

MEIERIØKONOMISK INSTITUTT  
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

637.3  
S

637.3  
S

MEIERIØKONOMISK INSTITUTT  
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

F o r e l e s n i n g e r

over

OSTENS KJEMI OG BAKTERIOLOGI

Ved

Professor Stören.

1942.

I hovedsaken består ostemodningen i at det oppløselige og derfor smakløse kasein spaltes i enklere forbindelser som ikke bare er oppløselige og lett fordøyelige, men også har en viss tiltalende smak, hvilke to nye egenskaper betinger at ostestoffet som næringsmiddel betraktet vinner i verdi.

Imidlertid er det også en del av ostemassens øvrige bestanddeler underkastet omdannelser som dels medfører at kaseinets spaltning forløper i en hensiktssvarende retning og dels bidrar til å forhøje smaken på den modne ost.

Disse spaltninger er biologiske prosesser som iverksettes av mikroorganismer og enzymer der forekommer i enhver melk eller tilføres melken bevisst eller ved ufrivillig infeksjon.

Såvidt vi ennå vet er de arter av mikroorganismer som har noen betydning for modningen meget få i antall. Når man allikevel av samme melk kan fremstille de mest forskjellige ostesorter og av melk av ulike oprindelse kan yste, iallefall tilnærmelsesvis, samme ostesort så har dette sin årsak i at mellens mikroflora og melkens kjemiske sammensetning i sine hovedtrekk ikke varierer meget, og at teknikken ved fremstillingen og lagerbehandlingen av en bestemt ostesort er lagt således an at visse mikroorganismer favoriseres på andres bekostning således at de biologiske prosesser føres inn i et ganske bestemt spor. Opstår det allikevel ulikheter i ostens kvalitet så beror dette på 1) en forskyvning i den bakteriologisk flora, 2) på en eiendommelig kjemisk sammensetning av melken eller 3) på begge deler. Virkningen av disse ulikheter kan imidlertid for en del beherskes gjennom en variasjon i den for den enkelte ostesort karakteristiske ystningsteknikk. "Kunsten å yste" består i de fleste tilfeller netop i å kunne variere ystningsteknikken efter "de lokale forhold".

## A. BETINGELSER FOR BIOLOGISKE PROSESSER I OSTER.

Forat biologiske prosesser kan finne sted kreves det selvfølgelig her som ellers både en viss fuktighet, varme og reaksjon.

Under ellers like forhold og innen visse grenser vil prosessene forløpe desto livligere dess større vanninnholdet er, samtidig som kaseinet også da går mere fullstendig i oppløsning. Da mikroorganismene selv inneholder 80 - 90 % vann krever de også rikelig fuktighet for sin utvikling, og i sin almindelighet vil da også de biologiske prosesser i osten forløpe livligere jo mere vann osten inneholder. Var opgaven ved ostelagningen kun den hurtigst mulig og mest fullkomment å få omdannet proteinet i oppløselig form, da vilde en løs ysting være ideel, men ystingens formål er også å fremstille en vare som har en viss holdbarhet og som er hensiktsmessig for transport. Dette forutsetter en begrensnng av de biokjemiske omsetninger bl. a. ved at osten ystes mer eller mindre tørr. Med hensyn på vanninnholdet kan de almindelige ostesorter stilles i fire grupper:

1. Rivoster,
2. Faste oster,
3. Halvfaste oster og
4. Bløte oster.

I følgende tabell vil vi se hvorledes forholdet mellem vann og N-holdige stoffer antar karakteristiske verdier for de forskjellige grupper:

Tabell s. 3.

I rivostene som er meget faste og som er beregnet på å kunne opbevares i lange tider, ofte år, og som revet masse brukes i matlagningen er forholdet vann/ N-holdige stoffer mindre enn 1,0. I de vanlige faste snittoster som skal kunne skjæres i tynne skiver og hvis masse må være elastisk og sammenhengende må vanninnholdet være høiere og ovennevnte forhold ligger omkr. 1,5. De halvfaste muggoster har et noget høiere forhold og danner overgangen til de bløte muggoster som er meget vannrike, men derfor også er lite holdbare. Surmelksostene inntar en særstilling.

Denne konstans i forholdet mellem vann og kvelstoffholdige stoffer er uavhengig av ostens fettinnhold.

Forat ostene ved omsetningen skal ha en passende fasthet må ystningsteknikken og lagerbehandlingen samstemmes. Oster med høit vann-

Sammensetningen av forskjellige ostesorter.

	Vann	Törr- stoff	Fett	N-hold, stoffer	Vann i fettfritt törrstoff	Vann på 1 del N-holdige stoffer
<u>Rivost.</u>						
Parmasan	33	70	26	38	41	0,8
<u>Hårde oster.</u>						
Emmentaler	34	66	32	27	50	1,2
Cheddar	34	66	34	26	51	1,3
Gouda 1/1 fet	38	62	29	27	53	1,4
- 1/2 -	44	56	18	31	54	1,4
Edamer 3/4 -	42	58	24	29	55	1,4
Nökkelost 1/2 fet	47	53	17	29	57	1,6
- 1/4 -	49	51	11	32	55	1,5
- 1/10 -	52	48	6	35	55	1,5
<u>Halvfaste oster.</u>						
Jorgonzola	38	62	31	26	55	1,5
Roquefort	39	61	34	22	60	1,8
Normanna	42	58	29	21	59	2,0
<u>Blöte oster.</u>						
Camembert	52	48	21	19	66	2,7
Brie	54	46	25	17	72	3,2
Gervais	34	66	59	7	83	4,9
<u>Surmelksoster.</u>						
Gammelost	50	50	1	47	50	1,1
Schabziger	47	53	7	39	51	1,2

innhold må lagres i fuktigere luft enn oster med lavt vanninnhold, for liten fuktighet resulterer i en uttørring, for høi fuktighet i en ødeleggelse av skorpen og utflytning av østen.

Hvad temperaturen angår så begunstiger en temperaturstigning prosessenes forløp, men de anvendelige temperaturer er sterkt begrenset såvel nedad som opad. Omsetninger av rent enzymatisk art kan finne sted selv under 0° når blott ikke vannet i østen fryser. De omsetninger som skyldes mikroorganismenes direkte inngrep kan derimot først ta til når temperaturen ligger flere grader over nullpunktet og når sitt høidepunkt ved detes optimaltemperatur. Men optimaltemperaturer kan det overhodet ikke bli tale om både fordi gjæringene ved disse har lett for å løpe vilt og gi smaksfeil, og fordi det for å hindre en uttørring av

osten måtte holdes en fuktighet som vilde ødelegge osten.

Almindeligst holdes temperaturen under ostens gjæring ved 12-16° og kun for en kortere tid kan den høves over 20°. Fuktigheten i luften vil dreie sig om 80-90%.

Omsetningen består som nevnt fornemmelig i en spaltning av kaseinet. Da det her dreier sig om et næringsmiddel er det klart at spaltningen ikke må gå så vidt at den kalorimetriske næringsverdi forringes eller at det dannes produkter av sundhetsskadelig art, enhver forråtnelse må være utelukket. Dette er også tilfellet ved enhver normalt forløpende modning og årsaken ligger i at reaksjonen er sur. På grunn av den melkesyregjæring som setter inn allerede under ostens behandling i ystekarret øker etterhånden surhetsgraden i osten, og når i løpet av få dager sitt maksimum på ca 5,0, som senere holder sig temmelig konstant. Dette er netop en surhetsgrad som på den ene side er høi nok til å sikre mot forråtnelse, og på den annen side ikke er så høi at den svekker de mikroorganismer som kommer i betraktning, og dog passer for de proteolytiske enzymer som spiller inn ved eggehvitespaltningen. Samtidig har den en gunstig innflytelse på ostens konsistens.

At ostens ystes passende tørr er således ikke alene av betydning av hensyn til vanninnholdet, men også for reguleringen av ostens surhetsgrad. Etterlates det for meget myse blir det lett et overmål av syre.

#### B. KJEMISKE OMDANNELSER I OSTEN.

I det vi foreløbig kun vil ta for oss løpeostene vil den ferske ostemasse idet den fylles i formen bestå av ostestoff og myse og eventuelt tilsatt salt.

Ostestoffet utgjøres hovedsakelig av parakasein-kalk-fosforsyre-komplekset, som temmelig fullstendig omslutter de i melken oprindelig suspenderte stoffer fett og jordalkalifosfater.

Myson består hovedsakelig av vann hvori oppløst melkesukker, laktalbumin, myseggehvite og de forskjellige oppløselige melkesalter samt eventuelt koksalt.

Mengdeforholdet mellom ostestoff og myse i osten beror på hvær tørr osten er ystet (ostesorten) og fettinnholdet. Mageroster inneholder mere myse enn fetester, koldystede oster og ikke pressede oster mere enn høit efterværmete og sterkt pressede. En schweizerost vil efter presningen inneholde ca 40%, halvfet goudost ca 45%, kvartfet nøkkel-

ost ca 55% og camembertost ca 70% vann.

Gjæringsprosessen i osten innledes allerede under ystingen, men blir først helt påtagelige når osten er kommet i formen. Den bestanddel som først henfaller til omdannelse er

### 1. Melkesukkeret.

Det vil straks og hurtig gå i melkesyregjæring. Allerede efter 1 døgn forløp er gjæringen på sitt høidepunkt, og snart vil det være helt forgjæret. I schweizerost som er en mysefattig ost er alt melkesukker forsvunnet efter et par dager, og i camembertost som hører til de myserikeste oster kan melkesukker ikke påvises efter tre uker.

Under normale forhold forløper melkesyregjæringen meget ren, det dannes ved siden av melkesyre kun små mengder ediksyre, alkohol, aceton og kuldiksyd. Som følge av syredannelsen forandres da også surhetsgraden i osten. Går vi ut fra et middels myseinnhold på 45 %, skulde når mysen inneholder ca 5% melkesukker, osten inneholde 2-2,5% melkesukker, som skulde betinge at der dannes like meget syre.

Når det erindres at melkesyregjæringen i melk i almindelighet stopper op når syremengden når op mot 1% eller ved en pH mellem 4,1 og 4,4, kan det ved første blikkast forundre at melkesukkeret forsvinner fra osten og det til og med i løpet av etpar døgn. Undersøkes imidlertid vannstoffjonekonsentrasjonen vil vi finne at til ovennevnte høie verdi når den aldri. Dette blev først konstatert av ALLEMANN for emmentalerostens vedkommende:

Efter 1/4 time i pressen var pH	5,94
- 1 - - - -	5,74
- 5 - - - -	5,47
- 8 - - - -	4,87
- 2 døgn - - -	4,78 (maks.)
- 3 - - - -	4,91
- 4 - - - -	5,10
i fullmoden ost	5,40

Og van DAM fant i Edamerost:

Efter 1 time i pressen	5,20
- 4 - - - -	5,13
- 1 døgn - - -	4,92 (maks.)
- 2 - - - -	5,00

Det samme er senere mangfoldige ganger blitt bekreftet av andre forskere og også for andre ostesorter. Surhetsgraden når altså på langt nær ikke op i den høide ved hvilken melkesyregjæringen stopper op.

Gjæringen kan derfor fortsette til alt melkesukker er forgjæret.

