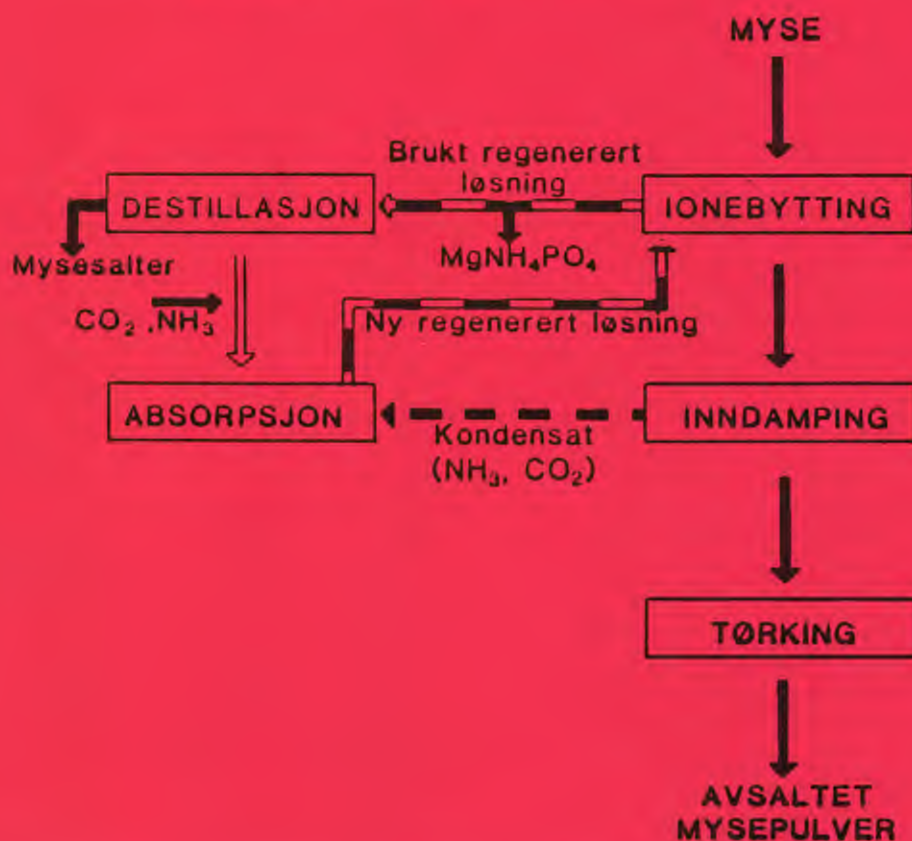


MEIERITEKNOLOGISK BEHANDLING AV MYSE  
MED SIKTE PÅ ANVENDELSE TIL  
FORSKJELLIGE PRODUKTER

AV  
ÅSE SPANGELO  
OG  
ROGER K. ABRAHAMSEN



MEIERITEKNOLOGISK BEHANDLING AV MYSE MED SIKTE PA

ANVENDELSE TIL FORSKJELLIGE PRODUKTER

AV

ASE SPANGELO

OG

ROGER K. ABRAHAMSEN

IMN-TRYKK NR 3/86

## FORORD

Ase Spangelo ble tildelt graden dr.scient av Kollegiet ved Norges landbrukshøgskole i møte 30. januar 1986. Den 29. november 1985 foreleste Spangelo over oppgitt emne, ga en orientering om sin vitenskapelige avhandling og forsvarte denne.

Emnet for forelesningen var: "Meieriteknologisk behandling av myse med sikte på anvendelse til forskjellige produkter". Dette IMN-trykk bygger på Spangelo's forelesning. Da Spangelo ble ansatt i privat industri før forelesningen fant sted, og har vært det siden, har det vært vanskelig for henne å redigere stoffet fra forelesning med sikte på trykking som IMN-trykk. Undertegnede har i egenskap av veiledende lærer for Spangelo i hennes doktorgradsarbeid, bearbeidet og omskrevet forelesningsmanuskriptet og redigert dette for trykking.

As-NLH  
mars 1986.

Roger K. Abrahamsen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	SIDE
A. INNLEDNING	4
B. MYSE	5
C. ENKELTE TRADISJONELLE MYSEPRODUKTER	6
D. MYSEPROTEINER OG DERES ANVENDELSE	9
1. <u>Myseproteiner og deres funksjonelle egenskaper</u>	9
2. <u>Modifisering av myseproteiner</u>	12
3. <u>Myseproteinkonsentrater</u>	13
4. <u>Separasjonsteknikker for framstilling av myseproteinkonsentrater</u>	14
a) Ultrafiltrering	14
b) Fosfatfelling(kompleksdannelse)	16
c) Gelfiltrering	16
d) Adsorpsjon	16
5. <u>Avsalting (demineralisering) av myse</u>	17
a) Elektrodialyse	17
b) Klassisk ionebytter	18
c) SMR-metoden	19
6. <u>Myseproteinkonsentrater inkorporert i forskjellige produkter</u>	21
a) Ost	21
b) Co-presipitater	22
c) Myseproteiner og gjær (encelleprotein)	22
d) Myseblandinger	23
e) Leskedrikker/juice	23
f) Brød og kaker	23
g) Konfekt	24
E. FRAMSTILLING OG BRUK AV LAKTOSE	24
1. <u>Laktose</u>	24
2. <u>Laktosekrystallisering</u>	25
3. <u>Hydrolyse av laktose</u>	27
4. <u>Fermenterte produkter</u>	32
F. AVSLUTNING	33
G. REFERANSER	35

MEIERITEKNOLOGISK BEHANDLING AV MYSE MED SIKTE PÅ ANVENDELSE  
TIL FORSKJELLIGE PRODUKTER

AV

ASE SPANGELO og ROGER K. ABRAHAMSEN

A. INNLEDNING

I 1983 var verdensproduksjonen av myse ca. 85 millioner tonn, men kun litt over halvparten av dette ble anvendt til kommersielle myseprodukter (TEXEIRA et.al., 1983, ZALL, 1984).

Det å ikke utnytte mysa skaper problemer på flere områder. For det første forurenses 2 l myse like mye som en person i løpet av ett døgn. Myse har et biologisk oksygen forbruk på ca. 40 000 mg/l, og et kjemisk oksygen forbruk på ca. 68 000 mg/l (JELEN, 1979). Dessuten inneholder myse flere viktige næringsstoffer som bør utnyttes. Proteinene i mysa er av høy kvalitet. Det vil si at myseproteinene inneholder en god del essensielle aminosyrer. Myse er også en god kilde for kalsium, fosfor, magnesium og enkelte B-vitaminer (GILLIES, 1974). I tillegg har myseproteinene gode funksjonelle egenskaper. LANGSRUD & RYSSTAD (1983) har omtalt hvordan disse egenskapene kan utnyttes i industrielt framstilte næringsmidler.

Det har også blitt utviklet kommersielle metoder for økonomisk gjenvinning av proteiner og laktose fra myse. Dette er faktorer som har ført til at myse ikke lenger nødvendigvis blir sett på som et avfallsprodukt, men derimot et viktig råstoff innen næringsmiddelindustrien.

B. MYSE

Sammensetningen av myse varierer blant annet med melkas sammensetning, hvordan mysa framstilles og dens etterbehandling på meieriet. I tabell 1 er det vist sammensetningen av myse i g/l og pH i myse etter framstilling av ulike produkter.

Tabell 1. Sammensetningen av (g/l) og pH i myse fra framstilling av ulike produkter.

	Løpekasein	Cheddar-ost	Mineralsyre- kasein
Totalt tørrstoff	66	67	63
Protein	6,2	6,2	5,8
Ikke-protein-N	0,37	0,27	0,30
Laktose	52,3	52,4	46,9
Mineraler	5,0	5,2	7,9
Fett	0,2	0,2	0,3
Fosfat	1,0	0,5	2,0
Kalsium	0,5	0,4	1,4
Sulfat	0,7	0,6	2,8
Magnesium	0,07	0,08	0,11
Natrium	0,53	0,50	0,50
Kalium	1,45	1,50	1,40
Klor	1,02	1,0	0,9
Laktat	-	2,0	-
pH	6,4	5,9	4,7

*sept*

*sept*

Myse inneholder 93-94% vann. Laktose utgjør 70-80%, og myseproteinene 9-13% av totalt tørrstoff i mysa (GILLIES, 1974). Mysa blir vanligvis separert slik at fettinnholdet ofte er uavhengig av mysas opprinnelse. Av melkas salter går en vesentlig del over i mysa. Tabell 1 viser at mysa er rik på

salter og at mineralinnholdet er høyest i den sureste mysa (mysa fra mineralsyrekasein). Jo lavere pH vi har i koaglet, jo mer kalsium vil frigjøres fra kaseinet og gå over i mysa når koaglet brytes. Det samme vil skje med fosforforbindelsene i kaseinet. Dersom pH-senkningen i mysa skyldes fermentering som f.eks. i myse fra Cheddar-ysting, dannes det laktat (tabell 1).

Generelt har vi to hovedtyper myse: søt og sur. Sõt myse får vi fra alminnelig ysting eller kaseinframstilling der koagulasjonen av kaseinet hovedsakelig skyldes løpevirkning og hvor det utvikles relativt lite eller ikke noe laktat. En oppfatter gjerne mysa som søt når den har pH lik eller høyere enn 5,6. Av tabell 1 ser en at myse fra kaseinframstilling med løpe og fra Cheddar-ysting er å betrakte som søt. Sur myse framkommer ved framstilling av ferskoster som Cottage cheese, kvarg og liknende oster der det i melka i hovedsak foregår en syrefelling av kaseinet. Sur myse framkommer også når kasein framstilles ved hjelp av tilsetting av mineralsyrer til melka (MARSHALL, 1982). Mysa vurderes gjerne som sur når den har en pH på 5,1 eller lavere.

Sõt  
pH 5,6

Mediom  
myse.

