

HEILIGKONOMICK INSTITUTT  
BYGDES LANDBRUKSSKOLE

637.2  
S

637.21  
S

MEIERIØKONOMISK INSTITUTT  
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

Forelesninger

over

SMÖRETS KJEMI OG BAKTERIOLOGI

ved

Professor Stören.

1942.

I. Smørets kjemiske sammensetning.

Hovedbestanddelene i smøret utgjør gjennomsnittlig:

Fett	82,8 % (81,1)
Vann	14,6 (17,5)
Protein	0,6
Melkesukker og syre	0,6
Fosfatider	0,2
Melkeaske	0,1
Koksalt	0,1

Sammensetningen er i det store og heletatt ikke meget vekslende. Det er mengden av vann som i det vesentlige kommer til å bestemme variasjonene. Da et høit vanninnhold alltid ledsages av et lavere fettinnhold og omvendt, er summen av disse to bestanddeler nær konstant, varierer sjelden utover 97-98 %.

a. Fettinnholdet. For norsk smør savnes systematiske undersøkelser, men det kan anføres at Melkesentralene i sine fettbalangseberegninger regner med 83,5 % fett (81,5) under forutsetning av maksimalt 16 % vann (18 %). Dette er nok i det høieste laget.

b. Vanninnholdet. Til bedømmelse av dette har en et meget stort materiale fra Meierilaboratoriets smørkontroll:

År	Kløvermerket smør			Umerket smør		
	Antall prøver	Herav over 16 % vann	Gjennemsnitt %	Antall prøver	Herav over 16 % vann	Gjennemsnitt %
1937	4510	6,3%	14,16	1543	14,2%	?
1938	9840	4,0	14,25	9109	11,6	14,5
1939	12299	3,4	14,54	9043	8,4	14,3
1940	12868	2,5	14,60	6427	8,4	14,6
1941						
1942						
1943						

I 1940 fordelte prøver med mindre en 16 % vann sig således på meieriene:

Vann %	Kløvermerket		Umerket	
	Antall	Prosent	Antall	Prosent
11,1-12	-	-	1	0,8
12,1-13	3	2,2	3	2,5
13,1-14	12	8,8	23	19,2
14,1-15	69	50,8	71	59,2
15,1-16	<u>52</u>	38,2	<u>22</u>	18,3
	136		120	

Det er mange forskjellige faktorer som kan öve innflydelse på vanninnholdet, men hovedsakelig reguleres det gjennom eltningen.

c. Proteinet i vellaget smör vil være vekslende fra 0,35-0,95 %, det er så mange forhold som her spiller inn, men gjennomsnittlig kan det angis til 0,6 %. Følgende tabell som er hentet fra svenske undersøkelser viser hvorledes flötens surhet og skyllingen av smöret gjør sig gjeldende:

Surhetsgrad i fettfri flöte	15-20	25-30	30-35	35-41	S-H
Smöret					
Skyllet	0,34	0,48	0,50	0,50	% protein
ikke skyllet	0,55	0,70	0,79	0,84	

Ved 10 danske parallellkjerninger viste smöret når det var kjernet i store korn 0,78%, i små korn 0,54% protein.

Efter 9 analyser fra det danske forsökslaboratorium (1918) inneholder törrstoffet i smörserumet mere protein enn det fettfri törrstoff i helmelken og kjernemelken.

Helmelk	36,6 %
Smörserum	39,4
Kjernemelk	37,3

Dette merinnhold skriver sig overveiende fra innesluttet kaseinfokker, men også fra membranprotein som hefter til fettkulene også efter smördannelsen og smörets skylning. Storch antok i sin tid at 60 % av proteinet var membranprotein, men dette er ganske sikkert et altfor höit tall.

d. Melkesukkeret skulde en tro meget hurtig skulde gå i melkesyregjæring og dermed forsvinne i alle fall fra det syrnede smør. Men dette er slett ikke tilfelle. Melkesukkeret forekommer oppløst i de utallige væskedråper som er innsprengt i smørfettet, og som senere skal påvises er størsteparten av disse bakteriefri og melkesyregjæring i dem således utelukket. I de øvrige dråper kan det tenkes at saltkonsentrasjonen, hvis smøret da er saltet, delvis stopper melkesyregjæringen. Sukkermengden avhenger selvfølgelig av hvor sterkt fløten er syrnnet og smøret skyllet. I to blandingsprøver smør fra 12 og fra 18 meierier fant Meierilaboratoriet i oktober 1941 0,62, henholdsvis 0,44 %.

e. Surhetsgraden i smøret skriver sig tildels fra fri melkesyre dels fra frie fettsyrer hovedsakelig knyttet til fettet.

I sin tid fant Stören ved titrasjon den totale syremengde beregnet som melkesyre til gjennomsnittlig 0,17 % og den til fettet knyttede 0,06 %. Som følge av den svakere syrning som er blitt almindelig i de senere år er den nu lavere. Meierilaboratoriet fant i 1941 gjennomsnittlig blott 0,07 %. Ved smørets opbevaring øker den potensielle surhetsgrad.

Den reelle aciditet i smørserumet beror på hvor sterkt smøret er syrnnet og skyllet. I kjølelageret smør fant Aas og Borgen pH verdiene å variere fra 6,5 til 5,00 og at den øket litt under smørets lagring.

Syrningen og lagringens innflydelse på potensiell og reell aciditet illustreres godt av analyser som Skåltveit utførte i forbindelse med forskjellige syrningsmetoder.

	Søt- kjerning		Gryn- syrning		Syre til flø- ten i kjernen		Surkjerning		
	A	B	A	B	A	B	A	B	SH i fløten
Syretall i smøret	0,70	0,92	0,77	0,92	0,83	0,97	1,46	1,59	29,2
							1,31	1,72	29,4
							1,24	1,43	23,3
pH i smørserum	6,52	6,61	6,12	6,41	6,29	6,58	4,70	4,97	26,2
							4,71	4,80	29,4
							5,32	5,36	23,3

A ferkst smør  
B kjølelageret i 3 mnd.

Økningen av den potensielle aciditet skyldes frigjørelse av surt reagerende forbindelser, tilbakegangen i den reelle aciditet skyldes dels fortering av melkesyre dels hydrolytiske prosesser som betinger binding av H-joner.

f. Fosfatider (fosfolipoider). Disse består hovedsakelig av lecitin. Da de anvendte metoder til dets kvantitative bestemmelse tildels har vært mangelfulle angis innholdet meget forskjellig like fra 0,14 til 1,41 %, men efter de seneste amerikanske analyser som byr på den største sikkerhet vil det være vel 0,2 %.

g. Askebestanddelar stammende fra melken utgjør ca. 0,1%.

h. Koksalt. Ved århundreskiftet var saltprosenten sjelden under 1,5, men da en efterhånden høstet erfaringer for at en høi saltprosent var uheldig for smørets holdbarhet, sank prosenten og varierte fra mindre enn 0,2 % til knapt 1,5. I de siste år har en stigende tendens gjort sig gjeldende. I juni og vbr. 1940 inneholdt 27 prøver kjölelagret smör 1,1 % og 15 prøver smör undersøkt 2 ganger i desember 1,70 og 1,41 %. I 80 prøver klövermerket smör i november 1941 var gjennomsnittet 1,18 og spredningen følgende:

Mindre enn 0,5 %	i	2,6 %	av prøvene
0,5-0,99		35,5	
1,0-1,49		44,7	
1,5-1,99		9,2	
2,0-2,49		5,8	
mere enn 2,50		2,6	

Denne store spredning skriver sig fra at smör som er beregnet på lagring må saltas svakt, mens smör beregnet på hurtig konsum saltas sterkere både av hensyn til smörlagringens økonomi og til forbrukernes krav på et "kraftigere" smör. Dette siste tør uten tvil stå i forbindelse med den moderne eltingsteknikk som betinger en finere væskefordeling i smöret og jo mindre væskedråpene er desto mindre fremtredende er saltsmaken.

i. Vitaminer. Av melkens vitaminer er det de fettopløselige som temmelig kvantitativt går igjen i smöret. Det er iallefall kun forekomsten av A- og D-vitaminene som hovedsakelig har beskjeftiget forskningen. Det var tidligere en almindelig antagelse at A-vitaminet blev sterkt skadet ved kjorningen, men det er nu slått fast at dette ikke skjer i nevneverdig grad og heller ikke om smöret kjölelagres i lengere tid. Interessen knytter sig dog ikke bare til selve vitaminet men også til provitaminet karotinet.

Breirem viste at innholdet av begge deler avhenger av foret, idet gress, A.I.V.-for, nepc, kålrot og roeblader predisponerer for det høieste innhold, mens tørrfor betinger et minimum. Følgende tabell

angir gamma pr. 1 gr. fett	og smör:			
	Karotin	A	Karotin	A
Höi, rotvekster og kraftfor	1,5-3	7-8	1,2-1,5	5,8-
A.I.V. og formargkål	2,5-5	11-13	2,1-4,2	

Smör fra kjyr på beite er også undersøkt, men resultatene foreligger ikke ennu, men efter utenlandske analyser ligger mengdene noe over de som erholdes ved vinterforing med saftig for. Både karotin og A-innholdet faller raskt efter innsetningen og stabiliserer sig på et minimum i november, henholdsvis til 1/3 og 1/2.

Foruten de kjente D-vitaminer D<sub>2</sub> som fås ved bestråling av ergosterin og D<sub>3</sub> som er identisk med D-vitaminet i tran, synes de seneste forskninger å vise at der i smörfettets uforsåpbare del finnes et eget D-vitamin som er karakteristisk ved å aktiveres av fettsyrer i smörfettet. Ifølge Boer og Jansen (1940) inneholdt sommersmör 0,05 i.e. vintersmör kun 0,003 i.e. i 1 gram.

j. Diacetyl. De opgaver som foreligger i litteraturen over innholdet er ofte meget divergerende og det er forklarlig både fordi mengden avhenger av smörets fremstillingsmåte og fordi de analytiske metoder har vært mangelfulle og at acetylmetylkarbinol og diacetyl er slått i hartkorn. I 14 prøver av "Markenbutter" fant Mohr og Welm 0,34-1,66 mgr pr. kg, men et høit tall betydde ikke alltid fin aroma da diacetylets lukt kan dekkes av andre lukkestoffer. Uskyllet smör hadde et høiere innhold enn skyllet, men innholdet sank hurtigere. Tilbakegangen stod forövrig i forbindelse med lagringstemperaturen, ved

17-22° var verdien uforandret de første 4 dager

8-10° en liten förhöielse, men i begge tilfeller en vesentlig tilbakegang efter 12 dager.

0-10° uforandret efter 12 dager.

Dette siste er i overensstemmelse med Barnicoat som kun påviste et lite tap ved smörets koldlagring ved ÷ 8-10°.

k. Luft innblandes under kjerningen og innleires i smörkornene, men mengden og dispersjonen tiltar under eltingen og med dennes intensitet. Rahn og Mohr fant i 100 gr smör 0,97-8,38 gjennemsnittlig 4,2 cm<sup>3</sup>, Rosen og Lannhard 1,66-3,6 vol.prc. og mere i sommersmör enn i vintersmör.



## II. Smörets fysikalske egenskaper.

I fysikalsk henseende er smöret et meget komplisert stoff da dets mange bestanddeler danner både en gassformig (luftarter), en flytende (vann og deri oppløste stoffer) og en fast fase (fett og protein), kombinert på en ennå ikke klarlagt måte.