Men når surhetsgraden ikke rekker lengere enn den gjør, er årsaken den at den dannede melkesyre etterhvert blir bundet. I ostestoffet finnes der nemlig pufferstoffer som kan nøytralisere og binde den dannede syre, og av disse er de fosforsure salter de viktigste. Disse er hovedsakelig de tri- eller dijordalkalifosfater som dels inngår i kaseinkalkfosforsyrekomplekset dels er suspendert eller oppløst i mysen. Der dannes surt reagerende monofosfater og nøytralt kalklaktat.

Fosfatene strekker dog ikke til for melkesyrens fullstendige binding og derfor kommer etter dem selve dikalsiumparakaseinatet i betraktning. Det "avkalkes" til monoforbindelsen, eventuelt ennu videre og der dannes parakasein og yderligere kalklaktat. Hvor langt denne avkalkning vil gå avhenger nu av osteslaget, om en har å gjøre med en hård, halvfast eller bløt ost.

Tar vi som eksempel en ost av emmentalertypen så er denne ystet så fast, inneholder ikke mere myse enn at melkesukkeret er helt forgjæret i løpet av etpar dager. Undersøker vi hvor meget kalklaktat som er dannet vil det overraske at det er mindre enn hvad der skulde tilsvare den melkesyre som må være dannet,  $1/4$  og mere av den dannede melkesyre er ennu i overskudd. Men i fri tilstand er den ikke, ti da måtte pH ligge meget lavere enn den faktisk gjør. Overskuddet er bundet og i dette tilfelle av nydannede proteinstoffer.

Et udmerket eksempel på denne binding kan hentes fra van DAMS undersøkelser: I en Edamerost fant han at deß efter suktermengden skulde kunne dannes 58 gr melkesyre, 38 gr fant han var bundet som kalsiumlaktat, altså var det en rest på 20 gr. Da osten inneholdt ca 500 gr eggehvite og 100 gr parakasein kan binde ca 4,2 gr melkesyre, skulde eggehviten kunne forutsettes å kunne binde ca 20 gr melkesyre, netop det kvantum som var tilrest efter kalkbindingen.

Har vi for oss en typisk bløt ost f. eks. Camembertost så er vann- og sukkerinnholdet i den ferske ost så høit at de forhåndenværende kalkforbindelser slett ikke strekker til melkesyrens binding, og det tar også lang tid innen melkesukkeret forsvinner. Her dannes overskudd av fri melkesyre (pH 4,3) som først bindes av basiske proteinspaltningsprodukter eller fortæres av mikroorganismer.

Det fremgår av det foranstående at der dannes ikke ubetydelige mengder Kalsiumlaktat. Som bekjent kan det være en ypperlig kullstoffkilde for mange bakterier og blant disse også normale melkebakterier, ikke



minst som erstatning for melkesukkeret.

Ved laktatforgjæringen dannes lavmolekylære fete syrer og kulldioksyd. Hvilke syrer som dannes beror på bakterieart og stamme.

Størst rolle spiller i ostemodningen propionsyregjæringen:

$3 \text{ melkesyre} = 2 \text{ propionsyre} + \text{ediksyre} + \text{kulldioksyd} + \text{vann}$   
og ikke uten grunn er propionsyren betegnet som en spesifikk ostesyre som gir osten dens pikante smak. Det dannede kulldioksyd har betydning for ostens struktur. Laktater kan også forgjære til smørsyre, men da har gjæringen for ostens vedkommende tatt en høist uheldig retning.

Hvor meget av det dannede kalsiumlaktat som forgjærer beror på ostesorten. I oster med åpen tekstur regnes med et større omfang enn i oster med lukket. I cheddarost optær alltid noen hvite prikker i massen og disse viser sig å bestå av kalklaktat, så i denne "tette" ost er det da åiensynlig at laktatgjæringen er begrenset.

I de bløte oster strekker ikke som foran nevnt på langt nær fosfatene og kalken til for fullstendig binding av melkesyren. Her er all kalk omdannet i laktat.

I surmelksostene ligger forholdet for melkesukkerets omdannelse lignende an. Her er det første stadium av melkesyre gjæringen tilbaketilført allerede før osten kommer i formen, ikke alene melkens fosfater, men også kaseinets kalk er blitt lagt helt beslag på av melkesyren, den forekommer i stort overskudd så pH ligger mellom 4,4 og 4,1.. Skal det resterende melkesukker som finnes i mysen i osten kunne forgjære må syren skaffes av veien ved mikrobevoksten på overflaten av osten. I surmelksostene er det således ikke syndorlig kalklaktat og når der allikevel kan forekomme meget av lavmolekylære fete syrer, så stammer disse dels fra melkesukkeret dels og overveiende fra eggehvitespaltningen.

I overensstemmelse med den fullstendighet som melkesyren blir bundet og den reaksjon som dette betinger og under hensyn til de grenser for vannstoffjonekonsentrasjonen ved hvilke de proteolytiske enzymer er virksomme, er det klart at modningen får et ulike løp i de faste og i de bløte ostesorter. I de hårde er H-jonekonsentrasjonen allerede få dager efter ystingen innstillet på et trin på hvilket såvel chymosinet som de bakterielle proteolytiske enzymer er virksomme. Derfor foregår i de hårde osteslag modningsprosessen jevnt i hele osten.

Anderledes stiller forholdene sig i de bløte oster, her er reaksjonen til å begynne med så sur at der er dårlige eller ingen betingelser for en proteolyse. Skal en sådan bli mulig må den sure ostemasse

til en viss grad nøytraliseres. Denne skjer ved mikroorganismer som vegeterer på ostens overflate. De fortærer tildels melkesyren og nedbryter eggehviten til ammoniakalske produkter som siver inn i osten og nøytraliserer syren og danner ammoniumparakaseinat som er lett oppløselig.

Modningen av de bløte oster foregår derfor utenfra innover. Ved å skjære over en Camembertost på forskjellige modningstrin kanen lett overbevises herom. I den ennu umodne ost ligger en indre kjerne av helt uforandret parakaseinat. Denne kjerne blir etterhånden mindre idet den oppløses.

I overensstemmelse med de måter hvorpå modningen skjer er den praktisk talt ubundet av den faste osts form og vekt, mens den for de bløtes vedkommende forutsetter at ostene er små eller har stor overflate i forhold til vekten. I surmelksostene ligger forholdene fullstendig ens an som i de bløte, men ved en spesiell ystningsteknikk som betinger at osten er "lokker" eller ved å prikke osten trenger overflatesoppenes hyfer dypt inn i osten som derfor kan gis en form og størrelse som ellers vilde være umulig.

## 2. Eggehvitestoffene.

I den ferske løpeost består disse overveiende av parakaseinater, men ved siden herav albumin og myseeggehvite. Spaltningen av eggehvitestoffet holdes innen en viss trangere ramme på grunn av miljøets sure karakter.

Løpens virkning på dikalsiumparakaseinatet er dettes spaltning i dikalsiumparakaseinat og myseeggehvite. Denne prosess er allerede avsluttet idet melken koagulerer i ystokaret. Den danner innledningen til den fortsatte hydrolyse som dels skjer ved chymosinet selv, dels og jevnsides ved andre proteolytiske enzymer som stammer fra normale melkebakterier, fremfor alle andre av de ekte melkesyrebakterier, tetrakokker og muggsopper.

Chymosinet fører ikke proteolysen dypt, men går ikke lenger enn til dannelsen av de oppløselige albumoser og peptoner. De forhold som betinger chymosinets spaltende virkning skal senere bli omtalt nærmere. Det er de forskjellige mikroorganismers enzymer som er hovedmodningsfaktorene, det er dem som fører eggehvitestoffspaltningen ned til dannelsen av de produkter som gir de forskjellige oster deres karakteristiske smak og lukt og betinger deres dietiske verdi. Alt etter mikroorganismenes art og osteslaget (hårde, bløte, surmelksoster) nedbrytes eggehviten mer eller

mindre sterkt, proteasene nedbryter til albumoser, peptoner og polypeptider, peptidasene de sistnevnte til aminosyrer. Av kaseinets byggestener er således isolert fra moden ost: glykokoll, alanin, ~~malin~~, leucin, isoleucin, asparaginsyre, glutaminsyre, prolein, tyrosin, tryptofan, histidin og arginin.

Hermed er dog ikke avbygningen avsluttet, i alle ostesorter optar nemlig ammoniakk ofte i anseelige mengder og den må skrive sig fra en avspaltning fra aminosyrer og samtidig må da også dannes lavere fettsyrer. Av sådanne er bl.a. påvist ravsyre, valeriansyre, propionsyre m.fl. I enkelte osteslag er også påvist putrecin, kadaverin, skatol som må antas å stamme fra en hydrolytisk spaltning av visse aminosyrer.

Med henblikk på eggehvitmolekylets kompliserte bygning, de mange muligheter for proteolysens forløp og de store vanskeligheter som en inngående analyse av proteolysens gang og resultat frembyr, er det forståelig at en ennå har kun et begrenset kjennskap til alle de mellom- og sluttprodukter som finnes i den modne ost, enn si til de mengdeforhold hvori de forekommer. Ved den kjemiske analyse kan dog visse grupper av de mange spaltningsprodukter dog bestemmes. Som eksempel her anføres modningsforløpet i goudaost etter ROSENGREN og BARTHEL:

I prosent av totalkvelstoffet i osten fantes som

	Vannopløselig	Tyroalbumin <sup>⊕</sup>	Pepton	Amino
Efter 8 dager	16,8	4,5	10,3	2,0 % N
1 måned	16,2	1,6	11,7	2,9
2 "	20,7	1,6	15,0	4,0
3 "	25,6	2,0	18,3	5,3
4 "	-	2,1	-	6,6
5 "	29,9	0,7	18,4	10,8
6 "	33,2	4,5	14,2	14,5
7 "	33,2	1,8	11,7	19,7

<sup>⊕</sup>Opløst, varmekoagulabelt.

Betraktes først tallene for oppløselig N så stiger disse stadig like til den 6te måned da blir ikke mere oppløst. Pepton N stiger også og til en begynnelse nesten parallelt, men det når sitt maksimum mellom 3die og 5te måned, for så hurtig å synke. Dette henger sammen med økningen av aminosyrer som i begynnelsen dannes ret langsomt, men etter 4 måneder, altså just den alder ved hvilken denne ost vanlig slippes i handelen, begynner en kraftigere nedbrytning av peptonene til aminosyrer.

Et annet eksempel gir analyser av Tilsitterost ved GRIMMER:

	Vannopløselig	Eggehvite	Pepton	Aminosyre
Fersk	14,65	10,17	3,79	0,69 % N
3 måneder	33,34	16,45	9,55	7,33
5 "	39,26	19,55	8,04	11,67
7½ "	40,52	12,94	11,05	16,45
8 1/3 "	38,37	9,48	11,63	17,26

I de første 5 måneder går stadig parakasein i oppløsning, men dermed stopper oppløsningen. Mengden av oppløselig eggehvite er også størst etter 5 måneder, men så går også den tilbake fordi den stadig nedbrytes til peptoner og disse videre til aminosyrer, som derfor øker jevnt gjennom hele modningen.

I almindelighet innskrenker man sig til å bestemme ostens innhold av totalkvelstoff, vannopløselig, og aminosyrekvelstoff samt undertiden ammoniakkvelstoff og beregner de tre siste i prosent av totalkvelstoffet. Dette og det vannopløselige bestemmes etter Kjeldahls metode.

