

Handwritten notes or signatures in the top right corner.

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

MEIERIINSTITUTTET

SMØRTEKNOLOGI

AV

ROGER K. ABRAHAMSEN

Ås-NLH, 1981

FORORD

Dette kompendiet er skrevet for å dekke hovedpunktene i undervisningen i ca. 6 timer smørteknologi som gis i Meieriteknologi, oversiktskurs (MIT 1) ved Norges landbrukshøgskole. Kurset, som er obligatorisk for alle som studerer næringsmiddelfag, tar sikte på å gi en oversikt over de viktigste temaene i meieriteknologien.

Det gis undervisning i smørteknologi også i de videregående kursene: Meieriteknologi, øvingskurs (MIT 2) og i Meieriteknologi, hovedkurs (MIT 3).

Det foreliggende kompendium er en revidert utgave av forfatterens kompendium skrevet i 1975 over samme emne. I denne nye utgaven har en foretatt en del endringer i presentasjonen av en del avsnitt, som også er utvidet med noen flere illustrasjoner. En vil forøvrig finne at enkelte deler av smørteknologien er relativt lite omtalt eller helt utelatt. Dette er gjort fordi disse temaene vil være gjenstand for nærmere fordypelse gjennom ca. 12 timer undervisning i smørteknologi i Meieriteknologi, hovedkurs.

Meieriinstituttet,

mai 1981

Roger K. Abrahamsen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
I INNLEDNING	1
A. HISTORIKK	1
B. FORSKRIFTER OG KONTROLL	2
C. SMØRETS SAMMENSETNING	4
D. PRODUKSJON OG SALG	4
II MELKEKVALITETEN	6
A. MIKROBIOLOGISKE EGENSKAPER	7
B. LIPOLYSE OG OKSYDASJON	10
1. <u>Lipolyse</u>	10
2. <u>Oksydasjon</u>	12
C. FØRING	13
D. MELKENS SYRNINGSEVNE	14
E. FETTDISPERSJONEN	15
1. <u>Fettkulenes størrelsesfordeling</u>	16
2. <u>Fettkulemembranen</u>	18
3. <u>Melkefettets emulgering</u>	23
F. MELKEFETTETS SAMMENSETNING, SMELTEPUNKT OG STIVNEPUNKT	24
G. MELKEFETTETS KRYSTALLISASJON	28
III SMØRFREMSTILLING	33
A. KJERNEFLØTENS MEIERITEKNISKE BEHANDLING	33
1. <u>Kjernefløtens behandling ved suppleringsmeieri</u>	33
2. <u>Kjernefløtens transport til og mottaking ved produksjonsmeieriet</u>	34
3. <u>Fløtens fettprosent</u>	35
4. <u>Fløtens varmebehandling ved produksjonsmeieriet</u>	36

5.	<u>Fløtens kjøling og temperaturbehandling før kjerning</u>	37
	a) Fløtens temperaturbehandling ved hardt fett	39
	b) Fløtens temperaturbehandling ved bløtt fett	43
B.	FLØTENS SYRNING	44
1.	<u>Syrekulturen til smør</u>	44
2.	<u>Utstyr</u>	44
3.	<u>Syrningsteknikken</u>	45
	a) Podeprosenten	45
	b) Syrningstemperatur	45
4.	<u>Bestemmelse av fløtens surhetsgrad</u>	46
5.	<u>Kjemisk syrning og aromatisering</u>	47
C.	KJERNING	48
1.	<u>Kjerningsteorien</u>	48
2.	<u>Faktorer av betydning for kjerningspro- sessen</u>	50
	a) Melkefettet	51
	b) Fettkulenes størrelse	52
	c) Fløtens fettinnhold	52
	d) Fløtens surhetsgrad	53
	e) Kjerningstemperaturen	55
	f) Kjernas fyllingsgrad	56
	g) Kjernas hastighet	57
3.	<u>Kjerningstiden</u>	57
4.	<u>Smørkornenes størrelse</u>	58
5.	<u>Renkjerningen</u>	59
	a) Faktorer av betydning for renkjerningen	62
D.	SMØRETS FARGING	65
E.	SMØRETS SKYLLING	66
F.	SMØRETS SALTING	70
	1. <u>Vanlig salting</u>	70
	2. <u>Nøytralisasjon av smøret</u>	75
G.	SMØRETS ELTING	76
	1. <u>Eltingsteori</u>	77
	2. <u>Eltingens utførelse</u>	79

3.	<u>Vakuumelting</u>	80
4.	<u>Eltिंगens betydning for smørets konsistens</u>	80
5.	<u>Omeltning av dypfryst smør</u>	83
H.	SMØRETS VANN- OG SALTFORDELING	84
1.	<u>Smørets vannfordeling</u>	84
2.	<u>Faktorer som innvirker på vanninnholdet</u>	86
	a) Smørfettets hardhet	86
	b) Smørkornenes størrelse og form	86
	c) Skylling	87
	d) Forelting	87
	e) Salting	87
	f) Eltingsmåte	87
3.	<u>Bestemmelse av smørets vanninnhold</u>	88
4.	<u>Justering av smørets vanninnhold</u>	88
5.	<u>Smørets saltfordeling</u>	90
6.	<u>Bestemmelse av smørets saltinnhold</u>	90
I.	SMØRETS PAKKING	91
1.	<u>Smørets overføring fra kjerna til pakke- maskin</u>	91
2.	<u>Emballasje for og pakking av helvektsmør</u>	92
3.	<u>Emballasje for og pakking av smør i detalj- pakning</u>	93
	a) Emballasjematerialer	93
	b) Pakkemaskinen	95
	c) Pakkingen	95
J.	LAGRING AV SMØR	96
1.	<u>Kjøling</u>	96
2.	<u>Lagring</u>	97
3.	<u>Fryselagring</u>	98
K.	FRYSELAGRET FLØTE SOM TILSETNING TIL KJERNE- FLØTEN	99
L.	KJERNEMELKEN	101
M.	KONTINUERLIG SMØRFREMSTILLING	104

I INNLEDNING

A. HISTORIKK

Det er grunn til å anta at smøret og dets fremstilling var kjent allerede årtusener før vår tidsregning. Det kan sannsynligvis spores tilbake til den første faste bosetting av mennesker. Etter alt å dømme var det særlig i de kalde regioner av den tempererte sone at produksjonen fra først av kom igang og fikk nevneverdig betydning.

I de nordiske land var handelen med smør betydelig allerede i sagatiden. Dette tyder på at smørtilvirkningen har meget gamle tradisjoner hos oss. At smørtilvirkningen hadde stor betydning fremgår også av det forhold at smøret ble nyttet som verdimåler. En vet videre at det ble eksportert smør fra Bergen til England og Tyskland i det 12. og 13. århundre. Den tyske meierihistoriker BENNO MARTINI mener at Norge på denne tid sto langt foran andre land når det gjaldt smørproduksjonen.

De viktigste punkter i smørets og den tidligere smørteknologien's historie er gjennomgått i Meieribrukshistorie. Vi skal bare repetere at man frem til omkring 1890, da separatoren ble tatt i bruk, var henvist til å benytte fløteavsetningsmetoden for skumming av fløten. Gustaf de Laval's oppfinnelse av separatoren i 1878 var således et vesentlig steg i smørtilvirkningens historie. Omtrent samtidig med at separatoren ble innført i meieribruket, begynte man å pasteurisere fløten, samtidig som man arbeidet videre med å forbedre smørets konsistens. Senere på 1890-tallet, fulgte innføringen av renkulturer av melkesyrebakterier til syrning av fløten, og ved århundreskiftet fikk man overgang til kjerneeltere.

På begynnelsen av 1900-tallet ble det gjennomført innledende studier over smørets aroma. Man ble således tidlig klar over at smørets aroma utvikles av melkesyrebakterier og av spesielle aromadannende bakterier.

Da separatoren ble innført kunne skummingen utføres på meget kort tid samtidig som smørutbyttet økte med 20-30 %. Det ble nå opprettet et stort antall smørmeierier. Således var det i 1900 hele 780 meierier i drift her i landet, det største antall vi noen gang har hatt.

Utviklingen i årene etter første verdenskrig førte til en sterk økning i produksjonen av melk og meieriprodukter. Melkeoverskuddet ble fortrinnsvis lagret i form av smør. Det ble derfor nødvendig med reguleringslagring og eksport av smøret, forhold som gjorde at det ble stilt større krav til smørets kvalitet og holdbarhet. Det ble derfor nødvendig å intensivere arbeidet med å fremme produktkvaliteten. Det ble spesielt lagt vekt på å bedre smørets konsistens og holdbarhet, og man fikk en intens utvikling innen produktteknologien for smør, en utvikling som siden har fortsatt frem til i dag.

B. FORSKRIFTER OG KONTROLL

Den offentlige kontroll av tilvirking, merking og omsetning av smør sorteres under det 4. landbrukskontor i Landbruksdepartementet som har Meierilaboratoriet som utøvende kontrollinstans. Landbruksdepartementet har utarbeidet "Forskrifter om tilvirking, merking og omsetning av smør og smørfett" fastsatt ved klg.res. av 16. november 1962.

Forskriftene sier at man med smør forstår et fettholdig produkt som utelukkende er tilvirket av melk. Når produktet er tilvirket av melk fra andre dyrearter enn ku, skal navnet på dyrearten angis i forbindelse med betegnelsen smør, f.eks. geitsmør.

Videre heter det at en vare bare må tilbys til salg eller innføres under betegnelsen smør når den alene er tilvirket av melk.

Meieribrukets kvalitetskontroll av smør gjennomføres ved to typer kontrollopplegg: ordinær bedømmelse og holdbarhetsbedømmelse. Den ordinære bedømmelse forestås av Meierilaboratoriet mens holdbarhetsbedømmelsen formelt forestås av Norske Meieriers Salgssentral (NMS). Resultatene fra begge typer bedømmelser danner grunnlaget for kvalitetsbetalingen til meieriene.

I overensstemmelse med reglementet for de ordinære bedømmelsene plikter produksjonsmeieriene å sende inn prøver av hver dags hovedproduksjon til den NMS-avdeling de naturlig sorterer under. Dessuten uttas det ved NMS-avdelingene prøver av de smørpartier meieriene leverer for salg. Prøvene blir kvalitetsvurdert med hensyn til sensorisk kvalitet og kjemisk sammensetning. Tre autoriserte dommere vurderer hver for seg produktenes organoleptiske egenskaper, mens dommernes gjennomsnittspoeng blir utslagsgivende for kvalitetsbetalingen.

For holdbarhetsbedømmelsen sender meieriene inn én prøve pr. måned. Ved ankomst til bedømmelsesstedet bedømmes prøvene sensorisk og analyseres med hensyn til innhold av koliforme bakterier, mugg og gjær og gelatinsmeltere. Smørprøvene inkuberes deretter 14 døgn ved 13^o C og bedømmes på nytt. Gjennomsnittlig oppnådd poeng ved 1. og 2. gangs bedømmelse danner grunnlaget for kvalitetsbetalingen til meieriene.

Fra 1.1.1975 gikk Norske Meierier over til å bruke kvalitets- og kontrollmerket "TINE" for meieriprodukter som tilfredsstilte kravene fastsatt i "Regler for bruk av kvalitets- og kontrollmerket TINE". I disse reglene heter det at TINE-merket smør skal:

1. tilfredsstill de krav som er fastsatt i lover og offentlige forskrifter, herunder Landbruksdepartementets "Forskrifter om tilvirking, merking og omsetning av smør",
2. være fremstillet av fløte som er forskriftsmessig pasteurisert,
3. være pakket på den måte og holde den vekt som Styret i NML/NMS til enhver tid har fastsatt,
4. ved bedømmelser i samsvar med § 10 oppnå minst 3 poeng.

For TINE-merket Fjell- og Gårdssmør gjelder de samme kravene bortsett fra punkt 2.

C. SMØRETS SAMMENSETNING

Fett og vann er hovedbestanddelene i smør. Det finnes også en del salt, protein, laktose og melkesyre. Videre vil en finne mindre mengder organiske syrer, aromaforbindelser, fosfolipider, enzymer, vitaminer, salter og en del mikroorganismer. Den prosentvise fordeling av stoffene er i høy grad avhengig av den fremstillingsteknikk som benyttes. For norsk normalsaltet smør angis den gjennomsnittlige sammensetning å være:

Fett	82,0 %
Vann	15,5 %
Protein	0,5 %
Laktose og melkesyre	0,4 %
Aske	0,1 %
Salt	1,5 %
	<u>100,0 %</u>

D. PRODUKSJON OG SALG

Produksjonen av smør i Norge var i 1979 20 357 tonn. I tabell 1 har en vist produksjonskvantum for forskjellige år fordelt på smørtype.

Tabell 1. Produsert kvantum og prosentvis andel av forskjellige smørtyper i Norge. (Kilde: Norske Meierier, Årsmelding 1973, 1975, 1977, 1979.)

Smørtype	1973		1975		1977		1979	
	Tonn	%	Tonn	%	Tonn	%	Tonn	%
Normal-saltet x)	18038	82,6	16368	80,8	23246	-	16981	83,4
Setertype	3292	14,8	3143	15,5	-	-	2874	14,1
Fjell og gårdssmør	883	2,6	746	3,7	600	2,5	502	2,5
Total	22213	-	20257	-	23850	-	20357	-

x) Inkluderer "annet smør" f.eks. usaltet.

I perioden 1973 til 1979 ble det norske smøret omsatt som vist i tabell 2.

Tabell 2. Fordeling av smørsalget på forskjellige markeder. (Tallene angitt i tonn.) (Kilde: Norske Meierier, Årsmelding 1973, 1975, 1977, 1979.)

Smørmarked	1973	1975	1977	1979
Ordinært salg	16 500	15 654	16 327	17 877
Iskremfabrikker	1 020	1 219	1 293	1 285
Margarinfabrikker	400	229	222	231
Leverandører (retur)	3 850	1 080	2 434	2 117
Eksport	490	372	5 739	227

Totalforbruket av smør pr. innbygger var i 1979 5,3 kg.

Sammenliknet med de største smørproduserende land blir vår produksjon relativt liten. Dette går klart frem av tabell 3.

Tabell 3. Produsert kvantum smør i 1979 i de største smørproduserende land. (Kilde: FAO monthly bulletin of statistics, 1980, 3, november, s. 30.)

LAND	PRODUSERT SMØRKVANTUM 1000 tonn
1 USSR	1409
2 INDIA	575
3 VEST-TYSKLAND	567
4 FRANKRIKE	547
5 USA	447
6 POLEN	292
7 ØST-TYSKLAND	276
8 NEW-ZEALAND	248
9 PAKISTAN	246
10 NEDERLAND	203
11 JUGOSLAVIA	159
12 DANMARK	131
13 IRLAND	122
13 TYRKIA	122
15 TSJEKKOSLOVAKIA	120
16 BELGIA-LUXEMBURG	106

II MELKEKVALITETEN

Ved fremstilling av smør er en avhengig av at melkefettet har en tilfredsstillende hardhet. Gjennom meieriteknisk behandling kan en fremstille smør med tilfredsstillende konsistens dersom melkens jodtall ligger i området 28-42.

Videre ønsker man at melken skal ha et høyt innhold av oksydasjonshemmende stoffer og et lavt innhold av stoffer som kan fremme oksydasjon av melkefettet.

A. MIKROBIOLOGISKE EGENSKAPER

Hel eller delvis overgang til tankoppsamling av melk har ført til at tiden fra melking til levering ved meieriet har økt både for tankmelk og til dels også for spannmelk. I tillegg til forlenget kjølelagring av melk på gården, har omlegging til femdagers arbeidsuke ved meieriet i mange tilfelle gitt en ytterligere økning i melkens lagringstid i dypkjølt upastuerisert tilstand.

Ved melkens- og kjernefløtens pasteurisering på meieriet kan en regne med at det praktisk talt bare er sporedannende bakterier som overlever, og som derved overføres til smøret. Men mikroorganismene kan ha vært årsak til uheldige omdannelser i melken før den blir pasteurisert. De største problemene kan imidlertid forårsakes av de proteolytiske og lipolytiske enzymene mikroorganismene produserer. De aktuelle enzymene er ofte meget termoresistente og kan derfor være aktive i den ferdigpasteuriserte melken og i kjernefløten.

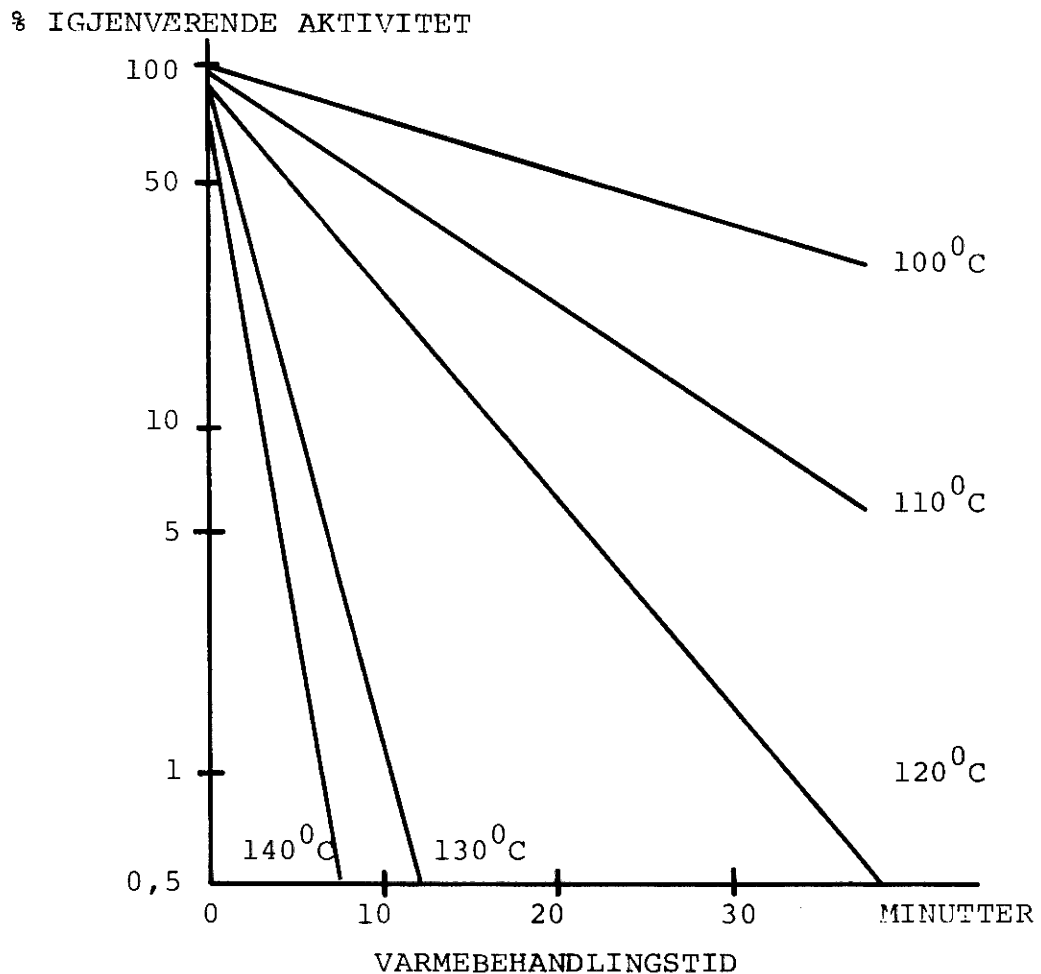
De psykrotrofe bakteriene som ofte kan være dominerende i den dypkjølte og langtidslagrede upasteuriserte melken, virker ofte sterkere nedbrytende på fett og protein enn den mikroflora en tidligere fant i leverandørmelken. I tabell 4 og i figur 1 har en vist eksempler på hvor varmetolerante de aktuelle enzymene kan være. Av tabell 4 ser en at lipase fra en *Pseudomonas*-art måtte holdes ved 100° C i 51 minutter for at en skulle oppnå en 90 % reduksjon av enzymets aktivitet. Resultatene gjengitt i figur 1, som også gjelder lipase fra *Pseudomonas*, viser at enzymet etter en holdetid på 25 minutter ved 100° C fremdeles hadde en aktivitet på ca. 50 % av den opprinnelige.

Tabell 4. D-verdier for inaktivering av lipase fra Pseudomonas-sp og Micrococcus-sp dyrket i skummet melk. (Kilde: Hedlund, B. 1976: "Mikroorganismene dør, men lipaserne overlever", Nordeuropæisk mejeritidsskrift 42 (7).)

INAKTIVERINGS- TEMPERATUR °C	LIPASE FRA PSEUDOMONAS-sp	LIPASE FRA MICROCOCCUS-sp
	D-VERDI x)	D-VERDI x)
100	51	9
120	18	5
140	3,8	2
160	1,25	1

x) D-Verdi = den tid det tar å inaktivere 90 % av lipasen ved en gitt temperatur

Figur 1: Prosent igjenværende aktivitet av ekstracellulær lipase fra *Pseudomonas* sp. 21 b etter forskjellig kombinasjon av inaktiveringstemperatur og -tid. (Kilde: XI Nordiske Mejeritekniske kongres, Aarhus, 1977. "Kvalitet i mejeriindustrien" Kongressrapport 1 s. 27.)



Av spesiell betydning er det at bakterielipasene synes å følge fettene og kan derfor konsentreres i fløten og i smøret. De bakterielle lipasene og proteasene viser størst aktivitet i nøytralt miljø, et forhold man skal være klar over ved produksjon av usyrnet eller nøytralisert smør.

Som en forstår er det av vesentlig betydning å forsøke å hindre utviklingen av psykrotrofe bakterier i melken. Melken må derfor pasteuriseres så snart som mulig etter at den kommer til meieriet. Dersom pasteurisering ikke kan finne sted umiddelbart etter mottak, må melken kjøles til 4° C eller lavere og holdes ved denne temperatur inntil pasteurisering kan finne sted. (Se §§ 20 og 23 i "Forskrifter om melk og fløte m.v." av 20. november 1973.)

B. LIPOLYSE OG OKSYDASJON

Smaksfeil som "harsk" og "oksydert" som skyldes omdannelser av fettene forekommer relativt ofte i melk. "Harsk" melk fremkommer ved spalting av triglyceridene, mens "oksydert" er en smaksfeil som skyldes en ren oksydasjon av umettede fettsyrer i melkefettet. Feil som skyldes oksydasjon blir ofte betegnet som "metallsmak", "blekksmak" eller "solmak", men skal ifølge "Nordisk feilnomenklatur for konsummelkprodukter" betegnes som "oksydert".

1. Lipolyse

Som en følge av et høyere antall psykrotrofe bakterier i leverandør melken er mengden aktiv lipase i den pasteuriserte melken ofte høyere nå enn tidligere. Dessuten har nyere melkings- og inntransportmetoder lett for å gi melken en relativt hard mekanisk behandling som fører til en destruksjon av fettkulenes beskyttende membran.

Lipolysen induseres altså av tilstedeværelsen av lipase og av fettkuler med destruert membran. Da både lipase og fettkuler konsentreres i smøret, kan forholdene i smøret ligge godt til rette for utvikling av harsk smak.

Graden av lipolyse kan enklest registreres ved titrering av fettets frie fettsyrer og å uttrykke dette som syregrad. Fra Danmark er det rapportert at syregraden i smør har vist en stigende tendens.

Nymelket melk har en syregrad på ca. 0,4, mens smørets syregrad i mange tilfeller ligger rundt 1 og til og med høyere. Syregraden kan defineres som forbrukt antall ml 1 N KOH pr. 100 g fett. Egne upubliserte undersøkelser av 51 prøver normalsaltet norsk smør viste at syregraden varierte fra 0,64 til 3,13 med et gjennomsnitt på 1,39.

En dansk undersøkelse har vist at gjennomsnittlig syregrad i smøret på 1,28 og 1,18 ved to meierier ga lave smaks-poeng. Smøret ble ofte anmerket for "harskt". Resultatene fra fem meierier som var med i undersøkelsen er gjengitt i tabell 5.

Tabell 5. Gjennomsnittlig syregrad og smakskarakter for smør fra 5 danske meierier. (Kilde: Næslund, A., 1978, "Syregraden burde indgå i mælkens afregning" Mælkeritidende, 91 (35) : 829-832.)