### a. Vannets fordeling.

De første inngående undersøkelser over smörets bygning blev utført av Storch i 1875 og han påviste at vannet forekom i smöret som et uendelig antall mikroskopiske væskedråper. I et senere arbeide fra 1897 foretok han målinger og tellinger av dråpene og som eksempel på hvad han fant skal anføres:

Dråpenes diam. i my	Antall dråper pr. mm <sup>3</sup>	
	"Klart" smör	"Tykt" smör
mindre enn 10	3 552 000	12 600 000
10-15	4 341	3 420
15-25	1 010	656
25-40	510	274
större enn 40	95	56

Det fremgikk altså av disse undersøkelser at de minste dråper var tilstede i en overveiende majoritet og at vannfordelingen var forskjellig i smör av ulike utseende og konsistens.

Storchs iakttagelser er senere helt bekreftet, særlig interessante er undersøkelser som i 1927 er gjort av Boysen. Av hans resultater skal refereres noen tellinger i ett og samme smör foretatt umiddelbart efter foreltningen og efter slutteltningen.



Gruppe	Dråpenes diam my	Smöret kun foreltet		Smöret ferdig		
		Dråper pr. mm <sup>3</sup>	Vann %	Dråper pr. mm <sup>3</sup>	Vann %	
I	1	-3	17 175 400	6,47	11 066 800	3,97
	2	3-5	317 540	1,12	180 700	0,61
	3	5-10	72 080	1,67	60 230	1,33
	4	10-15	<u>9 040</u>	<u>0,97</u>	<u>11 570</u>	<u>1,18</u>
			17 574 060	10,23	11 319 300	7,09
II	5	15-25	620	0,27	600	0,25
	6	25-35	115	0,17	160	0,23
	7	35-45	46	0,16	69	0,23
	8	45-55	20	0,14	29	0,19
	9	55-65	9	0,10	16	0,18
	10	65-75	6	0,11	12	0,22
	11	75-85	2	0,07	7	0,17
	12	85-95	<u>2</u>	<u>0,10</u>	<u>5</u>	<u>0,19</u>
		820	1,12	898	1,66	
III	95-	9	10,28	18	3,61	
	Sum	17 574 889	21,63	11 320 206	12,36	

Det sees hvorledes saltningen og eltningen forandrer vannfordelingen. De minste dråper avtar mest, men også størrelsene 3-10 my avtar. De største dråper undergår en langsom tilvekst som dog, beregnet i prosent ikke er så stor som minkningen av de minste, nesten 2/3 av det vann de representerte er runnet bort under bearbeidningen. Minkningen av de mindre dråper skriver sig sansynligvis mest fra at enkelte av dem er klemt sammen til større, samtidig som tilbakegangen i de store dråper skriver sig fra at en del er blitt trykket ut til mindre. Men det sees at under eltningen rinner likevel så meget av disse bort at de kun representerer 1/3 så meget vann som efter foreltningen.

Vannfordelingen har den største betydning for de mikrobielle omsetninger i smöret og det kan også her nevnes at en fin

vannfordeling hindrer sprutning av smöret i stekepannen.

b. Smörets struktur.

Betraktes smör i tynne lag under mikroskopet gir billedet umiddelbart inntrykk av en strukturløs fettmasse med isprengte væskedråper. Hunziker definerte derfor smöret som en smörfettmasse i hvilken er emulgert små dråper av hydratisert kolloid dvs. kjernemelk. Så helt strukturløs er dog ikke fettmassen. Allerede Storch (1897) hevdet at de oprinnelige melkefettkuler med sine proteinhinner kunde sees i fettmassen og dette er gjentagende ganger bekreftet fra flere hold. Han mente endog å se hinnene omkring kulene, men dette kan være tvilsomt da de er så tynne, höist 0,03 my, at de ligger under grensen for hvad der kan sees i almindelig mikroskop.

Rahn betraktet derfor smör som en masse av faste fettkuler som er presset mot hinannen og for störstedelen ennu er omgitt av sine hinner og mellem kulene er innesluttet kjernemelk eller vann i form av dråper av forskjellig størrelse. Selv ved eltingen blir ikke hinnene helt ödelagt og de danner derfor en kontinuerlig fase. Vidt forgrenet og sterkt hydratisert, danner den et kanalsystem som formidler forbindelse mellem væskedråpene. En stötte for denne opfatning så han både i at smör ved opbevaring i luften hurtig taper vann, og i at salt om enn meget langsomt, kunde diffundere inn i smöret, mens det ikke kan diffundere gjennom rent smörfett. Også osmoseforsök anstillet av Boysen skulde bekrefte riktigheten av hans teori. Boysen fant at en natriumkloridkrystall som blev lagt inn i et smörpreparat trakk vann til sig fra omgivelserne og oplöstes idet hinnestoffet spilte rolle som en semipermeabel vegg.

King bestred riktigheten av Rahns teori og hevdet at det er fett som danner den kontinuerlige fase, men på en annen måte enn Hunziker tenker sig den. Kings fettfase består av fett (smörölje) som ved kjerningen og eltingen presses ut av de störkneide fettkuler og binder disse sammen. I denne fettfase er både fettkuler og væskedråper dispergert. Denne opfatning bygget King på resultatene av diffusjonsforsök med farvestoffet Sudan III som er fettoplöselig men uoplöselig i vann. Han oplöste dette i utsentrifugert

smörolje og skiktet oljen på smör og forholdsvis hurtig trengte farvestoffet inn i smöret, og i smöroljeskiktet forekom både fettkuler og vanddråper som öiensynlig var løsrevet fra smöret. Begge disse foreteelser taler for at fettene i smöret danner den kontinuerlige fase. Det må her bemerkes at Rahn hevdet at farvestoffet også er løselig i hinnestoffet.

King tenkte sig muligheten av at gjennemtregeligheten av såvel fettoppløselige som vannopløselige stoffer stod i forbindelse med lesitinet, som både løses i fett og optar farvestoffer og beforderer diffusjon av klornatrium. Nu er som lengere frem skal påvises, smörfettet lesitinfritt og Sandelin som ellers heller til Kings opfatning, har gjort det sansynlig at lesitinet som forekommer i grenseflaten mellem fettkulene og membranproteinet, ved kjerneingen løsriveres fra kulene. Disse kleber sig da sammen og lesitinet blir sammen med proteinet vesentlig innesluttet mellem smörkornene.

Uoverensstemmelser i Rahns og Kings opfatninger kan imidlertid forklares ved at der er muligheter for at der kan være to kontinuerlige faser, både en fettfase og en fase av vannholdig hinnemateriale. Under alle omstendigheter er det sansynlig at disse ved smörets eltning blir brutt i større eller mindre grad. Farvestoffets diffusjon og vannets transport som gjør sig gjeldende ved saltingen og ved vanntap under smörets opbevaring, finner da sin forklaring.

### c. Smörets konsistens.

Når der tales om smörets konsistens er det to egenskaper som kommer i betraktning, nemlig dets fasthet og dets plastisitet. Fastheten eller hårdheten kommer til uttrykk i den motstand smöret över mot trykk, plastisiteten i de enkelte smörpartiklers evne til å henge sammen og den letthet hvormed smöret kan smöres ut.

Fastheten uttrykkes ved benevnelsene hårdt - blött, plastisiteten ved at smöret karakteriseres som sprött - smidig. Mens et blött smör alltid er smidig, kan en hårdt smör være sprött, men det kan også være smidig.

Disse definisjoner er som vi vet både vilkårlige og flytende og gir kun uttrykk for et rent subjektivt skjön. Det er

derfor lett forståelig at man har søkt efter metoder og midler ved hvilke de forskjellige fasthetsgrader kunde betegnes mere objektivt og uttrykkes i tall. Først da vil man få nødvendig sikre holdepunkter for bedømmelsen av virkningen av de mange forhold som virker på konsistensen.

Da smøret vesentlig består av melkefett skulde det ligge nær å anta at konsistensen også overveiende beror på melkefettets fasthet. Den vanlige målestokk for hårdheten av fett er dets smeltepunkt. Ved første öiekast skulde det derfor synes rimelig at konsistensen også av smøret skulde kunde tallmessig uttrykkes gjennom melkefettets smelte- eller stivningspunkt.

Hunziker, m.fl. undersøkte ut fra denne tankegang forholdet mellem fettets smeltepunkt og smørets kompresjonsevne. Den siste bestemte de ved å utsette smørstykker av ens form og temperatur for et bestemt trykk og så måle sammenpresningen i mm, jo større kompresjon desto linnere smør. Deres undersøkelser viste da også at i almindelighet öket kompresjonen med et fallende smeltepunkt, men der forekom store uregelmessigheter forsåvidt som smørprøver av samme kompresjon kunde ha höist ulike smeltepunkter. Smør kunde være hårdt tiltross for at fettets smeltepunkt lå lavt.

Ved nærmere overveielse kan ikke dette virke så overraskende. Melkefettet har ikke faste smelte- og stivningspunkter fordi det her ikke bare dreier sig om smeltinger, men også om oppløsninger av faste glyserider i flytende. Denne opplöselighet avhenger i höi grad av ytre forhold og for å få sammenlignbare resultater ved smeltepunktsbestemmelser må man da også følge ganske bestemte forskrifter og de erholdte verdier er ikke absolutte men relative tall. Det lå da nær å utføre direkte målinger av melkefettets fasthet. Hårdhetsbestemmelser er velkjent fra andre felter av den fysikalske analyse. Under ganske bestemte forsöksbetingelser bestemmes den vekt som en metallstang eller metallkule må belastes med for å fortrenge  $1 \text{ cm}^3$  av stoffet, når stangen eller kulen fra en viss höide faller ned og trenger inn i stoffet, en stigende belastning betegner stigende fasthet.

Perkins og senere Rahn og Sharp utförte serier av sådanne målinger og viste at hårdheten i første rekke selvfölgelig av-

hang av fettets temperatur i målingsöieblikket, og at hårdheten avtok med stigende temperatur. Men de konstaterte tillike at denne synkende hårdhet selv for en og samme prøve melkefett ikke altid forløp ens, det var derfor ikke mulig fra en hårdhet bestemt ved  $10^{\circ}$  å slutte sig til den hårdhet som man vilde finne ved f.eks.  $20^{\circ}$ . Hårdheten er i hvert tilfelle i høieste grad beroende på fettets behandling forut for målingen, spesielt avhenger den av hvor hurtig og sterkt fettets har vært kjølet eller varmet. Et melkefett som var stivnet langsam kunde være så lint at en metallkule fallende ned fra 50 cm höide sank fullstendig inn i fettets, og hårdheten forblev den samme selv om det senere blev dypkjølet i lengere tid. Når imidlertid det samme fett blev smeltet og hurtig kjølet i kuldeblanding blev det så hårdt at den samme metallkule ved samme målingstemperatur kun slo inn noen få mm og pga. det hårde fettets elastisitet spratt tilbake. Målingene av fettets hårdhet blev langt usikrere enn ved smeltepunktbestemmelse.

Fettets smelte-punkt og fasthet betinges av dets innhold av umettede syrer. Haglund undersøkte derfor forholdet mellem fettets jodtall og smörets fasthet, og bestemte den siste efter samme metode som Perkin under hensyn til de erfaringer som denne hadde gjort. Han fant da også et nært forhold mellem disse verdier således at smörets fasthet minket med stigende jodtall, men spredningen viste også at et fett med et visst jodtall ikke alltid motsvarte et smör med samme fasthet. Ved høie jodtall var dog avvikel-sene betydelig mindre enn ved lave.