Følgende opstilling gir eksempler på omdannelsene i noen oster:

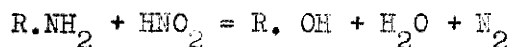
	I % av T.N.			I % av L.N.		
	L.N.	S.N.	A.N.	S.N.	A.N.	
Cheddarost, 9 mndr.	43,5	26,5	4,47	Ca 60	-	Van Slyke
Emmentalerost, 12 mndr.	33,15	17,25	2,37	52	7	Orla-Jensen
Nøkkelost, 3 mndr.	33,1	13,1	-	40	-	Stören
Tilsitterost, 3 mndr.	33,34	9,55	-	28	-	Grimmer
Goudaost, 5 mndr.	29,9	10,8	-	36	-	Barthel
Edamost, 4 mndr.	26,90	3,0	0,60	11	2	Orla-Jensen
Gammelost	89,2	33,7	-	38	-	Stören
Roquefortost	52,50	23,64	4,99	45	10	Orla-Jensen
Camembertost	95,62	8,71	8,71	9	9	do
Limburgerost	99,82	4,33	11,97	4	12	do

Til karakteristikk av modningen innførte BONDZYNSKI begrepene "omfang" og "dybde". Med omfanget forstås den mengde av totalkvelstoffet som er gått i oppløsning, mens dybden betegner mengden av aminosyrekvelstoff. Går vi gjennom ovenstående tabell vil vi se at f. eks. Camembertosten og i høyere grad Limburgerosten har et overmåte stort omfang, men liten dybde. Emmentalerosten og Cheddarosten et mindre omfang, men desto større dybde.

Tidligere benyttet man til bestemmelsen av aminosyrekvelstoffet fosforwolframsyre, som feller eggehvite og peptoner samt noget av de basiske aminosyrer. I filtratet som altså <sup>inneholder</sup> aminosyrer og lavere kvelstoffholdige spaltningsprodukter, bestemmes så kvelstoffet. Til supplering herav bestemmes særskilt ammoniakkvelstoffet i osten.

Aminosyrebestemmelsen etter fosforwolframmetoden har sine svakheter bl.a. den at ved utvaskningen av fellingen går endel av denne lett atter i oppløsning.

Siden 1912 er metoden avløst av van Slykes som grunner sig på den kjente reaksjon mellom aminosyrer og salpetersyrling



Det frigjorte kvelstoff gir altså uttrykk for mengden av aminosyrer. Noen feilkilder hefter der nok også ved denne metode, men de er av underordnet betydning. Almindelig er også nu bestemmelsen av ammoniakkvelstoffet sløifet, metoden for dets nøiaktige bestemmelse er meget omstendelig, hvis ikke resultatene skal bli misvisende.

Den måte hvorpå det vannopløselige kvelstoff bestemmes gir ikke alltid det riktige bilde av omsetningene. Omfanget kan for visse ostesorter i virkeligheten være større fordi det på det første trin av parakaseinets spaltning dannes produkter som ikke er oppløselige i vann, og på den annen side dannes der i bløte ~~oster~~ oppløselige eggehviteforbindelser som ikke er spaltningprodukt, men simpelthen oppløselig ammoniumparakaseinat. Videre virker også koksaltet i osten i større eller mindre eller mindre grad på parakaseinet. Ekstraksjonen med vann forstyrrer også den i osten bestående likevektstilstand mellom de dannede produkter. Under modningen dannes der globulinaktige stoffer som utfelles ved fortynningen med vann og som rettelig skulde regnes med. Endelig gir de volumforandringer som fett og den uopløste ost forårsaker anledning til feil.

En forbedring av analysemetodikken betegner den av BARTHEL angivne undersøkelse på oppløselig kvelstoff i den fuktighet, "pressesaft", som kan presses ut av osten. Ved å analysere ostens vanninnhold  $V$ , ostens totalkvelstoff  $N$ , pressesaftens vanninnhold  $v$  og pressesaftens kvelstoff  $n$  kan kvelstoffet i pressesaften uttrykt i prosent av totalkvelstoffet i osten beregnes efter formelen

$$PN = \frac{100 \cdot n \cdot V}{N \cdot v}$$

Aminokvelstoffet bestemmes i pressesaften efter van Slyke.

Et eksempel på de verdier som erholdes på PN sammenlignet med LN:

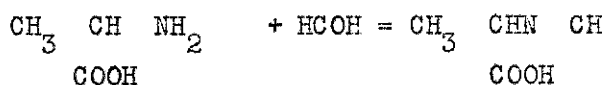
Ostens alder	PN	LN	LN - PN
1 døgn	4,1	8,5	+4,4
4 -	9,3	14,3	+5,0
8 -	13,4	21,2	+7,8
12 -	18,7	20,4	+1,7
30 -	30,6	26,9	-3,7
45 -	34,3	32,7	-1,6
65 -	39,5	38,5	-0,9

Som det sees gir i begynnelsen av ostemodningen ekstraksjonsmengden høiere verdier. Den unge ost inneholder større mengder vannopløse-

lige eggehvite stoffer som dog ikke er opløst i pressesaften. I eldre oster er dette ikke tilfelle, pressesaften inneholder globulinaktige stoffer som ikke går i oppløsning ved ekstraksjonen med vann.

For oster som saltes i massen har saltningsgraden en stor innflydelse på kvelstoffinnholdet både i vannekstraktet av osten og i pressesaften. Jo mere salt desto mindre kvelstoff går i oppløsning, men i vannekstraktet er kvelstoffmengden alltid større enn i pressesaften. Dette viser at ved ostens ekstraksjon med vann bevirker saltet en ekstra oppløsning av eggehvite som ikke har funnet sted i selve osten.

Et innblikk i modningens dybde får en også ved formoltitrasjon av osten. Ved denne bestemmes ammoniakk og primære aminosyrer idet amino-gruppen går over i metylengruppe og karboksylgruppen bli uavhengig titrerbar



I sin enkleste form utføres bestemmelsen ved at 10 gr ost oppløses i kaliumoksalat og saltvann og nøytraliseres med lut. Der tilsettes formalin og titreres med lut og man får ostens "formoltall".

Nylig har Söncke Knudsen og Sörensen angitt en metode for bestemmelse av kvelstoffomsetningen som betegner en forenkling i analysen, en sikrere bestemmelse av totalkvelstoffet og av parakaseinat. Osten oppløses i natriumcitrat og i oppløsningen bestemmes totalkvelstoff, det kvelstoff som felles av edikkesyre (parakasein), amino- og ammoniakk-kvelstoff.

En sammenligning mellom de tre metoder gis i følgende eksempel:

1/1 fet goudaost	I pct. av total N.				
	Opløst N	Opløst ved pH 4,5 N	Parakasein N	Amino- N	NH <sub>3</sub> N
Pressesaft	33,17	-	-	7,99	2,42
Vannekstrakt	29,06	25,91	3,15	8,70	2,42
Citratopløsning	100,0	31,57	68,43	10,60	2,41

Efter den siste analyse er altså 68 % av totalkvelstoffet i osten ikke mere omdannet enn at det ennu felles med edikkesyre (eggehvite stoffer), mens 31,57 % er lavere spaltningsprodukter. Metoden gir altså et bidrag til en mere detaljert gruppering av de kvelstoffholdige stoffer.

### 3. Fettet

er også underkastet spaltninger, det blev først konstateret av Weigmann, Bakke og Windisch og den består i en hydrolysering som antagelig går ut over samtlige glyserider. I faste ostesorter er omfanget forholdsvis ubetydelig, men relativt større i mageroster enn i fetoster fordi fettene er sterkere dispergert. I bløte oster er derimot spaltningen ganske betydelig da jo myggsoppene har kraftige lipaser, hvilke melkesyrebakteriene mangler. I faste oster er det ikke usannsynlig at det kulddioksyd som dannes både ved kalklaktatets og eggehvitestoffenes spaltning kan være årsak til en lett fettspaltning, ti RITSERT har vist at dioxysdet selv i mørke har denne evne.

I faste oster er ikke spaltningen så stor at dette påtagelig lar sig erkjenne ved bestemmelsen av fettkonstantene, det illustreres av følgende analyser av BURR og SCHLAG av fettene i Tilsiterost:

Ostens alder	R-M	Pol.	Köttsd.	Jodt.	Syret.
Fersk	22,53	1,88	217,8	44,8	1,05
1 mnd.	22,25	1,87	212,4	44,7	2,7
2 "	22,45	1,88	212,6	44,0	3,9
3 "	20,72	2,00	203,8	42,4	6,6
4 "	20,4	1,85	198,1	43,4	7,6
5 "	20,6	1,73	201,3	43,9	10,3
6 "	21,38	1,64	214,75	44,4	4,8
7 "	20,86	1,60	214,1	46,0	3,0
8 "	20,6	1,70	214,5	41,8	3,3

De dannede fettsyrer optrer både i fri tilstand og bundet til ammoniakk. Både de lavmolekylære syrer og deres ammoniaksalter bidrar i høi grad til å gi osten dens pikante og skarpe smak, og når osten først får denne etter lang tids lagring avgir dette et bevis for at fettspaltningen går langsomt. Som rimelig er, er spaltningen mindre i det indre enn i de ytre partier av osten ikke alene i bløte, men også i de faste oster da det på skorpen vegeterer fettspaltende mikroorganismer.

Spaltningens omfang skulde å priori kunne konstateres ved å bestemme syregraden i ostefettet. Men analysen byr på adskillige vanskeligheter, og de forskjellige analysemetoder kan gi meget divergerende resultater. SANDELIN har angitt en fremgangsmåte som utvilsomt er den sikreste. Osten oppløses i ammoniumrhodanid hvorved fettene frigjøres uten at reaksjonen forandres. Ved omrystning utkjernes det, fettene utsmeltes og syretallet bestemmes. I normalt melkefett er syregraden ca 1,5, i velmodne prima, hårde oster fant Sandelin en syregrad fra 2,5 - 5,0,

altså en svak lipolyse og det er nok så forståelig da pH i osten ligger ved vel 5,0 og her er ikke lipasene særlig virksomme. I muggøster derimot kan syregraden i fettene gå op i det mangedobbelte.

Emmentalerost, finsk	6 mdr.	4,01
-	12 "	5,41
Edamerost	6 "	3,28
Goudaost	3 "	2,14
Tilsitterost	7 "	3,62
Cheddarost	7 "	2,72
Gorgonzola, italiensk		9,58
Roquefort, fransk		40,29
- dansk		26,02

Sandelin regner med at i de hårde oster spaltes 0,25 - 1,34 %, i de bløte muggøster inntil 10 % av fettene.