MEIERI	SYREGRAD I SMØR	SMAKSKARAKTER ETTER		ANMERKNING
		2-3 UKER	7 UKER	
1	1,28	9,7	7,9	OFTE HARSKT
2	1,18	9,6	8,8	OFTE HARSKT
3	1,06	11,3	10,3	
4	1,04	11,2	9,2	
5	0,85	11,3	10,7	

Selv om den titrimetriske metoden for bestemmelse av smørfettets syregrad er den vanligste måten å angi graden av lipolyse på, har man ofte stilt spørsmålet om det kan sies å være en klar sammenheng mellom syregrad og "harsk" smak. Lipasesmaken eller "harsk" smak i smør skyldes hovedsakelig de kortkjedede (C 4 - C 10) fettsyrene. Disse fettsyrene har mye lavere smaksterskel enn fettsyrer med lengre kjeder.

De kortkjedede fettsyrene er vannløselige og går således for en stor del over i skummetmelken ved separering og i kjernemelken og eventuelt i skyllevannet ved kjerning. Konsekvensen av dette blir at en del smør som har mye frie fettsyrer med lange kjeder ikke får smaksfeil som skyldes lipolyse. Slikt smør kan imidlertid ha en høy syregrad fordi en ved bestemmelsen av syregraden ikke registrerer innholdet av de kortkjedede fettsyrene, men de langkjedede (> C 10) fettløselige fettsyrene.

Selv om høy syregrad ikke alltid gir smaksfeil på smøret, indikerer en høy syregrad at melkens og fløtens mekaniske behandling kan ha vært for kraftig, at lagringstiden kan ha vært for lang eller lagringstemperaturen høy. Det indikerer videre at det har funnet sted en mikrobiell kontaminasjon, spesielt av psykrotrofe bakterier med varme-stabile lipaser. På denne bakgrunn gir syregraden nyttig informasjon til meieriteknologen om melken og fløtens behandling, og om hvilket smør som bør og hvilket som ikke bør lagres (Deeth et al. 1979).

2. Oksydasjon

Oksydasjon av melkefettet kan ofte føre til alvorlige smaksfeil i smør. Selve oksydasjonen betegnes vanligvis som autoksydasjon. Den vil bli nærmere behandlet i hovedkurset i Meieriteknologi.

Oksydasjonen påvirkes av faktorer som:

- oksygenkonsentrasjonen
- red-oks-potensialet
- temperatur
- pH
- innholdet av katalysatorer
- innholdet av inhibitorer
- lysbestråling

Deeth, H. C., C. H. Fitz-Gerald & A. F. Wood, 1979.

"Lipolysis and butter quality", The Australian Journal of Dairy Technology, 34 (4) 146-149.

Det finnes ingen kjent teknikk for helt å unngå oksydasjonsfeil i melkefett. I melk med relativt høy bakterieaktivitet, vil det relativt raskt finne sted en reduksjon i oksygeninnholdet. Det skapes et reduserende miljø som fører til en redusert fare for oksydasjonsreaksjoner. I dagens dypkjølte melk vil bakterieaktiviteten ofte være forholdsvis lav. Resultatet kan bli en melk som lettere utsettes for oksydasjon enn en ikke dypkjølt melk med høyere bakterieaktivitet.

Oksydasjonen foregår lettere ved lav pH enn ved nøytral pH.

Tunge metaller, især kopper (Cu), virker prooksydativt. I smør regner en at det bare er Cu tilført melka etter melking som fremskynder oksydasjonen. Det er derfor særdeles viktig å unngå kontaminasjon av Cu til melken. Registreres det til stadighet oksydasjonsmak på melken fra en leverandør eller fra et meieri, trenges det et nøye ettersyn av rørmelkingsanlegg, melkesiler, bøtter, kraner o.l. for å registrere og eventuelt bytte ut deler der melken kan komme i direkte kontakt med kopper eller kopperlegeringer.

Fettkulemembranen spiller en viktig rolle i fettets oksydasjon. Oksydasjonen starter i membranen. Det er sannsynlig at oksydasjonen starter i membranens fosfolipider som inneholder en relativt stor andel polyumettede fettsyrer som en vet oksyderes lett.

Resultatet av oksydasjonen er at det dannes α , og β -karbonylforbindelser. Smaksfeilen som fremkommer i smøret skal i alminnelighet benevnes "oljet". Dersom smaken er særlig fremtredende gis den benevnelsen "tranet" eller "fisket".

C. FØRING

Smør får lett smaksfeil dersom det produseres av melk fra besetninger som går på beite av kløverhå eller som får store mengder turnips i førrasjonene.

Også kålrot og dårlig silofôr synes å ha uheldig virkning på smaken i smøret. Som praktisk råd bør det oppfordres til å la fôring med smakssettende fôrmidler skje umiddelbart etter melking, slik at tiden mellom fôring og melking blir så lang som mulig.

Ikke bare smørets smak, men også dets konsistens vil være påvirket av fôrrasjonens sammensetning. I beiteperioden vil smøret gjerne bli for bløtt med jodtall i fettene på 40 eller høyere, mens det i innefôringen ofte blir for hardt med jodtall i fettene på under 30. For å heve melkefettets jodtall om vinteren, kan man anbefale en tilstrekkelig mengde surfôr av beitegras som gis sammen med en hensiktsmessig kraftfôrblending. En fôring som gir et jodtall i melkefettet på 33-35 ansees som det mest idélle for produksjon av smør både vinter og sommer.

Også smørets farge påvirkes av fôringa. Vintersmøret ble tidligere tilsatt vegetabilsk farge fordi det ellers ofte ble for bleikt. Smørets farge kan bedres dersom det fôres med beitegras, surfôr av beitegras eller kunsttørket beitegras. Disse fôrmidlene vil øke smørets innhold av fettløselige vitaminer og karotinoider. Dagens utstrakte bruk av silofôr har trolig ført til redusert fargeforskjell på vinter og sommersmør.

Da beitegras i form av surfôr eller som kunsttørket øker innholdet av fettløselige vitaminer i melken, vil innholdet av vitamin E øke. Vitamin E (tokoferol) er den viktigste antioksydant i smøret og har således direkte betydning for fettets oksydasjonsstabilitet.

D. MELKENS SYRNINGSEVNE

Ved fremstilling av syrnet smør har selve syrningen av fløten avgjørende betydning for kvaliteten. Melkens evne til å gi tilfredsstillende syrning ved tilsetning av kulturer av melkesyre bakterier varierer.

Det kan således være store forskjeller på melk fra ulike dyr når det gjelder syringsevnen. Et høyt innhold av aktivatorer, som f.eks. enkelte ko-enzymmer, metallsalter og vitaminer gir melken gode syringsegenskaper. Et høyt innhold av sitronsyre er f.eks. fordelaktig med hensyn til aromadannelsen.

Melk som skal anvendes til fremstilling av syrnede produkter, så som kulturmelk, ost og syrnet smør må ikke inneholde antibiotika eller rester av desinfeksjonsmidler. Gal bruk av moderne rengjørings- og desinfeksjonsmidler i meieriet kan føre til store tap ved at veksten av melkesyrebakteriene og de aromadannende bakteriene hemmes. Manglende syring kan også skyldes bakteriofager.

E. FETTDISPERSJONEN

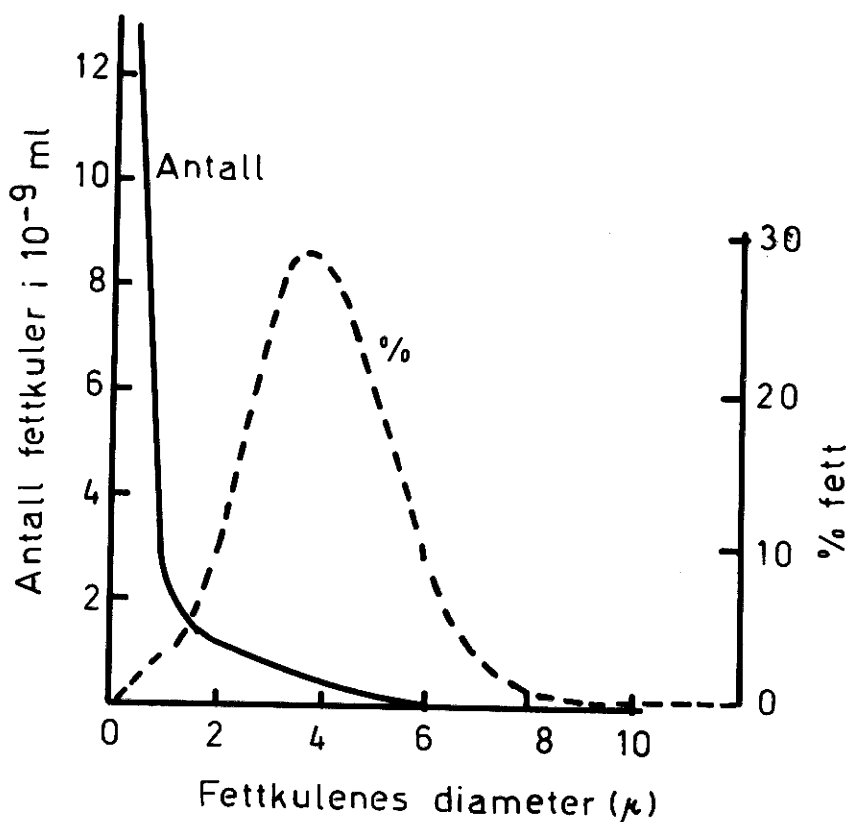
For smørfremstillingen er det først og fremst fettene og fettkulene i fløten som er av interesse. Melkefettets og fettkulenes fysiske og kjemiske egenskaper gjennomgås også i kurs i Meierikjemi. Her skal en bare kort nevne enkelte forhold som har spesiell betydning ved fremstilling av smør.

De fysiske-kjemiske egenskapene for fettene i den melken eller fløten som leveres til smørmeieriet er aldri de samme fra dag til dag. Egenskapene kan variere med f.eks. fôr-sammensetningen, dyrenes avstamning, og laktasjonsstadium. Dette har betydning både for kjerningstiden, renkjerningen og smørets kvalitet.

1. Fettkulenes størrelsesfordeling

Fettet i melk og fløte foreligger i små kuler og danner en fett-i-vann eller en fett-i-skummetmelk emulsjon. Fettkulenes størrelse varierer fra under 0,1 til ca. 20 μ i diameter, med få kuler med større diameter enn 10 μ . Det kan være vanskelig å gi en god presentasjon av størrelsesfordelingen av fettkulene. En frekvensfordeling basert på antall fettkuler, N , med en diameter mellom d og $d + \delta d$ er vist i figur 2. Verdiene i figuren gjelder for Friesisk kveg. Fordelingen kan også uttrykkes som en volum-frekvensfordeling, som så kan gi uttrykk for hvor stor prosentvis andel av melkens fett som stammer fra fettkuler med forskjellig diameter. Også en slik fremstillingsform er gitt i figur 2. Av figuren ser en at melken inneholder et ekstremt høyt antall små fettkuler, som imidlertid bare representerer noen få prosent av melkens fettmengde. En vesentlig del av de små fettkulene vil forøvrig gå over i kjernemelken under kjerningen. Fettkuler med en midlere diameter utgjør hoveddelen av fettene, mens fettkuler med stor diameter er sjeldne og utgjør således en beskjeden fettmengde.

Figur 2. Antall fettkuler, og prosentandel av fett tilstede i fettkuler med forskjellig diameter. Kurvene gjelder for Friesisk kveg med 3,9 % fett. (Kilde: Walstra, P., 1969: "Studies on milk fat dispersion. II. The globule-size distribution of cow's milk" Neth. Milk Dairy J. 23 (2): 99-110 og Mulder, H. & P. Walstra, 1974: "The milk fat globule" Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, the Netherlands.)



Fettkulenes størrelse og størrelsesfordeling varierer med kuraser, individer og laktasjonsstadium. Jersey- og Guensey-kveg gir således større fettkuler enn Friesisk kveg. Fettkulene er mindre mot slutten av laktasjonen enn i begynnelsen. Antallet fettkuler pr. ml er meget stort.

Ved hjelp av nyere analysemetoder som fluorescensmikroskopi, spektroturbidimetri og bruk av "Coulter counter"-teknikk, er det mulig å gjøre en sikrere observasjon av antall fettkuler i melk enn tidligere. I motsetning til tidligere gjør disse metodene det mulig å telle de minste fettkulene som finnes i et stort antall. Walstra (1969) fant således at antall fettkuler var omtrent 10 ganger høyere enn tidligere observert. Antallet fettkuler kan ifølge Walstra (1969) være i størrelsesorden $15 \cdot 10^9$ pr. ml melk. Den samlede fettkuleoverflate vil være i størrelsesorden $1,5 \text{ m}^2$ pr. gram fett. Det er denne fettkuleoverflaten som er av særlig interesse under de første faser av kjerningen.

2. Fettkulemembranen

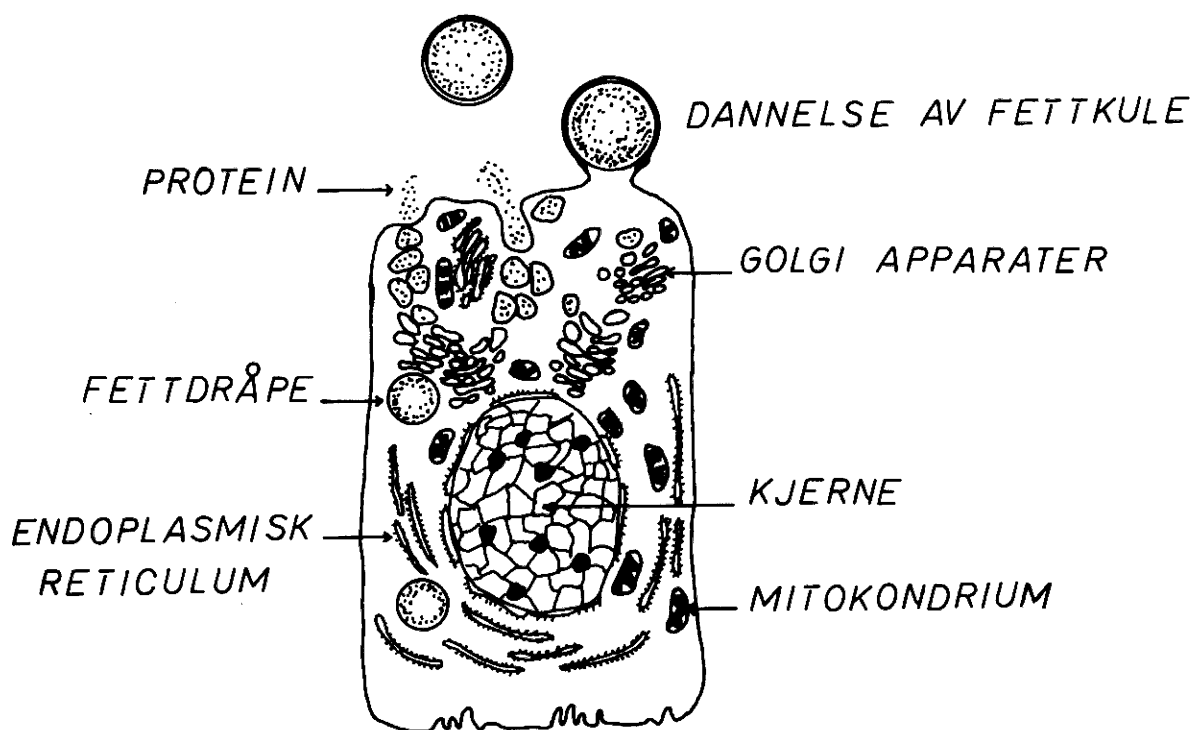
Fettkulene er omgitt av en tynn ca. 10 nm tykk membran som hovedsakelig består av protein og fosfolipider. Den angitte tykkelsen av membranen varierer fra kilde til kilde. Variasjonen i resultatene kan dels skyldes prøvens bearbeiding, selve analysemetoden og en faktisk naturlig forskjell. Ved hjelp av en teknikk med betegnelsen "ellipsometri" målte Langley (1977) en membrantykkelse på $7,6 \pm 1,1$ nm. Denne tykkelsen er omtrent den samme som for et lamellært dobbeltlag av fosfolipider.

Walstra, P., 1969 "Studies on milk fat dispersion. II. The globule-size distribution of cow's milk", Neth. Milk Dairy J. 23 (2): 99-110.

Langley, K. R., 1977 "The thickness and refractive index of milk-fat globule membrane as determined by ellipsometry" Journal of Dairy Research, 44: 133-137.

Det er utført en rekke arbeider for å klarlegge fettkulemembranens sammensetning og dens strukturelle oppbygging. Det synes å være klart at fettkulemembranen stammer fra plasmamembranen som er rundt de cellene i alveolene som danner melk. Dannelsen av en fettkule med membran er vist skjematisk i figur 3.

Figur 3. Skjematisk illustrasjon av en melkeproduserende celle. (Kilde: Patton, S. & T. W. Keenan, 1975: "The milk fat globule membrane", Biochimica et Biophysica Acta, 415 (3): 273-309).



Tabell 6 som viser hovedkomponentene i fettkulemembranen og de relative mengdene av disse, forteller at proteinet utgjør omtrent 40 % av membranen og at fosfolipider utgjør ca. 27 %. En må imidlertid være oppmerksom på at disse verdiene kan variere svært mye.

Tabell 6. Hovedkomponentene i fettkulemembranen og den prosentvise fordelingen av disse. (Kilde: Mulder, H. & P. Walstra, 1974: "The milk fat globule", Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, the Netherlands.)

FORBINDELSE	VEKTPROSENT AV FETTKULEMEMBRANEN
PROTEIN	41
FOSFOLIPIDER	27
CEREBROSIDER	3
KOLESTEROL	2
NØYTRALE GLYSERIDER	14
VANN	13

Analyser av proteinfraksjonene i fettkulemembranen har gitt svært forskjellige resultater. Noen observasjoner indikerer at det finnes minst 30 forskjellige polypeptider. Fettkulemembranens protein inneholder i følge Anderson & Cawston (1975) relativt mye glutaminsyre, asparginsyre og leucine, men også ganske mye serine og threonine. Innholdet av tyrosine, histidine og svovelholdige aminosyrer har vist seg å være relativt lavt.

Anderson, M. & T. E. Cawston, 1975: "Reviews of the progress of dairy science. The milk-fat globule membrane". Journal of Dairy Research 42: 459-483.

Flere observasjoner tyder på at membranproteinene kan klassifiseres i to omtrent like store grupper. Den ene gruppen er karakterisert som glycoprotein og inneholder rester av hexoser, hexoasaminer og sialsyre (sialicacid). Den andre gruppen kalles ofte "rødt protein" på grunn av sin rødlige farge.

Fosfolipidene (fosfoglyceridene) i fettkulemembranen utgjør ca. 60 % av melkens totale fosfolipid innhold, mens resten er knyttet til membranfraksjoner i skummetmelken.

De viktigste fosfolipidene er; phosphatidylcholine (lecithin eller choline phosphoglyceride) som utgjør omtrent 36 % av fosfolipidene, phosphatidylethanolamine (Cephalin eller ethanolamine phosphoglyceride) 27,5 % og spingomyelin 22 %. Fosfolipidene i membranen inneholder vesentlige mengder umettede fettsyrer (18:1 og 18:2), men bare små mengder umettede fettsyrer med lengre kjeder.

Hovedmengden av det nøytrale fett i fettkulemembranen er triglyserider (ca. 90 %). Disse triglyseridene inneholder en større andel fettsyrer med lange kjeder enn de øvrige triglyserider i melk, og karakteriseres gjerne som høyt-smeltende.

Sterolene foreligger hovedsakelig i fri form. Kolesterol er den viktigste av sterolene, men lanosterol og dihydro-lanosterol er også funnet.

Foruten hovedkomponentene som er nevnt foran, er en rekke enzymer lokalisert i membranen. Størst interesse har vært rettet mot: xanthine oxidase, sur og alkalisk fosfatase, nucleotid pyrofosfatase, ATP-aser og 5'-nucleotidase.

I fettkulemembranen finner en også naturlig forekommende kopper (ca. 10 µg/100 g fettkule) samt jern og molybden.

Vitamin A er lokalisert i fettkulemembranen i en mengde anslått til ca. 20 µg/100 g fettkule, mens sukkerartene glukose og galaktose forekommer sannsynligvis som deler av glycoproteinene.

Tidligere var man av den oppfatning at de forskjellige komponentene i fettkulemembranen var ordnet i klart avgrensede skikt som var organisert i forhold til hverandre på bestemte måter. Nyere undersøkelser har vist at en slik ordning ikke finnes. Om det finnes en ordning er den iallefall vesentlig mindre klar enn tidligere antatt.

En rekke observasjoner tyder på at membranen har en annen konsentrasjon av enkelte komponenter på yttersiden enn på innersiden. En antar da at fettene i membranen foreligger som et dobbeltlag. I dette laget tyder analyser på at fosfolipider som inneholder cholin (f.eks. phosphatidylcholine) er konsentrert i dobbeltlagets yttre halvdel, mens phosphatidylethanolamin og phosphatidylserine er konsentrert i den indre halvdelen.

Når det gjelder membranens proteiner antar Patton & Keenan (1975) på grunnlag av forskjellige observasjoner, at en del av proteinene er symmetrisk fordelt over membranen. Det antydes f.eks. at enkelte av proteinene er lokalisert på membranens overflate, mens andre er lokalisert på membranens innerflate. Det er også antatt at glykoproteinenes karbohydratdel er orientert mot ytterflaten.

Patton, S. & T. W. Keenan, 1975: "The milk fat globule membrane", *Biochimica et Biophysica Acta*, 415 (3): 273-309.

De enkelte enzymerne synes å være konsentrert enten mot yttersiden eller mot innersiden av membranen. Enzymet 5'-nucleotidase antas å være mest aktivt i membranens yttre lag, mens ATP-asene, xanthine oxidase og alkalisk fosfatase sannsynligvis er lokalisert i den indre delen av membranen.

3. Melkefettets emulgering

Fettkulene i melken er emulgert i melkeserumet. Ved henstand vil det skje en oppfløting av fettkulene. En skal imidlertid være klar over at fettene i fløtelaget fremdeles er til stede som fettkuler som lett kan fordeles i melkeserumet igjen f.eks. ved omrøring. Det har således ikke skjedd noen bryting av emulsjonen fett-i-skummetmelk.

For å oppnå en samling av fettene slik som ved fremstilling av smør, må en bryte fettkulenes emulsjonsstabilitet. Det er fettkulemembranens oppbygging og særlig dens overflateaktive lipo-proteinkompleks som i første rekke forhindrer fettkulene å smelte sammen. Fosfolipidene med sin dipolare karakter bidrar i vesentlig grad til å gi fettkula en elektrisk ladning ved nøytral pH. Fettkulenes isoelektriske punkt er omkring pH 4,5. Fettkula vil ha en negativ overskuddsladning ved pH over 4,5 og en positiv ladning når miljøet blir surere. Ved det isoelektriske punkt slutter fettkulene å frastøte hverandre på grunn av elektrisk ladning. Nå vil van der Waalske krefter kunne trekke fettkulene til hverandre. Dette er antagelig hovedårsaken til at sur fløte gir kortere kjerningstid og bedre renkjerning enn søt fløte.

Emulsjonen av fettene i melken eller fløten er altså delvis påvirket av de faktorer som påvirker dissosiasjonsgraden av lipo-proteinkomplekset i fettkulemembranen. Forhold som miljøets surhetsgrad, temperatur og elektrolyttens art og konsentrasjon er derfor av betydning for fettkulenes stabilitet.

Dette kan være med å forklare hvorfor helt nypasteurisert fløte er vanskeligere å kjerne enn fløte som får stå en stund mellom pasteurisering og kjerning. Normalt vil fettkulene ha en negativ overskuddsladning. Ved pasteurisering vil en del av fløtens frie Ca^{++} -ioner bindes og felles ut. En slik binding av positive ioner vil kunne føre til en enda sterkere negativ ladning på fettkulenes overflate og således gi en øket emulsjonsstabilitet av fett. Ved henstand vil imidlertid en del av de bundene Ca^{++} -ionene igjen dissosiere og emulsjonsstabiliteten blir mindre enn umiddelbart etter pasteuriseringen.