Sur  
pH < 5,1

### C. ENKELTE TRADISJONELLE MYSEPRODUKTER

Noen tradisjonelle produkter framstilt av myse er ført opp nedenfor:

- mysesmør
- mysekonsentrat
- mysost
- mysepulver
- sukret kondensert myse
- laktose
- varmedenaturert laktalbumin

Mysefløte fås ved separering av myse. Denne fløten kan anvendes til framstilling av mysesmør, tilbakeføres til ystemelka eller anvendes ved framstilling av mysost.

Mysekonsentrat er inndampet myse hvor kun vann er fjernet. Konsentratet kan brukes som fôr eller som et halvfabrikat ved framstilling av mysost, mysepulver eller laktose.

Ved framstilling av brunost tilsettes mysa melk og flôte. Den kraftige varmebehandlingen konsentratet utsettes for under bruningen i gryta fører antakelig til en reduksjon i den biologiske verdien av proteinene i brunosten (STEINSHOLT, 1982). Den sterke varmebehandlingen fører trolig til en vesentlig reduksjon i mengde tilgjengelig lysin. Maillardreaksjonen som finner sted mellom protein og laktose gir osten den brune fargen. Laktosen foreligger i krystallform i osten (STEINSHOLT et.al., 1981, BAKKENE & OTERHOLM, 1981, STEINSHOLT & DAHL, 1982, STEINSHOLT, 1982).

Andre ostetyper der myse inngår som hovedkomponent er f.eks. den italienske varianten Ricotta og den jugoslaviske varianten Zieger (MARSHALL, 1982).

Mysekonsentratet kan tørkes til pulver som etter forskriftene ikke skal inneholde mer enn 4% vann. Ved valsetørking fås lett brent smak og denatureringen av proteinene kan gå relativt langt. Dette gir pulveret redusert oppløselighet og redusert biologisk verdi. Spraytørket mysepulver er derimot den mest anvendte utnyttelsen av myse på verdensbasis. I spraytørket mysepulver er proteinene lite denaturert. Mysepulver brukes ofte som erstatning for det mer kostbare skummamelkpulveret i f.eks. bakervarer, iskrem eller konfekt, eller det anvendes til framstilling av morsmelkerstatning. Ved slik anvendelse søker en å etterlikne morsmelk der forholdet mellom myseproteiner og kasein er 60:40. I kumelk er forholdet 20:80 (MARSHALL, 1982).

Tilsetning av skummamelkpulver i forskjellige produkter vil ofte gjøre det ferdige produktet fastere. Tilsetning av mysepulver vil derimot ofte gjøre produktene mindre faste. Dette skyldes først og fremst at mysepulver har lavere innhold av protein og høyere innhold av laktose enn skummamelkpulver.



Myseproteiner i større mengder, kan gi bismak i produktet. I f.eks. iskrem kan for store mengder mysepulver i tillegg til å gi bismak gi sandet konsistens på grunn av den høye laktosekonsentrasjonen i mysepulveret.

Den gylne brunfargen som utvikles på grunn av reaksjoner mellom laktose og protein ved oppvarming, er ønsket i skorpe på brød og annet bakverk, og i overflata på panert kjøtt og fisk (GILLIES, 1974).

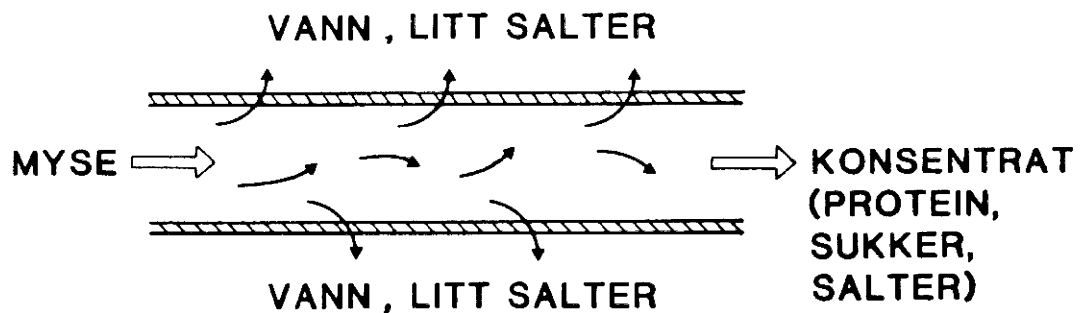
Sukret kondensert myse har gjerne et tørrstoffinnhold på ca. 76% og består av vakuuminndampet myse tilsatt sukker. Produktet kan bl.a. anvendes i konditor- og konfektvarer der det kan gi en meget god piskeevne. Varmebehandlingen under vakuuminndampingen er vanligvis så skånsom at proteinene ikke denatureres (GRAY, 1981).

Ved framstilling av laktose tilsettes mysekonsentratet krystallkim og avkjøles slik at blandingen blir overmettet med laktose. Den tradisjonelle metoden for framstilling av laktose er diskontinuerlig. Proteiner og salter fjernes ved dekantering etter at laktosen har krystallisert ut. Proteinene og saltene kan konsentreres videre og brukes som slikkesteiner for kveg. Dersom laktosen skal benyttes i matvarer eller til farmaseutiske formål må den gjennomgå en ekstra raffineringsprosess.

*lactalbumin*

En av de eldste kommersielle metodene for isolering av myseproteiner er varmedenaturering og syrefelling av de denaturerte proteinene. Produktet som framstilles på denne måten er tradisjonelt kjent under betegnelsen "lactalbumin". På grunn av den omfattende denatureringen av myseproteiene, har "lactalbumin"-produktene mistet mye av myseproteinenes karakteristiske funksjonelle egenskaper (MORR, 1982).

Ved framstilling av de tradisjonelle myseproduktene som er nevnt ovenfor, har en fram til for 10-15 år siden, vært hen- vist til å foreta konsentrering av myse utelukkende ved avdam- ping av vann gjennom tilførsel av varme; vakuuminndamping, innkoking eller tørking. Stadig større mysemengder konsentre- res imidlertid nå ved hjelp av membranfiltrering; hyperfiltre- ring eller omvendt osmose som prosessen også kalles. Konsent- reringen foregår da gjennom spesielle membranfiltre ved et trykk som er høyere enn løsningsens osmotiske trykk (omvendt osmose). Trykk i området 40-60 bar er vanlig. Vann og enkelte salter fjernes, mens mysas proteiner, laktose og det meste av saltene samles i konsentratet (retentatet), som illustrert i prinsippskissen i figur 1. Det er praktisk mulig å konsentre- re myse til ca. 25% tørrstoff i retentatet. Konsentrering ved membranfiltrering kan gjennomføres helt uten denaturering av myseproteinene. Det er aktuelt å benytte hyperfiltrering som en forkonsentrering før transport til sentrale anlegg for vi- dere foredling, eller før inndamping, for å øke kapasiteten til eksisterende inndampere (MASHALL, 1982).



Figur 1. Prinsippskisse for hyperfiltrering av myse.

#### D. MYSEPROTEINER OG DERES ANVENDELSE

##### 1. Myseproteiner og deres funksjonelle egenskaper

Myse fra kumelk inneholder vanligvis 4-7 g proteiner pr. li- ter. De viktigste proteinene i mysa og deres isoelektriske område er gjengitt i tabell 2.

Tabell 2. De enkelte proteinene i myse fra kumelk og deres andel av total mengde myseprotein, samt proteintypenes isoelektriske område. (Etter MARSHALL, 1982).

Proteiner eller polypeptider	Andel av total mengde myseprotein (%)	Isoelektrisk område (pH)
$\beta$ -Lactoglobulin	50	5,35-5,49
$\alpha$ -Lactalbumin	12	4,2-4,5
Immunoglobuliner	10	5,5-8,3
Bovin serum albumin	5	5,13
Proteose-pepton fraksjon	23	

Spaltningprodukt fra  $\beta$  kasein

Av tabell 2 ser en at myse inneholder  $\beta$ -lactoglobulin,  $\alpha$ -lactalbumin, immunoglobuliner og proteose-pepton, som er spaltningprodukt fra  $\beta$ -kasein. Myseproteinene har en relativt lav molekylvekt og deres isoelektriske område varierer fra pH 4,2 til 8,3 for de forskjellige proteintypene.

Myseproteinene har en rekke såkalte funksjonelle egenskaper. Det hersker imidlertid en del uenighet om hvilke funksjonelle egenskaper som har betydning i forskjellige situasjoner og produkter, og hvilke metoder som bør benyttes for å måle disse egenskapene. Forskjellige funksjonelle egenskaper er avhengig av om proteinene er varmedenaturert eller ikke. Myseproteinenes oppløselighet, emulgeringsevne og deres piskeegenskaper blir dårligere etter varmedenaturering, mens deres vannbindingsevne, evne til å gi produkter økt viskositet og evne til geldannelse forbedres etter, eller forutsetter en varmedenaturering.

Vannoppløseligheten til et protein er bl.a. avhengig av proteinets denatureringsgrad. En varmebehandling eller en annen behandling som fører til hel eller delvis denaturering av proteinet, vil føre til at flere funksjonelle egenskaper går tapt.

Myseproteinene har høy oppløselighet over hele pH-området i motsetning til f.eks. kaseinene og soyaprotein (DELANEY, 1976). Myseproteiner har også høy oppløselighet ved høye saltkonsentrasjoner. De saltkonsentrasjoner som en normalt kan finne i næringsmidler påvirker ikke myseproteinenes oppløselighet. Derimot nedsetter en varmebehandling på over ca. 70°C oppløseligheten, som en følge av begynnende denaturering. Oppløseligheten reduseres også av kalsium (CASTBERG, 1982, SCHMIDT et al., 1984).

I produkter med vann-/fettfase eller luft-/vannfase er det ofte behov for en emulgator for å stabilisere produktet. Udenaturerte myseproteiner har slike stabiliserende egenskaper. Det foreligger imidlertid motstridende informasjon om hvorvidt myseproteinenes emulgeringsevne bør anses som god eller dårlig. Fordi myseproteinene ikke har hydrofile og hydrofobe grupper jevnt fordelt over hele molekylet, blir det hevdet at de ikke har spesielt god emulgeringsevne.