I osten finnes foruten de syrer som stammer fra fettspaltningen også flyktige syrer som skrives fra melkesukkerets, laktatens og eggehvitestoffenes spaltning og disse har ikke mindre betydning for ostens smak. Totalinnholdet kan bestemmes ved vandampdestillasjon av osten. Fra Orla-Jensens undersøkelser skal anføres mengden i 1000 gr ost i gram:

Ostesort	Fra fettspaltningen		Fra spaltningen av kaseinet, melkesukkeret, laktatene					I alt
	Kapronsyre	Smørsyre	Valeriansyre	Smørsyre	Propionsyre	Edikksyre	Myresyre	
Emmentalerost	0,116	0,176	0	0	4,218	1,680	-	6,190
Edamerost	0	0	0	0	0,224	0,678	0,057	0,959
Limburgerost	0,058	0,440	1,581	0	5,180	1,140	0,046	8,445
Camembertost	0,081	0,246	0	0	0	0,069	0,082	0,478
Roquefortost	0,928	1,672	0	0	0	0,540	0,092	3,232
Schabziegerost	1,195	1,848	0	4,452	9,102	3,198	0	19,795

Efter analyser av Ødegaard og Benterud fantes i

	Pultost	Gammelost
Kapronsyre	-	0,42
Kaprinsyre	-	0,26
Valeriansyre	0,83	4,78
Smørsyre	-	1,71
Propionsyre	0,28	-
Edikksyre	0,42	1,62
Myresyre	-	0,13
	1,53	8,92

Ved fettspaltningen dannes også glyserin, men det lykkes ikke å påvise den i osten og det er ganske rimelig da glyserin er et ypperlig næringsmiddel for så å si alle mikroorganismer. Endel muggsopper oksyderer fri fettsyrer til metylketoner, det er derfor ikke usannsynlig at også slike forekommer i osten og de vil da kunne influere på ostens smak. I et enkelt tilfelle menes de også å være påvist, men det er ikke bekreftet.



### C. DE I OSTEN VIRKSOMME MIKROORGANISMER OG ENZYMER.

Amerikanske forskere har påvist at ved melkens koagulasjon med løpe gjenfinnes 75 - 98 % av melkens bakterier i ostekornene. Det er all grunn til å anta at det samme er tilfelle om osten felles med syre. Den ferske ostemasse inneholder derfor en umåtelig mengde bakterier, og når ennvidere nær 1/3 av løpeenzymet adsorberes til ostestoffet, og hensyn ellers tas til nærings- og temperaturforhold så er det ypperlige betingelser tilstede for biokjemiske prosesser i osten.

Forinnen vi går over til å klargjøre hvilke mikroorganismer, som deltar i den normale ostemodning, vil vi, idet vi foreløbig holder oss til løpeostene, først feste oppmerksomheten ved den rolle som løpen spiller.

#### 1. Löpeenzymet.

Allersæde i 1892 fant van Slyke at ved bruk av mere enn almindelig løpe gikk peptoniseringen av osten hurtigere, og uten nærmere å undersøke årsaken, gikk han ut fra at dette skyldtes pepsin som alltid finnes i løpeekstrakter. Da imidlertid vannstoffjonekonsentrasjonsbestemmelser var innført i analysen og man ved disse fant at surhetsgraden i ost var lavere enn den ved hvilken pepsinet virker (pH 1,6 - 1,8) var det vanskelig å tillegge dette betydning, i allefall for de hårde ostesorters vedkommende. I de bløte kunde det nok tenkes å spille en viss rolle. Peptoniseringen måtte antas å hidrøre fra at løpeekstrakter inneholdt et peptoniserende enzym som ikke krevet så høi surhetsgrad som pepsinet og som hittil ikke var kjent, DUCLAUX kalte det "Casease".

I 1904 påviste ORLA-JENSEN at osteløpe i melkekulturer virket meget kraftig oppløsende på eggehvitestoffene og at denne virkning fremmes ved små syretildetninger, og PETRY viste at løpeenzymet kunde virke ved langt lavere syregrader enn pepsin. VAN DAM konstaterte videre at det virket ved surhetsgrader som ligger omkring den som forekommer i Edamerost pH ca 5,0. Da nu 1/3 av løpens chymosin går over i osten, måtte dermed være bevist at chymosinet deltok i ostemodningen, og det blev da snart bekræftet.

Chymosinets proteolyse ved forskjellige surhetsgrader viser følgende tabell efter van DAM :

CH	pH	L.N. i ml n/10 lut		differens
-5		med løpe	uten løpe	
0,1 x 10	6,0	12,2	1,7	10,5
0,35	5,5	20,2	2,4	17,8
0,78	5,1	27,6	3,2	24,4
1,36	4,9	28,9	2,6	26,3

Enzymets peptoniserende virkning begunstiges nu ikke bare av surhetsgraden i den unge ost, men også saltningen idet der dannes natrium-parakaseinat som er oppløselig i 5% saltopløsning. Selv om det i osten ikke blir tale om en egentlig oppløsning så sveller ostemassen til en viss grad op og enzymet difunderer inn i den og angriper også lettere parakaseinatet.

Chymosinets proteolyse går ikke dypt, den stopper med albumoser og peptondannelsen. Men før eller senere stanser peptoniseringen fordi der inntreer en "likevektstilstand". Jo mere fuktighet der er i osten desto større omfang kan peptoniseringen ta før likevekt inntreer, altså desto mere parakaseinat kan gå i oppløsning. Skal peptoniseringen kunne fortsette må noe av albumosene og peptonene skaffes avveien, og dette vil som vi senere skal se, kunne skje ved andre enzymer som spalter dem til aminosyrer. Men hermed blir likevektstilstanden forstyrret og betingelser er skaffet tilveie for at chymosinet kan fortsette sin peptonisering. Når spaltningen ophører vet vi intet om, men BARTHEL har påvist at i pressesaften i fullmoden ost er der chymosin.

Det er etter det foranstående ganske klart at løpeenzymet som modningsfaktor ikke har samme betydning i alleslags oster, den er mindre i de faste enn i de bløte, ja i de høit ettervarmete som f.eks. Emmentalerosten virker det kun under brytningen og den første del av ettervarningen, senere blir det ødelagt og helt satt ut av spillet.

I de bløte oster er forholdene andre, for det første fremmer den sure reaksjon chymosinets virkning, for det annet er vanninnholdet høiere så peptoniseringen kan gå lenger innen der inntreer likevekt. De relativt rikelig dannede peptoner får en stor betydning idet de som virksomme pufferstoffer binder det overskudd av melkesyre som finnes i de bløte oster og der ved efterhånden forminsker surhetsgraden ned på et nivå som betinger en dypere spaltning.

Når bløte oster modnes ved lavere temperaturer enn de hårde, er forklaringen den at syrningen må dempes, chymosinet må få et visst forsprang for melkesyregjæringen så der kan dannes pufferstoffer nok til syrens binding og reaksjonen tilpasses den dypere spaltning. Den milde smak og smøraktige konsistens som f.eks. Camembertosten har skyldes nettop de store mengder albumoser og peptoner som chymosinet har produsert.

Den dypere spaltning skjer for alle osters vedkommende ved de peptidaser, polypeptidaser som er frigjort ved mikroorganismenes autolyse.

## 2. Mikroorganismene.

I ostestoffet vil selvfølgelig alle grupper av melkens bakterier være representert. Vi skal i det følgende se hvilke grupper som særlig har betingelser for å kunne vegetere i osten og hvilke omdannelser de bevirker. I første rekke kommer de

### a. Ekte melkesyrebakterier

og det av følgende grunner: de tilveiebringer den sure reaksjon som alene kan forhindre en forråtnelse, de understøtter chymosinets virkning og de leverer ved proteolyse aminosyrer. Ostemodningen i sin første fase er melkesyregjæringen. Temperaturen i melken både forut for og under selve ystningen ligger innenfor de grenser streptokokkene utvikler sig med en rivende hastighet og det er derfor disse som alltid innleder melkesyregjæringen i alleslags oster. Det er da *Sc lactis* i dens mange raser som er den dominerende, men da det for adskillige osters vedkommende tilsettes ystemelken almindelige syrekulturer, inntar *Sc cremoris* en viktig stilling. Den disse nærstående *Sc faecium* og *Sc bovis* trer mere i bakgrunnen, de er heller ikke så hurtigvoksende. Hvis det ved ystningen kun anvendes en moderat eftervarmning holder temperaturen i osten sig mellem 20 - 30° i etpar døgn, streptokokkene øker derfor i antall til det mangedobbelte og i samme grad forgjæres melkesukkeret. Så avhengig som streptokokkene er av dette ophører snart deres vekst og efterhånden dør den store masse av mangel på sukker, men selv i velmoden ost er dog adskillige overlevende. Men deres saga er ikke slutt, ti ved autolyse av de døde bakteriekropper frigjøres proteolytiske enzymer som i større eller mindre grad kan delta i eggehvitespaltningen. Her viser de forskjellige arter og stammer ulikheter. Efter deres forhold i melkekulturer å dømme synes enkelte å være rikelig utstyret med alsidige proteolytiske enzymer og derfor kunne spalte kaseinet både omfattende og dypt, mens andre ved sin oppløsning kun leverer enzymer som sløtt ikke angriper kasein eller kun nedbryter det til peptoner eller kun spalter peptoner til lavere forbindelser.

At streptokokkene kan fremkalle de spaltninger av eggehviten som karakteriserer den modne ost blev vist av BARTHEL i 1918. Han fremstilte oster av langtidspasteurisert melk tilsatt melkekulturer av streptokokker ved å utfelle kaseinet med alun (altså ikke løpe). Analysen av ostene viste:

Ost	Mdr	Opløst N	Tyroalb. N.	Pepton N.	Amino N.	pH
I	3	15,08	3,48	4,80	6,80	4,9
II	2	13,20	2,63	6,42	4,15	5,0
III	6	11,21	1,46	7,32	2,43	5,6

Selv om streptokokkene således har nedbrutt kaseinet i ikke ubetydelig grad, tør det dog ikke være tvil om at i oster fremstillet med løpe skyldes deres evne til å modne osten i overveiende grad avbyggingen av de peptoner som er dannet ved chymosinet. Dette må kunne sluttet av det symbiotiske forhold som Orla-Jensen viste bestod mellom streptokokker og chymosin, og som Barthel har gitt et slående eksempel på:

Melkekultur med kritt	Opl. N.	Tyroalb. N.	Pept. N.	Amino N.
Løpe	16,00	0,00	13,68	2,32
Streptokokk	0,35	0,00	0,00	0,55
Løpe + streptokokk	68,49	2,59	46,55	19,35

Spaltningen kan streptokokkene prestere selv ved lavere temperaturer.

I de høit ettervarmete oster har de streptokokkarter som her er omtalt liten betydning forsåvidt som deres virksomhet kun er knyttet til formodningen av ystemelken og til de første stadier av ystingen da temperaturen begunstiger deres vekst. Ved ettervarmingen vil de alle gå tilgrunne og feltet legges åpent for de termofile streptokokker *Sc thermophilus* og *Sc faecium*. Den første vokser best ved 40° og drepos ved 70-80°, den siste vokser selv ved 50°. Under hele ystingen og sålenge der er melkesukker er den første i kraftig vekst. Ved ystingen av Emmentaler-ost med anvendelse av kulturer av *Sc thermophilus* er det f.eks. funnet 338 000 pr ml, ved ettervarmingens begynnelse var antallet steget til 870 000, og da osten blev tatt op til 2 400 000. En følge av denne voldsomme vekst er selvfølgelig den at surhetsgraden blir relativt høi, men dette er nettopp etterstrøvet fordi det gjelder om å få drevet meget myse ut av denne hårde ost som ikke innholder mere enn vel 30 % vann. I syredannelsen har *Sc thermophilus* sin eneste oppgave når melkesukkeret er forgjæret dør den ut, dens misjon er avsluttet ti den spalter ikke eggehvite.