Dette kunde ikke tydes anderledes enn at smörets hårdhet også bestemmes av andre faktorer. Dette er da også forklarlig ti for det første forekommer i smöret fettkulene i en mer eller mindre krystallisert form og kulenes membraner kan tankes å virke som etslags skjelett som avstiver, for det annet kan den kontinuerlige fettfase variere såvel i mengde som i kjemisk og fysikalsk natur, og for det tredje kan det ikke settes ut av betraktning at vannprocenten, vanddispersjonen og luftdispersjonen spiller inn. Smörets struktur kommer således til å få en overordentlig betydning for dets fasthet og plastisitet, og i de senere år har de faktorer som gjør sig gjeldende ved strukturdannelsen vært gjenstand for

meget omfattende undersøkelser som vil bli nærmere omhandlet i "Teknologien". De har lagt for dagen at konsistensen avhenger av mengden og beskaffenheten av den kontinuerlige fettfase. Er denne rik på lettflytende fett virker dette som et smøremiddel som nedsetter den indre friksjon, gjør smøret mere eftergivende for trykk og dermed mindre hårdt, men i særdeleshet mere smidig, mere plastisk og smørbart selv ved lave temperaturer. Inngår der i den flytende fettfase tyngre smeltbart fett vil dette ved faldende temperatur efter hvert utkrystallisere, den flytende fase forminskes og opfyldes av fettkrystaller som medfører større hårdhet og mindre smidighet, ja kan nedsette kohæsjonen så sterkt at smøret blir sprøtt og smuldrende.

Denne strukturens ulikeartete natur ligger til grunn for de konsistensbetegnelser som almindelig anvendes i smørbedømmelsen:

Bløtt er smør i hvilket fettet er så rikt på lavt smeltende glyserider at utkrystalliseringen er liten selv ved lave temperaturer,

Hårdt når den flytende fettfase er liten eller der er innpresset i den tyngre smeltbare glyserider som mer eller mindre lett krystalliserer ut.

Kort og klebrig er smøret når denne innpresning og krystallisasjon er mindre utpreget. Det er karakteristisk at smøret hefter ved smørsøkerens bakside. Smøret smelter langsomt i munnen og føles derfor seigt og tykt.

Sprøtt, grynnet er smøret når den kontinuerlige fase er fullstendig utkrystallisert.

Smidig når det gir forholdsvis lett efter for trykk. Bløtt smør er alltid smidig, fast smør kan også være smidig, men forutsetningen er da at den flytende fettfase er lite utkrystallisert.

Det er ganske naturlig at hårdheten og smørbarheten står i nær forbindelse med fettets jodtall. Av danske undersøkelser fremgikk at konsistensen gjennomgående var

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Hård, tørr og srø hvis jodtallet var mindre enn | 28      |
| 2. Overveiende tilfredsstillende                   | 28-29,9 |
| 3. Smidig  | 30-36,9 |
| 4. Overveiende tilfredsstillende                   | 37-40,9 |
| 5. Bløt  | over 41 |

I 1929-30 bestemtes ved Meieriavdelingen jodtallet i 663 prøver smør og sortertes disse efter ovenstående skala falt der på gruppe

1. 6,8 % av samtlige smørprøver
2. 26,8
3. 61,3
4. 8,3
5. 1,5

Storgårds angir for finsk smør at det må betegnes som hårdt når jodtallet ligger under 31.

Det blev foran nevnt at Haglund hadde funnet at spredningen av hårdheten var særlig stor ved lave jodtall og forklaringen hertil ligger i at konsistensen spesielt av det av naturen hårde smør i høi grad er avhengig av den anvendte eltningssteknikk.

Smør avgir lake hvis væskedråpene er ufullstendig firdelte ved eltingen. Store væskedråper siver litt etter litt ut. Vanddispersjonen skal være så fullkommen at smøret synes "tørt". Der er forøvrig ingen direkte forbindelse mellom vanninnholdet og lakegivningen. Et vannfattig smør kan være fuktig, og et vannrikt så tørt at det ikke gir en dråpe fra sig. Usaltet smør avgir sjelden eller slett ikke lake.

Smørets farve er mer eller mindre gul alt efter fettets innhold av karotin eller tilsatt smørfarve. Farvetonen er forøvrig avhengig av vanddispersjonen. Jo flere og mindre væskedråper, desto lysere og blekere er smøret. Ved fordampning av vann blir farven dypere, derfor er overflaten sterkere gul enn de indre partier. Ved ujevn saltfordeling blir smøret flammet eller skjoldet, ti jo mere konsentrerte saltlakepartiklene er desto mere vanntiltrekkende er de, og følgen er større lakedråper som betinger en dypere farvetone.

#### d. Smørets forhold ved smelting.

Når smør opvarmes til vel  $30^{\circ}$  begynner det å smelte og i usyrnet smør skiller fett sig lett ut. I syrnet derimot skjer der ikke noen klar utskilling fordi eggehvitestoffene i serumet kleber sig til veggene og inneslutter en del av fett. Først ved langvarigere opvarmning ved høiere temperaturer skiller fett sig helt ut.



Filtreres et ved 30-40<sup>o</sup> smeltet smör fåes det klare smörfett det er lesitinfritt, men inneholder fremdeles noget vann, ca. 0,6 %.

Fortsettes oppvarmingen av det smeltete smör og der samtidig röres i massen fordeles serumet atter i fett et og massen begynner tilslutt å koke. Kort för kokingen begynner dannes det betydelig skum som under kokingen tiltar i mengde. Hvilket stoff eller stoffer som forårsaker skumdannelsen er ukjent, det er i följge Ritter ikke lesitin som det kunde være nær å anta.

När kokingen fortsetter forsvinner efterhånden skummet og da vannet er fint fordelt foregår innkokingen uten spruting. Litt efter litt damper vannet bort, massen klarer sig og serumsbestanddelene bunnfelles som en kornet deig som begynner å brunfarves. Temperaturen i fett et stiger til 105-110<sup>o</sup> og under den rolige damp-utvikling inntreer en ny skumdannelse, men skummet er nu brunt og man merker en typisk lukt, en sterkere bruning av serumbestanddelene, fett et er helt klart. Sluttes en nu med oppvarmingen forsvinner ved omröring skummet, men varmes der på ny kommer der atter skum, men brunfarven taper sig, skummet blir hvitt, det brune stoff er tilsynelatende oplöst i fett et.

Temperaturen er nu kommet op i 110<sup>o</sup> og vannet er nær helt fordampet. Avsluttes nu kokingen faller serumbestanddelene tilbunds under det klare fett som er sterkt brunfarvet. Hvis fett et nu filtreres vil det ved avkjöling bli uklart og der utskilles efterhånden et brunt bundfall som består av lesitin. Varmes fett et forsvinner bundfallet, lesitinet er atter gått i oplösning.

Da det smeltede fett til å begynne med er lesitinfritt, fremgår herav at lesitinet er bunnet til serumbestanddelene og ved innkokingen frigjöres fra disse, oplöses i det varme fett, hvorav det skilles ut ved avkjöling.

Serumbestanddelene - innkokingsresten - danner en törr, kornet, brun masse med en söt (eventuelt syrlig) smak. Den söte smak skyldes sansynligvis dannelse av beta-laktose, en syrlig smak melkesyre. Den brune farve skyldes rester av lesitin. Sammensetningen avhenger selvfølgelig forövrig av hvor fullstendig fett et er avfiltrert. I 6 prøver fant Ritter 17-55 % fett og 20- 5% fosfatider.

I en prøve som inneholdt 9,05 % fosfatider fant Rewald disse å bestå av 4,52 % lesitin, 3,30 % kefalin og 1,23 % ukjent fosfatid.

Lesitinet begynner å gå over i fettene når det brune skum dannes. Dette skum er meget lesitinrikt og når skummet etterhvert forsvinner øker mengden av lesitin i fettene. Det senere skum inneholder også lesitin. Man kan derfor likefrem isolere lesitinet ved å skumme av skummet.

Opløsningen av lesitinet i smørfettet skjer lettest ved 70-100° men det frigjøres fra serumbestanddelene først ved temperaturer over 105-110°. Allerede forinnan er en del spaltet, for å undgå tap bør derfor innkokingen skje ved temperaturer over 110°.

Vannet forsvinner ikke før ved 160-200°, men da spaltes ikke bare lesitinet men også fettene og karotinet med lukt av akrolein.

#### e. Smørets spesifikke vekt.

varierer noe med sammensetningen, jo mer salt og vann desto høiere sp.v. Storch fant i smør 13-14 % vann og ca. 2 % salt 0,957-0,973, i usaltet 0,946-0,948. Gorjem i usaltet 0,909-0,951, gjennemsnittlig 0,935 ved 12-17°.

### III. Smørets bakteriologiske egenskaper.

Av de egenskaper som et godt smør skal ha vil i særlig grad lukt, smak og holdbarhet bero på mikrokjemiske prosesser.

Hvad lukten og smaken angår så er de sterkt knyttet til hinannen forsåvidt som et smør med behagelig smak som regel også vil ha en tiltalende lukt, og et smør som ikke lukter bra, smaker heller ikke godt. Disse smaks- og luktstoffer, hvis natur tildels er oss aldeles ukjente, kan melken inneholde allerede før den forlater juret, men hyppigere dannes de senere under melkens behandling og smørets fremstilling. I første fall stammer stoffene fra foret, sekresjonsforstyrrelser eller bakterier. I siste fall vil de være dannet ved kjemiske omdannelser som dels skyldes mikrobiell virksomhet dels oksydasjonsprosesser. Med hensyn til de smaks- og luktstoffer som forekommer i melken så har man tallrike eksempler på at bruken av bestemte forstoffer medfører en eiendommelig smak og lukt på melken, men undertiden er disse så flyktige at de for-

svinner ved flötens pasteurisering. Smakstoffene kan også skrive sig fra melkens salter (sinamelk). Om det ikke er til å komme forbi et foret undertiden kan betinge en overordentlig fin aroma på smöret, så må det dog ansees som fastslått at den fine aroma, som det settes så stor pris på, opstår ved flötens syrning. Det dreier sig ikke om noen kjemisk omdannelse av melkefettet, det er andre melkebestanddeler som avgir materiale for dannelsen av aromastoffene. Det absolutt rene smörfett har ikke noen aroma, når alikevel smörets aroma synes å være så intimt knyttet til det, så beror dette på smörfettets merkelige evne til å absorbere luktstoffer selv om de forekommer oppløst i vannet. Aromadannelsen må under alle omstendigheter ha funnet sted i flöten för smördannelsen, ti erfaringen har lært at de omdannelser som foregår i det ferdige smör er sjelden eller aldri av det gode.

Melkesukkeret er den gode smaks og aromas modersubstans, ved dets melkesyre-regjering dannes melkesyre, kullsyre og diacetyl.

#### a. Betingelser for bakterielliv i smöret.

Ingen mikroorganismer kan leve av et enkelt stoff, det være i og for sig et utmerket næringsmiddel således kan heller ikke noen mikroorganismer vokse og utvikle sig i det rene smörfett, men da smör inneholder også andre melkebestanddeler og luft kan mange slags mikroorganismer trives i det. For å kunde gjøre sig håp om å fremstille et fint og holdbart smör er det to krav som först og fremst melder sig nemlig 1) å holde borte alle mikroorganismer som kan bli skadelige, men da dette aldri helt lykkes så 2) iallfall gjøre disse uundgåelige veseners livsvilkår så kummerlige som mulig, så deres utvikling bremses.

For å imötekomme disse krav griper man til en rekke foranstaltninger:

Pasteurisering av flöten er det kraftigste hjelpemiddel til å begrense bakteriemengden, 99 % og mere av de vegetative celler går derved til grunne, og de overlevende er relativt uskadelige. Det må dog erindres at mulig tilstedeværende lipaser kun delvis ödelegges.

Syrning av flöten er alltid et tveegget sverd, ti samtidig som den er nödvendig hvis smöret skal få en fyldig smak og

aroma, så begunstiger det sure miljø i høi grad vekst og utvikling av gjær og mugg. En ren syre er uomgjengelig nødvendig.