En entydig forklaring på fettkulenes emulsjonsstabilitet finnes ikke. Fettkulemembranenes ekstremt kompliserte sammensetning gjør eksperimentelle analyser meget vanskelig. En del av stabiliteten er som nevnt knyttet til proteinenes og fosfolipidenes emulgerende egenskaper.

F. MELKEFETTETS SAMMENSETNING, SMELTEPUNKT OG STIVNEPUNKT

En grundigere omtale av dette temaet gis i andre deler av studiet. Her vil en nevne enkelte forhold av spesiell betydning for smørteknologien.

Melkefettet, som består av en komplisert blanding av forskjellige triglycider med ulike egenskaper, kan regnes som flytende ved romtemperaturer over 40° C og fullstendig stivnet ved temperaturer lavere enn -40° C. Fettsyresammensetningen i melkefettet varierer med årstid, tidspunkt i laktasjon og med føring. En viss arvelig variasjon i fettsyresammensetningen er også funnet.

Undersøkelser utført av Syrstad et al. (1981) viser at en økning av fettprosenten gjennom avlsmessige tiltak automatisk vil føre til en økning i den relative andelen av kortkjedede mettede fettsyrer og en tilsvarende nedgang i andelen av umettede syrer.

I en norsk undersøkelse av ca. 7 000 melkeprøver fra ca. 3 500 kyr bestemte en i alt 18 ulike fettsyrer gasskromatografisk. Det gjennomsnittlige prosentiske innholdet av de mer kjente av disse syrene er gjengitt i tabell 7.

Tabell 7. Det gjennomsnittlige prosentvise innhold av de mest alminnelige fettsyrene i norsk melk. (Kilde: Syrstad, O., N. Standal & Ø. Karijord (1981): "Feittsyresammensetningen i mjølk", Meieriposten 70 (5) : 116-118.)

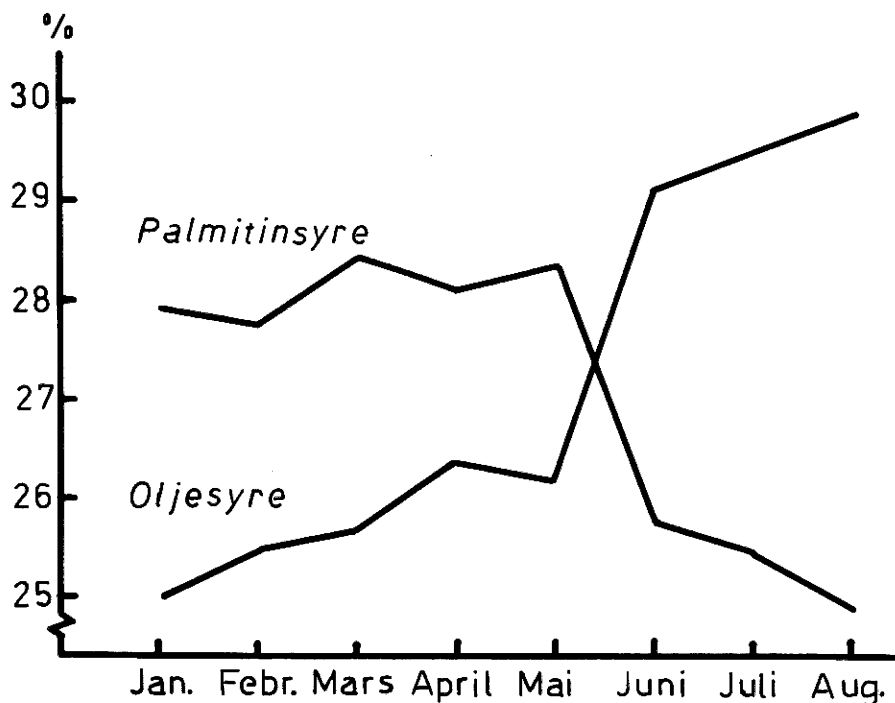
SYRE		PROSENT
Kaprinsyre	C 6 : 0	2,0
Kaprylsyre	C 8 : 0	1,2
Kaprinsyre	C 10 : 0	2,6
Laurinsyre	C 12 : 0	3,0
Myristinsyre	C 14 : 0	10,9
Palmitinsyre	C 16 : 0	28,0
Stearinsyre	C 18 : 0	11,6
Oljesyre	C 18 : 1	25,8
Linolsyre	C 18 : 2	1,7
Linolensyre	C 18 : 3	1,4
Eicosensyre	C 20 : 1	

Syrstad, O., N. Standal & Ø. Karijord (1981): "Feittsyresammensetningen i mjølk", Meieriposten 70 (5) : 116-118.

Om sommeren, dvs. i beiteperioden, er innholdet av umettede syrer høyere enn i inneførringsperioden, med en tilsvarende nedgang i mengden mettede syrer. Dette er vist i figur 4 som viser variasjon i prosent palmitinsyre og oljesyre fra januar til august for norsk melkefett.

I den første tida etter kalving er innholdet av fettsyrer med korte kjeder lavt. Innholdet av disse syrene når imidlertid et maksimum noe før midten av laktasjonsperioden for så å avta kraftig mot slutten av perioden. Palmitinsyre viser også en slik kurve, mens C 18-syrene har en motsatt variasjon over laktasjonsperioden.

Figur 4. Variasjon i prosent palmitinsyre og oljesyre fra januar til august i norsk melkefett.
(Kilde: Syrstad, O., N. Standal & Ø. Karijord (1981): "Feittsyresammensetningen i mjølk", Meieriposten 70 (5) : 116-118.)



Da man i melkefettet kan regne med å finne minst 18 forskjellige fettsyrer som skal kombineres med glycerol, gir dette et stort antall kombinasjonsmuligheter ved dannelse av triglycerider. Dette fører til at melkefettet ikke har klart definerte smelte- og stivnepunkter. En regner at melkefettets smeltepunkt varierer mellom 28 og 35° C og at det normalt vil ligge i området 30-33° C, mens stivnepunktet vil ligge i temperaturområdet 17-26° C med det normale området i intervallet 17-20° C.

Det synes å være en viss korrelasjon mellom fettsyrenes smeltepunkt og de sammensatte triglyceridenes smeltepunkt. Melkefettets kompleksitet har imidlertid gjort det vanskelig å estimere smeltepunkt på grunnlag av kjent fettsyresammensetning. Etter å ha delt melkefettets triglycerider i fraksjoner med høy, middels og lav molekylvekt ved hjelp av kolonnekromatografi fant Parodi (1981) at det var liten korrelasjon mellom disse triglyceridfraksjonene og melkefettets smeltepunkt. Det er imidlertid funnet god korrelasjon mellom grupper av fettsyrer og smeltepunkt.

Fra fôringslæren har man kjennskap til hvordan enkelte fôrstoffer påvirker innholdet av forskjellige fettsyrer i melkefettet. I innefôringsperioden har melkefettet en fettsyresammensetning som gir melkefett med høyt smeltepunkt, mens beiteperioden gir melkefett med lavt smeltepunkt. Dette er forhold som en tar særlig hensyn til ved temperaturbehandlingen av kjernefløten (se kapitel III A og C).

Ved temperaturer mellom -40 og +40° C er melkefettet en blanding av krystaller av varierende størrelse og olje, hvor oljen, iallfall ved aktuelle kjerningstemperaturer, kan betraktes som den kontinuerlige fasen.

Parodi, P. W. (1981): "Relationship between triglyceride structure and softening point of milk fat". Journal of Dairy Research 48 : 131-138.

Ved dilatometriske målinger fant Mulder & Klomp (1956) at alt melkefettet var i fast form ved -18° C og smeltingen først begynte i temperaturintervallet -2 til -4° C. Ved å sammenlikne innholdet av fast fett i vinter- og sommerfløte kjølt til -18° C før en gradsvise oppvarming til 10° C fant sted, fant Mulder & Klomp (1956) at vinterfløten inneholdt 79 % fast fett mens sommerfløten inneholdt 68 % fett i fast form. Ved 18° C var resultatene henholdsvis 47 % og 35 %.

G. MELKEFETTETS KRYSTALLISASJON

Ved kjøling av fløte som f.eks. har vært pasteurisert, eller på annen måte varmet til en temperatur høyere enn ca. 40° C, vil melkefettet gå fra flytende form og over i krystallform (fast form) etter hvert som temperaturen synker. Krystalldannelsen inntreffer når temperaturen kommer under ca. 30° C og vil holde fram inntil alt fett i fettkulene er gått over i krystallform dersom kjøletemperaturen er lav nok.

Melkefettets krystallisasjon er avhengig av melkefettets sammensetning. Under den meieritekniske behandlingen av kjernefløten skal en være klar over at fettets krystallisasjon påvirkes av kjølingstemperaturen, dvs. om kjølingen skjer raskt eller langsomt, hvor langt ned i temperatur fløten kjøles og om den kjøles kontinuerlig eller diskontinuerlig.

Mulder, H. & R. Klomp (1956): "The melting and solidification of milk fat", The Netherlands Milk and Dairy Journal, 10 (2) : 123-136.

Som nevnt i forrige avsnitt er det vanlig å finne høyere innhold av fast fett i vinterfløte enn i sommerfløte. Dette har sammenheng med melkefettets fettsyresammensetning som igjen influerer på melkefettets jodtal. Ved Statens Forsøgsmejeri i Danmark (Mortensen 1974) har en undersøkt hvordan smørfettets størkningsgrad påvirkes av jodtallet. Størkningsgraden er et mål for hvor stor del av fettene som størkener ved 13^o C ved en bestemt standardisert temperaturbehandling. Størkningsgraden er således et uttrykk for smørfettets krystallisasjonsegenskaper. Bestemmelse av størkningsgrad gjøres ved hjelp av såkalte NMR-målinger (Nuclear Magnetic Resonance). For nærmere omtale av NMR-målinger se Mortensen (1973), Jönsson & Andersson (1976) og Nielsen (1976).

Mortensen, B. K. (1973): "Bestemmelse af indholdet af flytende fedt i smørfedt, fløde og smør ved kernemagnetiske resonansmålinger (NMR)". Bilag til 33. årsberetning fra Statens Forsøgsmejeri, 5.

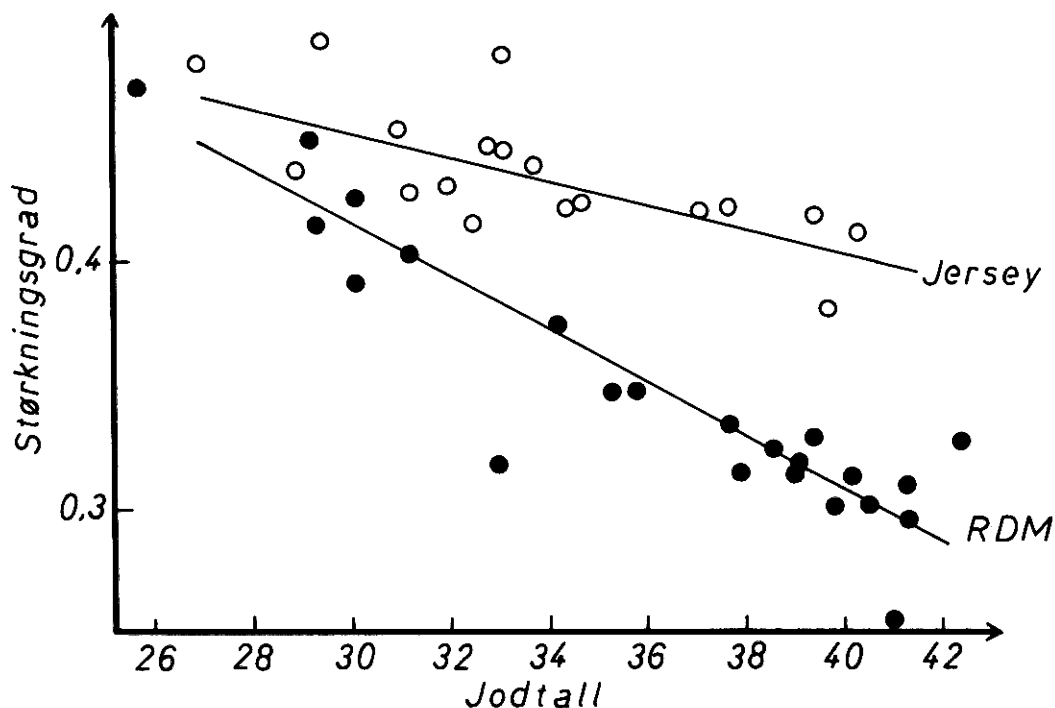
Mortensen, B. K. (1974): "Undersøgelser af konsistens- og krystallisationsforhold i smørfedt fra kvæg af Jersey - og Rød Dansk Malke race". 204. beretning, Statens Forsøgsmejeri, Hillerød, Danmark.

Jönsson, H. & K. Andersson (1976): "Study of the crystallization behaviour of butterfat with pulse NMR". *Milchwissenschaft* 31 (10) 593-598.

Nielsen, Vinter L. (1976): "Studies on the relationship between unsaturation and iodine value of butterfat by high resolution nuclear magnetic resonance (NMR)", *Milchwissenschaft* 31 (10) 598-602.

Figur 8 viser at størkningsgraden avtar når smørfettets jodtall øker. En sammenlikning av smørfett fra Jerseykveg og Rød Dansk Malkerace viste at størkningsgraden kan være forskjellig i smørfett fra forskjellige raser.

Figur 8: Sammenhengen mellom smørfettets jodtall og dets størkningsgrad (RDM = Rød Dansk Malkerace).
(Kilde: Mortensen, B. K. 1974. "Undersøgelser af konsistens- og krystallisationsforhold i smørfedt fra kvæg af Jersey- og Rød Dansk Malkerace", 204. beretning fra Statens Forsøgsmejeri, Hillerød, Danmark.)



Langsom nedkjøling av kjernefløten vil gi store krystaller. Ved krystallasjonens begynnelse dannes det krystaller fra triglycerider med høyt smeltepunkt. Disse krystallene tjener som kim for den krystalldannelse som følger ved videre kjøling, slik at de nye krystallene krystalliserer ut på de som tidligere er dannet.

Når det dannes store krystaller blir antallet relativt lite, noe som gir en totalt sett liten krystalloverflate. Rask kjøling vil gi mange små krystaller med en stor total krystalloverflate. Samme forhold vil også fremkalles ved kraftig omrøring av kjernefløten.

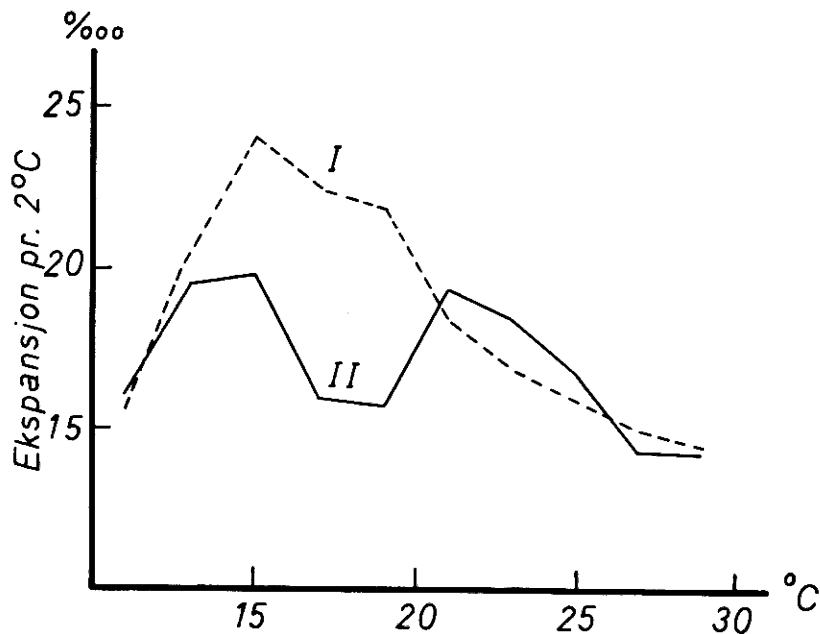
Forståelsen av de særdeles kompliserte forholdene omkring melkefettets krystallisasjon er fremdeles meget mangelfull. Avhengig av temperaturforholdene under avkjølingen vil melkefettet danne krystaller av forskjellig form som skiller seg fra hverandre i måten molekylene er arrangert i selve krystallgitteret. Dette forholdet, melkefettets polymorfe egenskaper, fører f.eks. til at de forskjellige krystallene har forskjellig smeltepunkt. Det finnes vanligvis tre polymorfe hovedmodifikasjoner α , β^1 og β . Det klassiske bevis for tilstedeværelsen av polymorfi er observasjon av flere smeltepunkter. Det er også funnet at melkefett krystalliserer i såkalte blandede krystaller som innebærer at molekyler av forskjellig slag dvs. med forskjellig smeltepunkt inngår i krystallstrukturen i en og samme krystall.

Ved dilatometriske målinger av fløte kjølt på forskjellig måte er det funnet at kontinuerlig kjøling gir høyere andel av fast fett i fløten enn diskontinuerlig kjøling. Mulder (1953) varmet to porsjoner fløte til 60°C . Den ene porsjonen ble kjølt direkte til 0°C ved plassering i smeltende is til neste morgen. Den andre porsjonen ble kjølt til 8°C og holdt ved denne temperaturen en tid. Temperaturen ble så hevet til 19°C og holdt slik noen timer før kjøling til 0°C og henstand ved denne temperaturen til neste dag.

Mulder, H. (1953): "Melting and solidification of milk fat" The Netherlands Milk and Dairy Journal 7 (3) : 149-174.

I figur 9 er ekspansjonskurven for de to fløteporasjonene tegnet opp. Kurve I representerer den kontinuerlig nedkjølte fløten. Kurven viser hva Mulder kaller en normal ekspansjon, med et maksimum ved 15° C. Fløten i kurve II som hadde temperaturbehandlingen (8-19-0) har imidlertid en ekspansjonskurve med to maksimumspunkter. Det viser at to typer fast fett var tilstede i tilfelle II. Den ene typen ble dannet ved 19° C og smeltet ved $20-25^{\circ}$ C og den andre ble dannet ved 0° C og smeltet ved ca. 15° C.

Figur 9: Ekspansjonskurve for fløte kjølt kontinuerlig (I) og for fløte kjølt trinnvis (II).
(Kilde: Mulder, H. (1953): "Melting and solidification of milk fat", The Netherlands Milk and Dairy Journal 7 (3) : 149-174.)



III SMØRFREMSTILLING

A. KJERNEFLØTENS MEIERITEKNISKE BEHANDLING

1. Kjernefløtens behandling ved suppleringsmeieri

Strukturendringene i meieribruket fører til sterkere produksjonsspesialisering for de enkelte meierier. Smørproduksjonen foregår imidlertid fremdeles på relativt mange meierier og har således ikke vært gjenstand for så sterk spesialisering som en kan finne innenfor osteproduksjon og produksjon av konsummelk. En ser likevel at en del av de kombinerte meieriene slutter å kjerne smør og baserer seg på å supplere et konsummelkmeieri med fløte, eller å sende fløten til et nabomeieri som fungerer som kjernesentral for en mindre eller større gruppe meierier.

Suppleringen av fløte fører til at en stadig større del av smøret produseres av fløte som har gjennomgått flere meieritekniske behandlingsledd enn ved tidligere praksis. En skal derfor se litt på den behandling fløten får ved suppleringsmeieriet.

Det normale er at separering av melken i fløte og skummetmelk skjer før pasteurisering. Fra separatoren føres skummetmelken til egen pasteur eller til helmelkspasteur, mens fløten føres til fløtepasteuren. Denne skal være kapasitetstilpasset separatoren. Dette er meget viktig fordi pasteuriseringen av fløten må foregå umiddelbart etter separeringen for å unngå smak på fløten på grunn av aktivitet fra de originære lipasene.

Det er viktig at fløten kjøles så langt ned som mulig (under 4° C eller lavere) umiddelbart etter pasteurisering. Etter nedkjølingen i pasteurens kjøleavdeling vil temperaturen i fløten stige noe som en følge av frigivelse av krystallisasjonsvarme fra melkefettets krystallisasjon.

Det er derfor nødvendig at lagertanker for pasteurisert fløte er utstyrt med kjølkappe og rørverk. Ved produksjon av kremfløte for konsum anbefales det således å holde den pasteuriserte kremfløten på tank med kjøling natten over, slik at krystalliseringen i praksis er ferdig når kremfløten tappes neste morgen. Dersom nypasteurisert og kjølt kremfløte tappes umiddelbart, vil en kunne registrere en uheldig temperaturstigning i pakningen den første tiden etter emballering.

Ved all behandling av melk og fløte på meieriet er det av stor betydning at reinfeksjonen holdes på et minimum. Fløten til smørfremstilling vil, når den kommer frem til produksjonsmeieriet, bli utsatt for en såvidt kraftig varmebehandling at størstedelen av bakteriene tilintetgjøres. Men en rekke av bakterienes omsetningsprodukter vil ikke påvirkes av pasteuriseringen samtidig som hverken deres lipaser eller proteaser inaktiveres ved denne varmebehandlingen. Enzymene vil være aktive i fløten og senere i smøret, og på den måten kunne være årsak til smaksfeil.

2. Kjernefløtens transport til og mottaking ved produksjonsmeieriet

Ved suppleringsforsendelser anvendes det vanligvis uisolerte tanker av rustfritt stål. I enkelte tilfelle er tanken kledd utvendig med et løstsittende dekke av isolasjonsmatter med plastovertrekk.

Ved ankomst til produksjonsmeieriet veies eller måles fløtemengden samtidig som temperaturen registreres. Det tas ut prøve for organoleptisk bedømmelse, fettanalyse og eventuell bakteriologisk analyse.

Ved pumping av fløten fra stasjonær tank til transport-tank og fra transporttank til eventuell veietank eller til lagertank, skal en søke å unngå luftinnblanding og skumdannelse. Dette unngås ved å benytte bunnfylling på tankene. Ved all utskylling av tanker skal en unngå unødig overføring av vann til fløten. Den fløten som, etter skylling av tanker, blir stående igjen i rørnett, overgangsfløten, bør samles opp separat og behandles på nytt ved meieriet.

3. Fløtens fettprosent

For å oppnå ensartet kvalitet på smøret uten å måtte endre fremstillingsteknikk mer en høyst nødvendig, bør fløtens fettprosent holdes lik fra dag til dag. Ved separeringen både ved eventuelle suppleringsmeierier og ved selve produksjonsmeieriet, bør man legge vekt på å innstille fløtens fettprosent så nøye som mulig og likt fra dag til dag.

Fløtens fettprosent vil ha betydning for flere forhold ved smørfremstillingen. Således vil både renkjerningen og kjerningstiden være direkte påvirket av kjernefløtens fettprosent.

Praktisk erfaring har vist at fløtens fettprosent ved kjerning bør ligge omkring 35. I praksis betyr dette at fløten fra separatoren bør ha 36-37 % fett fordi man ved overføring fra én tank til en annen gjerne får en viss fortykning av fløten med skyllevannrester, og fordi tilsetting av syrekultur vil senke fløtens fettinnhold. Dette forhold skal man forøvrig også være klar over ved produksjon av seterrømme og rømme.

4. Fløtens varmebehandling ved produksjonsmeieriet

Uansett hvilken varmebehandling suppleringsfløten har fått før den ankommer produksjonsmeieriet, vil den sammen med meieriets egenfløte bli pasteurisert ved 95-98^o C. Hensikten med denne varmebehandlingen er først og fremst å tilintetgjøre alle patogene bakterier. Mugg og gjær vil også i alminnelighet gå til grunne ved denne temperaturen, slik at eventuell forekomst av mugg eller gjær i det ferdige smør normalt vil skyldes reinfeksjon.

En rekke av melkens originære og bakterielle enzymer vil også inaktiveres ved 95-98^o C. Som nevnt tidligere kan imidlertid enkelte av de psykrotrofe bakterienes proteaser og lipaser være relativt aktive selv etter en såvidt kraftig varmebehandling. Spesielt vil lipasene, som gjerne følger fettene, være uheldig for smørkvaliteten.