Proteinenes piskeevne og evne til å danne stabilt skum henger bl.a. sammen med deres emulgeringsevne. Derfor foreligger det også for disse egenskapene motstridende resultater.

Myseproteinene kan oppta relativt lite vann, men til gjengjeld har de god vannbindingsevne. Vannbindingsevnen avtar noe med synkende pH. Evnen til å oppta og å binde vann kan økes ved å varmebehandle myseproteinene slik at denaturering finner sted. Vannabsorpsjon fører til svelling og viskositetsøkning i produktene. Udenaturerte myseproteiner gir derfor liten viskositetsøkning i de produkter der de benyttes.

## Kryssbindingsevne

Et proteingel består av et tredimensjonalt nettverk av peptidkjeder som inneslutter vann. For at et protein skal danne gel, trengs en varmebehandling som gir en delvis denaturering, det vil si utfolding av peptidkjeden. Delvis denaturert myseprotein danner stabile geler i motsetning til f.eks. kasein og kaseinater. Gelstyrken er bl.a. avhengig av proteinkonsentrasjon, pH og saltbalanse. På grunn av sin evne til å danne stabile geler er myseprotein godt egnet som tilsetning i f.eks. farsevarer (CASTBERG, 1982).

### 2. Modifisering av myseproteiner

Myseproteiner kan modifiseres for å bedre eller endre deres funksjonelle egenskaper. Dermed kan deres bruksområder f.eks. i næringsmidler økes. Modifiseringen kan være kjemisk, enzymatisk og/eller fysisk.

Kj.

Kjemisk modifisering av proteinene kan endre deres biologiske verdi og dessuten føre til en viss toksisitet. Det er derfor lite trolig at kjemisk modifisering av myseproteiner vil være av særlig interesse når det gjelder næringsmidler (KESTER & RICHARDSON, 1984).

Enz.

Enzymatisk modifisering involverer både proteolytisk hydrolyse, dannelse av kryssbindinger og binding av spesielle funksjonelle grupper til proteinene. Ved enzymatisk proteolyse økes myseproteinenes oppløselighet og varmestabilitet, mens deres evne til å gi viskositetsøkning og gellingsevne reduseres. Kryssbinding av proteinene påvirker deres rheologiske egenskaper. Inkorporering av sulfhydryl-grupper endrer proteinenes løselighet, evne til å danne gel og deres emulgeringsevne (KESTER & RICHARDSON, 1984).

Fysisk.

Fysisk modifisering omfatter bl.a. varmebehandling, kompleksdannelse og protein-tekstur-dannelse. Kompleksdannelse mellom proteiner og polysakkarider resulterer f.eks. i større resistens mot varmedenaturering.

### 3. Myseproteinkonsentrater

Det foreligger ingen standard for sammensetningen av myseproteinkonsentrater. Myseproteinkonsentrat brukes ofte som betegnelse for myseproteinprodukter med høyere proteininnhold enn i vanlig tørket myse. Konsentratene har et proteininnhold som varierer fra 25% til 95%, avhengig av hvilken teknikk som er benyttet ved proteinkonsentreringen og av den øvrige framstillingsteknikken (MORR, 1982). Sammensetningen av ulike tørkede myseproteinkonsentrater hvor myseproteinene var for konsentrert ved hjelp av ultrafiltrering er vist i tabell 3 (DELANEY, 1981).

Tabell 3. Sammensetningen av tørkede myseproteinkonsentrater med forskjellig proteininnhold framkommet ved ultrafiltrering av myse (DELANEY, 1981).

	35% Protein	50% Protein	60% Protein	80% Protein
Vann	4,6	4,3	4,2	4,0
Protein	36,2	52,1	63,0	81,0
Laktose	46,5	30,9	21,1	3,5
Fett	2,1	3,7	5,6	7,2
Mineraler	7,8	6,4	3,9	3,1
Melkesyre	2,8	2,6	2,2	1,2

Ultrafiltrering har gjort det mulig å framstille myseproteinkonsentrater og mysepulver med meget høy proteinandel. Av tabell 3 ser en at jo høyere proteininnholdet er i konsentratet, desto lavere er innholdet av laktose, mineraler og laktat. Innholdet av disse komponentene kan bli lavere i konsentratet (pulveret) enn i myse når ultrafiltrering anvendes for

fraksjonering av mysa. Fettinnholdet i konsentratene i tabell 3 øker med proteininnholdet. Ultrafiltrering er en av flere teknikker som kan anvendes for å separere proteiner fra myse. De forskjellige separasjonsteknikkene skal en gå nærmere inn på nedenfor.

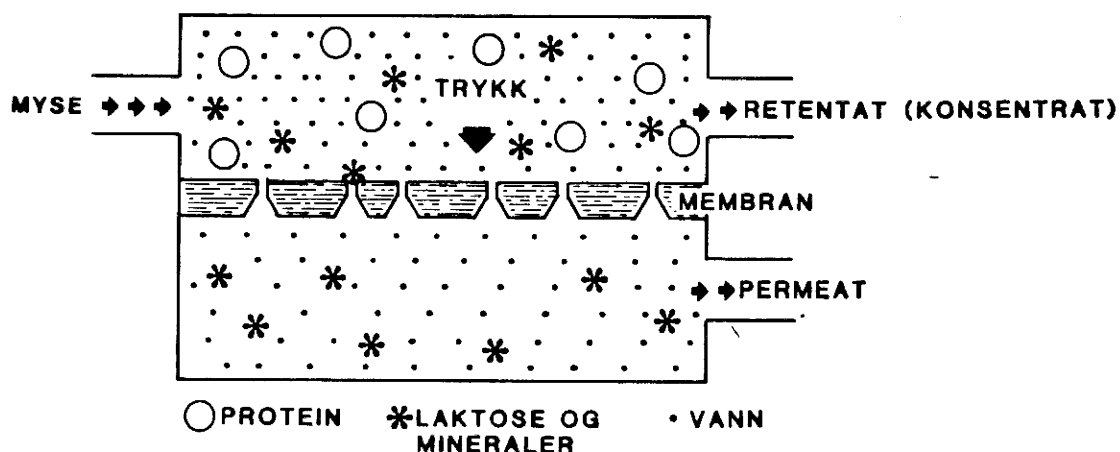
#### 4. Separasjonsteknikker for framstilling av myseproteinkonsentrater

Ulike metoder for separasjon av myseproteiner fra de mer lavmolekylære komponentene i myse er utviklet. Nedenfor vil en kort omtale metodene: ultrafiltrering, kompleksdannelse (fosfatfelling), gelfiltrering og adsorpsjon. Alle disse teknikkene anvendes kommersielt eller i mer avansert pilotskala. Det finnes langt flere teknikker for å produsere myseproteinkonsentrater, men disse er ikke blitt prøvd i større skala. De ulike separasjonsteknikkene som er nevnt ovenfor kan benyttes sammen eller hver for seg. Dessuten kan proteinandelen i konsentratene økes ved å benytte laktosekrystallisering og avsaltning i tillegg til selve proteinsepareringen.

##### a) Ultrafiltrering:

I dag er ultrafiltrering den mest anvendte prosessen for separasjon av myseproteiner fra myse (MATTHEWS, 1984). I 1970 fantes det i følge MARSHALL (1982) ingen kommersielle anlegg for ultrafiltrering av myse. I 1983 ble 9% av mysa i USA ultrafiltrert (ZALL, 1984).

En skjematisk presentasjon av ultrafiltrering av myse er vist i figur 2.



Figur 2. Skjematisk presentasjon av ultrafiltrering av myse.

Ultrafiltrering er en fysiokjemisk separasjonsprosess. Under et trykk på 0,5-10 bar strømmer mysa, helst med turbulent strømming, over en semipermeabel membran. Membranen har en porediameter som tillater kun relativt små molekyler å passere gjennom. Protein og eventuelt fett slipper ikke gjennom membranen, og utgjør hovedkomponentene i konsentratet (retentatet). Laktosemolekyler, mineraler og vann (løsningsmidlet) går gjennom membranen og blir kalt for permeatet.

Ultrafiltreringsmembraner framstilt av syntetiske polymere forbindelser (polysulfon eller polyamid) er nå i kommersiell bruk. I motsetning til de tidligere brukte celluloseacetatmembranene, tåler disse temperaturer helt opp til  $100^{\circ}\text{C}$  og pH i området 1-13. Membraner laget på basis av zirconiumoksyd er nå tilgjengelig. Disse skal kunne tåle pH over hele skalaen (0-14), og  $300^{\circ}\text{C}$ . Det er da viktig at resten av ultrafiltreringsanlegget og tilhørende hjelpeutstyr er konstruert for å tåle så høye temperaturer. Under framstilling av myseprotein-



konsentrater ultrafiltreres det gjerne ved temperaturer under 10°C eller over 48°C for å redusere faren for mikrobiell vekst i produktet under prosessen (MARSHALL, 1982, MATTHEWS, 1984).