Streptobakteriene er karakteristiske ved å vokse langsommere og produsere og tåle mere syre enn streptokokkene. Da temperaturforholdene er gunstige utvikler de sig under ystingen uten å generes av den syre streptokokkene leverer. I den ferske ost er de dog i minoritet og utfolder sin virksomhet på de senere stadier av modningen. Når de kan utvikle sig uten melkesukker så ligger det i at de kan klare sig med de peptoner som chymosinet har skaffet tilveie. Den almindeligste art er

Sbm. casei (Bacterium casei alfa). Den er en overordentlig kraftig eggehvitespalter og det er å merke at den spalter kaseinet uten mellemprodukter direkte til aminosyrer (Virtanen). Og dette selv ved lavere temperaturer. Den er den viktigste ostemodningsbakterie i nærsagt alle oster. Bakteriene optrer i mange raser ennog i en og samme ost og gir anledning til forskjellige nyansjer i smaken. I melkekulturer er stavene relativt lange og de vokser i kjeder, i eldre oster er de ganske korte og kan ved et flyktig blikkast forveksles med diplokokker.

Sbm. plantarum skal også hyppig forekomme sammen med den, men den stilling den inntar i modningen er ikke nærmere undersøkt. I melkekulturer viser den en meget variabel evne til eggehvitespaltning.

Termobakteriene. De forgjærer melkesukkeret kraftig, danner opptil  $1\frac{1}{2}$  % melkesyre. I likhet med streptokokkene utvikler de sig under ystningsprosessen, men som navnet antyder krever de en høi temperatur, de vokser kun mellom 30 og 50°, optimum vel 40°. Som følge herav gjør de sig kun gjeldende ved ystninger av oster som blir høit eftervarmet og som holder den høie temperatur også i den tid osten står i pressen. Til gjengjeld er veksten da enorm, såmeget mere som de ikke hommes av en høisurhetsgrad. Det er som modningsbakterier i oster av Emmentalertypen at de særilig gjør sig gjeldende og her er det de to arter Tbm. helveticum og Tbm. lactis som kommer i betraktning. Hele ystningsteknikken er lagt tilrette for deres utvikling, og når osten er kommet i pressen er veksten voldsom, ti ennu 1 døgn efter at osten er tatt op er temperaturen i ostens indre ca 40°.

BURKEY og medarbeidere fant:

Timer i pressen	pH	Levende bakterier i 1 gr ost	
		Tbm. helvet.	Strept. termop.
0	6,36	5,4 mill.	39,7 mill.
1	6,07	6,9	38,9
3	5,82	3,0	207,0
7	5,44	1,2	362,0
9	5,37	3,0	453,0
21	5,00	367,0	667,0

Tilbakogangen i de første timer skyldes den høie eftervarming som er på grensen av hvad bakteriene tåler, kun de kraftigste celler klarer den. Med disse voldsomme mengder av sterkt syrnende bakterier er gitt at melkesukkeret snart er opbrukt, og da termobakteriene er meget avhengige av det, går det hurtig tilbake med dem, allerede efter en ukes tid er de levende cellers antallsunket ned til en brøkdel. Og hermed begynner autolysen og frigjørelsen av de proteolytiske enzymer. For Tbm. helveticums

vedkommende har VIRTANEN funnet disse å være et kompleks av 1) protease som spalter parakaseinet til polypeptider, 2) polypeptidaser som spalter polypeptider til dipeptider og aminosyrer og 3) dipeptidaser som spalter dipeptider til aminosyrer. Enzymvirkningen er meget avhengig av ostens pH og temperatur. Den svekkes hvis pH går under 5,2, ved større surhet går enzymene over i inaktiv form. Spaltningens optimum er ved 42°, ved 20° er den redusert til 45 %, men selv ved 10° ikke lenger enn til 25 %, så selv når osten ligger i lagerkjelderens pågår proteolysen.

Tbm. lactis finnes i all melk. Tbm. heveticum derimot i osten kun når der er brukt naturløpe eller tilsatt kulturer av den. Men selv om så skjer så opptrer alltid også Tbm. lactis og ofte i vel så store mengder. Av begge forekommer forskjellige raser og stammer, hvis kaseinspaltning er forskjellig og derfor betinger smaksnyangser i osten.

Betakokkenes betydning som ostebakterier er lite studert. De skal forekomme i temmelig stort antall i cheddarost og da det er antydnet at de influerer på ostens smak er det muligens Bc. cremoris-former som det dreier sig om. Diacetyl skal være påvist. Dette er ikke så merkelig da der gjerne brukes almindelige syrevekkere ved fremstillingen av osten.

Av betabakterier er både Bbm. breve (Bact. casei gamma) og Bbm. longum (Bact. casei delta) hyppig påvist i ost og det er jo nok så rimelig da de er gjødselbakterier. De er meget svake syredannere, men kan utnytte kalklaktatet når peptoner er tilstede. Deres kaseinspaltning er minimal og tidligere undersøkelser over deres betydning i Emmentalerosten ledet til at man måtte anta at de ingen betydning hadde for den normale ostegjæring, selv om man undertiden hadde iaktatt at de leverte CO<sub>2</sub> som muligens bidro til hulldannelsen. Først i de aller siste år har man fått erfaring for at Bbm. longums gassdannelse er skadelig, fordi den kan opptre mens osten er i saltlaken og saltkjelderens. Skjæres osten over sees kløftete eller revne uregelmessige huller. Det kunne ligge nær å anta at disse skyldes en laktatgjæring, men en sådan er usannsynlig på et så tidlig tidspunkt. HOSTETTLE har funnet at det her dreier sig om en forgjæring av rester av melkesukker som sammen med eggehvitospaltningsprodukter gir ideelle utviklingsbetingelser for Tbm. longum. Ved denne gjæring dannes meget lite syrer, men endel CO<sub>2</sub>. Den dypere årsak til denne feilgjæring skulde derfor være en utilstrekkelig melkesyregjæring ved Sc. termophilus da osten stod i pressen. Dette fremgår også av at pH er høiere enn almindelig.

Hostettler gjorde en interessant iakttagelse. Ved plate-

spredning av osten var det ingenvekst i sonen omkring Bm. longums kolonier, termobakteriene kom ikke til utvikling, de blev simpelthen oppløst.

#### b. Uekte melkesyrebakterier.

Tetrakokkene alias Acidoproteolytene er svake syredannere, proteolyserer, er meget salttolerante og aerobe. I ystemelken kan deres antall være ganske stort hvis melken er spontant formodnet. Under ystingen øker antallet og det er ikke usannsynlig at de ved proteolyse av ostestoffet kan begünstige streptokokkenes utvikling. I de høit ettervarmede oster er de selvfølgelig uten betydning for den egentlige modning, for andre hårde ostesorter hvor modningen skjer likelig gjennom hele massen, har de forsåvidt dårlige vekstbetingelser som de savner surstoff (osten er nemlig surstofffri i det indre), men deres enzymatiske virkning behøver ikke å svekkes da ifg. Orla-Jensen deres ekto-trypsin er mindre syrefølsomt enn stavformen. Den betydning som tidligere er tillagt Tc. casei liquefaciens ved modningen av Grana-, Gouda- og tilsitterost er senere tildels blitt den frakjent. I de saurte og bløte ostesorter som modnes fra overflaten er den derimot meget viktig. Mens det er konstatert at den i renkultur har liten virkning, så er virkningen meget fremtredende i symbiose med andre bakterier og sopper som virker i samme retning. Særlig bemerkelsesverdig er dette tilfelle i Limburgerosten. Da tetrakokkene ved eggehvitespaltningen leverer lavere fettsyrer bidrar de til dannelse av spesifikke smaks- og luktstoffer.

Koli-aerogenesbakteriene deltar ikke i den normale ostemodning. Selv om der er koliarter som er forholdsvis uskyldige og der i svensk herregårsost er påvist glyserinforgjærende bakterier som synes å stå aerogenesbakteriene nær, så fremkaller denne bakteriegruppe kun feilgjæringer både på grunn av den gass og de dypere eggehvitespaltningsprodukter de leverer. Nærmere herom senere.

#### c. Ekte smørsyrebakterier

forekommer kun i ringe mengder i melken og derfor også i osten. I løpeoster gjør de sig normalt ikke gjeldende, er dette tilfelle så ødelegger de osten ved sin gassdannelse og overproduksjon av smørsyre. Eggehvite spalter de jo ikke. De skal nærmere omtales under avsnittet om hullsetningen. I visse surmelksoster således i den schweiziske Schabziegerkäse er en *Clostridium saccharobutyricus* ennog meget viktig, og det er forklarlig da osten lages av opkokt melk, hvor osten utskilles ved sur myse og pakkes i sekker. I det svakt sure, anaerobe miljø har de gode utviklingsbetingelser. Den forgjærer ikke laktater, men melkesukker til smørsyre og edik-

syre som i høi grad bidrar til dannelsen av den meget skarpe smak som den modne ost har. Den egentlige modningsprosess skyldes derimot de stavformede melkesyrebakterier.

#### d. Propionsyrebakteriene.

Det er foran vist hvorledes melkesur kalk ved propionsyrebakterier kan forgjære til propionsyre, edikksyre og kulldioksyd. Det er videre vist at propionsyre forekommer i alle de faste ostesorter, men riktignok i forskjellige mengder. Man må herav kunne slutte at propionsyrebakteriene deltar i den normale ostemodning. Antallet i melken er ubetydelig kun 50-100 pr cm<sup>3</sup>, men anvendes kulturtilsetning kan det gå op i 5-10 000. Melkesukker forgjærer de kun svakt, det er laktater som er deres beste kullstoffkilde. De vokser i det hele tatt langsomt, veksten er meget sparsom ved 10°, betydelig livligere ved 14-15° og optimum ligger mellom 22 - 30°, nærmere 22°. Veksten er også beroende på surhetsgraden, de trives dårlig når pH er under 5,0. Et annet meget viktig forhold er det at de er saltømfintlige. Det er efter dette forståelig at de først gjør sig gjeldende efterat melkesyregjæringen er slutt, at de har størst betydning for oster som en tid lagres ved relativ høi temperatur og som lake- eller tørrsaltes. I oster som saltes i massen kommer de neppe til utfoldelse. Forøvrig opptrer de i mange varieteter med vekslende morfer og gjæringsevne. Mest studert er Emmentalerostens propionsyregjæring. Under den første del av ystingen er de i livlig vekst, men under eftervarmingen går antallet sterkt tilbake fullstendig i likhet med hvad tilfellet er med termobakteriene og de overlevende kommer først til utvikling når osten kommer i gjæringsboden ved 20 - 24° og pH er steget til 5,2 - 5,3. Når osten flyttes over i koldboden er ennu 0,5 - 1 % kalklaktat igjen.

#### e. Forrådnelsesbakteriene.

deltar tiltross for at de er kraftige eggehvitespaltore ikke i den normale ostemodning. I sin tid blev det motsatte ivrig hevdet, men denne opfatning var bygget på mangelfulle bakteriologiske undersøkelsesmetoder. Selv om ystemelken bevisst tilsettes store mengder av de forskjelligste arter, trer de helt i bakgrunnen for de normale ostemodnere eller de kommer slett ikke til utvikling. Inntreffer det motsatte er resultatet ufravikelig av skadelig art og har sin årsak i en ystningsteknikk som har svekket melkesyre- og propionsyrebakteriene og nedsatt syreproduksjonen så surhetsgraden er forliten, pH for høi.