Kjernen kan være <sup>en</sup>meget slem infeksjonskilde. Dens rengjøring må derfor ofres den største omhu.

Skyllingen av smøret kan bidra til å øke holdbarheten for såvidt som kjernemelksbestanddeler og dermed næringsstoffer for eventuelt skadelige mikrober, fjernes til en viss grad. Ved skyllingen forminskes også surhetsgraden i smøret og det virker gunstig på holdbarheten. Men selvfølgelig må skyllevannet være bakterierent og metallfritt.

Saltningen av smøret har liten virkning på det mikrobielle liv, dertil saltet smøret for tiden for svakt. Med 1 % salt og 15 % vann vil konsentrasjonen i væskedråpene bare være bakteriefritt, man har nok som eksempler på at det kan være en meget slem infeksjonskilde.

Eltningen har en meget stor betydning fordi den bestemmer vanddispersjonen. Mikroorganismene krever fuktighet og utvikler sig kun i væskedråpene og dermed stanses formeringen og stoffomdannelsen. Når usyrnet smør under ellers like forhold er mere holdbart enn syrnet, skriver dette sig også fra at vanddispersjonen er meget fin.

Pakningen av smøret. Støtes ikke smøret tatt sammen oppstår hulrum fylt med luft som ikke alene befordrer utviklingen av aerobe mikroorganismer, men også virker direkte oksyderende på fettene. En ekstra beskyttelse mot luft og infeksjon skal pergamentpapiret yde. Luften i meierilokalene kan særlig i tørrværsperioder være opfylt av gjær og mugg så den kan bli en direkte farlig infeksjonskilde.

Smørets opbevaring. Allerede de første undersøkelser over smørs holdbarhet ved lagring som blev utført i U.S.A. i begynnelsen av århundredet viste betydningen av opbevaringen ved lav temperatur. Med de erfaringer man nu sitter inne med er det konstatert at til tross for de store forbedringer i smørlagningen som senere har funnet sted, bekreftes helt disse første undersøkelser at en kjøling til minst  $+ 12^{\circ}$  er absolutt nødvendig for en lagringstid av 3 mnd. og en kjøling til  $+ 16^{\circ}$  til  $+ 18^{\circ}$  er meget almindelig.

b. Smörets almindelige mikroflora.

Antallet av mikroorganismer i smöret vil vesentlig bero på:

1) om flöten er pasteurisert, 2) om den er syrnet og 3) den omhu som ellers er lagt i fremstillingen og opbevaringen.

I smör av upasteurisert, söt flöte vil naturligvis mikroorganismene være de samme som i melken og alt efter opbevaringstemperaturen undergå de samme forandringer, i syrnet smör er selvfølgelig melkesyrebakteriene i majoritet, men også her vil streptokokkene snart bli fortrent av stavformer, gjær og mugg.

I smör laget av pasteurisert flöte er floraen meget enklere iallefall til å begynne med. I det usyrnete vil det være mikroorganismer som har overstått pasteuriseringen (termofile melkesyrebakterier) eller som ved senere infeksjon er kommet til, som vil dominere. Syreömfintlige vannbakterier og deres enzymer vil ha gode betingelser for sin utvikling, men tilslutt blir det dog melkesyrestaver og gjær som kommer til å danne sluttfloraen.

I det pasteuriserte syrnete smör vil floraen hovedsakelig bestemmes av de anvendte syrevekkers kvalitet. Har denne vært prima, vil begynnelsesfloraen praktisk talt kun bestå av melkesyre-streptokokker, men disse lever ikke lenge i smöret, det skorter dem på sukker, så floraen skifter også her således at det utvikler sig gjær og som oftest også stavformer. Muggsopper som uundgåelig luft-infeksjon, kan dukke opp på smörets overflate. Heldigvis er gjæren ofte ufarlig og muggen ikke almindelig forekommende i vårt smör, derfor kan et smör godt være utmerket selv om det er mange fremmede mikrober i det. Orla-Jensens klassiske analyser av 14 dager gammelt fineste dansk smör gir eksempel herpå.

Smör	Antall mikroorganismer pr. cm <sup>3</sup>			
	Ekte melkesyrebakterier		Andre bakterier	Gjær
	Streptokokker	Staver		
1	2 000	2 000	3 000	4 000
2	8 000	0	4 000	36 000
3	0	0	0	334 000
4	0	0	12 000	0
5	5 000	0	0	5 000
6	0	0	5 000	298 000
7	80 000	0	0	420 000

Følgende analyser fra "Meierilaboratoriet" gir innblikk i arten og mengdene av mikrober i syrnet smør, kjølelagret i 1-5 mnd. Antall kim pr. gr.

Næringssubstrat	Smør over 10 p.		Smør under 10 p.	
	Middel	Variasjoner	Middel	Variasjoner
Peptonagar	31 600	1 mill.-<100	21 700	1 mill.- <100
Mysepeptonagar	30 500	1 mill.-<100	25 200	1 mill.- <100
Vörteragar	3 500	230 -<100	2 900	0,3 " - <100
Av de fremmede mikrober var				
Fluorescenter		44 %		38 %
Andre bakterier				
hoveds. luftbakt.		16		16
Gjær og mugg		38		46

H-jonekonsentrasjonen i smørplasmaet vil selvfølgelig for en del være bestemmende for utviklingen av de forskjellige mikroorganismer.

Den beror i første rekke på hvor sterkt flöten er syrnet, men hertil er å bemerke at pH i det samlede smørserum ikke gir uttrykk for verdiene i de enkelte væskedråper. Disse må stilles i tre grupper:

1) De som på smördannelsens første stadium er dannet av det mellom de enkelte fettkuler og smørkorn innesluttete flöteserum og som ved smörets bearbeidning kun har undergått en deformering. pH i disse vil være den samme som i flötens serum, og er flöten kraftig syrnet, vil den kunne ligge ved ca. 4,2.

2) de større væskedråper som ved skylningen er blitt fortynnet med vann. Her vil pH alt efter fortynningsgraden ligge mellom 4,2 og 7,0 og endelig

3) de dråper som helt stammer fra skyllevannet og derfor har nøytral reaksjon, ja kanskje alkalisk.

Betingelsene for bakteriers utvikling i smöret er altså forskjellige og ikke alene av denne grunn, men også fordi dråpene inneholder ulike mengder av næringsstoffer - kjernemelksrester.

Går vi ut fra at de største vanddråper på loo my og derover hovedsakelig stammer fra skyllevannet skulde efter tabellen på s. 7 ca.  $\frac{1}{4}$  av vannet ha nøytral reaksjon. Herav fremgår at selv om smørserumet har en så lav pH at den under almindelige omstendigheter vil hindre en utvikling av de mere syreømfintlige bakterier, så kan disse allikevel ha betingelser for å utvikle sig hvis de optrer i de væskedråper som har større pH. Vi har her særlig å gjøre regning med de vanlige vannbakterier. Melkesyrestreptokokkene vokser like ned til pH 4,7, stavformer til 3,5, og gjær og muggsopper trives tildels best ved meget sur reaksjon.

En annen faktor er også å ta med i betraktning, nemlig saltningen av smøret for såvidt som de forskjellige bakteriearter viser ulike resistens overfor saltkonsentrasjonen. For melkesyrebakterienes vedkommende stimuleres veksten ved en konsentrasjon inntil 2-3 %, men stiger den svekkes bakteriene og ved 10-12 % opphører veksten. Med den saltning som almindelig brukes er saltkonsentrasjonen i den vanlige fase neppe over 6-8 %. Når allikevel antallet av melkesyrebakterier går sterkt tilbake ved smørets opbevaring beror dette på den mangel av passende næring som oppstår ved at de små mengder melkesukker blir opbrukt.

For andre mikroorganismer stiller forholdet sig noe anderledes. Ved å bestemme katalasevirkningen hos noen i smør forekommende mikrober dyrket i næringsvæsker med vekslende saltinnhold erholdtes følgende verdier:

Surstoffutvikling ved:	Saltkonsentrasjon i reaksjonsvæsken, pH 4,6		
	0	1,6	3,2
Bact. prodigiosum	19,1	10,2	7,3 cm <sup>3</sup> + O <sub>2</sub>
- fluores. liquef.	4,75	4,0	2,5
Sarcina gul	21,95	21,75	20,45
Mycotorula	18,9	17,2	16,5
Rosagjær	13,0	14,3	14,3

Mens de to første er saltømfintlige, er dette ikke tilfelle med de siste. Men noe ugunstigere stiller forholdet sig i smøret hvor der både er salt og syre. For Bact. fluorescens fantes



ved en enkelt prøve med 1 % salt og ved 12-14<sup>o</sup> ved pH 5,0 ingen utvikling efter 3 døgn, ved pH 5,5 derimot utvikling efter 2 døgn. En sådan kombinasjonsvirkning gjør sig ikke gjeldende for gjærartene innen de grenser for pH og salt som almindelig forekommer i smør.

### c. Bakterienes fordeling i smøret.

Som foran nevnt inneholder smøret i almindelighet 10-20 milliarder væskedråper pr. gr. Antallet av bakterier er meget mindre, selv i ferskt smør er 10 millioner et meget høit tall. Da bakteriene stammer fra kjernemelksrester vil det forståes at det kun er en liten brøkdel av væskedråpene som er infisert.

Som eksempel kan anføres efter Rahn og Boysen: I et pasteurisert, usyrnet, men skyllet smør fantes pr. gr 10,1 milliard væskedråper, derav 9,8 milliarder under 3 my. Disse minste dråper tilsvarte 0,0368 gr vann. Da kjernemelken inneholdt 50 000 bakterier pr. cm<sup>3</sup> så fantes i disse minste dråper 0,0368 x 50 000 = 1 840 bakterier. Disse var selvfølgelig ikke fordelt ens på alle dråper, selv i gunstigste fall kunde blott 1840 dråper være infisert eller med andre ord: av de minste dråper bare 0,00019 %.

Med økende dråpestørrelse stiger den prosentiske andel av den infiserte vannmengde.

Selv for syret smør vil avvikelsen herfra ikke være synderlig stor. Rahn og Boysen beregnet at hvis kjernemelken inneholdt 1 milliard bakterier pr. cm<sup>3</sup> og smøret inneholdt 12,4 % vann og 11,3 milliarder væskedråper vil allikevel 45,2 % av totalvanninnholdet være sterilt. Dette kan ved første øiekast synes utenkelig, men det må erindres at selv i en utvokset kultur av *Sc.lactis* med 1 milliard bakterier pr. cm<sup>3</sup> har dog hver enkel celle et spillerum på 1000 u<sup>3</sup> å bevege sig i.

Når så mange dråper er sterile er det forståelig at det selv i syret smør finnes melkesukker.

Rahn og Boysen bestemte syretilveksten i smørplasmaet ved smørets opbevaring og syretilveksten i kjernemelken. Smøret var pasteurisert, usyrnet, skyllet og saltet:

	Smörplasmaet		Kjernemelken	
	S-H	pH	S-H	pH
Friskt	5,30	5,75	11,40	5,90
1 dag gammelt	5,42	5,74	38,86	4,50
2 - -	5,70	5,38	43,43	4,15
3 - -			43,71	4,20
11 - -	7,72	5,55		

Syretilveksten i smörserumet er altså langt mindre enn i kjernemelken ved samme temperatur. Men tilveksten var dog større enn at den kunde tilskrives alene syredannelsen i de infiserte dråper enten ved at dråpene står i forbindelse med hverandre (slimmembranen den kontinuerlige fase) eller ved at melkesyren diffunderer gjennom fettet, det siste oppløser nemlig litt melkesyre.