Ved ultrafiltrering får en myseproteinkonsentrater med udenaturerte proteiner. Flere av proteinenes funksjonelle egenskaper er derfor intakte. En kan av den grunn vente seg en videre økning i interessen for myseproteinkonsentrater framstilt ved hjelp av ultrafiltrering (MARSHALL, 1982).

b) Fosfatfelling (kompleksdannelse):

Myseproteiner kan også isoleres ved såkalt kompleksdannelse eller fosfatfelling. Konsentrater med 30-85% proteiner kan produseres ved denne teknikken. Fosfater blir imidlertid igjen i konsentratet, og de er kostbare å fjerne. Fosfatene har en uheldig effekt på de funksjonelle egenskapene til proteinene (MARSHALL, 1982).

c) Gelfiltrering:

Gelfiltrering har vært, men er, i følge MATTHEWS (1984), ikke lenger i kommersiell bruk. Ulempene ved gelfiltrering er høye kostnader, lave konsentrasjoner av proteiner i eluatet fra gelet og problemer med renhold av gelet (MARSHALL, 1982).

d) Adsorpsjon:

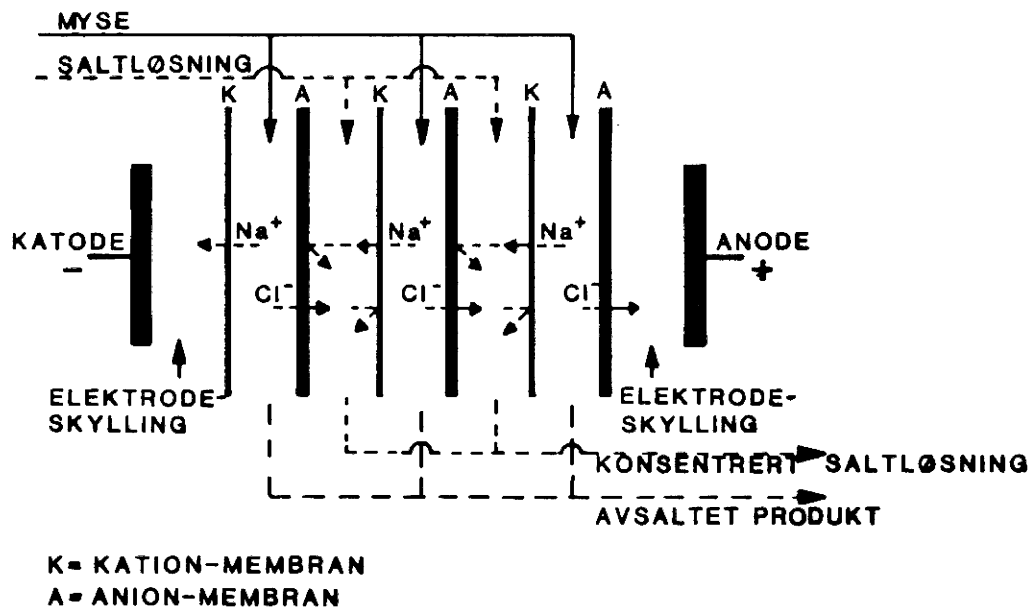
Myseproteinene er amfotære molekyler og kan betraktes som ladde ioner. Avhengig av pH, kan proteinene i mysa absorberes på ei kolonne. Ved eluering fås en løsning med 2-5% protein. Denne løsningen kan så behandles videre ved hjelp av ultrafiltrering (MARSHALL, 1982). I følge NICHOLS & MORR (1985) fører adsorpsjonsteknikken til at proteinene gjennomgår en betydelig denaturering og mister derved en del av sine funksjonelle egenskaper.

## 5. Avsalting (demineralisering) av myse

Anvendelsen av myseproteinkonsentrater er begrenset blant annet på grunn av mysas og konsentratenes relativt høye innhold av forskjellige salter. Innholdet av salter kan reduseres ved avsalting, også kalt demineralisering. Det er utviklet forskjellige metoder for avsalting av myse.

### a) Elektrodialyse:

En av metodene for avsalting av myse er elektrodialyse. Metoden er gjengitt skjematisk i figur 3.



Figur 3. Skjematisk presentasjon av elektrodialyse gjengitt etter MARSHALL (1982).

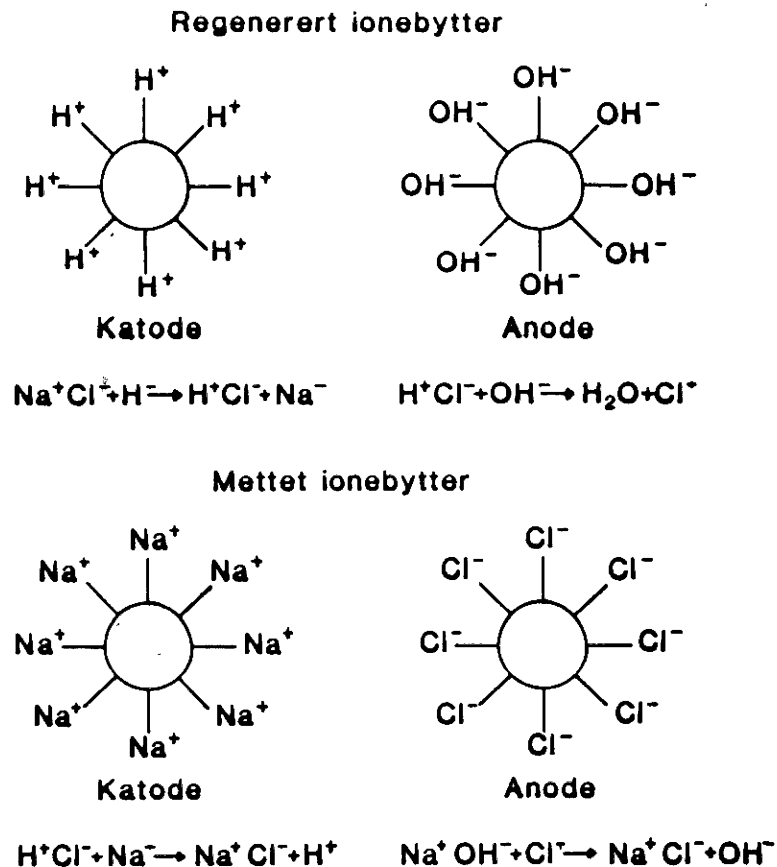
Elektrodialyse er en membranprosess der en elektrisk strøm benyttes til å fjerne mobile salter. I figur 3 ser en at mysa kommer inn ovenfra. Kationene i mysa, det vil si Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> og K<sup>+</sup>-ioner, er i figuren representert med Na<sup>+</sup>-ioner. Anionene i mysa; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cl<sup>-</sup>-ioner, er representert med

$\text{Cl}^-$ -ioner. Mellom de to elektrodene, katoden og anoden, er kationmembranene, merket K i figuren og anionmembranene, merket A, arrangert.

Ved bestemte forskjeller i det elektriske potensialet mellom elektrodene, vil kationene i mysa vandre mot katoden og anionene til anoden. De elektrisk ladde membranene støter fra seg ioner med samme ladning som seg selv. Disse samles så i saltløsningen som strømmer gjennom apparatet som vist i figur 3. Ved denne teknikken kan en oppnå ca. 60% avsalting av mysa.

b) Klassisk ionebytter:

Ionebytting er en annen metode for avsalting av myse. En enkel modell for ionebytting er vist i figur 4.



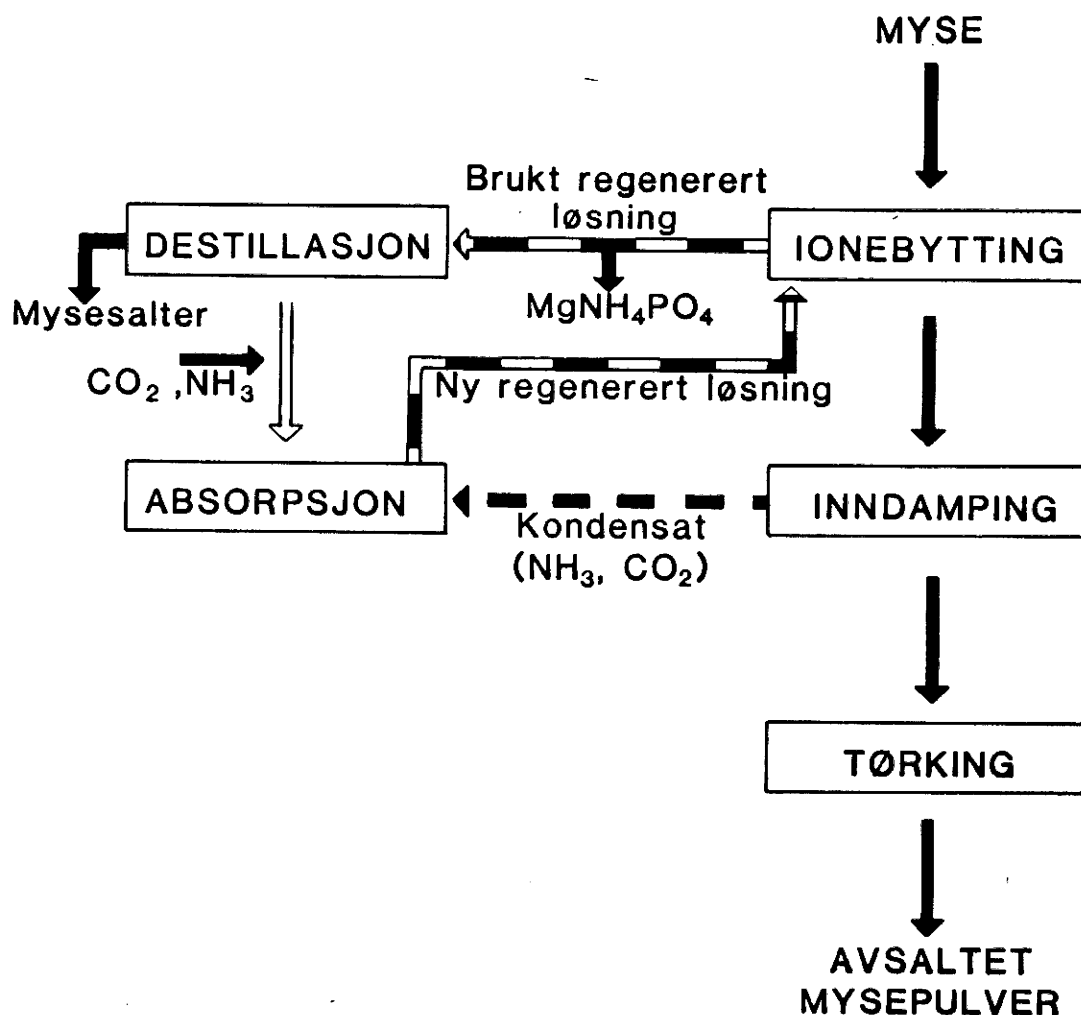
Figur 4. Enkel illustrasjon av ionebytting.