Fluorescentene, proteus-, høi- og potetbakteriene er dessuten sterkt aerobe, så de trives ikke i osten. I denne forbindelse må dog nevnes at hvis ystemelken i lengere tid har vært opbevart ved lav temperatur



vil fluorescentene være kommet til sterk vekst og om da senere dør kan deres enzymer være virksomme. Det er da også en praktisk erfaring at av slik gammel melk fåes ingen god ost. Litt anderledes stiller forholdet sig for de anaerobe putrificusbakterier og i virkeligheten er det også disse som hyppigst gir anledning til feilgjæringer. Disse er meget inngående studert av ZOLLIKOFER for Emmentalerostens vedkommende. Han angir at der er *Bacillus putrificus verrucosus* som er den almindelige form og at infeksjonen skriver sig fra gjødsel, strø og vannet i ysteriet. I osten optrør råtnede partier med typisk fæcallukt. Massen misfarves og blir smøraktig med huller fra knappnålsstørrelse til huller på 10 - 15 cm. Førrådelsesgjæringen opstår først efter at propionsyregjæringen i hovedsaken er avsluttet, altså når osten tas ut av gjæringsboden. Nu viser det sig at kalklaktat over en viss konsentrasjon virker som gift på bacillen og derfor kommer den kun til utvikling når konsentrasjonen er liten, altså når propionsyrebakteriene har lagt for sterkt beslag på laktatet og når samtidig surhetsgraden er for lav. I osten tolererer nemlig bacillen ikke en pH under 5,75. Den lave surhetsgrad kan enten skyldes en svak melkesyregjæring - for sterk eftervarming - eller hyppigere en overdreven tilsetning av vann, kanskje dårlig vann, under ystingen. Putrificusosten skyldes altså ystningstekniske feil. Det er efter dette forståelig at putrificusgjæring sjelden observeres i andre hårde ostesorter, hvor propionsyregjæringen ikke spiller den rolle som i Emmentalerost.

Noget anderledes stiller forholdet sig for de bløte og spesielt for de smurte ostesorter, hvor førrådelsesbakteriene i den alkalisk reagerende skorpe kan optræ i meget store mængder og utvilsomt er medvirkende til dannelsen av den overmåte skarpe smak og lukt som ikke minst karakteriserer Limburgerosten.

#### f. Alkalidannende kortstaver, alkaligenes bakterier

omsetter kasein ved peptonisering og dypore spaltning. De er meget aerobe og trives utmerket på de bløte ostesorters skorpe og gjør litt etter litt denne alkalisk. Disse bakterier forbereder sikkerlig næringsbunnen for forskjellige proteolytiske bakterier som er karakteristiske for de bløte osteslag. Nevnes må de "røde bakterier" som i varieteter finnes på mange bløte osters skorpe (f.eks. Camembertost), hvor de dannor et smøret belegg med skarp ammoniakalsk ostelukt. En representant for disse er Bacterium linens, som er en sterk spalter som leverer både aminosyrer og ammoniak. En ~~ede~~ nærstående art er Bacterium casei limburgensis, der selv ikke angriper kasein, men nedbryter videre spaltningsprodukter under dannelse av

rikelige mengder ammoniakk. Begge disse vegeterer ypperlig sammen med *To. casei liquidans*. Ved spaltningen difunderer ammoniakken innover, nøytraliserer syren, oppløser parakaseinet og gjør bunnen egnet for melkesyre-staver. I ly av den tette smøre trives som før nevnt anaerobe sporedannere.

Et eksempel på disse alkalidannende bakteriers betydning selv for en hård ost avgir Greyerosten, en slektning av Ementalerosten, hvor man skiller mellom to stadier i modningen, første tre måneder foregår kun en indre modning, senere en modning utenfra idet lagerbehandlingen av osten fremelsker en overflatevegetasjon.

#### g. Muggsoppenes

deltagelse i modningen er karakteristisk for mange halvfaste og bløte ostesorter. Deres vekst og utvikling er betinget av den sterkt sure reaksjon som disse oster har fra begynnelsen og som selvfølgelig skyldes den almindelige melkesyregjæring. Selv om chymosinet nettop av denne grunn ganske vesentlig bidrar til ostestoffets oppløsning så er det dog muggsoppene som fremkaller den egentlige modning, de er jo både eggehvite og fettspaltere. Melkesyrebakteriene trer i så henseende mere i bakgrunnen. Luftelskende soppene er vokser de på ostens overflate, deres hyfer trenger seg innover og utskiller sine enzymer, som bearbeider omgivelsene. Da modningen således skjer utenfra innover må ostene som regel gjøres flate (Brieost) eller de må ystes (Gammelost) eller legges i formen (Gorgonzola) på en sådan måte at massen til en viss grad blir åpen og lokker, eller den må prikkes (Normannaost). De sopparter som kommer i betraktning er kun noen ganske få.

Penicillium roquefort (Blåmuggen) er hovedmodningssoppen i de halvfaste bl.a. Normannaosten, Roquefort-, Gorgonzola-, Stiltonost. I gammelosten spiller også den eller nærstående former - Sopp benvente den *Pen. aromaticum* - en viss rolle om den ikke kan betegnes som noen viktig modningssopp. Soppen kan nøies med mindre surstoff enn de banale penicilliumarter som kun er ostefordervere, og vokser derfor godt også i de indre deler av ostene, likesom den trives ved lave temperaturer. De halvfaste oster inneholder så meget myse og melkesyregjæringen går så vidt at melkesyrebakteriene iallefall foreløbig er satt ut av spillet, men nettop denne surhet er gunstig for soppens utvikling. Soppen nedbryter eggehviten til store mengder aminosyrer og ikke ubetydelige mengder ammoniakk som kan nøytralisere massen og skaffe et miljø også for melkesyrebakterienes enzymer. Soppen er svakt fettspaltende og de dannede syrer, vesentlig kapron- og smørsyre samt edikksyre fra melkesukkerforgjæringen, bidrar

til ostens eiendommelige smak. Penicillium Camembert og den nærstående arter er viktige for Camembertosten. De er mere surstoffkrevende, vokser langsommere og foretrekker litt høiere temperaturer. De er på langt nær heller ikke så kraftige eggehvitospaltere. De vokser blott på overflaten og sammen med *Oospora lactis*, alkalidannende kortstaver, tetrakokker og torulagjær.

Oospora lactis optrer foruten i Camembertosten i mange andre mer eller mindre kjente blöte ostesorter, også i surmelksoster. Den angriper med begjærighet melkesyre som oksyderes, spalter eggehviten meget dypt med ammoniakkdannelse, hydrolyserer fett, men oksyderer ikke fettsyrene. Den begunstiger penicillierne i deres utvikling, men en for yppig vekst skader da de gjør osten slimet og hindrer hyfene fra å trenge inn i osten, i pultosten vil en overdreven vekst lett medføre at osten blir blöt og klissen og derved fremelsker vekst av aerobe og anaerobe forrådnelsesbakterier.

Mucorsopper som ostemodnere kjennes kun hos gammelosten og pultosten. De i disse optrödende former er sterkt eggehvitospaltende og herom vidner de store innhold av aminosyrer, ammoniak og valeriansyre. Dr. Sopp konstaterte i gammelost en mucor som han gav navnet *Clamydomucor casei*, der efter Hagoms systematikk skal stå *Mucor corticolus* nær. S. Funder har ved siden av denne funnet en som står *Mucor mucedo* nær.

#### h. Gjærsopper, torula og monilia

spiller en viss rolle ved modningen av blöte oster og surmelksoster. De er kun delvis melkesukkerforgjærende, men derimot syrefosterende og begunstiger veksten av de alkalidannende kortstaver på ostens overflate. De er meget koksaltresistente, har ringe eller ingen fettspaltningssevne, men avbygger eggehviten tildels sterkt. I pultost bremser de på *Oospora lactis* altfor hurtige utvikling. De er tildels beskyldt for å gi bitter smak, men det er slett ikke noe almentrekk ved dem.

### D. KONSISTENS OG STRUKTURFORANDRINGER I OSTEN.

Ostens konsistens beror selvfølgelig først og fremst på dens innhold av vann, som dels er bundet hydratasjonsvann, dels fritt. Det første bevirker en viss opsvelling av ostestoffet, det siste tjener som oppløsningsmiddel og kan avgis ved diffusjon og fordampning. Jo mere vann

desto livligere forløper under ellers like forhold spaltningsprosessene og desto mere av spaltningsproduktene går i oppløsning og således virke på konsistensen. I de bløte oster blir derfor denne mer eller mindre strukturløs og smøraktig. Betraktes derimot et snittpreparat av en fast ost under mikroskopet med sterk forstørrelse, kan de oprindelige ostokorn tydelig gjenfinnes omspent av et kanalsystem som forgrener sig gjennom hele massen fra det indre til skorpen. Disse kanaler er fylt med ubundet vann hvori produkter fra de kjemiske omdannelser i forskjellig grad er oppløst.

Men konsistensen beror forøvrig overveiende på omfanget av eggehvitespaltningen og således være uttrykk for de fortløpende kjemiske prosesser: melkesyregjæringen og parakaseinets oppløsning.

Ser vi hen til forholdene i den ferske ost vil den ved melkesyregjæringen dannede melkesyre først omsette sig med kalkfosfatene hvorved dannes oppløselige både kalkfosfater og kalklaktater, når dette er skjedd kaster syren sig over dikalsiumparakaseinatet hvorved dette avkalkes, der dannes monokalsiumparakaseinat og yderligere mengder kalklaktat. Monoforbindelsen omsetter sig med klornatrium og går delvis i oppløsning. Det er her av største betydning for de faste osters vedkommende at avkalkningen ikke må overskride en viss grense, ti skjer dette dannes derlavere kalkparakaseinater som er uopløselige i saltvannet og der dannes et overskudd av oppløselige kalksalter som medfører at dannet natriumparakaseinat går tilbake til kalsiumparakaseinat da oppløsningsprosessen er reversibel. Etter MC DOWALLS er i cheddarost efter 7 dager alt kvelstoff gått over i en form oppløselig i 3 - 10 % klornatriumopløsning som en geleaktig masse.

Ved ystningen streber en efter å gi ostomassen en erfaringsmessig funnet passende tørrhet d.v.s. det skal i osten gjenstå en viss mengde myse. Hensikten hermed er for det første å gi betingelser for den melkesyregjæring som fortsetter avkalkningen, og for det annet å sikre et for oppløsningen av natriumparakaseinatet og eggehvitespaltningsproduktene tilstrekkelig vanninnhold. Er avkalkningen ikke tilstrekkelig blir osten seig og fast, ti det kalkrikere parakaseinat er seigere og fastere enn det noget kalkfattigere, derfor må det ved ystningsteknikken sørges for at der dannes tilstrekkelig melkesyre. Omvendt dannes der for meget og parakaseinatet avkalkes for sterkt, blir osten sprød og hård forutsatt at vanninnholdet er lavt, og øker H-jonekonsentrasjonen utover en viss grense blir miljøet ugunstig for de proteolytiske enzymer.