Ved en såvidt kraftig varmebehandling som 95-98^oC vil en del av fløtens proteiner denatureres. Ved denne denatureringen vil en del av SH-gruppene fra de svovelholdige aminosyrene cystein, cystin og metionin avspaltes. Det oppstår således forskjellige forbindelser der SH-gruppen inngår som en reaktiv gruppe. Slike SH-grupper virker sterkt reduserende og vil følgelig motvirke en oksydasjon av såvel melkefettet som fosfolipidene. De frie SH-gruppene vil gi fløten en kokt smak som imidlertid vil reduseres under smørets lagring. Undersøkelser har vist at innholdet av frie SH-grupper er maksimalt ved en gitt varmebehandling. Både en svakere og en sterkere varmebehandling vil gi et redusert innhold av frie SH-grupper.

Vyshemirskii & Vasilisin (1972) fant at maksimalt innhold av frie SH-grupper ble dannet ved 115, 105 og 95^o C for fløte med henholdsvis 25, 35 og 45 % fett.

Ved meieriet skjer pasteuriseringen av fløten i fløtepasteurer hvor fløten umiddelbart etter varmebehandlingen gis en kjøling tilpasset den produksjonsteknikk som til enhver tid anvendes.

5. Fløtens kjøling og temperaturbehandling før kjerning

Ved å variere kjernefløtens kjøling etter pasteurisering og dens videre temperaturbehandling før kjerning, kan man i vesentlig grad påvirke det ferdige smørets konsistens.

Som nevnt vil man generelt finne at hurtig nedkjøling av fløten gir grunnlag for dannelse av mange små krystaller både i og utenfor fettkulene, mens en langsom nedkjøling vil gi få og store krystaller. Gjennom adsorpsjon binder krystallene flytende fett til sin overflate. Forekommer samme mengde fast fett i et tilfelle i et stort antall små krystaller og i et annet tilfelle i form av et mindre antall større krystaller, vil den samlede krystalloverflate være mye større i det første tilfelle enn i det andre.

De mange små krystallene binder derfor mer av det flytende fett i fettkulene enn de få store krystallene. Dette betyr at en ved kjerning av fløte med mange små krystaller og ved elting av smør fra slik fløte er i stand til å presse relativt lite flytende fett ut av fettkulene. Dette gir som resultat en liten kontinuerlig fettfase i smøret og derfor et hardt smør. Store og få krystaller vil gi de motsatte forhold, altså relativt stor kontinuerlig fettfase og et bløtere smør.

Vyshemirskii, F. A. & S. V. Vasilisin (1972): "Effect of heat treatment on composition of cream and intensity of pasteurized flavour" Dairy Science Abstracts, 1974, 36 (4), abstract no. 1354.

Ved å variere forholdene ved kjøling og temperaturbehandling av fløten er man i altså istand til, i en viss grad, å påvirke mengden fritt fett (kontinuerlig fase) i smøret. Gjennom kjøling av fløten og ved elting av smøret kan man også ha et visst herredømme over hvilke fettfraksjoner som vil inngå i smørets kontinuerlige fettfase. Dersom melkefettet er hardt ønsker man for eksempel at så mye lavtsmeltende fett som mulig skal presses ut av fettkulene under kjerning og elting. De høytsmeltende fraksjonene i fettet ønsker en i dette tilfelle å beholde i fettkulene.

Hvor sterkt fløten skal kjøles og hvordan den videre temperaturbehandling skal gjennomføres, må som en forstår i første rekke innrettes etter melkefettets sammensetning og etter den syrnings- og kjerningsteknikk som nyttes.

Kjølingen av fløten må skje umiddelbart etter pasteuriseringen for å unngå utvikling av mikroorganismer som eventuelt har overlevd pasteuriseringen eller som har kommet til ved reinfeksjon. Videre er en rask nedkjøling viktig for å unngå kjemiske omdannelser i melkefettet, især oksydasjonsreaksjoner.

Da fløtens jodtall anvendes som mål for hvorvidt melkefettet er hardt eller bløtt, blir det i praksis dette som avgjør hvordan og hvor langt fløten skal kjøles etter pasteurisering.

I tabell 4 ser en hvordan man i praksis kan variere kjølingen og den øvrige temperaturbehandling i relasjon til jodtallet.

Tabell 4. Temperaturbehandlinger for kjernefløte med forskjellig jodtall. (Kilde: Johansson, S. (1971): "Temperaturbehandling av sommargrädde". Svenska Mejeritidningen, 63 (10) : 170.)

Jodtall	Temperaturbehandling °C		
	Kjøling etter past.	Syrningst.	Modningst.
< 28	8	21	20
28 - 29	8	21	16
30 - 31	8	20	14
32 - 34	6	19	12
35 - 37	6	17	11
38 - 39	6	15	10
> 40	20	8	10

a) Fløtens temperaturbehandling ved hardt fett:

De svenske forskerne Samuelsson og Pettersson utførte i årene 1931-36 en serie forsøk for å komme fram til en temperaturbehandling av vinterfløten, det vil si kjernefløten med lavt jodtall, som kunne bedre vintersmørets konsistens. Arbeidene førte til en temperaturbehandlingsmetode, Alnarpmetoden, som gjennom senere modifikasjoner også betegnes 8-19-16-metoden. Metoden innebærer at fløten umiddelbart etter pasteuriseringen kjøles til 8° C og holdes ved denne temperatur i 1-2 timer. Deretter varmes fløten langsomt opp til 19° C (syrningstemperatur). Etter 1-2 timer ved 19° C kjøles fløten til 16° C. Denne temperaturen kalles ofte modningstemperaturen. Fløten holdes ved 16° C til syrningen er ferdig og kjerningen skal begynne.

Da kjerningstemperaturen vanligvis er noe lavere enn 16°C ($10-13^{\circ}\text{C}$), må fløten kjøles noe umiddelbart før kjerning.

Når fløten kjøles brått ned til 8°C , dannes det mange og små krystaller som binder relativt mye flytende fett til sin overflate. Ved langsom heving av temperaturen til 19°C smelter en stor del av krystallene igjen. Det er imidlertid bare krystaller dannet av fett med lavt smeltepunkt (bløtt fett) som smelter, mens det harde fett med høyere smeltepunkt forblir i krystallform. En har altså sikret seg at den kontinuerlige fasen i smøret hovedsakelig vil bestå av bløtt fett. Når fløten får stå ved 19°C en tid, vil de krystallene som er igjen øke noe i størrelse, og vi har fått en fløte med få og relativt store krystaller som binder forholdsvis lite av det flytende fett. Ved fløtens videre oppbevaring ved 16°C vil det ikke dannes krystaller, fordi en istedet får en ytterligere økning i størrelsen på de allerede eksisterende krystallene. Temperaturbehandlingen har således ført til at en ved kjerningen og eltingen kan presse ut relativt mye flytende fett (smør-olje) fra fettkulene og dermed oppnå et bløtere smør.

Etter pasteuriseringen skal fløten altså kjøles til 8°C , eller noe lavere. Fløten skal oppbevares ved denne temperatur såvidt lenge at en relativt omfattende krystallisasjon kommer igang. Undersøkelser har vist at smørets konsistens forbedres med økende oppbevaringstid opp til 1-2 timer. Dette går frem av tabell 5 som viser hvordan ulik oppbevaringstid av fløten ved 8°C virker inn på smørets konsistens.

Ved kjerning hver annen dag, ved lørdags- og søndagsfri o.l., kan man oppbevare fløten ved 8°C eller lavere i f.eks. ett døgn uten at dette får tydelig negativ innvirkning på smørets konsistens.

Tabell 5: Innvirkningen av ulik oppbevaringstid for kjernefløte ved 8° C på renkjerningen samt på smørets konsistens. Fløtens jodtall 29. (Kilde: Johansson, S. (1971): "Smør", Mejerilära 5, Svenska Mejeriernas Riksförening, Personal-och Utbildningsgruppen.)

OPPBEVARINGSTID VED 8° C ETTER TANKENS FYLLING	RENKJERNINGS- TALL	SMØRETS-	
		HARDHETS- TALL + 14°	KONSISTENS- POENG
0 min.	0,46	4,8	4,6
5 min.	0,46	4,7	4,5
15 min.	0,47	4,6	4,8
30 min.	0,47	4,6	4,6
1 time	0,44	4,2	4,9
2 timer	0,42	4,2	5,0

Oppvarmingen av fløten fra 8° C til 19° C må skje langsomt. Under oppvarmingen bør vannets temperatur ikke overstige ca. 27° C. Det har vist seg at temperaturdifferensen mellom fløten og vannet i fløtetankens kappe har stor innvirkning både på kjerningstiden, renkjerningen og på smørets konsistens. Dette forholdet er illustrert i tabell 6.

Tabell 6: Innvirkningen av ulik vanntemperatur ved fløtens oppvarming fra 8° C til 20-21° C på kjerningstiden, renkjerningen samt på smørets konsistens. Fløtens jodtall 29. (Kilde: Johansson, S. (1971): "Smør", Mejerilära 5, Svenska Mejeriernas Riksför- ening, Personal-och Utbildningsgruppen.)

VANNETS TEMP. VED FLØTENS OPPVARMING TIL 20-21° C	OPP- VARMINGS- TID I MIN.	KJERNE- TID I MIN.	RENKJER- NINGS- TALL	SMØRETS-	
				HARDHETS- TALL +14°	KONSIS- TENSPOENG
27°	58	20	0,44	4,1	5,0
30°	40	30	0,50	4,7	4,6
35°	33	42	0,60	5,0	4,6

I de fleste tilfelle vil 8-19-16-metoden gi et smør med tilfredsstillende hardhet og konsistens ved jodtall ned til 29. Man kan imidlertid oppnå forbedret effekt av temperaturbehandlingen ved å heve temperaturen fra 19° C til 20° C. Det vises forøvrig til tabell 4 for praktiske modifikasjoner av Alnarpsmetoden for temperaturbehandling av fløte med forskjellig jodtall.

Praktiske tillempinger av fløtens temperaturbehandling har vært undersøkt av flere. Khotsko (1970) fant f.eks. at rask kjøling til 8° C og en oppbevaring ved denne temperatur i 2 timer fulgt av en oppbevaring i 8 timer ved 18-19° C og kjøling til 8° C før kjerning, bedret konsis- tensen for vintersmøret i overensstemmelse med det som er sagt om Alnarpsmetoden.

Khotsko, Yu. A. (1970): "Some means of improving butter consistency", Dairy Science Abstracts, 1974, 36 (4), abstract no. 1692.

b) Fløtens temperaturbehandling ved bløtt fett:

I enkelte perioder i beitesesongen vil melkefettet ha en tendens til å være noe i bløtteste laget, med jodtall over 40. Problemet er ikke særlig alvorlig i vårt land, men kan gi vanskeligheter i land hvor beitesesongen varer lenger.

For fett med jodtall 39-40, er det vanlig å gi kjernefløten en temperaturbehandling etter følgende mønster: 20-8-11 eller bare 20-8. Metoden betegnes gjerne som sommermetoden og har til hensikt å legge forholdene til rette for fremstilling av smør med noe fastere konsistens. Etter pasteurisering kjøles fløten bare til syringstemperatur d.v.s. til 19-21° C. Denne kjølingen gjennomføres ikke med tanke på krystalldannelse da denne neppe vil inntre ved såvidt høg temperatur. Fløten syrnes ved ca. 20° C og holdes ved denne temperatur inntil fløten er ferdig syrnet, dersom produksjonsutstyret kan gi tilstrekkelig rask kjøling av den koagulerte fløten. Dersom kjøleeffekten på produksjonsutstyret er mindre god, må kjølingen av fløten starte før den koagulerer. Nedkjølingen skal skje raskt til en temperatur mellom 6 og 8° C. Denne nedkjølingen gir mange små krystaller som binder relativt mye av fett med lavt smeltepunkt som det finnes mye av nettopp i sommerfettet. Avhengig av den kjerningstemperaturen som benyttes, vil det være nødvendig med en viss heving av temperaturen før kjerning. Det er imidlertid viktig av fløten holdes ved 6-8° C i tilstrekkelig lang tid til at det oppnås et passende forhold mellom fast og flytende fett. Dette betyr at fløten bør ha hatt denne temperaturen i minst 1-2 timer.

B. FLØTENS SYRNING

Da syringsteknikken gjennomgås andre steder i oversiktskurset i meieriteknologi, skal en her i korte trekk bare gjennomgå de mer praktiske forhold ved syrningen av kjernefløten.

1. Syrekulturen til smør

Det er vanlig her i landet å benytte en blandingskultur, DL-syre, fra et av de danske syrevekkerlaboratoriene. Da man i en blandingskultur har lett for å få overvekt av Streptococcus lactis var. diacetylactis, blir en av hovedoppgavene i arbeidet med vedlikehold av modersyren å holde en god balanse i kulturen. Det er viktig at syredannelse og aromadannelse er riktig avstemt i forhold til hverandre. Dannelsen av diacetyl bør være god og skje på et tidspunkt i syrningen som gjør det mulig å bringe så stor del av den dannede diacetylmengden som mulig over i smøret.

2. Utstyr

Til syring av fløten anvendes det idag for det meste dobbeltmantlede prosesstanker med mulighet for temperaturjustering av fløten ved hjelp av sirkulasjon av steam, kaldt vann og isvann i tankens vegg. En del av prosesstankene er også utstyrt med kjølerørverk. Fløtens temperatur kan også justeres ved sirkulasjon gjennom plateapparat. Prosesstankene kan videre utstyres med automatikk som tidur og pH-følere som er koplet til automatiske ventiler. Ved hjelp av slik automatikk kan f.eks. fløtens syring avbrytes etter en bestemt tid eller ved en bestemt surhet.

3. Syrningsteknikken

Ved syrning av fløten er det nødvendig å røre opp bruks-
syren grundig før den tilsettes fløtesyrningstanken.
Dersom fløten temperaturbehandles etter sommermetoden,
kan syrekulturen overføres til tanken mens tanken fylles
med fløte som er innstilt på syrningstemperatur ved ut-
gang fra pasteur. Dette vil normalt gi en god fordeling
av syra i fløten.

a) Podeprosenten:

Podeprosenten vil være avhengig av fløtebehandlingsmetoden,
syras aktivitet samt den ønskede surhetsgrad i fløten.
Det er således vanskelig å angi noen bestemt podeprosent.
Vanligvis vil podeprosenten variere fra 2-5 %. For å
oppnå den vanlige surhetsgrad på 35-40° SH i fløtens fett-
frie del er det anbefalt følgende podeprosenten ved for-
skjellige alternative temperaturkombinasjoner ved fløte-
behandlingen:

Fløtebehandling °C	Podeprosent
8-21-20	1
8-21-16	2-3
8-20-13	5
6-19-12	5
6-17-11	6
6-15-10	7
20- 8-11	5

b) Syrningstemperatur:

Til forskjell fra forplantning av modersyra, må man ved
fløtens syrning tilpasse syrningstemperaturen både med
hensyn til syrningsorganismene og med hensyn til den
temperaturbehandling av fløten som er valgt på grunnlag
av fettets jodtall.

Ved de temperaturbehandlingsmåter som er omtalt foran, vil syrningstemperaturen imidlertid i praksis bli innstilt omkring 18-20° C både sommer og vinter. Dette er syrningstemperaturer som er forholdsvis gunstige for de fleste syrekulturer.

Det er vanlig å syrne fløten til koagulasjon på tanken. Med moderne prosesstanker med godt rørverk og god kjøleeffekt er dette mulig. En surhetsgrad på 35-40° SH i fettfri del er vanlig når syrningen er avsluttet og fløten kjølt ned.

Det er ikke mulig å si noe generelt om ved hvilken surhetsgrad man bør starte kjølingen. Normalt vil koagulasjon finne sted ved en surhetsgrad på 27-29° SH i fløtens fettfrie del. Kjølingen bør altså i de fleste tilfelle startes etter at denne surhetsgraden er nådd. Forøvrig vil tidspunktet for nedkjølingen start være avhengig av typen aromatisk syrekultur som er benyttet, utstyrets kjøleeffekt og av den aktuelle fløtemengden som skal kjøles ned. Syrningstiden må således tilpasses ved det enkelte meieri på grunnlag av praktisk erfaring.

4. Bestemmelse av fløtens surhetsgrad

Syrningen forgår i fløtens fettfrie del. Surhetsgraden i fløten bør derfor angis i relasjon til fløtens fettfrie del (fettfri fløte).

Utrekningen av fløtens surhetsgrad skjer på følgende måte:

$$\begin{array}{l} \text{°SH i fettfri} \\ \text{fløte} \end{array} = \frac{\text{forbruk av } 1/4 \text{ n NaOH pr. } 100 \text{ ml fløte} \times 100}{100 - \text{fløtens fettprosent}}$$

Om man f.eks. registrerer et forbruk på 27 ml 1/4 n NaOH ved titrering av en fløte med 35 % fett, blir $^{\circ}\text{SH}$ i fettfri fløte =

$$\frac{27 \times 100}{100 - 35} = \underline{\underline{41,5^{\circ}\text{SH}}}$$

5. Kjemisk syrning og aromatisering

Ved kjemisk syrning og aromatisering av smør kjernes fløten usyrnet og smøret tilsettes en aroma-syrningsvæske som inneholder hovedkomponentene i den aroma som dannes ved bakteriologisk syrning.

I USA har det lenge vært fremstilt og brukt et destillat av aromakomponentene fra vanlige syrekulturer. Det tas da ut et destillat som svarer til en fjerdedel av den kulturmengden man går ut fra. Destillatet standardiseres med hensyn til pH og innhold av diacetyl.

Både i Sverige, Danmark og Norge er det gjort forsøk med kjemisk syrning av smør der det er brukt et aromatiseringsmiddel med omtrent følgende sammenheng:

Melkesyre	300 g
Eddiksyre	40 g
Maursyre	10 g
Diacetyl	1 g
Dest. vann til endelig volum	1000 ml.

Av en slik blanding har en forsøksvis tilsatt ca. 1 ml/kg smør. Den gunstigste pH i serumet er ved slike forsøk bestemt til 5,2 - 5,9.

Hos oss er det ikke tillatt å benytte slike tilsetninger til smør, men kjemisk syrning og aromatisering har forsøksvis vært benyttet og med godt resultat.

I en nyutviklet nederlandsk metode (NIZO-metoden) tilsettes smøret et melkesyrekonsentrat fremkommet ved biologisk syrning av myse. Dessuten tilsettes smøret 1,0-1,5 % av en blanding av en D- og en L syre som gir et særlig høyt innhold av diacetyl (van den Berg et al. 1976). Metoden kan ikke betraktes som kjemisk syrning og aromatisering. Den har fått relativt stor utbredelse i enkelte land bl.a. i Nederland og Vest-Tyskland. Metoden vil bli grundigere behandlet i hovedkurset i Meieriteknologi.

C. KJERNING

I tidens løp er det fremsatt en rekke teorier som søker å forklare hele kjerningsprosessens mekanisme eller deler av den. En fullgod teori angående kjerningen og selve smørdannelsen skal gi tilfredsstillende svar på en rekke enkeltobservasjoner. Den skal forklare hvorfor dannelse av smør finner sted når melk eller fløte utsettes for mekanisk bearbeiding som rysting, røring eller visping. Videre skal teorien forklare hvorfor normal smørdannelse bare finner sted ved temperaturer hvor en del av fettene foreligger i fast form og en del i flytende form. Den fulle forståelse av alle forhold og iakttagelser i forbindelse med kjerningen og den påfølgende smørdannelse har man enda ikke.

1. Kjerningsteorien

Vi skal ikke gå inn på en nærmere redegjørelse for alle hypoteser og teorier som er fremsatt om kjerning og smørdannelse, men gjennomgå hovedtrekkene i det syn man har på kjerningsmekanismen i dag.

van den Berg, G., J. Stadhouders & H. A. Veringa (1976):
"Eine alternative Methode für die Herstellung von Sauer-
rahmbutter", Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch, 30 (42) :
1275-1276, 1285-1286.

Utgangspunktet for denne forklaringen finner en i fettkulemembranen og i dens dipolare karakter, og i forholdene omkring melkefettets emulgering i fløten. (Se tidligere avsnitt II E 2 og 3.) Oppgaven ved kjerning blir i første omgang å redusere fettkulenes emulsjonsstabilitet så mye at disse kan smelte sammen.

Fettkulenes emulsjonsstabilitet reduseres ved:

- Å øke konsentrasjonen av frie H^+ -ioner eller av andre positive ioner som kan senke den negative ladningen i fettkulemembranens fosfolipider.
- Å gjøre adsorpsjonsflaten for de overflateaktive stoffene, membrankomponentene, større. Med en begrenset mengde av disse, vil de disponible ladningsenheter bli fordelt over en større flate, d.v.s. at det elektriske potensialet pr. flateenhet blir redusert.
- Å redusere virkningen av et bestemt antall ladningsenheter ved rent mekanisk å forstyrre mulighetene for molekylorientering.

Ved syrning av fløten drar man nytte av den første av de nevnte muligheter til å redusere fettkulenes emulsjonsstabilitet, men det er først ved å gjøre adsorpsjonsflaten for de overflateaktive stoffene større at en klarer å redusere emulsjonsstabiliteten i vesentlig grad. Ved enhver normal kjerning vil det dannes skum som gir en ny grenseflate væske/luft av betydelig størrelse. Med hensyn til stoffadsorpsjon vil denne grenseflaten forholde seg stort sett som grenseflaten væske/fett. Resultatet blir da at den tidligere grenseflaten væske/fett må avgi en del av sin emulgator til den nye grenseflaten væske/luft. Da det først og fremst er de dipolare fosfolipidene i fettkulemembranen som er fettkulenes emulgator, betyr dette at fettkulene må avgi en del av sin ladning til den nye grenseflaten væske/luft for igjen å komme i likevekt.

Fordi fettkulenes elektriske ladning er med på å holde disse dispergert i fløtens fettfrie del, fører skumdannelsen til at fettkulene lettere klistres sammen i fettkulehoper. De store fettkulene har i normal tilstand en svakere membranbeskyttelse enn de små fettkulene på grunn av mindre overflate pr. vektenhet. Ved skumdannelse vil de store fettkulene relativt snart ha oppnådd så lav elektrisk overflateladning at de ikke lenger kan holde seg dispergert i væsken, men vil søke til grenseflaten væske/luft som ved kjerningen representeres av fløtens overflate og av de dannede skumblærene. En mener at dette i grove trekk er forklaringen på at fettkulene under kjerningen konsentreres i skummet. Dette forklarer også hvorfor det først og fremst er de største fettkulene som samler seg her, mens de minste finnes igjen i kjerne-melken.

Vi har oppnådd å konsentrere fettkuler med liten eller ingen overflateladning på skumblærenes overflate. I denne tilstand er fettkulene vesentlig mer følsomme for mekanisk behandling. Den fortsatte mekaniske bearbeidingen under kjerningen fører til at det etterhvert presses flytende fett ut fra kulene. Det utpressede fett vil fordele seg over fettkulenes og skumblærenes overflate og på den måten legge forholdene bedre til rette for sammenklebing av fettkulene. Skummet vil nå etterhvert brytes ned, og en står tilbake med synlige smørkorn. I kombinasjonen med syrning og overflateforøkelse er også den mekanisk betingede forstyrrelse av molekylorienteringen av betydning under kjerningen.

2. Faktorer av betydning for kjerningsprosessen

Selve kjerningsmekanismen har en komplisert årsakssammenheng med en rekke faktorer av varierende betydning for resultatet.

De forskjellige faktorene påvirker også hverandre på forskjellig måte slik at det totale bilde av årsak og sammenheng kan være noe vanskelig å oppnå. Vi skal i det følgende se på de viktigste faktorene av betydning for kjerningsprosessen.

a) Melkefettet:

For å oppnå en normal og tilfredsstillende kjerning er det nødvendig at det er et visst mengdeforhold mellom fast og flytende fett i fløten. Dette forholdet vil variere med:

- fettets kjemiske sammensetning
- fløtens temperaturbehandling
- kjerningstemperaturen

I hovedavsnitt II har en tidligere omtalt de viktigste generelle forholdene i tilknytning til fettets kjemiske sammensetning, mens vi i avsnitt III A 5 har gjennomgått forholdene omkring fløtens temperaturbehandling og hvordan denne innvirket på forholdene mellom fast og flytende fett i fløten.