I ionebytteren er det et fast stoff (ikke med på figuren) som inneholder bundne grupper. Disse gruppene kan bære frie ioner. I figur 4 ser en at anoden bærer  $\text{OH}^-$ -ioner og katoden  $\text{H}^+$ -ioner.

Under avsalting av myse byttes  $\text{H}^+$ -ioner ut med mysas kationer og  $\text{OH}^-$ -ioner byttes ut med mysas anioner. Til slutt blir ionebytterene mettet med kationer, representert i figur 4 med  $\text{Na}^+$ -ioner og med anioner, representert med  $\text{Cl}^-$ -ioner. Ved avsalting går mysa gjennom to kolonner som ligger etter hverandre. Den ene er katoden, den andre anoden. Når ionebytteren er mettet med mysas anioner og kationer, kan den regenereres (MARSHALL, 1982).

c) SMR-metoden:

En tredje metode for avsalting av myse går under betegnelsen SMR-metoden (SMR = Svenska Mejeriernas Riksförening). I samarbeid med det vest-tyske firma Wiegand Karlsruhe G.m.b.h. har SMR utviklet metoden (SCHABER, 1982, JÖNSSON, 1984). Figur 5 viser metodens prinsipper.



Figur 5. Prinsippskisse for avsalting av myse ved hjelp av SMR-metoden (JÖNSSON, 1984).

Frisk myse føres inn i ionebytteren. Der blir anionene i mysa byttet ut med  $\text{HCO}_3^-$ -ioner og kationene byttet ut med  $\text{NH}_4^+$ -ioner. Saltene i mysa er da byttet med  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ . Fra ionebytteren går mysa til en fire-trinns inndamper. Konsentrert avsaltet myse går så til tørking.

Regenereringen av  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -løsningen foregår ved at kondensatet fra inndampingen, som inneholder  $\text{NH}_4^+$ -ioner og  $\text{CO}_2$ , føres til

et absorpsjonstårn der  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  dannes på nytt. Siden gjenvinningen av  $\text{NH}_4^+$ -ioner og  $\text{CO}_2$  ikke er fullstendig, må det, som figur 5 viser, tilføres noe  $\text{NH}_3$  og  $\text{CO}_2$  til absorpsjonstårnet.

Den brukte  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -løsningen som kommer fra ionebytteren, samles i en tank der  $\text{MgCl}_2$  tilsettes etter at pH er justert med lut. Utfelt  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  fjernes fra løsningen. Supernatanten går så til destillasjonstårnet. Destillatet går tilbake til absorpsjonstårnet, mens man etter destillasjon står tilbake med mysosalter.

SMR-metoden har flere fordeler framfor elektrodialyse og klassisk ionebytting:

- 40-50% lavere driftskostnader.
- Høy avsaltingsprosent (>90%). Av f.eks.  $\text{NO}_3$  blir 98% fjernet.
- Liten endring i pH-verdi under avsaltingen. Dette fører til liten eller ingen skade på proteinene.
- Mindre mengder salter i spillvannet. Kravet til BOF-verdi og fosfatutslipp tilfredsstilles.
- Mysepulveret har bedre løselighetsevne bl.a. på grunn av at  $\text{Ca}^{++}$ -innholdet bare er 1/10 av det en finner i pulver produsert ved hjelp av de to andre metodene. Den kraftige avsaltingen øker myseproteinenes emulgeringsevne og evnen til å danne skum.

## 6. Myseproteinkonsentrater inkorporert i forskjellige produkter

### a) Ost:

Myseproteiner kan gjenvinnes fra myse og tilbakeføres i denaturert form til ystemelk for å øke osteutbyttet. Ved Centri-Whey-metoden felles proteinene ved hjelp av varme kombinert med pH-justering før tilsetning til ystemelka. Forsøk på å

inkorporere myseprotein isolert etter Centri-Whey-prinsippet i Cheddarost er nylig beskrevet av BANKS & MUIR (1985). Osteutbyttet kan økes med inntil 10% som referert av STRAND (1981). Det er også utført forsøk på å tilbakeføre denaturert, ultrafiltrert myseproteinkonsentrat til ystemelk (ABRAHAMSEN, 1979, BROWN & ERNSTROM, 1982).

Ved den såkalte MMV-metoden (MAUBOIS et.al., 1969) konsentres ystemelka ved hjelp av ultrafiltrering inntil "ystemelka" eller preosten har tilnærmet samme tørrstoff-innhold som det osten skal ha. Det foregår da ingen myseutskillelse i vanlig forstand, men noe væske avgis ved synerese under ostens støping i former. Som omtalt av bl.a. ABRAHAMSEN (1975), kan osteutbyttet økes 16-20% ved bruk av denne metoden. Framstilling av ost av ultrafiltrert melk foregår i dag kommersielt bl.a. ved produksjon av Feta ost og Camembert. Det er også utført forsøk på å framstille faste oster, f.eks. Cheddar, ved hjelp av denne teknikken, men det har ennå ikke lyktes å framstille slik ost med tilfredsstillende kvalitet. Inkorporering av myseproteiner i ost har en tendens til å gi unormal tekstur og smak (MARSHALL, 1982).

b) Co-presipitater:

Co-presipitater inneholder kaseiner og myseproteiner. Skummelk oppvarmes til over 85°C slik at myseproteinene denatureres. En del av myseproteinene danner da komplekser med kaseiner. Proteinblandingen felles. Produksjon av co-presipitat gir 7-21% høyere utbytte enn om bare kasein ble utnyttet (MATTHEWS, 1984).

c) Myseproteiner og gjær (encelleprotein):

Laktosen i mysa kan fungere som karbonkilde ved dyrking av gjær for framstilling av såkalt encelleprotein. I noen av de

metodene som anvendes, blir myseproteinene gjenvunnet fra den fermenterte mysa sammen med gjær. Encelleprotein fra gjær mangler svovelholdige aminosyrer. Når myseproteinene konsentreres sammen med slikt encelleprotein, øker derfor produktets næringsverdi. Myseproteiner og gjær gjenvinnes enten ved ultrafiltrering, varmfelling eller inndamping (MATTHEWS, 1984).

d) Myseblandinger:

"Myseblandinger" er brukt som betegnelse på blandinger av myseprodukter (mysepulver, mysekonsentrater etc.) med andre proteintyper som f.eks. kaseiner og vegetabiliske proteiner. Disse blandningene er komponert og behandlet slik at de kan være "skreddersydd" for anvendelse i forskjellige næringsmidler med hensyn på funksjonelle egenskaper. Egenskapene til slike blandinger kan være svært forskjellige, og antall ulike produkter er meget stort. De fleste produktene er i pulverform (MARSHALL, 1982, MATTHEWS, 1984).

e) Leskedrikker/juicer:

Moderate mengder av myseproteinkonsentrater kan tilsettes i leskedrikker. Myseproteinene er løselige ved leskedrikkenes lave pH. Det er da forutsatt at myseproteinkonsentratet har lavt innhold av salter og at proteinene er udenaturerte. Separering av myse for fjerning av fett er også en fordel. Leskedrikker er produkter som har et høyt gjennomsnittlig konsum pr. person og gir god økonomisk avkastning, samtidig som produktenes næringsverdi er meget lav. Proteinanriking av leskedrikk er derfor et interessant anvendelsesområde for myseproteiner (ZALL, 1984).



f) Brød og kaker:

Tilsetning av myseproteiner til brødbakst har vist seg å forsterke strukturen i brødet. Dette skyldes binding mellom myseproteinene og glutenproteinene. I myseproteinkonsentrater finnes imidlertid proteose-pepton komponent 5 som virker negativt på brødvolumet. Proteose-pepton komponent 5 har et polart "hode" og en upolar "hale" som fører til redusert overflatespenning og derfor til et mindre brødvolum som referert av LANGSRUD & RYSSTAD (1983).

Myseproteiner kan også ha positiv effekt i flere kakesorter. Fettet må da fjernes fra myseproteinene for å unngå fettutskillelse og at kaka faller sammen etter steking. Myseproteinene vil gjennom Maillardreaksjonen bidra til å gi brunere skorpe på bakervarene.

c) Konfekt:

I konfekt kan myseproteinene erstatte eggalbumin.

En kan sannsynligvis vente at det vil bli brukt mer myseprotein i framtida ettersom deres funksjonelle og kjemiske egenskaper samt deres reaksjoner med andre komponenter blir bedre utforsket.

## E. FRAMSTILLING AV LAKTOSE OG DENS ANVENDELSE

Laktose er den komponenten i myse som bidrar mest til mysas evne til å forurense. Laktosen er nemlig ansvarlig for hele 70% av mysas biologiske oksygen forbruk (BOF-verdi eller BOD-verdi). Ut fra dette må det kunne sies at enhver teknologisk utnyttning av myse også bør omfatte utnyttning av laktose.