Ostens konsistens og homogenitet står således i nøie forbindelse med den form hvori parakaseinatet befinner sig d.v.s. ostens vannstoffjonekonsentrasjon.

De første undersøkelser herover skyldes van DAM som viste at p H i Edamerost almindelig var ca 5,2, men hvis den var 4,8 eller derunder var osten gjennomgående smuldrende og kort. Likeledes påviste han at når pH var 5,2, gikk av de kvelstoffholdige stoffer mere enn 7 ganger så meget i oppløsning som når den var 4,8. Van Dam mente derfor at iallefall for Edamerostens vedkommende betinget en pH mellom 4,8 og 5,2 den ideelle oppløsningstilstand av parakaseinatet.

Disse iakttagelser blev snart bekreftet av de mangfoldige undersøkelser som senere er blitt foretatt for alle mulig ostesorter. For Emmentalerosten bør pH når osten tas ut av pressen være 5,0 + 5,3, helst 5,15 - 5,25, og KOESTLER angir variasjoner på 0,2 enheter kan gi utslag i ostens konsistens og anlegg for hulldannelse. Under modningen stiger pH til 5,5 - 5,6. I 55 prøver av helfet goudaost fant DÖVLE

I	7,2 %	av alle pH	4,8 - 4,99	
	16,4	- - -	5,0 - 5,19	
	60,0	- - -	5,2 - 5,39	
	16,4	- - -	5,4 - 5,59	Gjennomsnittlig 5,27.

I Cheddarost som er sterkt "surstet" ost vil når den er vellykket pH i den ferske ost være vel 5,0, i den modne omkring 5,3 ja selv omden er et par år gammel ikke høyere enn 5,6. I den halvfaste Roquefort-ost henholdsvis 4,75 og 5,6 - 5,8.

Fra van Dams publikasjoner kan det være av interesse å hente et eksempel som gir et begrep om hvor små variasjoner i surhetsgraden det her dreier sig om: En almindelig Edamerost på 2 kg inneholder ca 1 kg (1) vann. Da H-jonekonsentrasjonen veksler fra  $1,3 \times 10^{-5}$  til  $0,6 \times 10^{-5}$  er der altså kun en variasjon på 0,007 mgr H-joner. Det er rimelig at en kan tale om ystingens mystikk når så små ulikheter i kjemisk henseende kan utøve en så stor innflytelse på produktet. Det er med full grunn at en kan forundre sig over mulighetene fra dag til dag å kunne holde en ensartet kvalitet hvad ostens konsistens angår. Det er eggehvitestoffenes store pufferevne som her kommer ysteren til hjelp. Hvorledes en i praksis gjennom ystemelkens modning, variasjoner i ystningsfaktorene og vanntilsetning kan regulere surhetsgraden blir nærmere behandlet i "Teknologien".

Det er en praktisk erfaring at ved ysting av en ost er en mere utsatt for at konsistensen blir sprø når den ystes av fetere enn av magrere melk. Van Dam mente at forklaringen måtte være den at i den fetere

ost er opsvellingen mindre fullkommen idet en . er mere utsatt for at det blir et visst overskudd av syre for hvilken eggehvitestoffenes pufferevne ikke strekker til. Dette er forståelig under forutsetning av at de to ostetyper ystes med samme vanninnhold f.eks.

	1/1 fet	1/2 fet
Vann	38,67	38,67
Fett	31,97	23,01
Eggehvite	24,85	32,10
På 1 del eggehvite	1,556	1,205 deler vann.

Da vannet representerer melkesukkeret - melkesyren - er det betingelser for at avkalkningen kan gå videre i den fete enn i den magre ost. Men en halvfet ost ystes nu ikke til samme tørrhet som den helfete, den må inneholde mere vann.

Av nogen ystninger av hel- og halvfet goudaost av samme melk utført av FUNDER og hvor ostene blev bedømt som normale kan beregnes sammensetningen av ostene hvis de var ystet litt tørrere eller mindre tørt

	Mindre tørr	Normal	Tørrere	Differens
1/1 fet: Vann	40,08	38,67	37,33	
Fett	31,28	31,97	32,66	
Eggehvite	24,27	24,85	25,40	
På 1 d. eggeh. vann	1,650	1,556	1,470	+ 0,094 - 0,086
1/2 fet: Vann	46,46	44,96	43,66	
Fett	20,15	20,71	21,20	
Eggehvite	28,02	28,81	29,49	
På 1 d. eggeh. vann	1,658	1,560	1,480	+ 0,098 - 0,080

Som det sees stiller forholdet mellom eggehvite og vann sig fullstendig ens i de to ostetyper, så her støttes ikke van Dams hypotese. Når risikoen for å få en sprø og sur ost er langt større ved ysting av fetost må dette skrive sig fra at den inneholder mindre vann altså mindre løpeenzym og særlig er dette tilfelle for schweizerosten hvor løpeensymet er ødelagt og mengden av pufferstoffer er mindre enn i andre løpeoster og det er da heller ikke noen ost som er så ømfintlig for selv små variasjoner i dannet melkesyre.

At forholdet eggehvite/vann i helfet og halvfet goudaost er nær det samme ved normal produksjon står i full overensstemmelse med hvad KEESTRA i sin tid påviste, nemlig at forholdet vann/fettfritt tørrstoff er praktisk konstant og typisk for de enkelte ostesorter uansett fettinnholdet. Noen variasjon vil det selvfølgelig være for de enkelte produksjonssteder, melkens kjemiske sammensetning er ikke overalt den samme.

Dette må dog ikke føre til den opfatning at fuktigheten i en

fast ost ikke kan økes uten at osten blir sur og sprø, dette er nemlig vel mulig, men da må lagerbehandlingen av osten avstemmes derefter d.v.s. osten lagres ved en temperatur ved hvilken melkesyregjæringen ikke løper hurtigere enn at syren succesivt kan bli bundet av de ved chymosinet dannede pufferstoffer.

Ostens smidighet avhenger av vanninnholdet og eggehviteomsetningen. Fettinnholdet kunde man på forhånd anta hadde meget å si, men som før nevnt er dette ikke tilfelle. For Emmentalerosten fant tvertom KOESTLER at ved høit fettinnhold disponerte for en hård masse :

Massen	Eftergivning for trykk	Vann	Fett	Fett i Tørrstoffet
Meget hård	0,33 mm	32,8%	35,1%	52,2%
Hård	0,52	32,6	35,1	52,3
Normal	1,02	38,4	34,4	50,5
Myk	1,25	36,4	29,2	46,0
Meget myk	1,54	31,6	32,8	47,8
do	2,00	32,2	37,0	47,2

Hvad der er over 50 % fett i tørrstoffet er nærmest av det onde også av den grunn at det disponerer for spalt-dannelse. Ostens sammenhengende støttefase (eggehviten) blir så gjennemtrent av fett at massen struktur lider derunder.

#### E. HULLDANNELSE I OSTEN.

Huller, øy-ner, piper og tildels sprekker i ostemassen skriver sig fra gassansamlinger.

Når osten kommer i formen vil den alltid inneholde noe luft. Mengden beror på om osten samles under mysen og samlet føres over i formen eller om mysen først trekkes av og ostemassen derpå smuldres forut for eller under formningen.

I første fall (lukket ysting) er den innesluttede luftmengde ikke større enn at den helt er absorbert av ostemassen, toksturen og derfor i den ferske ost absolutt tett.

I annet fall (åpen ysting) er der innesluttet så betydelige mengder luft at den hindrer en öieblikkelig homogen sammenpresning av de større ostepartikler, det må nødvendigvis dannes luftfylte åpninger. I og for sig kan det nok være så at luftmengden ikke er større enn at den kan absorberes av ostemassen, men absorpsjonen tar en viss tid og beror på ostemassens permeabilitet, og denne avhenger av ostestoffets oppløsning og

opsvellingstilstand. Foran er vist at oppløsningen beror på chymosinet og opsvellingene på syre- og saltkonsentrasjonene, det er derfor liketil at absorpsjonen av den innesluttete luft i høyeste grad lettes når osten saltet i massen. Opsvellingen begynner da umiddelbart etter formningen og dermed også absorpsjonen av luften. De oprindelige åpninger forsvinner, deres plastiske vegger kleber etterhånden sammen.

Anderledes må forholdene stille sig hvis osten lake-eller tørr-saltet utvendig. Saltet diffunderer forholdsvis langsomt, det tar tid innen ostestoffet sveller såpass at en nevneverdig absorpsjon kan finne sted, åpningene blir der og lukkes heller ikke, ti i denne ventetid begynner så smått i selve ostemassen en med gassdannelse forbundet gjæring. Gassdannelsen er under normale forhold vistnok meget langsom, men dog tilstrekkelig til å motarbeide luftens absorpsjon. - Betraktes snittflatene på etpar dager gammel nøkkelost vil denne vise sig forbausende tett, mens dette slett ikke er tilfelle med en like gammel goudaost av den småhullete-pipete type, saltet er da heller ikke trengt mere enn noen centimeter inn.

Efter BOEKHOUT og OTT de VRIES forsvinner det innesluttete surstoff i løpet av 2 - 3 dager fordi det forbrukes av de aerobe bakterier, det er altså kun kvelstoffet som blir tilbake.

Men før eller senere kommer osten i gjæringer som kan være ledsaget av gassutvikling, gassen krever plass og dermed oppstår hulldannelser. På ethvert trin i modningsprosessen er der både råmaterialer og mikroorganismer tilstede i osten som kan gi anledning til at "gassgjæringer" kan komme igang.

Melkesukker er der i osten i de første dager. De langt fleste ekte melkesyrebakterier forgjærer melkesukkeret uten gassdannelse, en undtagelse danner betabakteriene som kan levere kullisyre. Tetrakokkene gir ikke gass. Koli-aerogenes bakteriene derimot kan levere store mengder kulldioksyd og vannstoff, og hvis de ikke holdes i ave av streptokokkene inntreer ved dem en gassdannelse allerede straks osten kommer i pressen. Smørsyrebakteriene kan være laktoseforgjærende, men deres antall i melken er så lite at de ikke kommer til å spille noen rolle i den korte tid der er melkesukker i osten. Torulaarter kan forgjære melkesukker med dannelse av gass, men heller ikke av dem er der så mange at de under almindelige forhold har noen betydning.

Kalklaktatet er det viktigste materialet for gassdannelse. Først og fremst kommer propionsyrebakteriene i betraktning, de leverer kulldioksyd. Imidlertid optrer de i mange varieteter som viser ulikheter



både m.h.t. den letthet hvormed de forgjærer laktatet og den mengde kullsyre de produserer, særlig kullsyredannelsen er avhengig av vannstoffjonekonsentrasjonen og av saltningsgraden. Visse betabakterier forgjærer den også under kullsyredannelse. Smørsyrebakteriene av typen *Clostridium tyrobutyricum* forgjærer laktatet både til kullsyre og vannstoff.

Glyserin dannes ved fettspaltningen. Det er så minimale mengder, så selv om sikkert mange bakterier kan levere kullsyre ved forgjæringen av det, har det helt underordnet betydning.