Dersom det meste av fettene i fløten foreligger i fast form dannes det ikke smør fordi fettkulene er for faste. Ved kjerningens mekaniske bearbeiding vil det ikke kunne presses ut tilstrekkelig flytende fett til at fettkulene kan klebes sammen. Det dannes bare små smørkorn etter en lang kjerningstid.

I fløte med mye flytende fett i forhold til fast fett, vil en få en kort kjerningstid, men en dårligere renkjerning fordi selve smørdannelsen blir ufullstendig når fettkulene aggregerer for lett til klumper og smørkorn.

Dersom fettene er for bløtt, vil den mekaniske påkjenningen under kjerningen kunne føre til splitting av fettkuleklumpene, som igjen kan føre til at den egentlige smørdannelsen ikke inntreffer.

Uheldig mengdeforhold mellom fast og flytende fett i kjernefløten kan lettest justeres ved en riktig temperaturbehandling av kjernefløten og senere ved justering av kjernetemperaturen.

b) Fettkulenes størrelse:

Når det gjelder fettkulenes størrelse, er det den alminnelige regel at jo mindre kulene er desto vanskeligere er det å få smør, og desto dårligere blir renkjerningen. En kan regne at ingen fettkuler med mindre diameter enn 1μ går over i smøret under kjerningen. For fettkuler med diameter over $4-5 \mu$ er det registrert en nesten fullstendig overgang til smøret.

Som nevnt i tidligere avsnitt (II E 1) varierer fettkulenes størrelse med kvegrasene. Variasjonene kan imidlertid også være store mellom individer innen samme rase. Fettkulenes størrelse kan også variere for det enkelte dyr.

c) Fløtens fettinnhold:

Den alminnelige regel er at kjerningen går lettere jo fetere fløten er. Dette skyldes at det med en fet fløte er lettere å oppnå den nødvendige økning av grenseflatene enn med en magrere fløte. En oppnår derfor at fettkulene hurtigere mister sin emulsjonsstabilitet som nevnt under avsnitt om "Kjerningsteorien" (avsnitt III C I).

Med stigende fettinnhold i fløten avtar nemlig luftblærenes størrelse. Med en bestemt volumforøkelse vil en derfor oppnå en større grenseflateøkning med stigende fettinnhold. I tillegg til dette kommer det at avstanden mellom de enkelte fettkulene blir mindre jo fetere fløten er. Mulighetene for at fettkulene skal støte sammen under kjerningen er derfor større i fet fløte. Tilgangen på flytende fett som kan tjene som klebemiddel mellom kulene blir også større pr. volumenhet i den fete fløten, forutsatt en riktig temperaturbehandling før kjerning.

Forutsetningen for at regelen om raskere kjerning med fetere fløte skal gjelde, er at man kan opprettholde full mekanisk effekt under kjerningen og at kjernas fyllingsgrad ikke er større enn at man kan oppnå den grenseflateforøkelse som er nødvendig. Det skummet som dannes ved bruk av ekstra fet fløte blir nemlig mer kompakt. Er fyllingsgraden for stor kan dette skummet komme til å fylle kjernas volum som en kompakt masse som bare følger med rundt uten å bli bearbeidet på vanlig måte. Som regel regner en med at det ved normal fyllingsgrad (40-50 %) ikke er noen fordel med høyere fettprosent i fløten enn 35-36.

d) Fløtens surhetsgrad:

Som tidligere nevnt skulle kjerningsprosessen teoretisk sett gå best ved en surhetsgrad tilsvarende fettkulenes isoelektriske punkt. Praktiske undersøkelser viser at dette er tilfelle. Den korteste kjerningstid og den beste renkjerning oppnås når fløten er syrnet til pH 4,0 - 4,5.

Resultater fra undersøkelser utført av van Dam & Holwerda (1927) som er gjengitt i tabell 10, viser hvordan kjerningstiden og kjernemelkens fettprosent har variert med fløtens surhetsgrad.

Tabell 10: Fløtens surhetsgrad og dens innvirkning på kjerningstiden og på kjernemelkens fettprosent. (Kilde: Dam, W. van & B. J. Holwerda (1927): "Over den invloed van hooge zuurherdsgraden van rom op het vetgehalte der karnemelk en op den karneduur" Versl. van Landbouwkund Onderz. 32 : 406 -410.)

Fløtens surhetsgrad (°SH)	Kjernemelkens fettprosent	Kjerningstid i min.
26,4	0,54	52
30,0	0,46	48
33,2	0,38	46

Syrningen vil i tillegg til å redusere fettkulenes stabilitet ved reduksjon av elektrisk ladning, også virke inn på kaseinets stabilitet. Dersom syrningen drives langt nok vil kaseinet felles ut. Hos oss er fløten vanligvis syrnet så langt at kaseinet vil være utfelt. Proteiner er vanligvis gode emulgatorer, men i utfelt tilstand har kaseinet en sterkt redusert evne til å stabilisere fett-emulsjonen samtidig som kaseinet nå vil være tilstede i fløten som partikler i mer fast form.

Dam, W. van & B. J. Holwerda (1927): "Over den invloed van hooge zuurherdsgraden van rom op het vetgehalte der karnemelk en op den karneduur" Versl. van Landbouwkund Onderz. 32 : 406-410.

Begge disse forhold: redusert stabilisasjon av fett-emulsjonen og kaseinet som faste partikler, virker til å senke kjerningstiden og fettapet i kjernemelken.

e) Kjerningstemperaturen:

Av de forskjellige faktorene som påvirker selve kjerningsforløpet har kjerningstemperaturen den største betydningen. Forutsatt en bestemt temperaturbehandling av fløten før kjerning, vil man ved å variere kjerningstemperaturen kunne variere forholdet mellom mengde fast og flytende fett i kjernefløten, som igjen vil ha betydning for hvor hurtig og omfattende utpressingen av flytende fett vil bli og hvor hurtig sammenklebingen av fettkulene kan finne sted. Kjerningstemperaturen må derfor innstilles etter melkefettets sammensetning og fløtens temperaturbehandling før kjerning.

I inneførringsperioden blir fløten som nevnt temperaturbehandlet etter Alnarpmetoden (8-19-16) mens man om sommeren gjerne anvender 20-8-metoden. På grunn av at sommerfløten vanligvis har et høyere innhold av flytende fett, nyttes noe lavere kjerningstemperatur om sommeren enn om vinteren. En kjerningstemperatur på $10-13^{\circ}$ C om vinteren og $8-10^{\circ}$ C om sommeren gir normal kjerningstid og en tilfredsstillende renkjerning.

Generelt regnes det normale temperaturintervallet for kjerningen å være 5° C til omkring 17° C. Ved 5° C er mengden flytende fett som kan presses ut av fettkulene så liten at smørdannelsen blir meget vanskelig. Benyttes kjerningstemperaturer over $17-21^{\circ}$ C, som er området for melkefettets stivnepunkt, vil smørdannelsen være meget ufullstendig med stort fettap til kjernemelken.

En av hovedoppgavene under kjerninga blir å velge den kjerningstemperatur som kan gi best renkjerning uten at kjerningstiden blir unødig lang, d.v.s. lenger enn 50-60 min. I tabell 11 har en vist hvordan kjerningstiden og fettprosenten i kjernemelken kan variere med kjerningstemperaturen.

Tabell 11: Kjerningstemperaturens innvirkning på kjerningstiden og renkjerningen. (Kilde: Amundstad, O. (1964): "Meieriteknologi Del I. Smør" Stensilert kompendium, Statens Meieriskole.)

Kjerningstemperatur	°C	7	9	11	13	15
Kjerningstid	min.	58	49	35	25	18
Fett i kjernemelken	%	0,46	0,49	0,59	0,83	1,45

f) Kjernas fyllingsgrad:

Ved kjerning av fløte med 35 % fett er det alminnelig å benytte en fyllingsgrad på 40-50 %. Ved fullstendig skumdannelse i fløte med normalt fettinnhold vil volumet fordobles. Dersom fyllingsgraden er for stor, blir kjerna helt fylt med fløteskum som fører til en svak bearbeiding av fløten fordi massen bare følger med rundt under kjerningen. Om man derfor skal få smør i løpet av rimelig tid og samtidig oppnå tilfredsstillende renkjerning, må ikke kjerna fylles sterkere enn at det er mulig å oppnå maksimal skumdannelse uten at den mekaniske effekt av kjerna blir redusert.

En overfylling av kjerna kan også føre til problemer under eltingen fordi det kan bli for stor smørmengde å bearbeide. Dette kan føre til at såvel smørets vanninnhold som konsistens kan bli vanskelig å regulere.

Ved for liten fylling blir det gjerne en ujevn bearbeiding av fløten, og renkjerningen blir mindre god.

g) Kjernas hastighet:

Kjernas hastighet skal være avpasset slik at fløten blir utsatt for så kraftig bearbeiding som mulig. I kjerna blir massen utsatt for mekanisk påkjønning som skyldes en kombinasjon av sentrifugalkraften og tyngdekraften. Dersom kjernas hastighet er for høy, vil sentrifugalkraften være så stor at fløten legger seg langs kjernas innside og følger med rundt uten å bli utsatt for noe vesentlig bearbeiding ved hjelp av tyngdekraften.

Ved hjelp av sentrifugalkraften skal fløten føres så høyt opp i kjerna som mulig, for derfra å falle ned i kjernas bunn. For lav hastighet på kjerna vil ikke gi den nødvendige løfteeffekten, slik at selve fallhøyden blir for liten og kjerneeffekten for liten.

Kjernas hastighet må avpasses etter dens form, størrelse og konstruksjon. Den avgjørende faktoren, er periferihastigheten. For de fleste kjernetyper ligger periferihastigheten omkring 150-200 m/min.

3. Kjerningstiden

Kjerningstiden påvirkes av en rekke faktorer av betydning for kjerningsprosessen. Som nevnt påvirker både melkefettets beskaffenhet, fettkulenes størrelse, fløtens fettinnhold, fløtens surhetsgrad, kjerningstemperaturen, kjernas fyllingsgrad, og kjernas hastighet, den endelige kjerningstid.

Som oftest er det kjerningstemperaturen som blir variert for å oppnå en tilfredsstillende og praktisk kjerningstid.

En kjerningstid på 30-60 minutter er ansett som normalt. Med hensiktsmessig temperaturbehandling av fløten og en korrekt valgt kjerningstemperatur, vil en ved en kjerningstid på 30-60 min. oppnå en tilfredsstillende renkjerning. Ved for kort kjerningstid rekker ikke de minste fettkulene å nå skumblærenes overflate. Disse går da over i kjerne-
melken. For lang kjerningstid er av praktiske grunner ikke ønskelig.

4. Smørkornenes størrelse

Det første synlige resultatet av kjerningen er dannelse av smørkorn. Hvor langt skal en så drive kjerningen før kjernemelken tappes av og eltingen kan begynne, med andre ord hvor stor skal smørkornene være før kjerningen bør avsluttes? Det er normalt å drive kjerningen så langt at smørkornene får en diameter på ca. 15 mm, slik at de lett kan flyte opp til overflaten og gjøre avtappingen av kjernemelk lettest mulig.

Små smørkorn vil det være vanskelig å skille fra kjerne-
melken. Dette skyldes at små smørkorn binder relativt mye kjernemelk på grunn av deres store samlede overflate, og at de kan passere gjennom silen og derved gi dårligere renkjerning. Blir smørkornene for store, skyldes dette vanligvis at smørfettet har vært for bløtt som en følge av uhensiktsmessig temperaturbehandling av fløten eller for høy kjerningstemperatur. Store smørkorn vil således kunne gi det ferdige smøret en løs konsistens.

Ved praktisk smørfremstilling er det fordelaktig at smørkornene er jevnstore og like store i alle kjerninger hvor fløtens temperaturbehandling og kjerningstemperatur er praktisk talt like. Ujevn og vekslende størrelse på smørkornene vil ellers føre til vekslende egenskaper hos det ferdige smøret.

Rent generelt kan man si at smørkornenes størrelse påvirkes av:

- a) Fløtens fettprosent: Fet fløte gir store korn, mens mager fløte gir mindre korn.
- b) Kjerningstemperaturen: Lav temperatur gir små korn, høy temperatur fører til dannelse av større korn. Da mengden flytende fett som kan presses ut av fettkulene er vesentlig i denne forbindelse, vil fløtens temperaturbehandling være av stor betydning.
- c) Fettekulenes størrelse. Små fettkuler gir små smørkorn.

5. Renkjerningen

Formålet med kjerningen er å overføre mest mulig av fett i fløten til smøret med minst mulig tap av fett i kjerne-
melken. Fettmengden i kjernemelken regnet i prosent av
fettmengden i kjernefløten brukes som mål for kjernings-
prosessens effektivitet, og betegnes renkjerningsprosenten.

Det er en rekke problemer forbundet med å bestemme den eksakte renkjerningsprosenten. I praksis benytter man seg derfor av approksimerte standardformler for beregning av renkjerningsprosenten. I hovedkurset i teknologi vil en forklare hvordan man kommer frem til disse formlene.

Følgende formel er nyttet hos oss:

$$R \% = \frac{(100 - 1,2 f_f) f_k}{f_f}$$

R % = renkjerningsprosenten

f_f = fløtens fettprosent

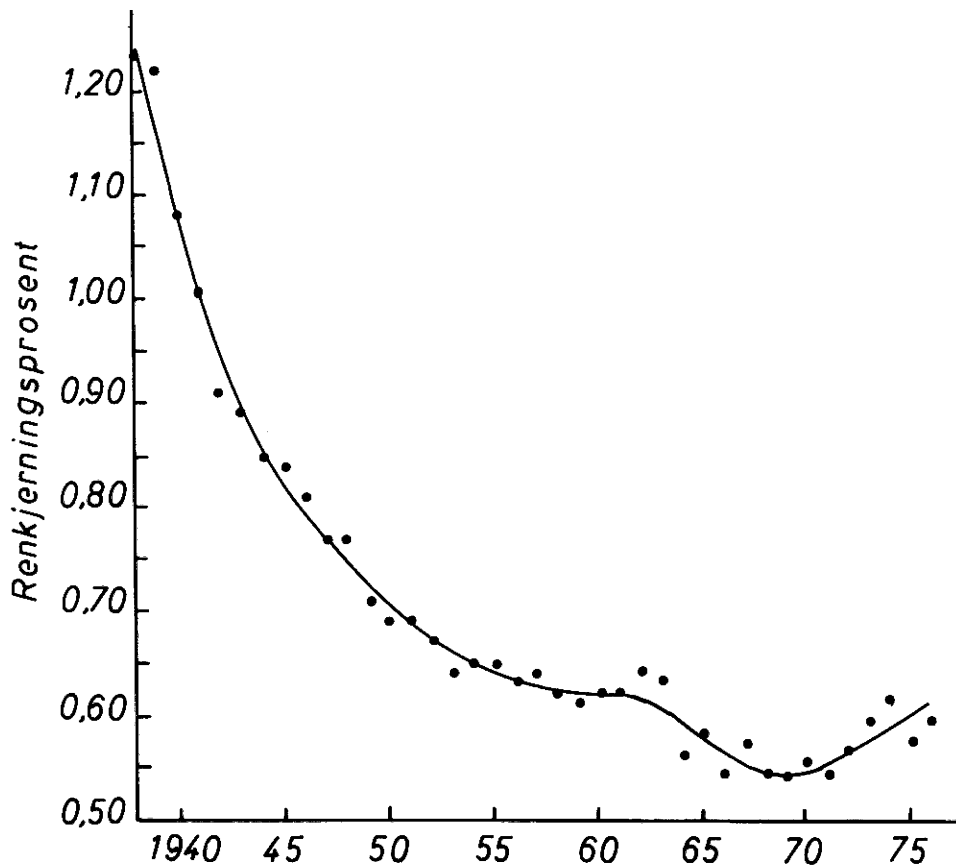
f_k = kjernemelkens fettprosent

Renkjerningsprosenten vil normalt ligge mellom 0,5 % og 0,6 %. Svenske gjennomsnittlige renkjerningsprosenter for årene 1938-1976 er vist i figur 7. Fra 1966 til 1976 har denne renkjerningsprosenten variert mellom 0,54 og 0,61 %. En sammenlikning mellom svenske meierier i 1976 viste at høyest gjennomsnittlig renkjerningsprosent var 0,98, mens den laveste var 0,41. I november fikk en den laveste gjennomsnittlige renkjerningsprosenten, 0,48, den høyeste i august, 0,78. En fant dessuten at korrelasjonskoeffisienten mellom renkjerningsprosenten og smørfettets jodtall var + 0,85 (Joost 1977).

Joost, Kr. (1977): "Renkärningen under 1976", Svenska Mejeritidningen (3) : 13-14.

Figur 7: Gjennomsnittlige renkjerningsprosent for svenske meierier i perioden 1938-1976.

(Kilde: Joost, Kr. (1977): "Renkärningen under 1976", Svenska Mejeritidningen (3) : 13-14.)



Ved bestemmelse av renkjerningen er selve prøveuttaket av stor betydning. En må nøye påse at fløte og kjerne- melk blir tatt ut slik at de er representative for hele fløte- og kjernemelksmengden.

Ettersom de siste restene av fløte i tanker og fløteledninger vanligvis skylles ut med vann som delvis vil komme med i kjerna, innebærer dette at det vil være en viss forskjell om prøve av kjernefløten blir tatt ut i tanken eller i kjerna. Fløteprøven skal tas ut direkte fra kjerna etter at denne har gått noen omdreininger for at fløten skal blandes. Prøver av kjernemelken bør tas ut fra kjerna når smørkornene har nådd ønsket størrelse og umiddelbart etter at kjerna har stanset. Prøven bør da siles gjennom et metallnett med passende tetthet. Dersom en velger å ta ut kjernemelksprøven fra avtappingskrana, bør prøveuttak gjøres i begynnelsen av avtappingen.

a) Faktorer av betydning for renkjerningen.

Melkefettet:

Vanligvis er det melkefettets aggregasjonstilstand i kjernefløten som har størst innvirkning på renkjerningen. Dersom man gjennom temperaturbehandlingen av fløten har fått et uhensiktsmessig forhold mellom fast og flytende fett, vil dette gi utslag i renkjerningen. For stor andel av flytende fett vil gi dårligere renkjerning. Det er således vanlig å finne høyere renkjerningsprosent om sommeren enn om vinteren. Svenske renkjerningsundersøkelser for året 1972 viste at renkjerningsprosenten i sommerhalvåret (mai-oktober) lå ca. 0,2 enheter høyere enn i vinterhalvåret (november-april) (Joost 1973). Dette forholdet kan bedres gjennom en kraftigere kjøling av kjernefløten.

Joost, Kr. (1973): "Renkärning under 1972", Svenska Mejeritidningen, 65 (26) : 424-425.

Fettkulenes størrelse:

Som nevnt foran gir små fettkuler i fløten dårligere renkjerning. Fettkulenes størrelse er bl.a. rasemessig og til dels individuelt bestemt. Det forekommer imidlertid at melken og fløten får en uhensiktsmessig sterk mekanisk bearbeiding i meieriet, slik at fettkulene blir sprengt og renkjerningen av den grunn blir dårlig. En slik uheldig mekanisk bearbeiding skyldes som regel uhensiktsmessige pumper med for stor kapasitet og lite formålstjenlig konstruksjon i kombinasjon med uheldig luftinnblanding.

Fløtens fettinnhold:

Renkjerningen vil bli bedre med økende fettinnhold i fløten. En økning utover et fettinnhold i kjernefløten på ca. 40 % vil imidlertid ikke gi merkbar bedring i renkjerningen. Riktignok vil fettprosenten i kjernemelken øke med økende fettprosent i kjernefløten, men da kjernemelksmengden avtar, vil det totale fettap i kjernemelken bli mindre.

Fløtens surhet:

Ved kjerning av søt fløte vil fettapet til kjernemelken bli større enn ved kjerning av syrnet fløte. Den syrnede fløten bør imidlertid være godt koagulert fordi det har vist seg at kjerning av dårlig koagulert fløte øker renkjerningsprosenten.

Kjerningstemperaturen:

Da kjerningstemperaturen i høyeste grad er avgjørende for det mengdeforhold en vil finne mellom flytende og fast fett i fløten, har den også innvirkning på renkjerningen. I tabell 11 foran, har en vist hvordan renkjerningen kan variere med kjerningstemperaturen.

Selv om renkjerningsprosenten går ned ved lavere kjernings-temperatur, vil det ikke være praktisk mulig å benytte temperaturer under 5-7^o C. Ved såvidt lave temperaturer vil man ikke få den nødvendige skumdannelse og ikke tilstrekkelig mengde flytende fett presset ut av fettkulene.

Kjernas fyllingsgrad:

Dersom kjerna fylles så full at tilfredsstillende skumdannelse ikke finner sted, vil den mekaniske effekten av kjerna bli for liten til å oppnå normal smørdannelse. Renkjerningen vil i slike tilfelle bli dårlig.

Kjernas hastighet:

Kjernas hastighet må innstilles etter kjernas form, størrelse og konstruksjon. Renkjerningen vil bli mindre god både når hastigheten er for liten og for stor.

Kjerningstiden:

Med en hensiktsmessig temperaturbehandling av fløten og en korrekt valgt kjerningstemperatur vil en ved en kjerningstid på 30-60 min. oppnå tilfredsstillende renkjerning.

Smørkornenes størrelse:

Utkjerning i altfor små smørkorn (1-3 mm) kan gi relativt stort tap av fett fordi de små kornene kan være vanskelig å sile ut ved avtapping av kjernemelk. Under kjerningen kan man i blant få smørdannelse innen normal tid, men få for små smørkorn. Ønsker man da å kjerne ut de små smørkornene til normal størrelse, vil dette kunne medføre en såvidt kraftig bearbeiding av smørkornene at renkjerningen av den grunn blir dårligere. Dersom disse vanskelighetene oppstår ofte, kan problemet reduseres ved å øke fløtens fettinnhold noe og/eller heve kjerningstemperaturen noe.

D. SMØRETS FARGING

Det er hovedsakelig det gule fargestoffet karotin som gir smøret dets naturlige farge. Karotin er et provitamin for vitamin A som finnes i varierende mengde i forskjellige fôrslag. Karotinnholdet i beitefôr er således vesentlig høyere enn i de fleste aktuelle vinterfôrslag. Vi vil derfor normalt finne at sommersmøret har en gulere farge enn vintersmøret.

Beite er overlegent når det gjelder å gi smør med høyt karotin- og A-vitamminnhold. Med hensiktsmessige fôrmidler som surfôr, rotvekstblad og fôrmargkål, har en kunnet øke innholdet av karotin og A-vitamin i vintersmøret. Normalt vil en kunne finne at karotin- og A-vitamminnholdet i vintersmøret er omkring halvparten av innholdet i smør produsert av melk fra kyr på beite.

Da det er en nær sammenheng mellom fargestyrken på smøret og smøret som kilde for A-vitamin, forstår en at det ikke er uten grunn at mange konsumenter holder den typiske strå-gule smørfargen som ytre kjennetegn på god smørkvalitet. Vekslinger i smørets farge kan derfor av kvalitetsmessige og salgsmessige årsaker være en ulempe.

Det kan være vanskelig å få produsentene til å føre med karotinrike fôrmidler under vinterfôringen. I smørproduksjonen har man derfor tidligere valgt å tilsette smøret godkjente fargestoffer for å utjevne årstidsvariasjonene. Det norske smøret tilsettes imidlertid ikke lenger farge. En har vurdert ulempene ved å tilsette smøret fremmede fargestoffer som større enn den naturlige vekslingen i farge mellom sommer- og vintersmør. En går mer og mer bort fra farging av smør også i andre land.

Allerede i 30-årene sluttet en å farge smøret i Tyskland (Mohr & Koenen 1958). Til farging av smør er det hos oss bare tillatt å bruke fargestoffene annatto og karotin oppløst i vegetabilsk olje. Fargestoffet annatto er et utkok av annattotreet's frø. Fargestoffene bør tilsettes fløten før kjerning for å oppnå en god innblanding i fløten. Tilsetting kan også skje i smørmassen umiddelbart før eltingen tar til, men dette er ikke å anbefale da det lett kan gi fargefeil som "flammet", "skjoldet" og "gåret". Ved bruk av annattofarge benyttes vanligvis fra 1-2 ml farge pr. beregnet kg. smør. Annattofargen har ingen A-vitamineffekt, og den er heller ikke helt lik karotinet's farge. Når den doseres korrekt, gir den imidlertid vinter-smøret en farge som korresponderer godt med fargen på sommersmøret.