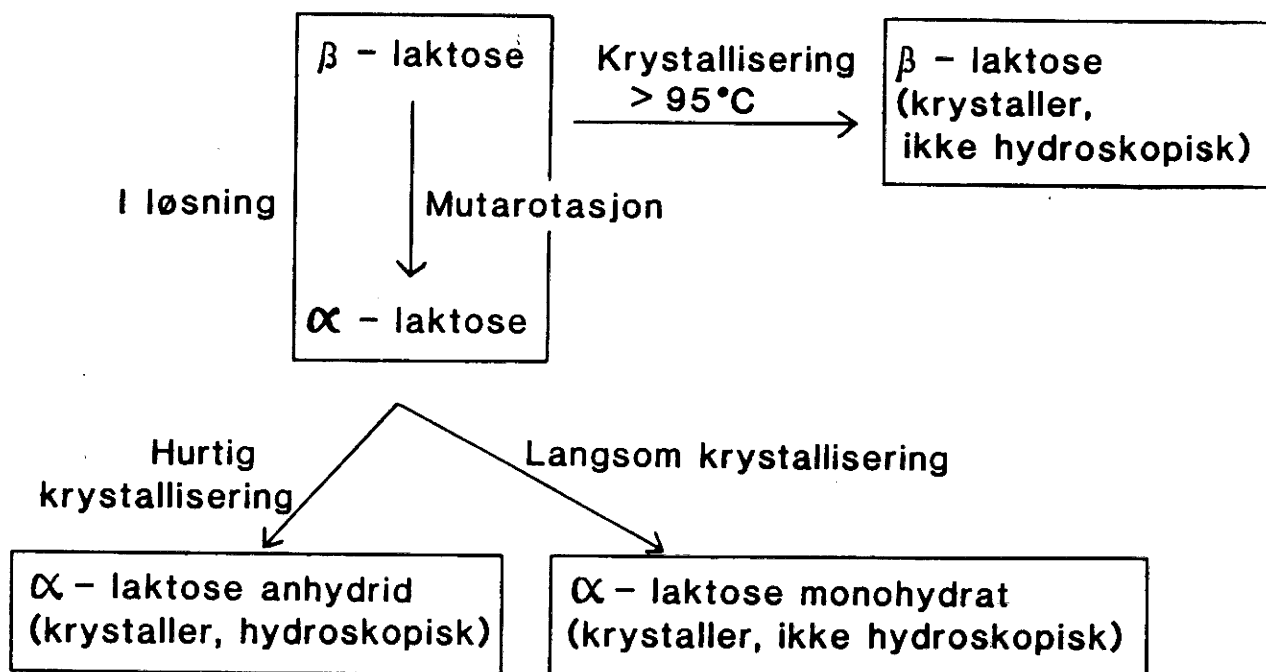
## 1. Laktose

Laktose er et disakkarid som består av D-glukose og D-galaktose, og inneholder en rekke reaktive "seter" f.eks. glykosid-binding, fri hydroksylgruppe og karbon-karbon-binding. Dette gjør at laktose relativt lett kan undergå enzymatisk eller kjemisk modifisering (HOBMAN, 1984).

## 2. Laktosekrystallisering

Ved bruk av nyere metoder for laktoseframstilling blir myseproteinene fjernet ved hjelp av ultrafiltrering før laktosen konsentreres og krystalliseres ut. Permeatet fra ultrafiltreringen er et bedre utgangspunkt enn myse for framstilling av laktose. Myseproteinene hemmer nemlig laktosekrystalliseringen og reduserer laktosekonsentrasjonen i den konsentrerte mysa. Det er også en fordel både for ultrafiltreringen og for den videre behandling av konsentratet at det anvendes avsaltet myse. Kalsiumkomplekser kan ellers føre til fouling og konsentrasjonspolarisasjon på ultrafiltreringsmembranene og til utfelling under inndampingen av mysa eller permeatet. Slik utfelling kan føre til overopphetede flater i inndamperen. Det er spesielt viktig å avsalte sur myse fordi den har et høyere innhold av salter enn søt myse. Lav pH virker dessuten korroderende på inndamperen samtidig som melkesyre og salter også kan gi urenheter i laktosekrystallene (LANDRE, 1975, HOBMAN, 1984).

Figur 6 gir en skjematisk oversikt over laktosekrystallisering.



Figur 6. Skjematisk oversikt over laktosekrystallisering.

Laktose finnes i to isomere former,  $\alpha$ - og  $\beta$ -form, som kun er forskjellige i konfigurasjonen ved karbonatom nr. 1.  $\alpha$ -laktose er tyngst oppløselig ved temperaturer  $93,5^{\circ}\text{C}$ . Dersom løsningen blir overmettet, f.eks. ved nedkjøling, vil  $\alpha$ -laktose krystalliseres ut. Hvis denne utkrystalliseringen skjer relativt langsomt dannes  $\alpha$ -laktose monohydrat. Denne krystallformen er ikke hydroskopisk. Men dersom krystalliseringen skjer hurtig, dannes  $\alpha$ -laktose anhydrid som er hydroskopisk.  $\alpha$ -laktose anhydrid kan derfor ta opp fuktighet fra lufta og danne hydrat.

*langsom  
↓  
monohydrat  
hurtig  
↓  
anhydrid*

Etter hvert som  $\alpha$ -laktosen krystalliseres ut, vil det finne sted en mutarotasjon og mer  $\beta$ -laktose går over til  $\alpha$ -formen i løsnning for å opprettholde likevekten. Det er imidlertid også

mulig å få krystallisert ut  $\beta$ -laktose, men da må temperaturen være over  $93,5^{\circ}\text{C}$ . Krystaller av  $\beta$ -laktose er ikke hydroskopiske, og de er søtere enn  $\alpha$ -laktose-krystaller.

En rekke prosesser er utviklet for å utnytte laktosen i permeatet fra ultrafiltrering. Den enkleste formen for utnyttelse av laktose er som energikilde i fôr til husdyr, enten direkte, i konsentrert løsning eller i kombinasjon med andre fôringredienser. Laktose i løsning eller i pulverform kan også anvendes i næringsmidler. Imidlertid er det, for anvendelse i de fleste næringsmidler, nødvendig å framstille laktose fra demineralisert myse eller permeat (HOBMAN, 1984).

### 3. Hydrolyse av laktose

Laktose kan hydrolyseres til glukose og galaktose. Slik hydrolyse kan gjennomføres både i melk, i myse, i permeat fra ultrafiltrering, i avsaltet myse og i avsaltet permeat fra ultrafiltrering. Laktosehydrolysen kan gjennomføres på to prinsipielt forskjellige måter; syrehydrolyse eller enzymhydrolyse. Hydrolyse ved hjelp av enzymet  $\beta$ -galaktosidase kan gjennomføres på iallefall tre måter:

- ved å tilsette enzym direkte i mediet som skal hydrolyseres
- ved å anvende en såkalt "membranenzymreaktor"
- ved å anvende immobilisert enzym.

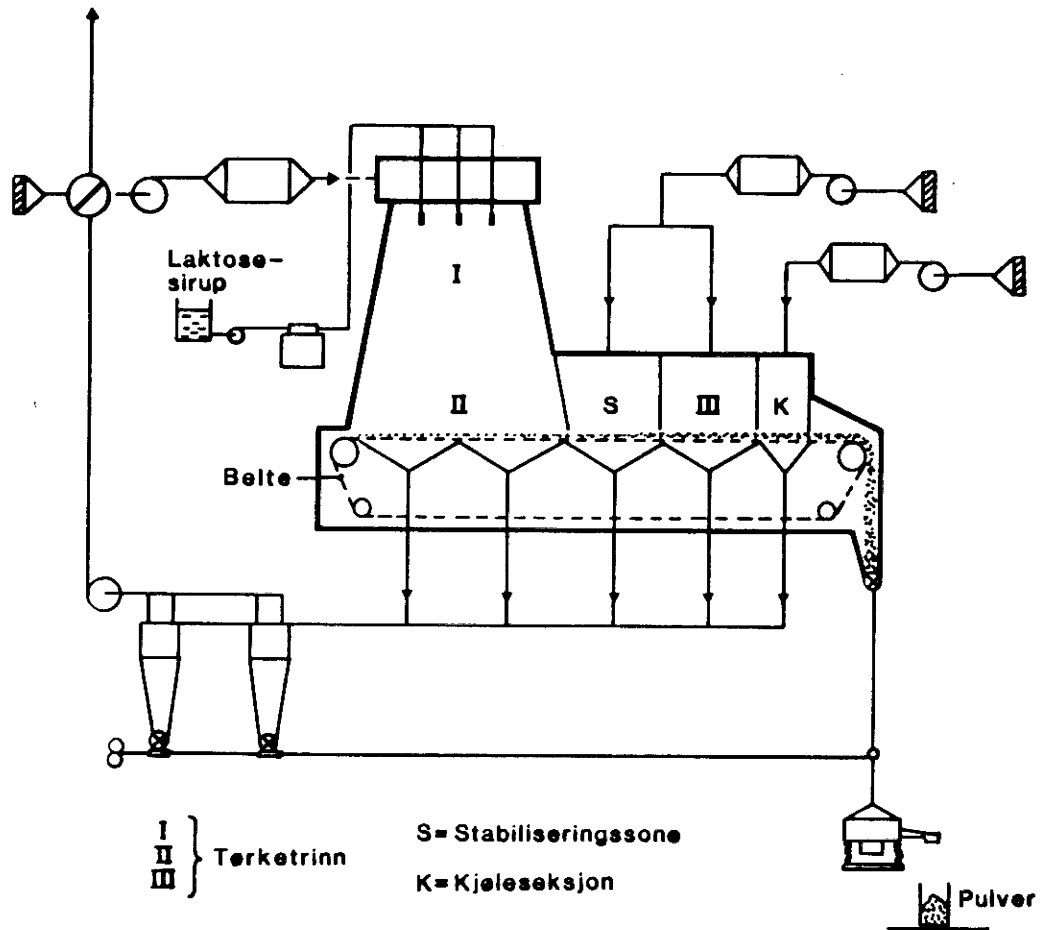
Ved sur hydrolyse anvendes mineralsyre ( $\text{pH} = 1$ ) og høy temperatur ( $100^{\circ}\text{C}$ ). Metoden innebærer en meget "hardhendt" behandling som ofte fører til misfarging og uønsket smak på produktet. Tilleggsoperasjoner i prosessen kan redusere disse ulempene (ZADOW, 1984).

Hydrolyse ved hjelp av enzymer er mer brukt enn sur hydrolyse. Enzymet  $\beta$ -galaktosidase ekstraheres fra kulturer av gjær,

mugg eller bakterier (ZADOW, 1984). Ved enzymatisk hydrolyse benyttes temperaturer i området 5-60°C, og optimal pH er avhengig av hvilke mikroorganismer enzymet stammer fra (SEVERINSEN, 1982).