4. De kvelstoffholdige stoffer kan også undergå gjæringer med gassdannelse, og derfra kan kanskje en del av det fri kvelstoff i osten stamme. Clark hevder at den langt overveiende del er rester fra den innsluttede luft, og i alle fall i Emmentalerosten går kvelstoffmengden normalt tilbake under modningen. Dette motbeviser dog ikke en nydannelse, som kan dekkes av den langt rikere kullsyreproduksjon fra laktatgjæringen. Ved parakaseinets dypere spaltning dannes også kullsyre. Det er påvist at i Emmentalerosten avspaltes den av visse aminosyrer.

Emmentaleroster er den første representant for de relativt få osteslag hvor hulldannelsen og hullens utformning vøier tungt ved bedømmelsen av ostens handelsverdi. Det er ikke noen ost hvor det å fremkaffe den ideelle hullsetning stiller slike krav, det være sig til melkens kjemiske og bakteriologiske kvalitet eller i ystningsteknikken. Det er da heller ikke noen ost hvor hullsetningen er så videnskapelig utforsket som for Emmentalerosten, og de resultater forskningen her har gitt vil kunne gjøres gjeldende også for andre faste oster som skal ha hullsetning.

Med hensyn til de gassarter som forefinnes i Emmentalerosten under helt normal gjæring så fant KOESTLER og HOSTETLER i en 2 måneder gammel ost

CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
95,5	0,2	0,3	4,0 vol%.

Om disse gassarter er å merke at kullsyren er oppløselig i vann og det desto mere jo lavere temperaturen og jo høiere trykket er. Ved 0° og almindelig trykk opløser en liter vann 1,8 liter kullsyre, ved 15° 1 liter og oppløseligheten tiltar proporsjonalt med trykket. Vannstoffet og kvelstoffet er lite oppløselige.

Normalt er altså gassen kun kullsyre og stammer fra propionsyregjæringen som først setter inn når osten 3 - 4 uker gammel kommer i gjæringsboden, og langsomt avtar når osten fra denne kommer over i lagerkjelderne hvor temperaturen er lav 8 - 12°. Under 10° stanser propionsyregjæringen og dannes der kullsyre skriver denne sig fra eggehvitespaltningen.

Vannstoffet dannes enten ved melkesukker- eller ved laktatforgjæring. Melkesukker er forsvunnet fra osten allerede efter etpar døgn, og vannstoffdannelsen kan da kun skrive sig fra koli- aerogenesgjæring mens osten står i pressen.

KOESTLER og HOSTETTLER giret slående eksempel herpå. De undersøkte gassen i oster som hadde hevet sig på et tidlig tidspunkt i et ysteri hvor der i en periode, 3 - 10 juni, opstod heftig gjæring av osten i pressen. Ved skarp melkeskontroll og desinfeksjon lyktes det i løpet av en 14 dages tid å bli klar av feilen. Ved analyse fantes gassen å bestå av:

ystet	osten				
	analysert	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
3/6	14/6	28,6	50,9	3,0	17,3
"	11/7	41,7	33,2	3,0	22,1
14/6	3/8	47,3	6,5	8,1	36,9
4/7	22/10	75,0	5,3	2,1	17,6
1/8	13/11	96,7	1,1	0,0	2,2

Efter analysen å dømme har det tatt forholdsvis lang tid innen vannstoffinnholdet er gått tilbake til det normale, enten det nu kommer av at feilens årsak først sent er eliminert eller at det selv på et tidlig tidspunkt dannede vannstoff kun langsomt drives ut av osten.

Laktatforgjæring med vannstoffdannelse skyldes smørsyrebakterier (*Clostridium tyrobutyricum*). De kommer eventuelt først til utvikling og gjæringen merkes først efter 2 - 3 uker.

Vannstoffet utgjør normalt kun en liten brøkdel av gassen og de nevnte forskere hevder at hvis det er over 1 % av den surstoff- og kvelstoffri gass viser dette at osten i sin tid har vært utsatt for esing.

Da bakteriene er fordelt i ostemassen og denne kan betraktes som en fast oppløsning hvori vannet er jevnt fordelt, vil gassdannelsen foregå overalt i osten. Denne kan nu opta adskillig kullsyre som altså også fordeles jevnt. Vannstoffet som ikke er oppløselig vil derimot på det sted hvor koloniene ligger utøve et trykk på ostemassen. På det tidspunkt da disse unormale gjæringer inntreffer er ostemassen av liten smidighet - eggehvitenedbrytningen er kun i sitt første stadium -, følgen av gassdannelsen er derfor den at der oppstår sprekker og uregelmessige huller som ligger ganske tett. Enhver vannstoffdannelse medfører derfor ødeleggelse av ostens tekstur.

Forutsetningen for enhver normal hulldannelse er at gassproduksjonen først begynner og også gjør sig vesentlig fordig mens osten ligger i gjæringsrummet, altså mens ostemassens plastisitet og elastisitet er størst. Senere når ostestoffet blir sterkere nedbrutt blir massen mere

kort og uelastisk (aminosyrer).

Nu kan det hende at osten hever sig sterkt etterat hovedgjæringen egentlig er avsluttet, gassproduksjonen på dette stadium gir ufravikelig sprekker, "eftergjæringsglesler". Det har hersket delte meninger om årsaken til denne eftergjæring, noen har holdt den for å være en forsinket eller nyvakt propionsyregjæring, andre har heldet til den anskuelse at den var en smørsyregjæring. Ved analyser kunde KCESTLER og HOSTETTLEER vise at det første er det riktige, gasens sammensetning er den for en normal propionsyregjæring karakteristiske.

Da ostens konsistens og propionsyregjæringen er avhengig av surhetsgraden, vil denne ha en avgjørende innflydelse på hulldannelsen. Under ostens opphold i saltningskjelderer er kalsiumparakaseinatet gått over i natriumparakaseinat som ved sin større vannbindingsevne sveller opp og gjør massen mere elastisk. Men avkalkningen må som tidligere påvist ikke gå for vidt, ti da hennes opsvellingsprosessen og massen blir sprø og hård uten elastisitet. Det kritiske punkt ligger ved pH 5,0, derfor bør pH i den ferske ostemasse helst være 5,15 - 5,25 og når osten kommer i gjæringsrummet være 5,25 - 5,30. Følgende tabell hentet fra Koestlers undersøkelser viser hvorledes konsistensen forandres:

Ostens alder	pH	Vann %	NaCl %	Strekbarhet mm	Elastisitet mm	Fasthet gr
1 dag	5,13	37,40	spor	24,3	1,78	427
21 dager	5,27	36,65	0,160	30,7	2,42	305
48 -	5,36	36,40	0,459	28,6	1,80	281
107 -	5,57	34,18	1,031	8,1	0,79	386

Følgen av at surhetsgraden er for høi og at ostemassens elastisitet er ufullkommen når propionsyregjæringen tar fatt, er den at kullsyren sprenger massen, der oppstår spalter og revner - de såkalte "sure glesler" - istedetfor utformede huller.

Mens osten ligger i gjæringsrummet stimulerer den høie temperatur både eggehvitespaltningen og propionsyregjæringen og pH stiger til 5,5 - 5,6. Ostemassen blir bløtere, elastisiteten øker. Den dannede kullsyre vil til å begynne med oppløses i vannet og bre seg gjennom hele osten, der dannes foreløbig ingen huller, men når vannet er mettet med kullsyre oppstår der fri gass som utøver et trykk og herunder danne blærer på svake punkter i massen. Med full grunn kan en da forundre sig over hvorledes det er mulig at der tilslutt kun oppstår relativt få, men store huller. Hullsetningen må imidlertid sees på bakgrunn av den måte hvorpå osten formes. Osten kommer samlet i formen, ostekornene beholder beskyttet mot luften sin myke overflate og ved pressingen vil den myse som eventuelt omgir dem litt etter suges inn i kornene. Vanninnholdet utjevnes og de

enkelte ostekorn trykkes sammen til en nær homogen masse. Det må dog være uundgåelig at der på enkelte spredte steder blir en mindre fullkommen sammensmeltning og det ligger da nær å tenke sig at det nettop i disse svake punkter er det at hullene senere dannes. CLARK har nu fremsatt følgende teori: Gasstrykket i disse huller er desto større jo mindre hullene er, derfor diffunderer gassen til de større som derved blir ennu større på de mindres bekostning og tendensen til å danne huller i disses nærmeste omgivelser minskes. Kullsyrens diffusjonshastighet avhenger av massens fasthet. I en seig eller hård, kort masse er diffusjonen svak, gassen vinner ikke frem til de blærer som skulde samle den, derfor er det av avgjørende betydning at kaseinatet er gått i en oppløsning som betinger en smidig konsistens. Av ikke mindre betydning er det at gassdannelsen ikke foregår for raskt så diffusjonen ikke kan holde tritt med den, ti da vil der opstå mange huller. Jo langsommere hulldannelsen skjer desto færre, men større huller. De gassfylte hullrum i osten utgjør brøkdel av ostens volum.

DORNER fant i 38 oster 90 dager gamle 7,5 til 28,3 vol.%, og at en ost med

mindre enn	10 vol %	hadde	svak hullsetning
10 - 20	-	-	middels -
ovor	20	-	sterk -

Disse hullrum betinger at ostens sp.v. kun er 0,80 - 0,95, mens den hullfri ost har sp.v. 1,09. Kun endel av den dannede kullsyre blir stående i osten. Når gassdannelsen er livlig står kullsyren under trykk og den diffunderer ut gjennom skorpen. I hvilken grad dette kan skje beror på skorpens beskaffenhet. Er denne hård eller tett kan trykket bli så sterkt at det er fare for en sprengning av osten, der opstår revner eller spalter, særlig vil dette være tilfelle når modningen er så langt fremskreden at ostemassen begynner å bli kort. Det er lett å innse at ostopleien av denne grunn har meget stor betydning.

Omvendt hvis kullsyreproduksjonen ophører kan der skje en diffusjon av luft gjennom skorpen og hvis massen da ikke har fått en viss fasthet, er det fare for at hullene faller sammen. Denne diffusjon av luft kan gi forklaring på at det kan være kvølstoff i gassen.

Variasjoner i temperaturen er meget skadelige fordi de influerer på gassproduksjonen og gasstrykket. Likoså farlig som det kan være å flytte osten fra et kaldt til et varmt rum, er det å flytte den fra et varmt til et kaldt. Av denne grunn er det iallefall for schweizerosten hensiktsmessig å ha mellomkjøllere med en temperatur på 14 - 15°.

I denne forbindelse må nevnes at osten er en relativ dårlig varmeloder og det tar sin tid før temperaturen i osten innstiller sig på lufttemperaturen, det kan for en stor schweizerost ta innpå en uke, hvis

f.eks. osten flyttes direkte fra saltningsrummet i gjæringsrummet.

Ofte forekommer der tallrike små huller i osten. Det har vært antatt at dette skrives fra et altfor stort innhold av propionsyrebakterier. Således forholder det seg åpenbart ikke. VIRTANEN mener at feilen står i forbindelse med massens beskaffenhet, er denne sådan at de enkelte korn ikke slutter seg fast sammen blir det i almindelighet altfor mange svake punkter og hullene som dannes i disse blir naturligvis små og det er ikke tilstrekkelig gass til å gjøre så mange små huller til store.

Hullenes form, størrelse og avstand er en funksjon av massens beskaffenhet og hurtigheten av gassdannelsen og disse faktorer er igjen betinget av mikrobielle, enzymatiske og fysikalsk-kjemiske reaksjoner i massen.