvo, Beograd** 1980.
8. ROY J.: Table ronde sur l'ultrafiltration en fromagerie **La technique laitière** 921 9 19 1978.