Hydrolyse av laktose ved hjelp av enzymer og teknologiske muligheter for produkter med hydrolysert laktose, er tidligere beskrevet av ABRAHAMSEN (1982). Den enkleste metoden for å gjennomføre en enzymatisk laktosehydrolyse er å tilsette  $\beta$ -galaktosidase direkte til melka. På grunn av enzymenes høye pris, vil ikke denne metoden være økonomisk forsvarlig med mindre enzymmengden som benyttes kan være meget liten. En annen metode for enzymhydrolyse er å benytte membran-enzym-reaktor som bl.a. beskrevet av ROGER et.al. (1977). Enzymene gjenvinnes da ved ultrafiltrering. Det er også mulig å gjennomføre hydrolysen ved hjelp av immobilisert  $\beta$ -galaktosidase (HARJU, 1982). Hydrolysert laktose kan konsentreres til sirup med 60-70% tørrstoff. Denne sirupen er det i dag mulig å tørke slik at en oppnår et produkt som er lettere å handtere. Det er imidlertid ikke mulig å tørke hydrolysert laktose i en vanlig spray-tørke fordi glukose og galaktose er vesentlig mer hydroskopisk enn laktose. En hydrolyseringsgrad på 30% er maksimumgrensen for at ei vanlig spray-tørke skal kunne benyttes (RHEINLÄNDER, 1982). Ved hjelp av ei spesialkonstruert tørke med betegnelsen "Filtermat", kan laktosesirup med hydrolysegrad på 80% tørkes. Ei "Filtermat" tørke er illustrert i figur 7.

immob  
enz



Figur 7. Prinsippskisse av "Filtermat"-tørke.  
(Etter FOOD ENGINEERING INT'L, 1982)

Figur 7 viser at laktosesirup (50-55% tørrstoff) går inn i tørkas I. tørkekammer gjennom en trykkforstøver. Lufta kommer inn i I. tørkekammer som laminære luftstrømmer. Pulveret, med 10-20% fuktighet, går så inn i II. tørketrinn. Her avleires pulveret på et "Filtermat"-belte som beveger seg langsomt, mens pulveret ligger i ro oppå beltet. Tørkelufta går igjennom beltet. Fra II. tørketrinn går pulveret inn i en såkalt stabiliseringszone før det går inn i III. tørketrinn. Pulveret tørkes nå ferdig ved hjelp av tørrluft med lav temperatur. Den siste seksjonen er en kjøleseksjon der pulveret nedkjøles til ønsket temperatur.

Hydrolyse av laktosen i mysa vil endre mysas egenskaper.

Vi vil få:

- myse med redusert laktoseinnhold
- myse med økt søthet
- dannelsen av oligosakkarider i mysa
- sterkere brunfarging ved varmebehandling av mysa *mindre søthet.*
- redusert tendens til laktosekrystallisering i konsentrert myse
- endring av myseproteinenes funksjonelle egenskaper
- raskere fermentering når myse anvendes som substrat ved fermenteringsprosesser

Laktosehydrolyse vil gi redusert laktoseinnhold i mysa. Slik myse kan ha spesiell anvendelse i produkter som er beregnet til laktoseintolerante personer.

Myse med hydrolysert laktose smaker søtere enn myse med ubehandlet laktose. Både glukose og galaktose har høyere søteevne enn laktose. Det er vanlig å sammenligne karbohydraters søteevne med sukrosens søteevne som er satt lik 100. Fruktose er enda søtere enn glukose. Det er mulig, ved hjelp av enzymet glukose-isomerase å isomerisere glukose til fruktose. Sirup eller pulver av hydrolysert laktose kan fungere som søtningsmiddel og således anvendes i for eksempel iskrem og i leskedrikker. Som søtningsmiddel kan det også fungere som konserveringsmiddel dersom konsentrasjonen er høy nok.

Erstatning av sukrose med hydrolysert laktose i konfekt, bakkervarer, iskrem og syltetøy synes å være begrenset til 25-40% på grunn av høyt innhold av salter i UF-permeatet som gjerne er utgangspunktet ved laktosehydrolyse. I enkelte produkter er det imidlertid mulig å erstatte all sukrosen med avsaltet, hydrolysert myse (ZADOW, 1984).

Hydrolysert laktose kan f. eks. anvendes som lake ved hermetisering av frukter og til leskedrikker. Eksempler på slike leskedrikker er "Naturens Under" som produseres av det svenske

meieriselskapet, Arla, og "Lacto-fruit" som produseres i Sveits.

Ved hydrolyse av laktose dannes det, i tillegg til glukose og galaktose, oligosakkarider i varierende mengde. Oligosakkarider hydrolyseres ikke i vårt fordøyelsessystem, men brytes i stedet ned av bakterier. Resultatet blir gjerne gassdannelse og luftfylt mage.

Ved varmebehandling av laktosehydrolysert myse eller av produkter der slik myse benyttes, vil brunfargingen fra Maillard-reaksjonene bli langt kraftigere enn i behandling av vanlig myse. Dette kan være en ulempe f.eks. ved framstilling av tørrede myseprodukter, men kan oppfattes som gunstig ved bruk av myse i enkelte bakervarer.

Glukose og galaktose er lettere løselig enn laktose. I konsentrerte myseprodukter med hydrolysert laktose er det derfor en redusert fare for dannelse av laktosekrystaller. Men det kan også være problemer forbundet med lagring av konsentrater med hydrolysert laktose. Galaktose har nemlig lett for å krystallisere ved kjøleromstemperatur. Ved romtemperatur kan det lett skje mikrobiologisk vekst av f.eks. gjær. Ved temperaturer over 50°C kan det dessuten lett skje bruningsreaksjoner. Disse problemene kan overvinnes ved fryselagring av produktet (ZADOW, 1984).

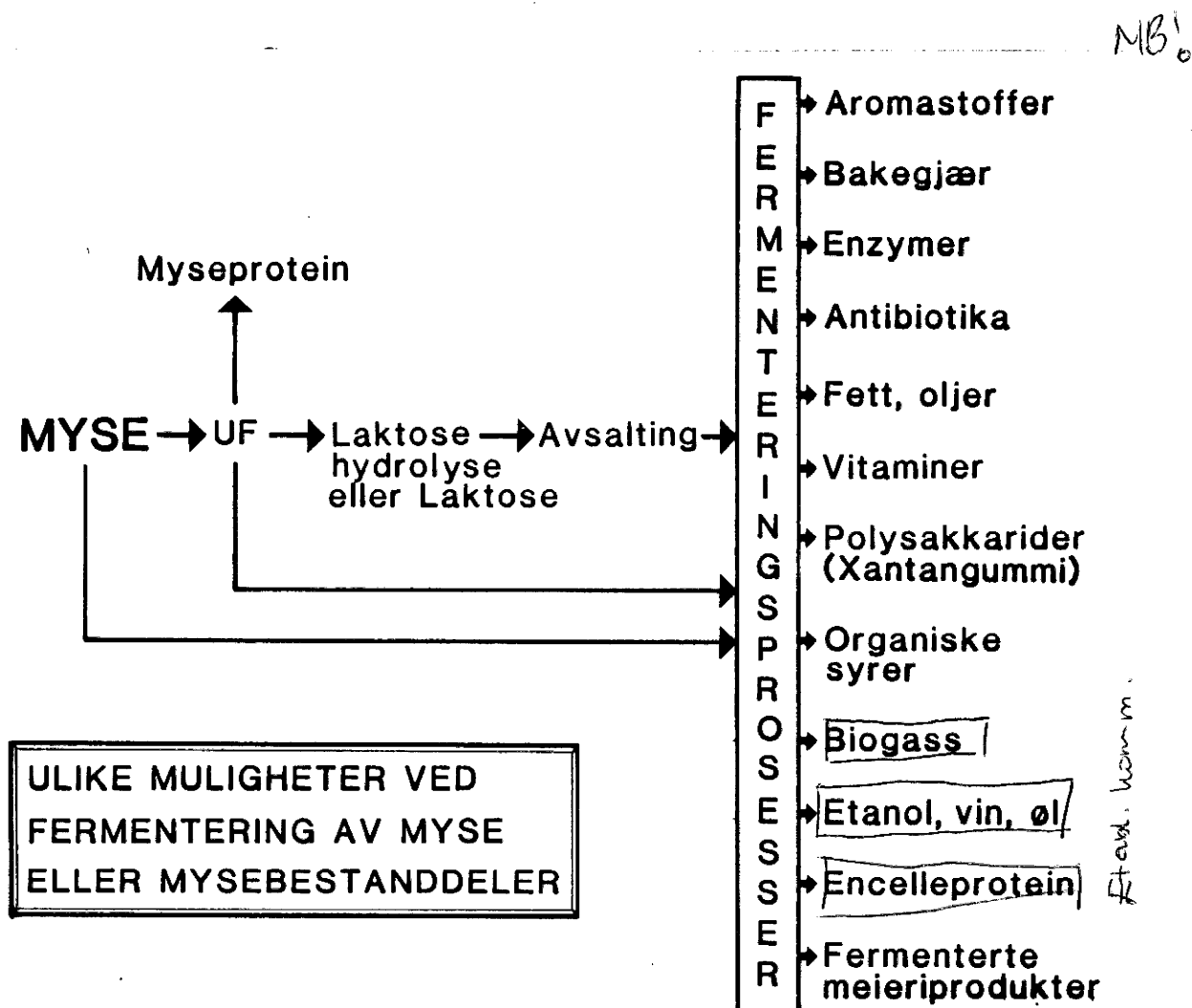
Hydrolysert laktose kan ifølge ZADOW (1984) endre myseproteinenes funksjonelle egenskaper. Myseproteinkonsentrat sammen med hydrolysert laktose gav et mykere gel enn kontrollen dersom salter var til stede, men et fastere gel enn kontrollen dersom saltene var fjernet.