Smørfargen bør oppbevares på tilfredsstillende lys- og lufttett emballasje for å unngå oksydasjon av både fargestoffet og oppløsningsmidlet, oljen. Ved oksydasjon av fargestoffet vil fargestyrken avta. Dersom oljen oksyderes, kan denne overføre uheldige smakskomponenter til smøret og også sette smak ved å indusere oksydasjonsprosesser i smøret. Av denne grunn skal man sørge for også å oppbevare fargen et kjølig sted, men ikke ved lavere temperatur enn 0° C. Ved lavere temperatur kan fargestoffet felle ut og gi rødlige fargeflekker i smøret.

E. SMØRETS SKYLLING

Dagens prosessutstyr, produksjonshygiene og fremstillings-teknikk for smør har ført til at skyllingen av smøret ikke lenger byr på klare kvalitetsmessige fordeler. En har derfor for en stor del gått bort fra denne ekstra operasjonen som er både arbeids- og tidkrevende.

Mohr, W., K. Koenen (1958): "Die Butter", Milchwirtschaftlicher Verlag Th. Mann K. G. Hildesheim, Tyskland.

Hensikten med skyllingen av smøret er:

- 1) Å fjerne det meste av kjernemelken som hefter til smørkornenes overflate og til kjernas vegger.
- 2) Å øke smørets holdbarhet ved å fjerne melkesukker, melkesyre, protein og salter som kan danne næringsgrunnlag for mikrobiell aktivitet.
- 3) Å justere smørets tekstur og konsistens.
- 4) Å fjerne uheldige vannløselige smakskomponenter.
- 5) Å være et hjelpemiddel til å regulere smørets sammensetning.

For å skape klarhet i om skyllingen har noen egentlig hensikt ved dagens produsjon av smør, er det utført en rekke undersøkelser. Ingen av disse undersøkelsene har påvist noen sikker forskjell i kvalitet eller holdbarhet mellom skyllet og uskyllet smør. I norske forsøk ble det fremstillet både søtkjernet, svakt syrnet, sterkt syrnet, nøytralisert og ikke nøytralisert smør. Med de stålkjerner som benyttes i dag, god pasteurisering, minimal reinfeksjon etter pasteur og tilfredsstillende elting, synes det ut fra hensynet til smørets kvalitet og holdbarhet ikke å være noe betenkelig å fremstille uskyllet smør enten dette er syrnet, syrnet nøytralisert eller usyrnet.

Ved bruk av metallkjerner kan man regulere smørets temperatur indirekte ved å overrisle kjerna med vann av ønsket temperatur. Det skulle derfor være unødvendig å benytte skylling av smøret som hjelpemiddel til å regulere smørets konsistens.

Uheldige smaksstoffer som måtte være tilstede i smørets vannfase vil kunne skylles bort ved smørets skylling. Skyllingen vil imidlertid også redusere smørets innhold av vannløselige smakskomponenter. Av disse regnes diacetyl som den viktigste forbindelsen i smøraromaen.

Hvorvidt skyllingen er nødvendig i tilknytning til regulering av smørets vanninnhold beror mye på forholdene i hvert enkelt tilfelle. Generelt sett skulle en tro at dette er unødvendig, og i tilfelle bare som en nødutvei.

Dersom vi unnlater å skylle smøret oppnås følgende:

- smøret får sterkere aroma
- 0,5 til 0,7 % større utbytte
- besparelse av arbeid, tid og energi
- mindre sjanse for reinfeksjon

I tilfelle man skulle holde det for hensiktsmessig å skylle smøret, skal en være klar over at effekten vil variere med smørkornenes størrelse, smørets konsistens, antall skyllevann og skyllevannets temperatur.

Små smørkorn gir bedre skylleeffekt enn store smørkorn, fordi en større del av smørmassens overflate vil komme i kontakt med skyllevannet når smørkornene er små.

Har smøret en løs konsistens vil smørkornene lett klebe sammen til klumper og skyllingen blir mindre effektiv. Det samme forhold vil en ha dersom skyllevannstemperaturen er for høy.

Vanligvis nyttes det ett eller to skyllevann. Effekten av skyllevann nummer to vil i de aller fleste tilfelle være minimal.

Skyllingen gjennomføres ved at man først overrisler smørkornene med 50-100 l vann som en lar renne av. Deretter tilføres det egentlige skyllevannet så raskt som mulig. Skyllevannet tilføres i en mengde tilsvarende kjernemelksmengden og bør normalt ha en temperatur på 8-10° C. Selve skyllingen foregår ved at kjerna kjøres med kjerningshastighet i 10-15 omdreininger.

Skyllenvannets kvalitet er en viktig faktor ved skyllingen. Skyllevannet til smør må ikke være kontaminert med kopper. Innholdet av jern bør ikke være høyere enn 0,1 - 0,2 mg Fe⁺⁺/l. Vannet må selvsagt være fritt for patogene mikroorganismer, og minst tilfredsstillende normene som er fastsatt for godt drikkevann. Godt drikkevann vil imidlertid kunne inneholde mikroorganismer som ikke byr på noen helsemessig fare, men som kan ha en høyst uheldig virkning på smørets holdbarhet. Dette gjelder særlig psykrotrofe mikroorganismer.

I følge Heikonen (1966) bør normene for vann til bruk i meieriene være:

pH	:	7,5 - 8,5
Fe	:	< 0,1 mg/l
Mn	:	< 0,03 "
Cu	:	< 0,05 "
KMnO ₄ -forbruk	:	< 10 "
Hardhet	:	3 - 6 dH ^o
Temp.	:	< 12 ^o C
Koli	:	< 1 pr./100 ml
Restklor etter 1/2 times desinfeksjon:		0,1 - 0,2 mg/l
NH ₃	:	< 0,1 mg/l
NO ₂	:	< 0,0 "
NO ₃	:	< 20 "
Cl ₂	:	< 30 "

Heikonen, M. (1966): "Water for use in dairy factories"
Karjantuote 49 (21) : 511-513.

F. SMØRETS SALTING

Fra gammelt av var smøret saltet meget kraftig for å oppnå en ren konserverende effekt av saltet. Moderne meierimessig produksjon og organisert omsetning av smør, gjør at en ren saltkonservering av smøret ikke lenger er hverken nødvendig eller ønskelig. I dag saltes smøret først og fremst for å frembringe en friskere smak. Dette har ført til at saltingsgraden er vesentlig lavere enn i eldre tider.

Av meierifremstilt smør er det to forskjellige saltingsgrader, nemlig normalsaltet smør og smør setertype. Dessuten er det en viss omsetning av usaltet smør og ikke-meieriprodusert fjell- og gårdssmør. I normalsaltet smør er saltprosenten ca. 1,5 %, mens den i smør setertype og i fjell- og gårdssmør ligger på 2,5 - 3,0 %.

1. Vanlig salting

Saltet tilføres smøret etter at kjernemelken og eventuelt skyllevann er tappet av. Det er vanlig å elte smøret noe, forelting, før saltet tilføres. Hensikten med foreltingen er:

- samle smørkornene
- elte ut rester av kjernemelk og eventuelt skyllevann
- senke vanninnholdet under 16 %

Foreltingen skal skje med lav hastighet og med så få omdreininger som mulig. Det er vanlig at foreltingen skjer med "åpen" luke og bunnventil slik at den utpressede fuktigheten kan fjernes fortløpende.

Etter foreltingen tilsettes saltet på en av følgende tre måter:

- tørrsalting
- saltgrøt
- saltlake (konsentrert)

Ved tørrsalting fordeles den nødvendige saltmengde direkte over smøret. Metoden er den enkleste av de tre nevnte, men har den svakheten at man fra tid til annen får uoppløste saltkrystaller i smøret. Dette vil spesielt være tilfelle når smørmassen er bløt d.v.s. om sommeren. Videre vil mikroorganismer fra saltet, såkalte halofile (saltelskende) bakterier, overføres direkte til smøret. Til tross for de nevnte ulempene blir denne saltingsmåte anbefalt i Sverige.

Hos oss har man for en stor del anbefalt å anvende saltgrøt. Den avveide saltmengde tilsettes en viss mengde vann slik at man får en passende tykk grøt. Denne grøten kokes så opp ved direkte steamtilførsel for å tilintetgjøre eventuelle mikroorganismer.

Bruk av konsentrert saltlake er ikke særlig nyttet hos oss da metoden byr på visse vanskeligheter f.eks. i forbindelse med regulering av vannprosenten. Dessuten egner den seg bare ved fremstilling av ekstra svakt saltet smør.

Det bør stilles strenge krav til et godt smørsalt. Saltet skal være finkornet og lett oppløselig i vann. Undersøkelser av amerikansk smørsalt viste en andel av uløselig materiale i størrelsesorden 0,004 - 0,031 % (Hunziker 1940).

Hunziker, O. F., (1940): "The Butter Industry",
Publisert av forfatteren, La Grange, Illinois, USA.

Videre bør smørsaltet være fritt for smusspartikler og andre fysiske forurensninger. Forurensninger med kalsium- og magnesiumsalter vil gi saltet en bitter smak. Disse saltene vil også øke tendensen til klumpdannelse i saltet. Innholdet av slike salter bør derfor være så lavt som mulig.

Ved kontinuerlig fremstilling av smør stilles det spesielle krav til saltets oppløsningshastighet på grunn av den korte tiden som er til rådighet for oppløsning og fordeling av saltet. Det er derfor vanlig å tilsette saltet som en oppslemming av uoppløst salt i en mettet saltoppløsning. Salt til kontinuerlig smørfremstilling må ha en særdeles fin partikkelstørrelse. En partikkelstørrelse på ca. 50 μ er fremholdt som maksimalt, men det er også fremstilt smør med tilfredsstillende kvalitet ved anvendelse av salt med partikkelstørrelse på ca. 100 μ (Jebson 1974, Pedersen 1975).

Ved bruk av salt med særlig liten partikkelstørrelse (mikrosalt) er faren for klumpdannelse i saltet stor. Saltets oppløsningsegenskaper blir da mindre gode.

En undersøkelse av kommersielt tilgjengelig dansk mikrosalt viste at middelpartikkelstørrelsen for hver av fire saltprøver varierte fra ca. 16 til 23 μ . Vektprosent av partikler større enn 50 μ varierte fra ca. 1 til ca. 15 %. Resultatene fra analysene av mikrosaltets kjemiske sammensetning sammenliknet med den kjemiske sammensetningen til vanlig smørsalt er vist i tabell 13.

Jebson, R. S., (1974): "Die Bereitstellung von Feinsalz fuer die Kontinuierliche Butterherstellung", XIX Internationaler Milchwirtschaftskongress, Indien, Kurze Mitteilungen, Band-1D s. 735-736.

Pedersen, H. C., (1975): "Smørets saltning" i "Tekniske og økonomiske problemer ved smørproduksjon i stordrift", Danmarks Mejeritekniske Selskab.

Tabell 13: Kjemisk sammensetning av mikrosalt for kontinuerlig smørfremstilling og av vanlig smørsalt. (Kilde: Jensen, F., H. C. Pedersen & H. Werner (1974) "Fysisk-kemisk undersøgelse af pulver-salt til kontinuerlig smørfremstilling", Bilag til 34. årsberetning (1973-74), Statens Forsøgsmejeri, Hillerød, Danmark.)

	Mikrosalt				Vanlig smørsalt	
	A	B	C	D	1	2
Vann, % (103°C)	0,041	0,044	0,118	0,075	0,007	0,017
pH i 10 % oppl.	7,2	7,7	8,2	8,0	8,2	8,3
Kalsium, %	0,000	0,000	0,008	0,005	0,001	0,001
Magnesium, %	0,001	0,001	0,006	0,003	0,002	0,001
Sulfat, %	0,062	0,148	0,417	0,020	0,036	0,018
Jern, mg/kg	0,19	0,16	0,08	0,08	1,1	1,4
Kopper, mg/kg	0,13	0,50	0,04	0,04	0,01	0,01

I følge Pedersen (1942) er bakterietallet i smørsalt meget lavt. Schulz (1952) angir et normalt kimtall i smørsalt på 10-20 kim pr. g salt. For å unngå infeksjon og vegetativ vekst av halofile mikroorganismer i saltet må det oppbevares godt tildekket i et tørt lagerrom.

Pedersen, Aa, H., (1942): "Kjærning og æltning" i "Mælk, smør og ost, haanbog i mejeriteknikk", Alfred Jørgensens forlag, København, Danmark.

Schulz, M. E. (1952): "Molk.-Lexikon, Milchv. von A bis Z", Verlag Dtsch. Molk. Ztg, Tyskland.

Saltsekkene må aldri plasseres direkte på kalde steingulv eller mot yttervegg, da dette kan føre til kondensering av fuktighet med risiko for klumping og forstening av saltet. Helst skal lagerrummets relative fuktighet være 70 til 75 %. Videre må saltet ikke lagres sammen med, eller i nærheten av stoffer med sterk lukt da salt lett absorberer lukten fra omgivelsene.

Den egentlige årsaken til at en i dag salter smøret, er at konsumentene ønsker den friske smaken som et syrnet og saltet smør har. Selv om de saltmengder som anvendes i dag ikke på langt nær har samme konserverende effekt som de tidligere konsentrasjoner, skal en ikke se bort fra at saltet også i dagens smør har en viss konserverende virkning. For å kunne danne seg et bilde av om smørets saltinnhold kan ha antimikrobiell effekt, må en beregne saltinnholdet i smørets vannfase. I tabell 14 har en vist hvordan saltinnholdet i smørets vann varierer med saltprosenten i smøret når en tar utgangspunkt i at smøret har en vannprosent på 15,7 %.

Tabell 14: Saltinnholdet i smørets vann ved forskjellig saltinnhold i smøret. (Smørets vannprosent: 15,7.)

Salt i smøret i %	Salt i smørets vann i %
1,0	6,0
1,5	8,7
2,0	11,3
2,5	13,7
3,0	16,0

Med de saltkonsentrasjoner som er aktuelle i smøret kan en regne med en viss hemmende effekt overfor en del proteolytiske og lipolytiske organismer innenfor slektene pseudomonas, serratia og flavobakterium. Når det gjelder mugg, gjær og andre saltresistente mikroorganismer, vil de aktuelle saltkonsentrasjoner ikke være tilstrekkelig til å hemme deres utvikling i smøret.

Salting av smøret medfører også enkelte alvorlige ulemper. En rekke forsøk og praktisk erfaring har vist at saltet smør har større tilbøyelighet enn usaltet til å utvikle kjemiske kvalitetsfeil, som hovedsakelig skyldes oksydasjon. Feilene benevnes ofte som "oljet", "fisket", "tranet", "talget" eller "oksydert". Disse feilene fremkommer særlig i syrnet ikke nøytralisert smør. Dette er forhold som i vesentlig grad reduserer smørets holdbarhet.

Smørets holdbarhet kan også reduseres dersom uhensiktsmessig transport og lagring av saltet har ført til infeksjon av halofile organismer som overføres direkte til smøret dersom det anvendes tørrsalting.

2. Nøytralisasjon av smøret

Syrnet og saltet smør er som nevnt disponert for kjemiske feil som følge av oksydasjon. Dette skyldes hovedsaklig selve surheten i smøret, men effekten forsterkes av saltet. Gjennom nøytralisasjon av smørserumets surhet har en funnet frem til en teknikk som gjør det mulig å fremstille et smør som med hensyn til holdbarhet tilsvarende usyrnet smør og som har den friske aromatiske smak som er karakteristisk for syrnet smør.

Det er utført en rekke undersøkelser av forskjellige nøytralisasjonsmidler tilsatt smøret separat og i blanding med det ordinære koksaltet (spesialsalt). Prinsippet er utviklet av finnen A. I. Virtanen som anvendte Na_2HPO_4 og Na_2CO_3 som tilsetninger i koksalt (AIV-salt). For alt smør som skal lagres er det blitt vanlig å nøytralisere smørserumet til en pH mellom 6,5 og 7,0. Surhet under pH 6,5 øker risikoen for kjemiske feil, mens nøytralisering til pH over 7,0 vil kunne føre til bismak i smøret forårsaket av spesialsaltet eller nøytralisasjonsmiddelet.

Hos oss anvendes lesket kalk, kalsiumhydroksyd ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), som nøytralisasjonsmiddel. Den leskede kalken kan tilberedes på meieriet ved at dobbeltfiltrert ulekset kalk (CaO) av beste kvalitet tilsettes vann. Det benyttes da 1 del kalk til 3 deler vann. Av denne blandingen tilsettes 2-3 g/kg smør avhengig av smørets pH før nøytralisering og av praktisk erfaring. Alt syrnet og saltet smør nøytraliseres hos oss i dag.

G. SMØRETS ELTING

I forrige avsnitt, smørets salting, omtalte en kort hvordan man gjennomfører foreltingen før saltet tilsettes. Vi skal i dette avsnittet gjennomgå hovedprinsippene i hoved- og slutteltingen av smøret.

Under eltingen skal:

- smørkornene bearbeides til en homogen masse
- smørets struktur utformes
- vannet fordeles i smørmassen
- smørets vanninnhold reguleres
- smørets væskedråper finfordeles
- saltet fordeles i smørmassen

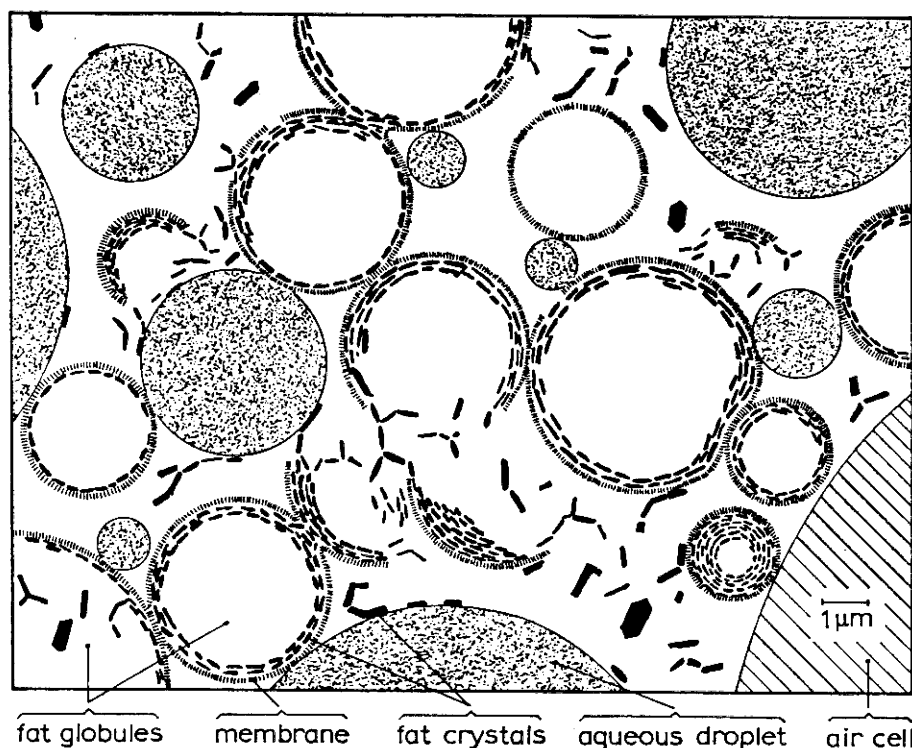
1. Eltingsteori

Ved eltingens begynnelse presses de utkjernede smørkornene sammen og deformerer. Under denne bearbeidingen utsettes fettkulene i smørkornene for såvidt stor påkjenning at deres overflatelag skades og flytende fett og fettkrystaller presses ut fra fettkulenes indre. En stor del av kulene knuses og antall kuler pr. volumenhet reduseres gradvis under eltingen. I ferdig smør regner en at bare 20-30 % av fettene foreligger i form av fettkuler, mens 70-80 % finnes som ikke-globulært fett. Det ikke-globulære fettene, den frie fettfasen, består av en blanding av fast og flytende fett. Det faste fettene, som er rester av de knuste fettkulene, er dispergert i det flytende fettene (oljen).

I figur 8 har en illustrert smørets struktur skjematisk. Alt det hvite i figuren illustrerer flytende fett. Fettkulemembranens tykkelse er sterkt overdrevet i denne skissen.

Figur 8: Skjematisk fremstilling av smørets struktur.

(Kilde: Mulder, H. & P. Walstra (1975): "The milk fat globule", Centre for Agricultural Publishing and Documentation Wageningen, the Netherlands, 1974.)



I den utprensede fettmassen, som etterhvert som eltingen pågår utgjør den kontinuerlige fasen i smøret, dispergeres fuktigheten i form av små væskedråper. Findelingen av vannet regner en skjer automatisk ved at smørklumpen under eltingen stadig skifter form. Under denne formforandringen glir, eller flyter, de enkelte partikler i smøret ved siden av hverandre med forskjellig hastighet. En større vanddråpe som befinner seg mellom to lag som glir med forskjellig hastighet, vil da trekkes ut og til slutt bli revet istykker. En regner med at stabiliseringen av de findelte væskedråpene understøttes av emulsjonsmidler som naturlig er til stede i smøret.

2. Eltingens utførelse

Etter at foreltingen og saltingen er utført, finner hovedeltingen sted. Under eltingens utførelse må man ta hensyn til de forskjellige oppgaver eltingen har. Den vanskeligste oppgaven vil være å avpasse eltingshastigheten slik at både kravene til god vannfordeling og regulert vanninnhold kan tilfredsstilles. Under eltingen vil en finne at utpressingen og findelingen av væske skjer parallelt. Dersom findelingen av væskedråpene går for langt før utpressingen av tilstrekkelig væske har funnet sted, vil en ved videre elting ha store vansker med å oppnå lav nok vannprosent i smøret.

Under den første delen av hovedeltingen ønsker en å fordele og å løse opp saltet i smørets vannfase. For å sikre at smørets vanninnhold blir lavt nok, gjennomføres denne første delen av hovedeltingen med relativt lav hastighet. Enkelte lar kjerna stå i ro en tid etter at saltet er fordelt i smøret for å oppnå en best mulig oppløsning av saltet.

Etter kontroll av smørets vanninnhold skal smøret eltes tørt. Kjernas hastighet kan da økes. Normalt vil en sørge for at smørets vannprosent ved denne kontrollen er så lav at det er behov for å justere den ved å tilsette noe vann. Etter vanntilsettingen slutteltes smøret inntil det er fritt for såkalt løs fuktighet.

Eltingens betydning for smørets konsistens vil bli behandlet i avsnitt III G 4. Eltingstemperaturen har vesentlig innvirkning på smørets konsistens. Om vintersmøret ikke skal bli for hardt, må eltingstemperaturen holdes i temperaturområdet 13-15° C. Ved elting av sommersmør bør temperaturen ikke overstige ca. 15° C. Eltingstemperaturen justeres ved å overrisle kjerna med vann.

3. Vakuumelting

Elting av smøret under redusert lufttrykk, vakuumelting, har vist seg å ha gunstig innvirkning på smørets konsistens og utseende. Ved elting under vakuum reduseres smørets luftinnhold samtidig som den kontinuerlige fettfasen øker. Reduksjonen av smørets luftinnhold fører til at smøret blir noe kompakt og noe hardere enn vanlig eltet smør. En vil umiddelbart konkludere med at et mer kompakt og hardere smør ville gi lavere konsistenspoeng, men dette er ikke tilfelle for vakuumeltet smør. Dette skyldes at den økede hardheten kompenseres av en økning av smørets smidighet og smørbarhet.

Den største forskjellen mellom smør eltet ved normalt lufttrykk og smør eltet under vakuum finner en i smørets utseende. Det lavere luftinnholdet i vakuumeltet smør gjør at smøret blir tettere og blankere enn smør eltet under vanlig trykk.

Under første del av hovedeltingen bør undertrykket ikke være høyere enn 27 - 40 MPa (20 - 30 cmHg, 0,27 - 0,41 kp/cm²). Under slutteltingen bør undertrykket være noe mindre og ikke overstige ca. 13 MPa (10 cmHg, 0,14 kp/cm²).

4. Eltingens betydning for smørets konsistens

Konsistensen er en av smørets viktigste kvalitetsegenskaper. Smørets konsistens er et komplisert og mangesidig begrep sammensatt av slike egenskaper som bl.a. fasthet, elastisitet, plastisitet og smørbarhet.