Et yderligere bevis for at endel av væskedråpene er bakteriefri ligger i at hvis smøret smeltes og serumet påny fordeles ved omrøring öker bakteriemengden hurtig fordi det tilføres de slumrende bakterier ny næring.

#### d. Omdannelser i smøret ved dets opbevaring.

Omdannelsene er dels av mikrobiell oprindelse dels av ren kjemisk art fremkalt uten mikroorganismers medvirken. Ved den praktiske smörbedömmelse som kun stötter sig til smak og lukt er ikke mulig å differensiere omdannelsenes art og dette så meget mere som de to kategorier oftest forløper jevnside.

Alle smörets organiske bestanddeler kan undergå visse forandringer, men som rimelig er vil det være

Melkesukkeret som först vil omdannes. I det syrnede er det rikelig av melkesyrebakterier som vil fortsette sin forgjæring av det melkesukker som er tilgjengelig for dem, og selv i usyrnet smör vil för eller senere melkesyrebakterier komme til utvikling. Hvor meget syre det vil kunne dannes, beror på hvor meget melkesukker der er fjernet ved skyllingen av smøret. pH i smörserum varierer fra 4,6 - 6,5, men som foran nevnt er en hel del væskedråper kimfri.

I velbehandlet smör er dog suktermengden så liten at den nydannete syre kun i ubetydelig grad vil gi sig utslag i en öket sur smak, dette såmeget mere som en del av melkesyren enten bindes eller forbrukes av mulig tilstedeværende mikroorganismer spesielt av

gjærsopper. Haglund og Waller fant således at surhetsgraden i smøret uttrykt i 1/10 norm. lut pr. 100 gr vann i smøret var:

	Ferskt	10	20 dager gammelt
Smör 1	65,8	60,7	59,8
2	44,4	51,2	47,2
3	73,6	68,0	68,0
4	52,2	57,8	59,0
5	76,8	69,7	69,1
6	58,1	65,2	64,2

Selv om den totale syremengde således ikke er stor er den for såvidt betydningsfull som den både begunstiger en utvikling av gjær og mugg og foranlediger hydrolytiske spaltninger.

Proteinet. Med hensyn til de ekte melkesyrebakteriers kvelstoffomsetning så er det nok så at de selv i surt miljø kan spalte noe av de kvelstoffholdige stoffer i melken, men efter Hammer og Path kan det i allefall ikke påvises at streptokokkenes spaltning har et omfang som betinger kvalitetsforringelse av smøret. Er derimot syren eller fløten under syrningen blitt infisert med stavformer er der en mulighet for at disse kan fremkalle en sådan. Men ellers er det proteolytiske bakterier, gjær og mugg som fortrinnsvis ned-bryter eggehviten. Gjær og mugg favoriseres av den sure reaksjon og denne er heller ikke sterkere enn at f.eks. fluorescenter kan klare den. I enkelte av de mange væskedråper kan de jo også tenkes å være enerådende. "En avsmak ved smøret som betegnes som "ostesur" skriver sig antagelig fra en samvirken av gjær, mugg og forråtnelsesbakterier og muligens stavformete melkesyrebakterier.

Hvor dypt spaltningen eventuelt går avhenger av mikroorganismenes art, går den så vidt at det dannes ammoniakalske produkter kan spaltningen få stor betydning idet de ved å binde frigjorte lavere fettsyrer danner ammoniakksalter som kan gi anledning til en "såpeaktig" smak eller som det senere skal påvises, kan oksyderes til andre smaksstoffer (ketoner og ketonsyrer).

I smør av normal kjemisk og bakteriologisk sammensetning er dog dekomposisjonen av eggehviten relativt liten, men avhenger ganske naturlig av den temperatur ved hvilken smøret opbevares. Rahn, Brown og Smith fant således at mengden av kvelstofforbindelser

som ikke felles ved fosforwolframsyre (Amid-N) når smøret var opbevart i 220 dager:

Saltet + 6°	øket fra ca. 6 til 10 % av total kvelstoff
Usaltet	25 -
Saltet - 6°	7-8 -
Usaltet	8 -

Til samme resultat kom Brown for smør opbevart ved ÷ 5°, og opbevart ved ÷ 18° kunde Rogers ikke påvise noen kvelstoffomsetning.

Men selv om omdannelsen er så liten at den vanskelig kan påvises ved kjemisk analyse så er det ikke utelukket at den kan være fullt tilstrekkelig til at de nydannede stoffer påvirker de sensible smaks- og luktesanser. Under alle omstendigheter er det nu en praktisk erfaring at jo mere eggehvite et smør inneholder desto mindre holdbart er det under ellers like forhold. En fullstendig syrning av flöten med fullstendig utskilling av kaseinet samt en god skylning er derfor en viktighet.

Fettet. Etterat Chevreur hadde påvist at melkefettet bestod av forskjellige glyserider var en på det rene med at når smøret blir bedervet så står dette i forbindelse med en omdannelse av fett, og mangfoldige forskere har op gjennom tidene søkt å klarlegge de kjemiske prosesser som ligger til grunn for kvalitetsforandringen som almindelig er blitt betegnet som harskning.

Duclaux som først (1887) optok spørsmålet til inngående granskning hevdet at harskningen hovedsakelig bestod i at lys og surstoff virket spaltende og oksyderende på fett, men at også bakterievirksomhet undertiden spillet inn. Andre forskere kom til dels til det resultat at fettspaltningen var av underordnet betydning. Reinmann fant at også luftens kullsyre kunde forårsake en lett spaltning. Lenge pendlet striden frem og tilbake mellem de to opfatninger av harskningen inntil Orla-Jensen i 1902 påviste at begge opfatninger hadde sin berettigelse, og at uoverensstemmelsene skrev sig fra at fettspaltningen i enkelte tilfeller er mikrobiell, i andre ren kjemisk og at disse prosesser også kan forløpe samtidig. Senere er kjenskapet til smørfettets omdannelse blitt yterligere utdypet gjennom en rastløs pågående forskning.

Omdannelsene kan i kjemisk henseende bestå i en hydrolysering eller/og en oksydasjon av fett.

1) Hydrolyse. Ved vannoptagelse spaltes fettsyreglyseridene i frie fettsyrer og glyserin efter skjemaet



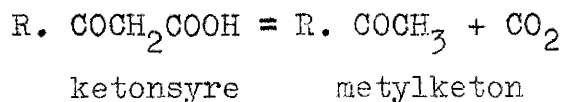
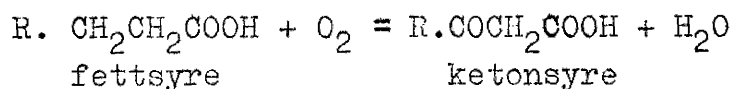
Spaltningen går utover alle glyserider og når det ved analyse kan synes som der frigjøres relativt mindre av lavmolekylære forbindelser skriver dette sig fra at disse delvis fordunster. De lavest molekylære syrer er både vannopløselige og flyktige, har altså både smak og lukt. Smaken på det hydrolyserte fett er derfor syrlig til sur, lukten særlig av smørsyren er intens og karakteristisk og omdannelsen betegnes derfor som en smørsyreharskning. Hydrolysen går i almindelighet langsomt, den forutsetter nærvær av vann og det mangler jo ikke i smøret, men selv fuktigheten i luften kan være tilstrekkelig. Hydrolysen begunstiges av H-joner derfor forløper den raskere i syrnet enn i usyrnet smør. Ved høiere temperatur skjer omdannelsene selvfølgelig lettere enn ved lavere. Hydrolysen katalyseres dog overveiende av fettspaltende enzymer som dels kan være originære eller bakterielle melkelipaser som ikke er ødelagt ved flötens pasteurisering, dels lipaser som stammer fra mikroorganismer i smøret.

Hydrolysens forløp kan forfølges ved bestemmelse av "syretallet" i det utsmeltede fett dvs.  $\text{Cm}^3$  normal alkali pr. 100 gr fett, men det må bemerkes at syretallet ikke er et absolutt mål for hydrolysen, ti som senere skal sees kan syrer også dannes på andre måter.

Det ved hydrolysen frigjorte glyserin har som bekjent en stor reaksjonsevne, det er lett oksyderbart og er en ypperlig kullstoffkilde for mikroorganismers stoffskifte. Eksperimentelt er ikke produktene påvist i forbindelse med smørets harskning, men selv om så er tilfelle spiller de hvad smaken angår en rent underordnet rolle ved siden av de produkter som opstår ved fettsyrenes spaltning.

2) Hydrolyse og oksydasjon. Harskningsprosessen kan imidlertid ta et videre forløp. Foran er vist at smørets protein ved proteolytiske enzymer spaltes i ammoniakalske produkter. Er der i smøret betingelser tilstede for at sådanne spaltninger kan finne sted samtidig med fettets hydrolyse, vil de nevnte produkter influere på smaken ikke alene fordi de selv besitter en viss smak, men også fordi de binder de frigjorte fettsyrer hvorved dannes ammoniak-

kalske salter. Ved visse muggsopper kan ikke alene disse men også de frie fettsyrer underligge en betaoksydasjon hvorved dannes beta-ketonsyrer som ved karbooksydaser avbygges til metylketoner. Skjematisk forløper reaksjonen:



Ifølge Stärkle er det blott kapron-, kapryl-, kaprin- og lauringlyseridene som avbygges idet der av

kapronsyre	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	dannes	metylpropylketon	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$
kaprylsyre	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	-	metylamylketon	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COCH}_3$
kaprinsyre	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	-	metylheptylketon	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COCH}_3$
laurinsyre	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	-	metylnonylketon	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COCH}_3$

Disse ketoner har selv i meget lave konsentrasjoner en harsk smak og en så intens lukt at hvis denne ketonharskning (også kalt parfymeharskning) optrer dekker den fullstendig den smørsyre-harskning som skyldes frigjørelsen av smør- og kapronsyre.

Ketonharskningen kan påvises ved å tilsette et vandampdestillat av smøret salisylaldehyd og konsentrert saltsyre og utryste blandingen med kloroform. Er ketoner tilstede, blir kloroformskiktet rødfarvet. (Täufel og Thalers reaksjon).

Det er ganske naturlig at omdannelsene er størst i smørets overflate, men etterhvert som sopphyfer og lipaser trenger inn fortsetter de her sin virksomhet. En herav uavhengig spaltning kan dog også finne sted i det indre, ti smøret inneholder alltid noe luft og lipaser og mikroorganismer som flöten eventuelt måtte inneholde blir jevnt fordelt i smøret.

Som eksempel på harskningsprosessens forløp i små stykker av søtt smør ved 16-18° skal anføres efter Orla-Jensen:

	Overflaten			Indre		
	Kim pr cm <sup>3</sup>	T.S.T.	F.S.T.	Kim pr cm <sup>3</sup>	T.S.T.	T.S.F.
Ferskt	880 000	2,0	0,3	880 000	2,0	0,3
1 uke	17 000 000	4,9	0,4			
1 måned	2 000 000	10,7	0,5			
2 -	2 000 000	18,6	0,5	640 000	8,0	0,9
4 -	1 180 000	23,4	1,0	180 000	12,2	0,9

T.S.T. = totalsyretatt, T.S.F. = flyktigesyretall.

Mange forskere av hvilke særlig skal nevnes Orla-Jensen, Henneberg, Sandelin, Gross, Demeter har beskjeftiget sig med studiet av de mikroorganismer som fremkaller harskningen. Når undtas de spesifikke kullhydratspaltende bakterier synes alle de i melken normalt forekommende mikroorganismer å være i større eller mindre grad utstyrt med fettspaltningssevne. Imidlertid er det en prinsipiell forskjell i deres virkning: bakteriene og gjærartene spalter fett kun hydrolytisk og fortærer glyserinet, mens muggsoppene gjennomgående også oksyderer fettsyrene og derfor meddeler smøret en langt sterkere harsk smak og lukt.