Mikroorganismene må ha et mer komplisert enzymssystem for å kunne utnytte laktose som karbonkilde i stedet for av glukose. En kan derfor anta at forskjellige former for fermentering kan gå lettere i hydrolysert myse enn i vanlig myse.



#### 4. Fermenterte produkter

Foruten å utnytte laktose i fermenterte meieriprodukter kan den utnyttes i en rekke andre fermenteringsprosesser som illustert i figur 8.



Figur 8: Ulike muligheter ved fermentering av myse eller mysebestanddeler. (Etter PETTERSON, 1982.)

Aromastoffet diacetyl kan f. eks. produseres av S. lactis subsp. diacetylactis. Vanlig bakegjær framstilles ved hjelp av Saccharomyces cerevisiae. Videre er det mulig å anvende

deproteinisert myse til framstilling av enzymer, f. eks. laktase. Antibiotikumet penicillin kan framstilles fra *Penicillium*-arter dyrket på laktoseholdig substrat (HOBMAN, 1984).

Det er også referert at laktose kan fermenteres til olje-, palmitin-, stearin- og linolsyre (ZADOW, 1984). Riboflavin og B<sub>12</sub> er vitaminer som kan produseres ved fermentering (HOBMAN, 1984). Ulike polysakkarider kan også dannes som resultat av fermentering. Et eksempel på dette er stabilisatoren xantan gummi som blant annet kan anvendes i iskrem (HOBMAN, 1984, ZADOW, 1984).

Av aktuelle organiske syrer kan en nevne sitron-, eddik-, laktobion- og eplesyre. Sitronsyre har relativt høy pris og brukes mye. Det kan derfor være av interesse å anvende laktose til framstilling av denne syra (ZADOW, 1984). Biogass består hovedsaklig av CH<sub>4</sub> og CO<sub>2</sub>, samt av små mengder H<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S. Metan er en viktig energikilde.

Av de fermenteringsprosessene som er nevnt i figur 8, er det alkoholproduksjonen som i dag gir best økonomisk utbytte. Kommersiell alkoholproduksjon fra myse foregår blant annet i Irland, New Zealand og USA. Ved den kjente Carberyprosessen *Brilys* dannes f. eks. 22 000 l alkohol (2,8%) av 600 000 l myse. I prosessen utnyttes 86% av laktosen. Ved destillasjon får en alkohol på 96,5% (ZADOW, 1984).

## F. AVSLUTNING

De tradisjonelle myseproduktene har begrenset anvendelse. Det er derfor lite trolig at forbruket av dem vil øke i noen særlig grad. Dessuten gir disse produktene ofte dårlig økonomisk avkastning. Men i løpet av de siste årene har det skjedd en markert økning både i total mengde anvendt myse, nye behandlingsteknikker for myse og framstilling av mer markedsrettede og spesialtilpassede myseprodukter. Dette skyldes trolig ønske fra meieriindustrien om å øke det økonomiske utbytte samt et opinionspress om ikke å forurense vassdrag og om å utnytte verdifulle næringsstoffer. Fortsatt er det store mysemengder som ikke utnyttes. En del av mysa kunne kanskje utnyttes i produkter som gir større økonomisk avkastning enn de tradisjonelle myseproduktene. Videre forskning og utvikling når det gjelder anvendelse av myse og komponenter fra myse er nødvendig for å komme fram til økonomisk interessante prosesser og produkter.

G. REFERANSER

ABRAHAMSEN, R.K., 1975.

"Anvendelse av membranfiltrering i meieriindustrien. Membranfiltrering reduserer forurensningen fra meieriene".  
Meieriposten, 64 (20): 707-714, (21): 741-745.

ABRAHAMSEN, R.K., 1979.

"Cheesemaking from milk fortified with ultrafiltrated whey protein concentrate".  
Milchwissenschaft, 34 (2): 65-68.

ABRAHAMSEN, R.K., 1982.

"Oversikt over teknologiske muligheter for produkter med hydrolysert laktose".  
Meieriteknikk nr. 6: 33-42.

ANONYM, 1982.

"Uses for Whey Powder".  
Food Engineering INT'L: 55-56.

BAKKENE, G., A. OTERHOLM, 1981

"Grovt og sandet konsistens i brunost".  
Meieriposten, 70 (14-15): 484-494

BANKS, J.M., D.D. MUIR, 1985.

"Effect of incorporation of denatured whey protein on the yield and quality of cheddar cheese".  
Journal of the Society of Dairy Technology, 38 (1):  
27-32.

BROWN, R.J., C. A. ERNSTROM, 1982.

"Incorporation of ultrafiltration concentrated whey solids into Cheddar Cheese for increased yield".  
Journal of Dairy Science, 65 (12): 2391-2395.

CASTBERG, H.B., 1982.

"Melkeproteiner i kjøttvarer"  
Næringsmiddelindustrien, (8): 29-32.

DELANEY, R.A.M., 1976.

"Composition, properties and uses of whey protein concentrates".  
Journal of the Society of Dairy Technology, 29 (2):  
91-101.

DELANEY, R.A.M. 1981.

"Recent Developments in the Utilization of whey".  
Cultured Dairy Products Journal, 16 (2): 11-17, 20-22.

GILLIES, T.M., 1974.

"Whey processing and utilization, economical and technical aspects".  
Noyes Data Corporation, Park Ridge, New Jersey.  
"Properties and uses of whey": 77-114.

GRAY, R.M., 1981.

"Technology of skimmed milk evaporation".  
Journal of the Society of Dairy Technology, 34 (2):  
53-57.

HARJU, M., 1982.

"Erfaringer fra praktiske anvendelser av hydrolyseprosesser for laktose".  
Meieriteknikk, nr. 6: 43-46.

HOBMAN, P.G., 1984.

"Review of Processes and Products for Utilization of Laktose in Deproteinated milk serum".  
J. Dairy Sci. 67 (11): 2630-2653.

JELEN, P., 1979.

"Industrial Whey Processing Technology: An Overview".  
Agricultural and Food Chemistry, 27 (4): 658-661.

JÖNSSON, H., 1984.

"Demineralization of cheese whey using the SMR process -  
three years experience of full - scale operation".  
Scandinavian Journal of Dairy Technology and know -  
How/NM 1: 96-101.

KESTER, J.J., T. RICHARDSON, 1984.

"Modification of whey Proteins to Improve Functionality".  
J. Dairy Sci. 67 (11): 2757-2774.

LANDRE, R., 1975.

"Teknologien ved fremstilling af mælkesukker".  
Nordeuropæisk Mejeritidsskrift 41 (4): 116-124.

LANGSRUD, T., G. RYSSTAD, 1983.

"Inntrykk fra proteinsymposium i Danmark".  
Meieriposten, 16: 370-394.

MARSHALL, K.R., 1982.

"Industrial isolation of milk proteins: whey protein.  
I: P.F. FOX. Developments in Dairy Chemistry -1.  
Applied Science Publishers, London, New York: 339-373.

MATTHEWS, M.E., 1984.

"Whey Protein Recovery Processes and Products".  
J. Dairy Sci. 67 (11): 2680-2692.

MAUBOIS, J.L., G. MOCQUOT, L. VASSAL, 1969.

"Procédé de traitement du lait et de sousproduits laitiers".  
Fransk patent nr. 2052.121.

MORR, C.V., 1982.

"Functional Properties of Milk Proteins and their Use as Food Ingredients".

I: P.F. FOX. Development in Dairy Chemistry - 1".

Applied Science Publishers, London, New York: 375-399.

NICHOLS, J.A., C. V. MORR, 1985.

"Spherosil-S ion Exchange Process for Preparing Whey Protein Concentrate".

Journal of Food Science, 50: 610-614.

PETTERSON, H-E, 1982.

"Mikroorganismer i dagens och morgendagens mejeriindustri".

Livsmedelsteknikk 9: 427-430.

RHEINLÄNDER, P.M., 1982.

"Tørring av hydrolysert valle".

Nordeuropæisk Mejeritidsskrift, 48 (3): 121-126.

ROGER, L., J. L. THAPON, G. BRULE, J. L. MAUBOIS, 1977.

"Kontinuerlig hydrolyse af laktose i en enzymatisk membranreaktor".

Nordeuropæisk Mejeritidsskrift, 43(1): 38-45.

SCHABER, 1982.

"SMR-metoden - en ny metode til økonomisk afsaltning af valle".

Nordeuropæisk Mejeritidsskrift 48 (2): 98-101.

SCHMIDT, R.H., V. S. PACKARD, H.A. MORRIS, 1984.

"Effect of Processing on Whey Protein Functionality".

J. Dairy Sci. 67: 2723-2733.

SEVERINSEN, S. G., 1982.

"Forskjellige metoder til enzymatisk hydrolyse af lactose".  
Meieriteknikk nr. 5: 28-32.

STEINSHOLT, K., 1982.

"Sandethet i brunost".  
Sluttrapport nr. 437 fra Norges landbruksvitenskapelige  
forskningsråd, ISBN 82-7290-158-7.

STEINSHOLT, K., W. DAHL, 1982.

"Sandethet i brunost".  
Meieriposten, 71 (16): 414-415.

STEINSHOLT, K., A.-M. OLSEN, T. LYSNE, W. DAHL, 1981.

"Sandethet i mysost".  
Meieriposten, 70 (3): 49-56.

STRAND, A.H., 1981.

"Generell osteteknologi"  
Stensilert kompendium, Norges landbrukshøgskole.  
(Upublisert).

TEXEIRA, A.A., D.E. JOHNSON, R.R. ZALL, 1983.

"Outlook for whey as an ingredient".  
Food Engineering, may: 106-108.

ZADOW, J.G., 1984.

"Lactose: Properties and Uses".  
J. Dairy Sci. 67 (11): 2654-2679.

ZALL, R., 1984.

"Trends in whey fractionation and utilization, a global perspective".  
J. Dairy Sci. 67 (11): 2621-2629