Som tidligere nevnt er smørets konsistensegenskaper i alt vesentlig bestemt av fettfasens kjemiske sammensetning og struktur. I denne sammenheng er forholdet mellom fast og flytende fett i den frie (ikke globulære) fettfasen av avgjørende betydning.

Er det lite flytende fett til disposisjon for dispergering av fettkuler, fettkulefragmenter, fettkrystaller og væske-
dråper, vil smøret bli fast, kort og krotet. Er det rikelig
tilgang på flytende fett til å danne denne kontinuerlige
fettfasen, vil smøret bli løst og klinet.

Foruten av fløtens temperaturbehandling av de forskjellige
forhold under kjerningen, påvirkes forholdet mellom fast
og flytende fett i den frie fettfasen i smøret av eltings-
temperaturen og av eltingsintensiteten. Ved høy eltings-
temperatur vil en relativt stor mengde av fettfraksjoner med
høyere smeltepunkt (fastere glyseridfraksjoner) bli presset
ut i den frie fettfasen. Disse fettfraksjonene vil igjen
krystallisere ved smørets lagring, og gi grunnlag for for-
skjellige strukturdannelse som vil gi smøret en fast kon-
sistens.

Ved stor eltingsintensitet eller ved lang eltingstid vil en
få det samme forhold som ved høy eltingstemperatur. Temp-
eraturen i smørmassen vil da kunne stige som en følge av
den sterke eller langvarige mekaniske bearbeidingen i kjerna.

En eltingsteknikk der det benyttes enten høy eltingstempera-
tur, stor eltingsintensitet eller lang eltingstid eller en
kombinasjon av disse faktorene, vil gi et fastere smør.
Dette vil i enkelte tilfelle være hensiktmessig for sommer-
smør, men forkastelig for vintersmør. En skal imidlertid
være klar over at brukstemperaturen for sommersmøret ofte er
relativt høy. Da vil smør som er eltet til stor kontinuerlig
fettfase bli bløtere enn normalt fordi størstedelen av den
store kontinuerlige fettfasen vil smelte ved denne brukstemp-
eraturen.

Om vinteren da smørfettet er hardt har en ved hensiktsmessig temperaturbehandling av fløten oppnådd å få dannet få og store fettkrystaller og en stor andel flytende fett som hovedsakelig består av fettfraksjoner med lavt smeltepunkt, mens fettfraksjonene med høyt smeltepunkt er tilstede i krystallform. Ved elting av vintersmøret er det viktig å presse så mye som mulig av den allerede eksisterende flytende fettfraksjonen ut av fettkulene og at det krystallinske fett med høyt smeltepunkt forblir i fettkulene usmeltet. Om vinteren må en derfor nytte så lav eltingstemperatur og så skånsom elting som mulig.

En vil som regel finne at smøret etterhvert blir fastere etter at eltingen er avsluttet selv om det oppbevares ved samme temperatur som det hadde ved eltingens slutt. Denne etterherdingen kan bli meget betydelig og er således et forhold som en må være oppmerksom på. Ved fornyet mekanisk behandling som smelting eller behandling i pakkemaskin vil hardheten avta for så igjen å tilta ved fornyet henstand. Hardheten vil imidlertid bli mindre nå enn før bearbeidingen. Stoffer som på denne måten blir løsere ved mekanisk bearbeiding og som gjenvinner sin fasthet ved fornyet henstand kalles for tixotrope.

Denne etterherdingen har nøye sammenheng med melkefettets kjemiske sammensetning, fløtens temperaturbehandling, eltingstemperaturen og eltingsintensiteten, samt smørets lagringsbetingelser.

Ønsker en å redusere smørets hardhet til et minimum, skal en behandle fløten etter vintermetoden (8-19-16), benytte lav eltingstemperatur, skånsom elting og lav oppbevarings-temperatur for smøret.

Ønsker en derimot å oppnå et hardere smør, skal en temperaturbehandle fløten etter sommermetoden (20-9) og bruke høy eltingstemperatur/eltingsintensitet. Ved oppbevaring ved høyere temperaturer og ved oppbevaring under vekslende temperaturbetingelser (romtemperatur - kjøleromstemperatur) vil fastheten i smøret øke. Slik oppbevaring kan imidlertid ikke anbefales av hensyn til smørets lukt og smak samt den mikrobiologiske kvalitet. Smør som har vist seg å være for bløtt bør ikke omeltes eller ompakkes.

5. Omelting av dypfryst smør

Med en skjev fordeling av melkeproduksjonen gjennom året, vil det tidvis være behov for en viss reguleringslagring av smør. Denne reguleringslagringen kan skje på flere måter bl.a. ved fryselagring av smøret og omelting av dette, fryselagring av smør og tilsetning av dette til fløten i kjerna, eller rett og slett ved fryselagring av fløten.

Smør som skal dypfryses og omeltes pakkes vanligvis i 25 kilos kartonger. I tilknytning til omelting av dette smøret før detaljpakking er det viktig at opptiningen, omarbeidingen og pakkingen i detaljpakning skjer på riktig måte.

Ved opptiningen er det viktig at temperaturen er jevn i hele smørpartiet. Dersom temperaturen i smørmassen varierer, vil det omeltede smøret kunne få ujevn lakefordeling, dårlig lakestabilitet og ujevn farge.

Ved meieriet skal smøret normalt tempereres til $8 - 12^{\circ} \text{C}$ som regnes som gunstig temperaturområde for omelting av dypfryst sommersmør. Lokalet der opptiningen finner sted bør ha en temperatur på $10 - 15^{\circ} \text{C}$. Opptiningen tar da normalt ca. 5 døgn.

Ved overføring til kjerna deles smøret i biter på ca. 5 kg. En smørmengde på ca. 20 % av kjernas volum regnes som en gunstig smørmengde.

Selve eltingen bør foregå ved at man først kjører kjerna i 10 - 15 minutter med 10 - 12 omdreininger pr. minutt. Deretter eltes det i 10 - 12 minutter med 2 - 4 omdreininger pr. minutt. Dersom saltinnholdet i smøret skal økes, bør saltet tilsettes nå, fordi en del lake på dette tidspunkt vil være pressest ut av smøret. Dersom det er ønskelig å heve vannprosenten i smøret, kan det med fordel benyttes syrekultur for på den måten å friske opp smaken på smøret.

Hovedeltingen skjer med normal hastighet, d.v.s. 8 - 12 omdreininger pr. minutt inntil smøret er nærmest tørt.

Pakkingen av smøret i detaljpakninger bør skje umiddelbart etter at eltingen er avsluttet for å unngå forandringer i smørets lakefordeling under pakkingen.

H. SMØRETS VANN- OG SALTFORDELING

1. Smørets vannfordeling

Som nevnt foran er en av eltingens oppgaver å fordele vannet i smørmassen. Fordelingen av væskedråpene har stor innflytelse på smørets utseende, smak og holdbarhet.

Sterk findeling av væskedråpene vil gi smøret et matt utseende, mens smøret blir mer skinnende og sterkere gult etterhvert som væskedråpene øker i størrelse.

Smørets smak vil bli skarpere og mer fremtredende ved grov vannfordeling enn når vannet er sterkt finfordelt, fordi saltet og smørets smaks- og aromastoffer er oppløst i dråpene.

Størst interesse har kanskje vannfordelingens innvirkning på smørets holdbarhet. De kjemiske og mikrobielle om-dannelser i smøret vil finne sted i grenseflaten mellom vann og fett eller i selve væskedråpen. Ved findeling av vannet, vil antall væskedråper pr. gram smør komme opp i 10 - 18 milliarder. Ser vi dette i relasjon til de mikro-biologiske forhold fører dette til at:

- en rekke av væskedråpene må, selv i et smør av dårlig bakteriologisk kvalitet, være fri for uheldige mikro-organismer
- mengden av næringsstoffer som blir tilgjengelig for omdannelse blir sterkt begrenset i væskedråper som måtte være infisert.

God findeling av væskedråpene i smøret blir derfor en faktor av avgjørende betydning for smørets holdbarhet mot mikro-biologiske kvalitetsfeil.

Sterk findeling av vannet øker mulighetene for utvikling av kjemiske feil. De kjemiske oksydasjonene av det umettede fett og andre kjemiske reaksjoner finner sted hovedsakelig i grenseflaten vann/fett. En sterk findeling av vannet vil føre til en betraktelig økning av denne grenseflaten, og dermed øke mulighetene for utvikling av kjemiske feil.

Vannfordelingen i smøret skal av hensyn til holdbarheten mot mikrobiologiske kvalitetsfeil drives så langt at man ikke lenger har synbare væskedråper. En elting utover dette, overelting, kan være betenkelig av hensyn til kjemiske kvali-tetsfeil.

Fordelingen av væskedråpene er avhengig av smørets fasthet og av eltingsintensiteten. Således skjer findelingen av væskedråpene både lettere og tidligere i et bløtt smør og ved kraftig elting.

Undersøkelser har vist at kraftig bearbeiding av smøret, som ventet, fører til en reduksjon av antallet store dråper og en økning i antallet små dråper. Ved svak bearbeiding finner en imidlertid at antallet store dråper øker mens antallet av mindre dråper reduseres. For langsom og svak elting vil nemlig føre til at væskedråpene bare vil flyte sammen under kollisjonen dråpene imellom, og således danne større og større dråper. Smøret vil da kunne bli lakegivende.

2. Faktorer som innvirker på vanninnholdet

Væskedråpene i smøret har forskjellig opprinnelse og er bundet i smøret på flere måter. Flere forhold har derfor innvirkning på smørets vanninnhold.

a) Smørfettets hardhet:

En del av smørets væske er innesluttet mellom fettkulene i smørkornene. Den mengde væske som på denne måten er innesluttet i smørkornene vil være avhengig av fettkulenes hardhet. Vannet presses lettere ut om fettet er hardt enn om det er bløtt fordi hulrommene mellom fettkulene vil være større når de er faste og beholder sin kuleform enn når de er bløte. Smørfettets hardhet bestemmes som før nevnt av bl.a. fløtens temperaturbehandling og av eltingstemperaturen. Således vil som regel en lavere temperatur under eltingen lettere bringe smørets vanninnhold ned.

b) Smørkornenes størrelse og form:

Svært store og svært små smørkorn vil gi høyt vanninnhold i smøret. Små smørkorn har stor samlet overflate og binder således en større mengde væske. Store smørkorn skyldes normalt en overkjerning av smøret som delvis virker som en begynnende elting.

Findelingen av væskedråpene ved den egentlige eltingen kommer da ofte for tidlig, slik at fuktigheten vanskelig lar seg fjerne fra smøret.

c) Skylling:

Kjernemelk vil alltid utgjøre en del av smørets fuktighet. Da kjernemelk, og spesielt sur kjernemelk, hefter sterkere til smørkornene enn vann, vil det ofte være lettere å senke vanninnholdet i skyllet enn i uskyllet smør.

d) Forelting:

For kraftig bearbeiding av smøret i begynnelsen av eltingen vil som nevnt gi en for rask findeling av væskedråpene. Er derfor foreltingen for kraftig, vil dette føre til at smørets vanninnhold vanskelig lar seg bringe ned på ønsket nivå. Foreltingen skal som tidligere nevnt skje med lav hastighet på kjerna og åpen luke og bunnventil.

e) Salting:

Tilsetting av salt øker smørets tørrstoff og virker således reduserende på smørets vanninnhold. Saltingen virker også inn på fordelingen av fuktigheten. Man får større lakedråper som lettere presses ut under den første delen av eltingen. Laken vil imidlertid arbeides inn i smøret igjen når det eltes med stengt luke og bunnventil.

f) Eltingsmåte:

Når vannprosenten i smøret skal senkes, må det eltes med liten hastighet og med åpen luke og bunnventil. Skal det derimot eltes vann inn i smøret, må eltehastigheten økes og luke og bunnventil holdes lukket.

3. Bestemmelse av smørets vanninnhold

An hensyn til kravet om et maksimalt innhold av vann i smør på 16 %, er det ved smørfremstillingen behov for å kontrollere og eventuelt justere smørets vanninnhold.

Smørets vanninnhold bestemmes på følgende måte:

I et beger innveies 10 g smør. Prøven tørres enten over spritflamme, gassflamme eller på elektrisk plate under kretsende bevegelser. Det kan også benyttes tørring i tørkeskap ved 100 - 130° C.

Etter endt tørring avkjøles begeret. Prøven er tørr når skumdannelsen har opphørt og fettene er klart med en lysebrun farge. Vannprosenten utregnes etter følgende formel etter at begeret er veiet:

$$\text{Vann \%} = \frac{\text{avdampet vann} \times 100}{\text{innveid smørmengde}}$$

4. Justering av smørets vanninnhold

Det normale er å elte smøret såvidt tørt at smørets endelige vannprosent må justeres ved tilsetting av vann. For beregning av den nødvendige vannmengden, må en kjenne den beregnede smørmengde og smørets vannprosent.

Smørmengden beregnes etter følgende formel:

$$Sf_s = Gf_f - (G - S)f_k$$

$$S = \frac{G(f_f - f_k)}{f_s - f_k}$$

I likningen er S = beregnet smørmengde i kg
G = fløtemengde i kg
 f_s = smørets fett %
 f_f = fløtens fett %
 f_k = kjernemelkens fett %

For uskyllet saltet smør kan smørets fettprosent settes til 81,5 % og til 82,0 % for skyllet saltet smør.

I praksis bestemmes sjelden kjernemelkens fettprosent og det er derfor vanlig å anvende følgende approksimerte formel:

$$S = 1,2 \cdot G \cdot \frac{f_f}{100}$$

hvor S = beregnet smørmengde i kg
G = fløtemengde i kg
 f_f = fløtens fett %

Vedlegg 1 er en tabell som viser den beregnede smørmengden fra fløte med forskjellig fettprosent og fra forskjellig mengde kjernefløte.

Når smørmengden er beregnet, kan man regne ut den vannmengde som skal tilsettes smøret ved hjelp av følgende formel:

$$\frac{(S - x)V_2}{100} + x = \frac{SV_1}{100}$$

$$x = \frac{S(V_1 - V_2)}{100 - V_2}$$

I likningen er S = beregnet smørmengde i kg
 x = den vannmengde i kg som skal settes
til smøret
 V_1 = ønsket vann %
 V_2 = analysert vann %

I vedlegg 2 har en i tabellform for praktisk bruk ført opp den beregnede tilsetningsmengde av vann ved forskjellig ønsket og funnet vannprosent i smøret.

5. Smørets saltfordeling

Som nevnt under avsnittet om smørets salting, anses det som best å tilsette saltet som saltgrøt etter at smøret er foreltet så mye at det henger sammen. Saltet må så arbeides inn i smøret for å få god saltfordeling. Det er av betydning at foreltingen har vært tilstrekkelig skånsom slik at det fremdeles finnes tilstrekkelig og lett tilgjengelig vann i smøret for oppløsning av saltkornene. Bli ikke saltfordelingen i smøret tilfredsstillende, vil en kunne få vannbevegelse i det ferdige smøret. Dette vil kunne gi smør som senere blir fuktig og i verste fall skjoldet.

6. Bestemmelse av smørets saltinnhold

Under eltingen vil det gjerne gå noe salt tapt med den saltlaken som presses ut og renner bort. En må derfor legge opp eltingsteknikken slik at både luke og bunnventil kan holdes så mye som mulig lukket under eltingen etter at saltet er tilsatt. Da det av hensyn til konsummentene vil være viktig å holde saltprosenten konstant fra dag til dag, vil det være behov for stadig kontroll av saltinnholdet.

Saltinnholdet kan bestemmes ved titrering med sølvnitrat og kaliumkromat (K_2CrO_4) som indikator. Smøret oppløses i varmt vann. Ved tilsetning av sølvnitrat vil sølvionene felle klorionene til sølvklorid som er hvit av farge. Når denne løsningen nå tilsettes kaliumkromat, får en en mursteinsrød utfelling dersom løsningen tilføres overskudd av sølvnitrat. Ved titreringen gjelder det altså å finne hvor mye sølvnitrat av en bestemt konsentrasjon en bestemt smørmengde forbruker før fargeomslag fra hvit til mursteinsrød inntreffer.

Det anvendes 0,1 n sølvnitrat ($AgNO_3$) som tilsvarer 0,006 g NaCl.

Utregningen gjøres etter følgende formel:

$$\% \text{ salt} = \frac{\text{forbrukt ml } 0,1 \text{ n } AgNO_3 \times 0,006 \times 100}{\text{avveid g smør}}$$

I. SMØRETS PAKKING

1. Smørets overføring fra kjerne til pakkemaskin

Fra en ren manuell uttaking av smør fra kjerna har en kommet over til forskjellige former for mekaniske hjelpemidler. Med utgangspunkt i hjelpemidlenes art snakker en gjerne om høy eller lav montering av kjerna.

Når en velger en høy montering av kjerna, er det fordi en vil benytte en eller annen type smørvogn ved overføring av smøret fra kjerna til pakkemaskin. Smørvogner finnes i flere varianter, men de fleste er utstyrt med mateskrue i bunnen.

I enkelte tilfelle heves hele smørvogna så høyt at bunnutløpet i enden av mateskruene kommer noe i overkant av pakkemaskinens smørtrau. Gjennom en motorvariator koplet til drivanordningen kan mateskruens hastighet varieres. Smørtilførselen kan også styres helt automatisk fra smørtrauet på pakkemaskinen ved hjelp av en nivåføler.

I stedet for å heve smørvogna til smørtrauets nivå, kan smørvogna forbli på gulvplanet ved at den koples til en smørpumpe som pumper smøret opp i maskinens traue. Smørvognas mateskrue mater da smøret fram til smørpumpa som gjerne er utstyrt med variator. Fra en og samme smørvogn kan man mate flere pakkemaskiner bare ved å montere et tilstrekkelig antall smørpumper.

Ved lav montering av kjerna kan man benytte to forskjellige metoder ved tømning, nemlig bruk av smørsilo eller bruk av smørpumpe montert direkte på kjerna. Ved smørsilo tømmes smøret direkte fra kjerna ned i siloen som i bunnen er utstyrt med mateskrue for overføring av smøret til pakkemaskin. Smørsiloen vil føre smøret fra kjerna i den ene etasjen til smørpakkemaskinen som vil være plassert i etasjen under.

Ved hjelp av smørpumpe kan smøret pumpes direkte fra kjerna til pakkemaskinen gjennom rør med sandblåst innerflate. Da smørpumpa i dette tilfelle monteres direkte på kjerna, vil det normalt bare kunne kjernes ei kjerne pr. dag.

2. Emballasje for og pakking av helvektsmør

Som emballasje for helvektsmør anvendes kartong med rektangulær form og et rominnhold på 10 eller 25 kg smør. Kartongene er laget av massiv papp og innvendig vokset. Kartongene blir ved pakking føret med pergament.

Det har vært vanlig å oppbevare pergamentpapiret i konsentrert saltlake 1 - 2 døgn før pakking. Bløtleggingen i saltlake gjøres først og fremst for å hindre at smørets overflate tilføres mugg eller andre mikroorganismer. For ytterligere å hindre muggvekst kan saltlaken tilsettes 0,5 kg sorbinsyre som natrium- eller kalsiumsalt pr. 100 kg lake.

Man har imidlertid stilt seg tvilende til om det er hensiktsmessig å anvende konsentrert saltlake til pergament. Forsøk har vist at saltet fra papiret kan virke uheldig på smørets overflate ved at det påskynder uttørking. En slik uttørking vil gi en sterkere gulffarge på overflaten enn lenger inn i smøret. Det er oppnådd gode resultater ved å benytte pergament som er kokt i vann 15 - 20 minutter umiddelbart før bruk. Denne metoden vil imidlertid føre til at pergamentet mister en av sine karakteristiske egenskaper. Pergamentet vil ikke lenger bli ugjennomtrengelig for fett.

Ved pakking av helvektsmør må det påses at pergamentet ikke trekkes ned i pakningen, men ved pakkingens slutt fortsatt dekker alle kartongens innervegger. Smøret skal fylles slik at det ikke oppstår luftlommer i massen. Luft som er innsluttet i massen på denne måten kan gi muligheter for fremvekst av mugg.

3. Emballasje for og pakking av smør i detaljpakning

a) Emballasjematerialer:

Smør som ikke skal omsettes som helvektsmør pakkes i detaljpakning i følgende varianter:

1/2 kg : aluminiumsfolie
1/4 kg : aluminiumsfolie
Bordpakning (300 g) : kartong/plast
Kuvertpakning (15 g) : plastbeger

Størstedelen av det detaljpakkede smøret er pakket i aluminiumsfolie. Smørfolien er oppbygd av to hovedlag, pergament og aluminiumsfolie. Pergamentet vender inn mot smøret og er tynneste pergamentkvalitet som leveres, d.v.s. en vekt på 42 - 45 g/m². Det er hovedsakelig pergamentet som gir smørfolien dens mekaniske styrke. Aluminiumsfolien er meget tynn, 0,009 mm tykk, også dette den tynneste kvalitet. Til sammenføyning av pergamentet og aluminiumsfolien anvendes helt spesielle vokstyper som danner en tynn voksfilm som ikke gir delaminering av smørfolien.

Pakking av smør stiller de strengeste emballasjeteknologiske krav. Emballasjen skal bl.a. være lystett, gasstett, vanntett og bestandig mot fett, dessuten skal den kunne dødbrettes tilstrekkelig, den må også ha en helt bestemt bøyestivhet og mekanisk styrke.

Smørfolien er følsom overfor ugunstige lagringsbetingelser og bør derfor oppbevares i lokaler med en relativ fuktighet på 40 - 60 % og en temperatur på 16 - 20° C.

Bordpakningen tar 300 g smør. Den består av papp som på innsiden er belagt med PVC-plast. På smørets overflate er det lagt oblat av aluminiumsfolie som skal beskytte smøret bl.a. mot uttørking på overflaten. Pakningen har plastlokk av "Snap-on"-typen.

Kuvertpakninger er på 15 g og pakket i plastbeger. Pakkingen foregår på Bolsøy Meieri.

b) Pakkemaskinen:

Det er flere typer pakkemaskiner for smør på markedet. De mest vanlige hos oss er Benhil- og Sig-maskiner. Fra et næringsmiddelteknisk og meierimessig syn bør det stilles en rekke krav til en god smørpakkemaskin.

Maskinen skal:

- kunne behandle smør med bløt konsistens
- pakke smøret uten luftlommer i massen
- gi riktig vekt på alle pakker
- forme rette og vinklede pakninger selv ved pakking av bløtt smør
- være omstillbar fra 1/2 til 1/4 kg, og kunne gi pakninger med riktig format for det norske marked
- være driftsikker og enkel å betjene
- være lett å gjøre ren.

Pakking av spesialvarianter som kuvertpakning og bordpakning skjer på et fåtall anlegg med spesielle maskiner.

c) Pakkingen:

Smøret bør pakkes umiddelbart etter avsluttet elting. Under betjening av pakkemaskinen må pkningsvekten kontrolleres med jevne mellomrom. Videre må maskinpasseren påse at maskinen mates jevnt med smør, og forøvrig være omhyggelig med at formetrau og brettorganer samt fremføringsbord holdes absolutt rene og fri for smør og fett. Selve smørpakkemaskinen er utomatisk, men de øvrige ledd i pakkelinja kan være mer eller mindre automatisert. Både kartongbretting, kartonering, liming og pallestabling av kartongene er mekanisert og automatisert ved flere anlegg.

J. LAGRING AV SMØR

1. Kjøling

Etter at smøret er pakket, er det nødvendig at det så fort som mulig kjøles til så lav temperatur som mulig. Denne avkjølingen er av største betydning for smørets utseende og konsistens. Under avkjølingen skjer en etterkrystallisasjon av smørfettet. Denne krystallisasjonen innvirker ikke bare på smørets struktur og utseende, men fører også til at detaljemballert smør ved en eventuell senere hardhendt behandling er mere motstandsdyktig overfor deformasjon. Såvel av hensyn til smørets konsistensegenskaper som til å unngå misdannede pakninger er det derfor viktig at smøret er tilstrekkelig nedkjølt innen det forlater meieriet.