Blandt bakteriene regnes *Bact. fluorescens liquefaciens*, *Bact. punctatum* og disse nærstående arter samt *Bact. prodigiosum* som meget hyppige smørfordere. Da hverken bakteriene selv eller deres lipaser er særlig virksomme ved sterk sur reaksjon er det i usyrnet smør eller svakt syrnet smør at de fortrinnsvis kommer i betraktning. Smøret får først en smak som minner om "kokt" og en svak esteraktig lukt, så en "gjæret" smak og tilslutt en smak som nærmer sig "råtten" (Virtanen). Typisk harsk blir smøret ikke, hvilket tyder på at det ikke dannes så meget ketoner.

Gjærsoppene i smøret er hovedsakelig torulaarter. De trives best ved sur reaksjon og hemmes ikke av salt så de kan utvikle sig i voldsom grad. Mange av dem er dog ikke fettspaltere og kan derfor være tilstede i store mengder uten at smøret bederves. Foran er gitt eksempler på deres forekomst i fineste smør. For de arters vedkommende som er spaltere er å merke at denne evne hyppig vekkes og forsterkes når de vokser sammen med melkesyrebakterier da de krever en viss sur reaksjon. De oksyderer ikke fettsyrene, men forgjærer til-



dels det frigjorte glyserin under dannelselse av aldehyder og ketoner. Ved sin kvelstoffomsetning meddeler de smöret en ostesur smak.

Av muggsoppene må først og fremst nevnes Oospora lactis. Den hydrolyserer fett ganske kraftig, men oksyderer ikke fettsyrene. Soppen er en sterk kaseinspalter og av dannede ammoniakalske produkter bindes for en vesentlig del de vannoplöselige og lettflyktige syrer. Av disse grunner ledsages ikke spaltningen av noen sterk harsk smak, men denne blir meget utpreget når soppen er ledsaget av fluorescenter.

Penicillium-artene har omtrent samme fettspaltningssevne som Oopora lactis, men oksyderer også fettsyrene, men det kan være nokså stor forskjell på deres aktivitet.

Cladosporium butyri spalter ikke fett så sterkt, men oksyderer så meget sterkere de frigjorte syrer. Sammen med Oospora tar spaltningen et meget stort omfang så smöret blir overmåte harskt.

Foruten de her nevnte hyppigst op tredende er det mange andre både bakterier (Bact. vulgare, Sarcina lutea, Höi- og potetbakterier) gjær (Monilia) og muggsopper (Dematium, Aspergillus, Sachsia, Fusarium) påvist å forekomme i harskt smör.

Det må merkes at ulike stammer og varieteter av samme art kan ha en forskjellig fettspaltningssevne, og dette er vel en av årsakene til at forskjellige forskere tillegger dem forskjellig betydning som smörforderevere.

Fölgende tabell efter Orla-Jensen gir et innblikk i en rekke mikroorganismers spaltningssevne i sterilt smör (se neste side).

Smörfeil av mikrobiologisk art påvises på en enkel måte ved katalasepröven og en nærmere bestemmelse av de op tredende mikrober ved Burri' utstrykningsmetode og Söncke Knudsen og Sörensens prøve på mugg.

3) Autooksydasjon. Hvis et smörstykke utsettes for sollys blir det hvitt og får en talget smak. Allerede i 1887 hevdet Duclaux at dette skyldtes en oksydasjon av fett, en virkning av luftens surstoff (autooksydasjon) som i mörke forlöp meget langsomt, i sollys meget energisk. Til samme resultat kom i 1890 Ritzert som hevdet at lyset spilte rolle som positiv katalysator. Efterat Mjöen i 1897 hadde konstatert at jödtallet blev senket, var det klart at oleinmolekylets dobbeltbinding i alle fall var et angrepspunkt for denne omdannelse. I 1922 viste Holm og Greenbank at hvis surstoff blev rystet inn i smeltet smörfett blev det absorbert og

	Syretallet			
	Ferskt	Overflaten		Indre
		1 uke	2 mnd.	2 mnd.
Strept. lactis.....	1,4	1,6	1,8 <sup>x)</sup>	1,8
Streptobac. casei.....	1,7	1,8	2,2 <sup>x)</sup>	2,2
aerogenes.....	1,2	1,5	1,7 <sup>x)</sup>	1,5
- innocuum .....	1,2	1,5	1,7	2,0
- fluor. liquef.....	1,2	13,2	37,9	30,6
- do. + 2,9 % salt.....	1,2	1,2	1,8	1,5
- prodigiosum.....	1,0	10,9	54,9	31,3
Bac. subtilis .....	1,0	-	1,4	-
Mycoderma .....	1,2	1,4	1,4	1,4
Oidium lactis.....	1,0	5,5	38,2	35,0
do + Bact. fluor.liquef	4,6	42,6	89,0	85,6
do + salt.....	1,6	2,1	3,7	4,9
Cladosporium butyri.....	1,5	8,8	13,5	12,3
do + salt.....	1,5	5,2	11,0	9,0
do + Oidium lact.	3,5	51,5	113,1	117,9
Penicillium glaucum .....	1,4	9,3	43,6	35,9
do + Oidium lact.	2,2	24,4	67,4	60,5
Torula A .....	1,4		1 mnd. 1,5	
do + streptokokk .....	1,7		5,8	
do + melkesyrestav.....	1,5		8,3	
do B .....	1,7		8,7	
do + streptokokk.....	1,5		45,2	
do + melkesyrestav.....	1,6		56,8	

x) Stigningen skyldes kun melkesyre.

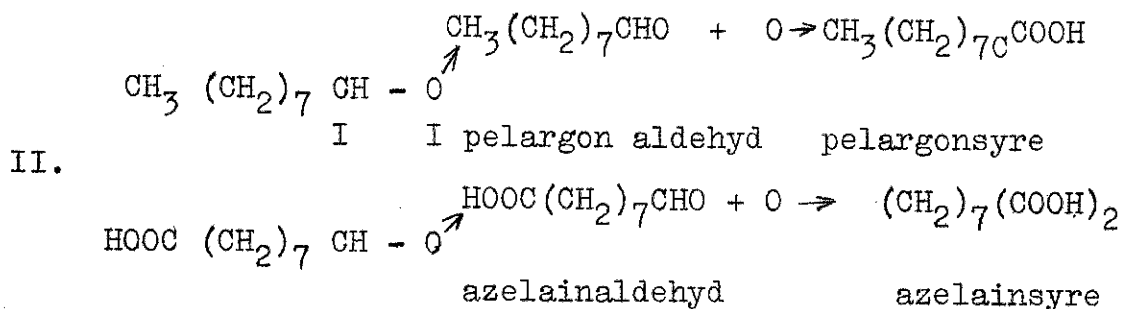
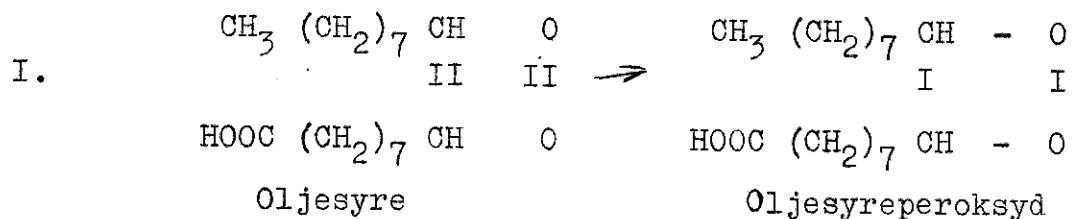
etterhånden fikk fett et talgsmak. Tschirch og Barben viste videre at fettets tilbøielighet til å anta talgsmak stod i direkte forhold til innholdet av umettete syrer. Da denne omdannelse kan foregå uten mikroorganismers og enzymer medvirken, dreier det sig her om en autooksydasjon, en ren kjemisk prosess. At også vann er en viktig faktor er uten tvil.

Ikke hvilket som helst smør er like utsatt for å forandres ved belysning, den talgede smak og lukt kan først merkes efter korte-

re eller lengere tid. Forklaringen hertil mener man bl.a. er å søke i at smøret inneholder reduserende stoffer som motvirker og forhaler oksydasjonen.

Den tid i hvilken disse forbindelser ennå er virksomme er kaldt "induksjonsperioden" og i denne skjer der intet angrep på fettene. Men før eller senere blir de satt ut av spillet og dermed trer oksydasjonen inn i sitt første trinn. Ved lysenergien blir først karotinet ( som avfarves) derefter fettmolekylet aktivert og gjort mottagelig for oksydasjon, surstoff opptas i fettets umettede glyserider og når dobbeltbindingene løsnes dannes fettperoksyder. Hermed betinges en molekylnedbrytning som leder til dannelse av forskjellige sekundærprodukter. Disse kan være mange da muligheter for at spaltningen av peroksyder kan gå i forskjellige retninger, men i hovedsaken er produktene aldehyder og syrer, og det er disse som karakteriserer det oksyderte fetts både kjemiske og organoleptiske egenskaper.

Men det sterkt reaksjonsdyktige peroksyd kan også selv virke oksyderende på nye fettmolekyler, prosessen er autooksydativ. For oljesyrens vedkommende kan der stilles opp følgende reaksjonsskjema:



Reaksjonsforløpets begge faser går side om side, ti såsnart der er dannet peroksyd oppstår også flyktige spaltningproduktter. Jo mere peroksyd der dannes desto raskere forløper prosessene og de brer sig etterhånden gjennom hele smørmassen. Hvis der nu også har funnet sted en hydrolyse i fettene, kan det aktiverte surstoff også angripe lavmolekylære fettsyrer som oksyderes til ketoner.

Der er muligheter for dannelse av mange forskjellige sekundærprodukter. Sikkert påvist er hyptylaldehyd  $C_6H_{13}CHO$ , non-aldehyd  $C_8H_{17}CHO$  og epihydrinaldehyd  $CH_2OCHCHO$  samt pelargonsyre og azelainsyre. De to førstnevnte aldehyder lukter sterkt harskt, epihydrinaldehydet har en overordentlig sterk smaksgevende evne (selv 0,01 % i smöret gjør dette uspiselig). De to syrer er nesten uoplöselige og her derfor liten smak.

Da aldehydene er karakteristiske spaltningsprodukter er denne oksydative omdannelse også kaldt "aldehydharskning".

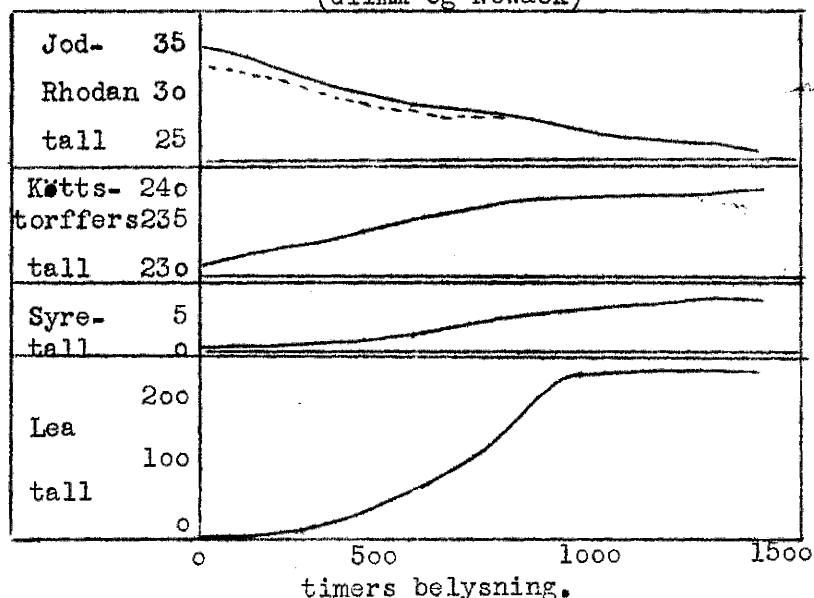
Peroksyddannelsen kan påvises ved meget fine kolorimetriske reaksjoner av hvilke Fellenbergs med fuksin-natriumsulfit ansees som den skarpeste. Epihydrinaldehydet gir dessuten med Kreis' reaksjon (floruglusin - saltsyre) en sterk rödfarve.

Syredannelsen kommer til uttrykk i "syretallet".

Selv om avsmaken på smöret er temmelig sterk kan det være meget vanskelig å bestemme de kvantitative mengder av aldehyder. En må derfor nöie sig med en kvalitativ påvisning, men fargedybden vil jo kunne gi et visst begrep om oksydasjonens omfang.

Som allerede nevnt foregår oksydasjonsprosessen meget langsomt i smör i mörke. I rent smörfett forlöper den langt hurtigere og spesielt når det utsettes for belysning av de rödgule stråler i spekteret som er de aktive. For å få et dypere innblikk i oksydasjonsforløpet bestrålte Glimm og Nowack smörfettet med en Osram-kryptonlampe og analyserte det utover belysningstiden. I nedenstående grafiske fremstilling er resultatet angitt.

Smörfetts omdannelse  
i osram-krypton belysning  
(Glimm og Nowack)



Den jevne stigning i peroksydtallet (Lea-tallet) viser hvorledes peroksyddannelsen skrider frem og hvorledes jodtall og rhodantall faller efterhvert som dobbeltbindingene løsnes. Syre og forsåpningstallene öker fordi der dannes eller frigjöres lavmolekylære syrer. Det er imidlertid særlig å legge merke til at ökningen av peroksyder er jevn til det punkt da jodtall og rhodantall får samme verdi. Fra dette tidspunkt synker jodtallet (flere umettede glyserider), men peroksydtallet blir uforandret. Der består mener Glimm og Nowack öiensynlig en likevektstilstand mellem videre reagerende peroksyder og dobbeltbindinger som levner peroksyd. Med peroksydtallets maksimum er knyttet en sterk ökning av syretallet. Dette må skrive sig fra at först da setter dannelsen av aldehyder og dermed også av frie syrer inn i større målestokk. Kreis og Fellenbergs reaksjoner viste kun ringe farvefordypning med voksende belysningstid. Öiensynlig blir derfor aldehyder hurtig oksydert til tilsvarende syrer. Efter 1000 timers bestråling faller jodtall og rhodentall sammen. Dette viser at det ikke er mere igjen av forbindelser med to dobbeltbindinger, med andre ord det er linolysyren som lettest angripes. Så langt som i disse undersøkelser går selvfølgelig ikke omdannelsene i smöret som opbevares både i mørke **og ved lavere temperaturer, her er de som foran nevnt vanskelig å påvise kvantitativt, men selv om de skarpe kolorimetrisk reaksjoner** kun gir et svakt positivt utslag erkjennes oksydasjonen på smaken.

Men det er ikke bare sollyset som kan optre som katalysator, også forskjellige kjemiske stoffer kan katalysere oksydasjonen, således aminosyrer, sukkerarter, steriner og karotiner, samt metaller i ren form eller forbindelser.

De siste decenniens rastløse utforskning av smörets omdannelse har lagt for dagen at denne i meget stor utstrekning skyldes nærvær av metaller.

Det mest effektive metall er kobber, derefter følger jern, krom, nikkel og mangan. Tinn, bly og aluminium er uten virkning.

I ca. 200 prøver hollandsk smör fant Koppejan og van der Burg 0,037- 0,825 mgr cu (middel 0,225) og 0,050 - 6,00 mgr (middel 0,425) Fe pr. kg. Med stigende mengder öker tilböieligheten til at smöret blir talget eller får metallsmak, men der er ingen eksakt overensstemmelse, ti avsmakens fremkomst beror ikke bare på metallmengden, men også på andre forhold, og da spesielt lys og

luft eller nærvær av reduserende stoffer.

Denne metallkatalyse er nemlig uavhengig av sollys og kan foregå i mørke og ved lave temperaturer, selv under frysepunktet. Det er en almindelig erfaring at en sterk bearbeidning for ikke å nevne en overarbeidning av smøret betinger at det har større tilbøielighet for å bli talget og dette er forklarlig fordi det ved bearbeidningen ikke alene inneltes mere luft, men denne blir også sterkere dispergert i smørmassen.

Allerede for en menneskealder siden blev det av amerikanske forskere oppstillet som hypotese den "fiskede" smak skrev sig fra trimetylamin som et spaltningsprodukt av lesitinet, men en tilfredsstillende forklaring på hvorledes denne omdannelse foregår er det ikke lyktes å gi. Derimot har Davies og Barnicoat gjort gjeldende at metalljoner i melken og flöten absorberes på fettkulenes membraner og fra lesitineggehvitekomplekset eller nærmere bestemt fra lesitinets oljesyrerest utgår oksydasjonen til fett under membranene, hvor så oksydasjonen fortsetter ved peroksyddannelse. Prosessen er allerede i gang för flöten kjernes og fortsetter i smøret. Lesitinet skulde således formidle oksydasjonen.

King har påvist at diacetyllet, som lett reduseres til butylenglykoll og acetylmetylkabinol kan virke oksyderende på oljesyren. Hertil er dog å bemerke at han ved sine forsök anvendte en diacetyltilsetning som langt overskred hvad der forekommer selv i meget aromatisk smör og at virkningen blev iaktatt efterat smøret var opbevart ved 22° i henimot 100 dager. Men skulde diacetyllet spille en rolle kan det jo gi en forklaring på at sterkt aromatisk smör ikke regnes for å være det mest holdbare.

Kende har utkastet den tanke at der i melken forekommer et enzym, Oleinase, som katalyserer oljesyrens oksydasjon.

Induksjonsperioden i smørets omdannelse kan være av forskjellig varighet alt efter de forhold hvorunder smøret er fremstillet og opbevart. Fettspaltende enzymer, frie syrer, metalljoner, lys, luft og höiere temperaturer eller alle faktorer som forkorter den. Men smøret inneholder også stoffer som optrer som "antioksydative" og derved forlenges induksjonsperioden. Når opfatningen av lesitinets rolle som årsak til opkomsten av den fiskete smak er divergerende, så har dette sin forklaring. Tidligere er fremholdt at det rene utsmeltede melkefett oksyderes meget hurtigere enn smøret. Dette tyder på at smörserumet inneholder stoffer som mot-

virker oksydasjonen. Ritter og Nuszbaumer har funnet at peroksydtallet i smørfett stiger med temperaturen. I mørke ved 20° er stigningen langsom, men ved 104° merkes den efter få timer. De fant derfor et mål for fettets holdbarhet overfor oksydasjon ved å bestemme peroksydtallets stigning i 10 gr fett eller smør ved opvarming i Petri-skål ved 104° i 8 timer. Ved høiere temperatur blir peroksydet ødelagt. Normalt smør viser ingen stigning, det må varmes i minst 24 timer for at stigningen skal bli påtagelig.

Peroksydtall efter	8	16	24 timer
Smør	2,7	3,5	27,4
Smørfett usmeltet	38,5		

Smørserumet må efter dette inneholde stoffer som virker antioksydativt og de nevnte forskere mener at lesitinet her er en viktig faktor. Innkokt smør som nettopp er karakteristisk ved å ha optatt lesitinet er langt holdbarere enn smøret og innblandes innkokt smør i utsmeltet fett beskytter det siste. Efter 8 timer var f.eks. peroksydtallet i

rent smørfett	56,4
do + innkokt rest	4,4

På samme måte virker tilsetning av lesitin i forskjellige former

Rent smørfett tilsatt	Peroksydtall efter timer		
	8	16	24
5 % plantelesitin	3,2	3,4	5,4
egglesitin	4,2	30,6	35,0
smørlesitin	3,0	3,7	4,2
kjernemelkspulver	6,4		
1 % havremel	5,5		

Nå kan det ikke sees bort fra at smørserumet også inneholder andre stoffer som kan virke beskyttende. Barnicoat og Palmer fester oppmerksomheten på fosfater og citrater som er påvist å virke antioksydativt på andre fettarter, og en ikke uvesentlig rolle kan opptreden av reduserende stoffer spille. Ved innkokningen av smøret



destrueres proteinene i smöret og herunder dannes svovelvannstoffforbindelser som er sterke reduksjonsmidler. Dette er jo vel kjent fra kokt melk og en støtte for denne opfatning må søkes i det faktum at fisket smak sjelden merkes i smöret når flöten er blitt kraftig pasteurisert.

Ritter konstaterte ved forsök at ved pasteurisering ved

78° blev samtlige smörpröver fisket efter kort tid

80° likeså

82° efter få uker

86° halvparten fisket efter få uker

90° ingen fisket efter 2 ½ mnd. lagring

94° etpar fisket.

Dette viser at ved den höiere pasteurisering utlöses en eller annen kjemisk prosess som hindrer eller i det minste hemmer fremkomsten av oksydasjonsfeil ved smöret.

Dette gjelder usaltet smör. Det er en kjensgjerning at under like forhold er usaltet smör av pasteurisert flöte mere holdbart enn saltet iallefall ved sterkere saltning, og dette er sikkerlig en av grunnene til at smörets saltinnhold i den siste menneskealder har vært synkende. Da saltet som antiseptikum her ikke kommer i betraktning, må den uheldige virkning skyldes at saltet på en eller annen måte letter de kjemiske omdannelser, men hvilke må ennu ansees som ukjent. Amerikanske forskere som har tillagt trimetylamindannelse ved lesitinspaltning betydning for fremkomsten av fisket smak, har vist at i lesitinemulsjoner begunstiger stigende saltmengder spaltningen særlig når surhetsgraden er höi. Årsaken menes da å være den at saltet öker lesitinets opplöselighet og dermed letter den hydrolyse av lesitinet som innleder den videre spaltning til trimetyamin, men da trimetyamin på ingen måte er karakteristisk for fisket smör er det tvilsomt om spaltningen går så vidt.

Det må i denne forbindelse erindres at fisket eller sildsmak kan være en "forsmak" fremkaldt ved foring med bedærvede rotfrukter.

Ved fettets omdannelse kan det efter hvad der foran er anført opstå stoffer med höist forskjellig smak og lukt og det subjektive inntrykk de gjør på sanseorganene vil være forskjellig.