Nedkjølingen av detaljemballert smør tar lang tid. Det er f.eks. vist at dersom smørets temperatur er ca. 15° C umiddelbart etter emballeringen, vil det i et kjølerom med en temperatur omkring 5° C ta ca. 2 døgn å avkjøle smøret til ca. 8° C. Dette forutsetter imidlertid at kartongene er stablet i rekker med 30 cm avstand. Stables derimot kartongene kompakt, vil det ta 5 - 6 døgn å avkjøle de midterste smørpakninger til ca. 10° C.

Ved Statens Forsøgsmejeri i Danmark (1973) ble det gjennomført forsøk der man avkjølte detaljpakket smør før emballering i forsendelseskartong. Resultatene fra disse forsøkene viste at smøret i kvalitetsmessig henseende ikke forringes nevneverdig ved en hurtig avkjøling umiddelbart før emballering i forsendelseskartong. Kjølingen av pakningen kunne da i praksis tenkes å gjennomføres i ordinære kjøletunneller.

Statens Forsøgsmejeri, Hillerød, Danmark (1973): "Undersøgelser vedrørende afkøling af detailpakket smør før emballering i forsendelseskarton", Mælkeritidende (32): 830-834.

2. Lagring

For det meste av smøret vil det være behov for en eller annen form for kjølelagring enten dette skjer i reguleringsøyemed eller i tilknytning til distribusjonen og omsetningen. Ikke alt smør egner seg like godt til lagring. En del kjølelagret smør vil lett kunne få smaksfeil som dels skyldes biokjemiske og dels rent kjemiske omsetninger. Ved kjølelagring er det de kjemiske omsetninger som dominerer og smaksfeil som oljet, tranet, fisket, talget og metallsmak er resultatet. Det har vist seg at man praktisk talt kan unngå de kjemiske oksydasjoner dersom surhetsgraden i smørserumet er pH 6 eller noe høyere. Som nevnt tidligere nøytraliseres alt syrnet og saltet smør hos oss i dag, slik at holdbarheten mot kjemiske omdannelser under lagring skulle være relativt gode.

Umiddelbart etter avsluttet elting, vil det i smøret finne sted en etterherding som pågår praktisk talt under hele lagringen, om enn med avtagende intensitet. Smørets etterherding påvirkes i vesentlig grad av lagringstemperaturen. Prosessen går raskere ved høy enn ved lav temperatur. Et smør som etter produksjon lagres f.eks. 14 dager ved + 14^o C vil bli hardere enn smør som lagres ved + 5^o C i samme tid. Selv om man ikke helt har klarlagt de vesentligste faktorene ved smørets etterherding, går man ut fra at melkefettets sammensetning, fløtebehandlingen og eltingsteknikken, d.v.s. forhold som innvirker på fettets krystallisering, er av vesentlig betydning.

Under smørets oppbevaring og distribusjon skal man også være klar over at variasjoner i oppbevaringstemperaturen kan ha vesentlig innvirkning på smørets konsistens. Smør som etter en tids kjølelagring utsettes for en temperaturøkning blir hardere etter ny avkjøling enn det smør som hele tiden lagres ved samme lave temperatur.

Dersom smør som tidligere er kjølt oppvarmes til 20° C og høyere og nedkjøles på nytt, vil det bli hardt og kort (Olsson 1960). Dette forholdet har stor praktisk betydning, og understreker betydningen av at smøret beskyttes mot temperaturheving ved alle former for smørtransport, oppbevaring og distribusjon.

3. Fryselagring

Fryselagringen stiller store krav til smørets holdbarhet. Under lagringen vil det kunne finne sted biokjemiske eller rent kjemiske omdannelser som vil gi smøret mere eller mindre utpregede smaksfeil. Omfanget av de omdannelser som vil kunne skje i smøret under fryselagring vil i høy grad bero på lagringstemperaturen, lagringstiden, tiden som medgår til nedfrysing og opptining av smøret, de hygieniske og produksjonstekniske forhold under fremstillingen og på smørets struktur og kjemiske sammensetning.

Selv om mikrobeveksten er stoppet ved de fryselagringstemperaturer som vanligvis nyttes, vil ikke enzymene som mikroorganismene har produsert bli inaktivert. Enzymene skades ikke ved frysing og de enzymatisk katalyserte omdannelser, såvel som de rent kjemiske prosesser, vil ikke bli stoppet selv om reaksjonshastigheten riktignok blir vesentlig ned-satt.

De enzymatiske omdannelsene vil under ugunstige omstendigheter kunne føre til omfattende omdannelser av fett, proteinet og sukkeret som vil gi smøret utpregede smaksfeil som "harsk", "ostesur", "kvalm", "gjæret" og "råtten".

Olsson, T. (1960): "Inverkan av temperaturväxlingar på det färdigförpackade smørets konsistens", Svenska Mejeritidningen, 52 (52): 681-685.

For å hemme de kjemiske og enzymatiske omdannelsene i tilstrekkelig grad, har det vist seg nødvendig å nytte fryselagertemperaturer på -15 - -30° C, alt etter lagringstiden og de aktuelle produksjonsforhold. Hos oss nyttes vanligvis en temperatur på -20 til -25° C.

Når det gjelder etterherdingen, skjer denne meget langsomt i fryselagret smør, men når smøret igjen tines opp og tempereres skjer etterherdingen raskt.

Når en skal avgjøre om et smør med sannsynlighet vil vise seg å være holdbart under lagringen, må en i alt vesentlig støtte seg til resultatene fra holdbarhetsbedømmelsene. Holdbarbedømmelsene gjennomføres regelmessig for alt smør og består i å registrere kvalitetsnedgangen etter en lagring av smøret i 14 dager ved 13° C. Smør som regelmessig viser god holdbarhet ved denne prøven skulle også med stor sannsynlighet kunne fryselagres med vellykket resultat.

K. FRYSELAGRET FLØTE SOM TILSETNING TIL KJERNEFLØTEN

Anvendelse av fryselagret fløte som tilsetning til kjernefløten er nevnt foran som en reguleringsmetode. Denne metoden har fått en viss anvendelse i enkelte land.

I Tyskland er det gjennomført omfattende forsøk i praktisk skala over en lang periode med denne metoden. Drøsler (1972) har omtalt en del sider ved disse forsøkene og nevner at det i forsøksperioden ble produsert 13 500 tonn smør der dypfrost fløte var iblandet på en eller annen måte. Forsøkene viser gunstige resultater, og metoden synes å by på klare kvalitetsmessige fordeler:

Drøsler, G. (1972): "Butterqualitätsverbesserung durch Verwendung von Frostrahm", Die Österreichische Milchwirtschaft (13) : 233-240.

- Vintersmørets konsistens vil bli bedre ved tilsetning av dypfryst sommerfløte.
- Vintersmørets ernæringsfysiologiske verdi øker gjennom naturlig anriking av vitaminer fra sommerfløten.
- Vintersmørets farge blir gulere ved tilsetning av sommerfløte.

Metoden gjennomføres ved at fløte fylles i en hensiktsmessig emballasje og fryses ved -20 til -30° C. Når den dypfryste fløten skal benyttes, tempereres den helst i et par døgn ved $12 - 15^{\circ}$ C før den deles opp og blandes i kjernefløten foran fløtepasteuren eller direkte i kjernefløten i fløtesyrningstanken. Ved kontinuerlig smørfremstilling kan en oppnå en god blanding av opptint fløte og ferdigsyrnet fløte ved å kjøre disse sammen ved utløpet av fløtesyrningstanken ved hjelp av justerte positivpumper (Statens Forsøgsmejeri 1974).

Selve innfrysingen av fløten må skje raskt. Dette er nødvendig både av hensyn til å hemme den mikrobielle aktivitet og for å redusere destabiliseringen av fettene. Destabiliseringen av fettene regnes som det største problemet ved denne metoden.

Marinskaya (1972) undersøkte effekten av å tilsette dypfryst sommerfløte til fløten ved fremstilling av vintersmør. Forsøkene konkluderer med at smør produsert utelukkende av dypfryst sommerfløte lett får en "melen" konsistens.

Statens Forsøgsmejeri, Hillerød, Danmark (1974): "Oparbejdning af frossen fløde i kontinuerlige smørfremstillingsanlæg", 34. årsberetning, 208. beretning, Statens Forsøgsmejeri Hillerød, Danmark.

Marinskaya, L. K. (1972): "Effect of addition of frozen summer cream on quality of winter butter", Dairy Science Abstract 1974 (4), abstract no. 1357.

En tilsetning av dypfryst sommerfløte på 20 til 40 % av den totale fløtemengden bedret vintersmørets tekstur, reduserte smørets hardhet og økte strukturstabiliteten. I tråd med dette er det anbefalt at andelen av opptint fløte kan utgjøre 30 - 40 % av den totale fløtemengden (Sokolow, Teplý & Meyer 1980).

L. KJERNEMELKEN

Kjernemelkens sammensetning vil variere noe med kjernings-
teknikken, men generell sammensetning er følgende:

Vann	92,0 - 91,3 %
Tørrstoff	8,0 - 8,7 %
Fett	0,1 - 1,0 %
Protein	3,0 - 3,4 %
Laktose	3,0 - 3,6 %
Salter	0,7 %
Melkesyre	ca. 0,7 %

Fettet i kjernemelken foreligger dels som fettkuler, fettkulefragmenter, fettkulehoper og smørkorn, og dels som kolloidalt fett, hovedsakelig som smørrolje. Dessuten forekommer fettliknende stoffer som fosfolipider og steroler som i alt vesentlig kommer fra fettkulenes membraner. En regner med at fosfolipidene og andre fettliknende stoffer utgjør omkring 25 % av fettene i kjernemelken.

Aromastoffene som dannes under den biologiske syrningen av fløten er vannløselige. Det er derfor vanlig å finne et høyere innhold av flere av disse stoffene i kjernemelken enn i smøret.

Sokolow, A. A., M. Teplý & A. Meyer (1980): "Produktion von Milcherzeugnissen", VEB Fachbuchverlag Leipzig, Øst-Tyskland.

Dette er vist i tabell 15 og i figur 9 som er hentet fra undersøkelser utført ved Meieriinstituttet. Aromakomponentene er analysert gasskromatografisk. Analysene bak resultatene i figur 9 er imidlertid utført etter en korrigert metode i forhold til den som ble anvendt når resultatene i tabell 15 ble registrert. Tallene for diacetyl i tabell 15 er antakelig høyere enn de reelle verdiene.

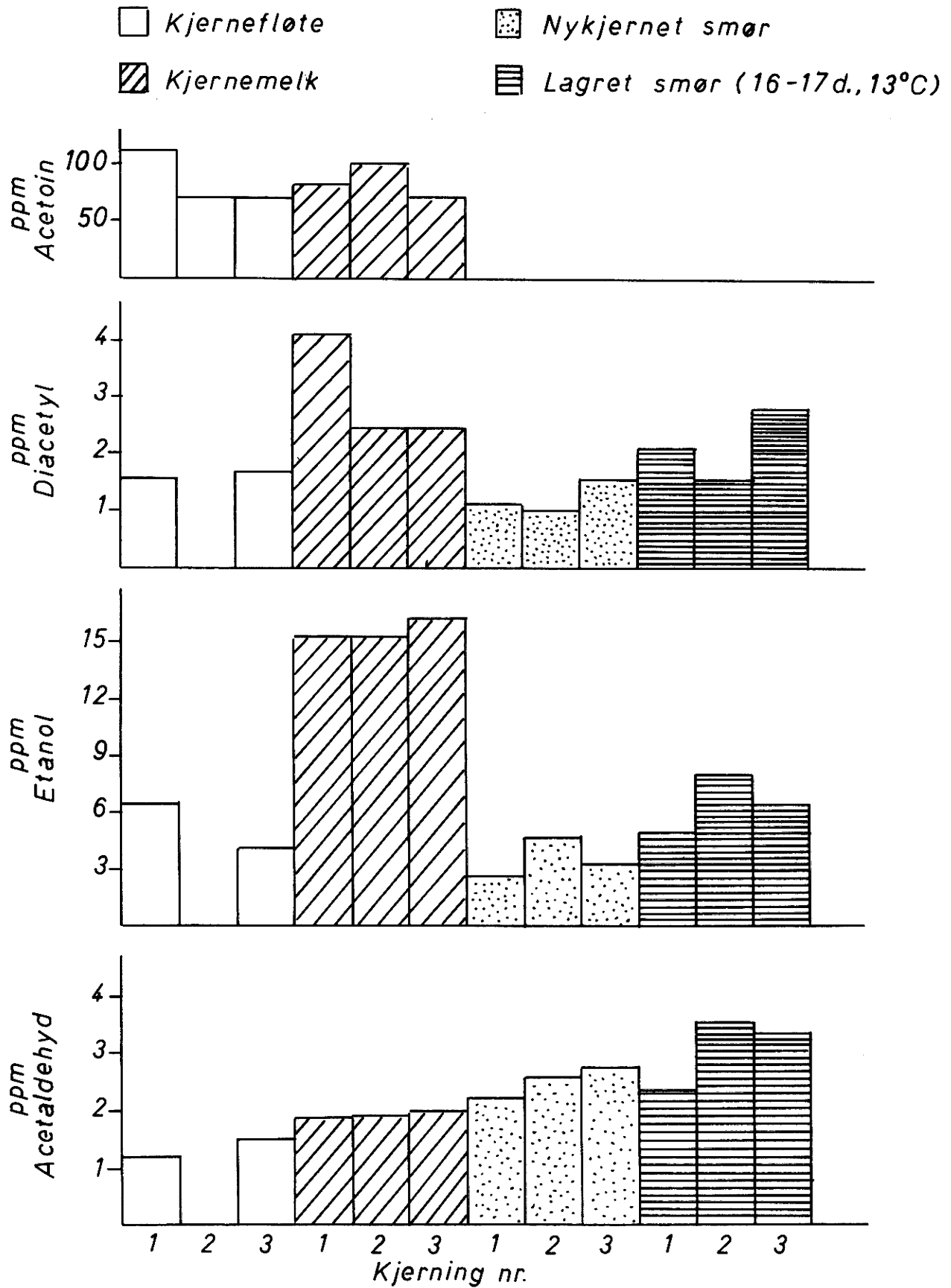
Tabell 15: Innholdet av acetaldehyd, aceton, etanol, acetoin og diacetyl i ferskt smør og i kjernemelk.

(Kilde: Steinsholt, K., A. Svensen & G. Tufto (1971) "Innholdet av acetaldehyd, aceton, etanol, acetoin og diacetyl i fløte, kjernemelk, nykjernet og lagret smør ved kjerning av fløte syrnet med tre blandingskulturer". Melding nr. 155 fra Meieriinstituttet, Norges Landbrukshøgskole.)

Komponenter	Ferskt smør	Kjernemelk
Acetaldehyd mg/kg	0,35	0,99
Aceton "	0,82	1,87
Etanol "	1,72	7,71
Acetoin "	71,46	313,65
Diacetyl "	1,79	6,15

Figur 9: Innholdet av acetoin, diacetyl, etanol og acetaldehyd i kjernefløte, kjernemelk, nykjernet smør og lagret smør ved 3 kjerner. Fløten syrnet med Flora Danica Special. (Kilde: Spangelo, Å. & G. Wike (1980): "Syrning av fløte med ulike kulturer og tid- og temperaturkombinasjoner og disse faktorenes innvirkning på aromaen i smør", Hovedoppgave, Meieriinstituttet, Norges Landbrukshøgskole.)

Figur 9.



Det er ikke organisert omsetning av kjernemelk hos oss, annet enn som retur til produsent. I enkelte land bl.a. Danmark og Tyskland omsettes det betydelige kvanta kjernemelk på det ordinære konsumentmarkedet. Speisell interesse har det knyttet seg til omsetningen av kjernemelk tilsatt forskjellige smaksretninger som sitron, kirsebær, mandarin, banan o.l. De forskjellige smaksretninger tilsettes da gjerne i form av en naturlig, men konsentrert fruktsirup d.v.s. finmoset frukt eller saft av frukten tilsatt søtningsmiddel.

M. KONTINUERLIG SMØRFREMSTILLING

Eksperimenter med sikte på å utvikle kontinuerlige fremstillingsmetoder for smør ble utført allerede i 1930-årene. Etter siste verdenskrig har forsøksarbeidet på dette felt økt i omfang slik at det foreligger et stort antall patenter på kontinuerlige smørfremstillingsmetoder. De fleste av patentene er imidlertid ikke kommet til praktisk anvendelse. De metodene som har fått en viss praktisk betydning kan klassifiseres i tre grupper etter deres arbeidsprinsipper, nemlig: emulgeringsmetodene, sentrifugeringsmetodene og kjerningsmetodene.

Størst interesse knytter det seg til maskiner som bygger på kjerningsmetodene eller den såkalte Fritz-prosessen, fordi det hos oss og i øvrige vestlige land er maskiner som arbeider etter dette prinsippet som er nærmest enerådende.

I dette kurset skal en bare omtale hovedpunktene i virkemåten til de maskiner for kontinuerlig smørfremstilling som er i drift her i landet. I hovedkurset i meieriteknologi vil en gå nærmere inn på andre teknologiske sider ved kontinuerlig smørfremstilling.

Ved de kontinuerlige smørfremstillingsmaskiner som arbeider etter Fritz-prinsippet foregår kjerningen av smørkorn på prinsippielt samme måte som ved en konvensjonell kjerneprosess. Den sterke behandlingen av fløten i kjernesylindren reduserer imidlertid kjerningstiden vesentlig. Fløten vil i løpet av få sekunder bli omdannet til smørkorn. Deretter fraskilles kjernemelken og smørkornene vaskes. De blir så eltet til smør i eltekammeret.

Til kjernesylindren på Contimab-maskinene, som er de vanligste hos oss, mates kjernefløten ved hjelp av en fortrenningspumpe. Fløten kommer tangentielt inn på et kjegleformet kammer ved den bakre delen av kjerneriset. Fløten føres på denne måten inn i selve arbeidsseksjonen med vinkelhastighet like stor som slagriset. Ifølge Simon Freres skal dette gi en skånsom kjerning. Kniven i slagriset kan ha forskjellig utførelse og byttes ut dersom man ønsker å øke eller minske fløtens bearbeiding. Slagrisets hastighet kan varieres trinnløst, et forhold som ansees som en fordel med hensyn til de forskjellige krystallasjonsforhold i fløten.

Ved enden av kjernesylindren føres smørkornene over til første seksjon i eltekammeret. Eltingen av smøret utføres av to parallelle roterende skruer som transporterer smøret fremover i kammeret. Eltekammeret kan bestå av tre seksjoner. I kammerets første seksjon skjer smørkornenes sammenklebing og utskillelse av kjernemelk. Kjernemelken ledes bort gjennom en sil i kammerets bunn.

I eltekammeret foregår eventuelle skyllinger. Før den siste skyllingen, og for å få ut de siste kjernemelksdråpene, må smøret ved overgang fra første til andre eltekammer passere gjennom en konisk kanal som kalles tørrekammer. Straks smøret har passert kanalen kan det, dersom det er ønskelig, skylles igjen under stort vanntrykk.

Det tredje eltekammer er et vakuumkammer der smørets luftinnhold reduseres til det samme som i konvensjonelt fremstillet smør. Dette prinsippet med elting under vakuum er spesielt for Contimab-maskinene.

Sluttbearbeidingen og vannreguleringen skjer i et blandekammer som er utstyrt med kuttekniver og perforerte plater. For den endelige regulering av vanninnhold er et innsprøytningsutstyr koplet til et injeksjonsrør i blandekammeret.

Salting av smøret kan skje ved at konsentrert saltlake pumpes fra en beholder gjennom en innsprøytningsanordning med høytrykksdyser. Innsprøytingen skjer da i enden av det andre eltekammeret.

De nyere maskiner som arbeider etter Fritz-prinsippet kan behandle alle typer og kvaliteter av fløte som kan gi tilfredsstillende smør ved kjerning på konvensjonell måte. Leverandørene opplyser at det kan kjernes syrnet og usyrnet smør av fløte med fettinnhold fra 25 til 45 %. Leverandøren opplyser også at man med Contimab-maskinen kan justere vanninnholdet mellom 15 og 25 %. Ved produksjon av saltet smør oppgis det at saltprosenten kan justeres mellom 0,3 og 3,0 %.

Vedlegg 1 : Beregnet smørmengde i kjerna.

Kjernefløte i kjerna ved kjerningens begynnelse.	Kjernefløtens fettprosent										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
2000	720	744	768	792	816	840	864	888	912	936	960
2200	792	818	845	871	898	924	950	977	1003	1030	1056
2400	864	893	922	950	979	1008	1037	1066	1094	1123	1152
2600	936	967	998	1030	1061	1092	1123	1154	1186	1217	1248
2800	1008	1042	1075	1109	1142	1176	1210	1243	1277	1310	1344
3000	1080	1116	1152	1188	1224	1260	1296	1332	1368	1404	1440
3200	1152	1190	1229	1267	1306	1344	1382	1421	1459	1498	1536
3400	1224	1265	1306	1346	1387	1428	1469	1510	1550	1591	1632
3600	1296	1339	1382	1426	1469	1512	1555	1598	1642	1685	1728
3800	1368	1414	1459	1505	1550	1596	1642	1687	1733	1778	1824
4000	1440	1488	1536	1584	1632	1680	1728	1776	1824	1872	1920
4200	1512	1562	1613	1663	1714	1764	1814	1865	1915	1966	2016
4400	1584	1637	1690	1742	1795	1848	1901	1954	2006	2059	2112
4600	1656	1711	1766	1822	1877	1932	1987	2042	2098	2153	2208
4800	1728	1786	1843	1901	1958	2016	2074	2131	2189	2246	2304
5000	1800	1860	1920	1980	2040	2100	2160	2220	2280	2340	2400
5200	1872	1934	1997	2059	2122	2184	2246	2309	2371	2434	2496
5400	1944	2009	2074	2138	2203	2268	2333	2398	2462	2527	2592
5600	2016	2083	2150	2218	2285	2352	2419	2486	2554	2621	2688
5800	2088	2158	2227	2297	2366	2436	2506	2575	2645	2714	2784
6000	2160	2232	2304	2376	2448	2520	2592	2664	2736	2808	2880

Vedlegg 2 : Beregning av tilsetningsmengden av vann ved justering av smørets vanninnhold.

Registrert vannprosent.	Vanntilsetning i kg pr. 100 kg beregnet smørmengde ved et ønsket vanninnhold i smøret på										
	16,0	15,9	15,8	15,7	15,6	15,5	15,4	15,3	15,2	15,1	15,0
15,9	0,12										
15,8	0,24	0,12									
15,7	0,36	0,24	0,12								
15,6	0,47	0,36	0,24	0,12							
15,5	0,59	0,47	0,36	0,24	0,12						
15,4	0,71	0,59	0,47	0,35	0,24	0,12					
15,3	0,83	0,71	0,59	0,47	0,35	0,24	0,12				
15,2	0,94	0,83	0,71	0,59	0,47	0,35	0,24	0,12			
15,1	1,06	0,94	0,82	0,71	0,59	0,47	0,35	0,24	0,12		
15,0	1,18	1,06	0,94	0,82	0,71	0,59	0,47	0,35	0,24	0,12	
14,9	1,29	1,18	1,06	0,94	0,82	0,71	0,59	0,47	0,35	0,24	0,12
14,8	1,41	1,29	1,17	1,06	0,94	0,82	0,70	0,59	0,47	0,35	0,24
14,7	1,52	1,41	1,29	1,17	1,06	0,94	0,82	0,70	0,59	0,47	0,35
14,6	1,64	1,52	1,41	1,29	1,17	1,05	0,94	0,82	0,70	0,59	0,47
14,5	1,75	1,64	1,52	1,40	1,29	1,17	1,05	0,94	0,82	0,70	0,59
14,4	1,87	1,75	1,64	1,52	1,40	1,29	1,17	1,05	0,93	0,82	0,70
14,3	1,98	1,87	1,75	1,63	1,52	1,40	1,28	1,17	1,05	0,93	0,82
14,2	2,10	1,98	1,87	1,75	1,63	1,52	1,40	1,28	1,17	1,05	0,93
14,1	2,21	2,10	1,98	1,86	1,75	1,63	1,51	1,40	1,28	1,16	1,05
14,0	2,33	2,21	2,09	1,98	1,86	1,74	1,63	1,51	1,40	1,28	1,16