Den avsmak som de meddeler smøret får derfor mange benevnelser: harsk, surt, talget, oljet, tranet, fisket, metallsmak etc. Det er ingen grunn til å tro at hver av disse benevnelser svarer til ganske bestemte omdannelser men som en veiledning ved bekjempelsen av disse smørfeil har man ved de danske statens smørbedømmelser opstillet følgende skjema:

Inndeling	Benevnelse	Ytringsmåter	Årsaker
	Uren	Smaken eller lukten er ikke som den skal være, men kan ikke karakteriseres nærmere.	Kan ikke avgjøres bare på grunnlag av bedømmelsen.
Feil av mikrobiologisk natur	Sur, ostesur	Forskjellige nyanser av dårlig lukt og smak, oftest minnende om urene gjæringer. Smøret er ofte fuktig.	Infeksjon og vekst av gjær, mugg og forråtnelsesbakterier i smørets serum. I regelen er det katalase i smøret.
	Maltsmak	Lukt og smak av malt. Feilen er fuldt utviklet i det nykjernede smør.	Syrevekkeren er forurenset med "maltsmakende" streptokokker.
	Matt	Det kan nesten ikke spores noen aroma.	Syrningen har ikke frembragt aroma i smøret.
Feil av kjemisk natur.	Oljet, Talget, Tranet, Sildet, Fisket.	Smaken er metallaktig, talget og lignende. Ytrer sig ofte i eftersmaken. I regelen ingen spesiell lukt.	Oksydasjon av smørfettet. Kan antas ofte å være forårsaket av at melk og fløte har vært i berøring med ufortinnet kobber- eller jernflater.
	Grov	En sterk salt smak og samtidig en uren smak, som nesten dekkes av saltsmaken.	Sterk saltning, antagelig i forbindelse med annen smaksfeil.
	Forsmak	Søtlig, syrlig eller roet lukt og smak.	Dårlig forkvalitet. Kløver, ensilage, roer etc.
	Farvesmak	Den tilsatte smørfarve kan smake.	For meget av en ikke helt smakfri farve.
	Lysol-tresmak etc.	Smak av et ved benevnelsen angitt fremmed stoff.	Medikamenter, desinfeksjonsmidler, nye redskaper av tre etc.

### Kjölelagring av smör.

Det sier sig selv at ikke et hvilket som helst smör er egnet for kjølelagring, ti den første betingelse for at lagringen kan gjennomføres er at det smör som settes inn er feilfritt. Men erfaringen har også lært at selv om smöret ved innsetningen er feilfritt er dette ingen garanti for at det vil holde kvaliteten når det tas ut, og selv om dette skulde være tilfelle, kan det vise sig at kvaliteten hurtig går tilbake efter uttaket.

Under behandlingen av smörets omdannelse under opbevaring, er det fremholdt at selv om en har metoder både for kjemisk og bakteriologisk påvisning av de omdannelser som kan opptre, så må det erkjennes at disse slett ikke yder noen vesentlig støtte når det gjelder å avgjøre om et smör med sansynlighet vil vise sig å være holdbart eller ikke. Ved bedømmelsen er en derfor henvist til å holde sig til smak og lukt.

En absolutt forutsetning for denne bedømmelse er dog at smöret har en temperatur mellem 10 og 15°. Ved lavere temperatur kan det være vanskelig å opdage feilaktige smaksstoffer og omvendt hvis temperaturen er over 20° smelter smöret for hurtig i munnen, en del av det smaksinntrykk som kan opfattes ved langsom smelting på tungen går tapt og bedømmelsen blir feilaktig.

Det blir da spørsmål om hvor hurtig smöret i sin helhet antar den temperatur ved hvilken det må bedømmes. Som veiledning skal anføres noen temperaturmålinger som er utført ved meieriforsøksstasjonen i New-Zealand hvor smöret var pakket i 25 kg' tre-kasser av samme fasong som vår nyeste smöremballasje. Smöret hadde ved innsetningen i fryserummet ved  $+ 8 - 14^{\circ}$  en temperatur av  $+ 9^{\circ}$ . Efter 1 døgn var temperaturen i smörets midte sunket til  $0^{\circ}$  og efter 3 døgn til den samme temperatur som i fryserummet. Smöret blev så uttatt og henstillet i et lokale ved  $+ 15^{\circ}$ . Efter 1 døgn var temperaturen steget til  $0^{\circ}$ , efter 2 døgn til  $+ 10^{\circ}$ , men først efter 4 døgn til rumtemperaturen  $+ 15^{\circ}$ .

Bedømmelsen av smöret må altså skje på rent empirisk vei, søke ut de meieriers produksjoner som har vist sig som holdbare og ved innsetningen må et visst antall dunker kontrolleres.

Under lagringen er det en rekke forhold som får innflydelse på holdbarheten:

Temperaturen. Allerede de første koldlagringsforsök som

i begynnelsen av århundredet blev utført av amerikanere blev konstatert at først ved en lagring ved  $\div 23,5^{\circ}$  blev holdbarheten fullstendig efter 7-8 måneder, og dette er efter de erfaringer som senere er høstet blitt helt bekreftet. En kjøling blott til  $\div 5^{\circ}$  er under alle omstendigheter utilstrekkelig, danske undersøkelser viste at  $\div 8^{\circ}$  var nok for en lagring i 3 måneder, men her hjemme er en kommet til at først ved  $\div 10 - 15^{\circ}$  kan det ventes at smøret efter 3 måneder har holdt sig, og skal lagringstiden utstrekkes må der kjøles dypere. Men forutsetningen er selvfølgelig at smøret ved innsetningen er førsteklasses, er det ikke det så er det ingen hjelp å kjøle selv ved de laveste temperaturer.

Smørets surhetsgrad. De forannevnte amerikanske forsøk viste at usyrnet smør under forövrig like forhold har en langt større holdbarhet enn det syrnete, og dette ligger da også til grunn for den svakere syring og sterkere skylling som med årene har vist sig heldig når det gjelder produksjon av kjølelagersmør. Selv om det nok foreligger tyske undersøkelser som viste at det ikke var noen regelmessig forbindelse mellem surhetsgrad og holdbarhet, går dog erfaringene herhjemme i en annen retning og Eksportlageret foreskriver derfor at for kjølelagring bör ikke flöten syrnes sterkere enn 20 SH i den fettfri flöte og Aas og Borgen fant at smør med pH under 6,0 ikke bör innsettes.

Smørets saltinnhold. Det har vært og er fremdeles en almindelig opfatning at sterkere saltet smør er mindre egnet for kjølelagring enn et svakere saltet. Eksportlagerets krav går ut på at saltinnholdet ikke vesentlig bör overskride 1 %. Nu er det her til å bemerke at virkningen av saltet avhenger ikke bare av saltprosenten, men også av vanninnholdet og ikke alle væskedråper i smøret har samme saltkonsentrasjon.

i 1940 foretok Baer-Heuche og Schweigart i kjølelager i Berlin en sammenligning mellem 10 dunker saltet og 10 dunker usaltet smør av samme oprindelse efter lagring ved  $\div 15^{\circ}$  i 5-7 måneder. I det usaltede var det ingen kvalitetssenkning, mens det saltete var falt flere poeng. Efter uttaket ved henstand ved  $10^{\circ}$  sank det usaltete først efter 5 uker  $\frac{1}{2} - 1$  poeng, det saltete derimot 1-2 poeng med anmerkninger som gammelt, lett oljet, fisket.

Når vi skal söke efter de dypere årsaker til disse faktorerers innflytelse må det først bringes i erindring at ved temperaturer under  $\div 10^{\circ}$  er bakteriell vegetasjon helt utelukket, men det

er ikke gitt at bakteriene dør. I denne henseende er der ulikheter blandt bakterieartene. Kimantallet som ved innsetningen utgjør hundretusener synker hurtig og særlig går dette utover melkesyrebakteriene som etter få uker er sunket ned til kun 1/10 av de opprindelige, hvite og gule kokker, alkalidannende staver, gjær og mugg blir de dominerende. Etter 4-5 mnd. er melkesyrebakteriene forsvundne og floraen utgjør nu nesten utelukkende av kokker og gjær. Etterat smøret er tatt ut er det disse som karakteriserer floraen og som, hvis smøret opbevares ved almindelig temperatur hurtig kommer i vekst og formering. Sterkere i smørets overflate enn i det indre hvor temperaturen stiger langsommere. Noen fettspaltnings under selve koldlagringen forårsaker ikke mikroorganismerne, det er først etter uttaket at de gjør sig gjeldende og for såvidt er kjølelagret smør i bakteriologisk henseende dårligere enn det var ved innsetningen. Imidlertid må det erindres at fettspaltningssevnen hos disse overlevende er høist forskjellig og som følge herav kan der ikke fra en almindelig bakterietelling i smøret ved dettes innsetning eller uttagning trekke noen slutninger om smørets holdbarhet, dette er kun mulig ved en detaljert undersøkelse av de enkelte bakterieformers spaltningssevne. Men hermed er ikke sagt at ikke en kintelling kan ha sin store betydning da den kan gi bilde av den infeksjon som smøret under fremstillingen har vært utsatt for og som kan gi fingerpek for dens bekjempelse.

Ved siden av mikrobene spiller tilstedeværende lipaser en viktig rolle. For såvidt mulig å avverge deres virksomhet pasteuriseres fløten kraftig, helst til 95-96°, likesom der må legges vekt på at skyllevannet er sterilisert ved koking eller klorering. Selv om lipasenes virksomhet nedstemmes til et minimum ved de lave temperaturer, så ødelegges de ikke og de vil straks komme i funksjon når smøret etter uttagningen av kjølelageret stilles ved høyere temperatur.

De kjemiske omdannelser som skyldes nærvær av metaller forløper selvfølgelig langsommere jo lavere temperaturer er og ved en lagring ved + 12-15° etter 4-5 måneder vil smaksforandringer neppe merkes. Men såsnart smøret er tatt ut og blir opbevart varmere er kvalitetsforandring uundgåelig og syring og saltning forcerer den.

Som allerede nevnt vil man ved utvelgelsen av det smør som skal kjølelagres hovedsakelig måtte holde sig til smak og lukt. Men i mange tilfeller vil man også ha nytte av en katalase- og en

surhetsgradsbestemmelse.

Hvad katalaseprøven angår så har verdien av den sin sterke begrensning. Den gir jo kun uttrykk for nærvær av katalaseførende fremmete bakterier, men ikke alle disse er smørfordere, ja det motsatte kan endog være tilfelle. Et smør med høit katalasetall er imidlertid mistenkelig og det er full grunn til å nære tvil om dets skikkethet for lagring eller i det minste ikke innsette det for lagring i lengere tid.

Aas og Borgen har ved sine undersøkelser over relasjonen mellem smørets aciditet og holdbarhet konstatert at smør med lav pH vil være prædestinert for mindre holdbarhet. Som foran nevnt undergår ikke pH noen påtagelig forandring under lagringen ved  $\pm 12-15^{\circ}$ . De bestemte derfor aciditeten ved smørets uttagning og sammenholdt denne med poengbedømmelsen. Resultatet er resymert i følgende tabell, idet bemerkes at der kun var innsatt smør med 10 poeng og mere.

pH	Efter lagring i måneder								
	4	6	8	4	6	8	4	6	8
	Poeng			Antall prøver med 10 p. og mer Peroksydtall					
over 6,49	10,05	10,62	10,58	74	94	100	0,07	0,06	0,20
6,25-6,49	10,02	10,54	10,50	68	94	100	0,08	0,05	0,15
6,00-6,25	9,97	10,18	10,15	59	75	65	0,08	0,09	0,17
5,75-5,99	9,67	9,68	9,29	41	50	17	0,11	0,13	0,43
5,50-5,74	9,11	9,50	9,83	22	75	65	0,20	0,20	0,40
5,25-5,49	9,41	9,10	8,83	31	0	0	0,23	0,24	0,58
5,00-5,24	9,32	8,50	8,33	27	0	0	0,24	0,28	0,64
under 5,00	8,13	8,40	8,40	0	0	0	0,42	0,49	0,73
Antall prøver	269	119	63						

Korrelasjonskoeffisient poeng/pH 0,55 0,73 0,64

do. peroksydtall/pH - 0,63-0,76-0,63

Det fremgår herav at en bestemmelse av surheten kan være til megen støtte for bedømmelsen av det innsatte smørs sansynlige holdbarhet og at smør med en pH lavere enn 6,0 ikke bør lagres.

Peroksydtallene illustrerer kvalitetstilbakegangen.