

# BRUK AV KJERNEMELKPULVER OG KJERNEMELK FRA SØTKJERNING SOM ERSTATNING FOR STABILISATORER I FULLFETT OG LAVFETT KREMOST

USE OF SWEET BUTTERMILK POWDER AND SWEET BUTTERMILK AS A  
REPLACER FOR STABILIZERS IN FULL-FAT AND LOW-FAT CREAM CHEESE

BENTE GRIMSMO SKÅR

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP  
INSTITUTT FOR KJEMI, BIOTEKNOLOGI OG MATVITENSKAP  
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2012





## **Forord**

Denne oppgaven har blitt skrevet ved Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, seksjon matvitenskap, ved Universitetet for miljø og biovitenskap våren 2012.

Veiledere for oppgaven har vært professor Siv Borghild Skeie og professor Judith Narvhus. Jeg vil spesielt takke professor Siv B. Skeie for grundig og kontinuerlig veiledning under oppgaveskrivingen. I tillegg har jeg fått god hjelp av forsker Anne-Grethe Johansen til analyser og konstruktiv veiledning.

Videre vil jeg takke overingeniør Kari Olsen, amanuensis Ellen Sandberg og andre ansatte ved instituttet for stor hjelp og fleksibilitet under gjennomføringen av ulike analyser. Jeg vil også takke ansatte i Pilotanlegget for å skaffe kjernemelk til det ene forsøket.

Oppgaven har blitt skrevet i samarbeid med TINE SA, og det har vært avgjørende for gjennomføringen av oppgaven at vi fikk benytte oss av forsøkshallen på Måltidets Hus og Kalbakken, i tillegg til at TINE SA har skaffet råvarer til forsøkene. Jeg vil takke Åmund Soldal for god oppfølging og hjelp til gjennomføring av forsøkene. I tillegg vil jeg takke Anne Garsrud og Tom Hoffmann for at de stilte opp under forsøkene og hjalp til med det praktiske arbeidet. Jeg vil også rette en takk til ansatte på Måltidets Hus, som har deltatt i sensoriske bedømmelser.

Ås, mai 2012

---

Bente Grimsmo Skår

## Sammendrag

Hensikten med denne masteroppgaven var å se på ulike nivåer av kjernemelk fra søtkjerner som tilsetning i kremost. I det første forsøksstrinnet ble kjernemelkas egenskaper i kremostene vurdert ved å tilsette kjernemelkpulver til en fullfett kremost i stedet for stabilisator ved samme produksjonstrinn. Alle kremostene ble produsert fra samme kremostmasse tilsendt fra TINE Meieriet Hardanger. Det ble fremstilt 12 kremoster med ulikt innhold av kjernemelkpulver (1-4 %), med stabilisator eller med skummetmelk pulver (2 %) som blindprøve. I det andre forsøksstrinnet ble det fremstilt en kremost med lavere fettinnhold (20 %) der ystemelka var en blanding av fløte, helmelk og kjernemelk. Det ble fremstilt kremoster med stabilisator som kontroll, og kremoster med kjernemelk tilsvarende 1, 1.5 og 2 % KMP. Det ble utført kjemiske- og biokjemiske analyser av fersk ost og ost lagret ved 4, 8 og 12 °C i 5 uker, og ved 4 °C i 7 uker. Kremostenes vannbindingsevne ble undersøkt etter 2 uker og etter lagring ved 4, 8 og 12 °C i 5 uker. I tillegg ble reologiske- og mikrobiologiske analyser foretatt. Sensoriske bedømmelser ble utført på ferske kremoster og etter kjølelagring i 7 uker.

I det første forsøksstrinnet viste mengde kjernemelk en signifikant effekt på kjemiske, biokjemiske, reologiske og sensoriske resultater. Vanntilsetningen sammen med KMP/SKMP, og varierende mengde kremostmasse for hver reseptkombinasjon var sannsynligvis årsaken til flere av resultatforskjellene, heller enn mengden KMP, da dette resulterte i ulik sammensetning av komponenter i kremostene. Ettersom mer KMP/SKMP ble tilsatt, var fettinnholdet i kremostene lavere, pH økte, vannbindingsevnen var dårligere, kremostenes komplekse viskositet var lavere og den sensoriske bedømmelsen indikerte et dårligere produkt. Resultatene indikerte et potensial i kremostene tilsatt 1 % KMP, som hadde flere egenskaper lik eller tilnærmet lik kremostene med stabilisator. Kremosten med 1 % KMP fikk bedre resultat i den sensoriske bedømmelsen etter lagring sammenlignet med kremosten inneholdende stabilisator, noe som kan indikere en bedre lagringsstabilitet.

I det andre forsøksstrinnet ble viktigheten av pH for ostemassens konsistens belyst, da ikke alle blandinger oppnådde ønsket pH. Kremostene som ble fremstilt av ystemelk som ikke var tilstrekkelig syrnet resulterte i en flytende masse uten struktur. På grunn av at kontroll kremosten ble tilsatt stabilisator, var det et svakt gelnettverk i denne kremosten, til tross for at pH-verdien var for høy. Kremosten som var fremstilt slik en ønsket, med kjernemelk tilsvarende 2 % KMP, viste seg å ha dårlig vannbindende egenskaper, lav kompleks viskositet og dårlig lagringsstabilitet. Innhold av organiske syrer og flyktige aromastoffer indikerte mikrobiologisk aktivitet i osten pga lav varmebehandlingstemperatur, og ut i fra sensoriske bedømmelser egnet kremosten seg ikke som salgsvare.

## Abstract

The objective of this study was to study the effect of adding different levels of sweet buttermilk to cream cheese. In the first experiment, the functional properties of sweet buttermilk were investigated by adding buttermilk powder (BMP) to a full-fat cream cheese instead of stabilizers in the same stage of production. Every cream cheese was produced from the same cream cheese curd sent from TINE Meieriet Hardanger. 12 different cream cheeses with different content of BMP (1-4 %), with stabilizers or with skim milk powder (2 %) were prepared. In the second experiment, a low-fat cream cheese (20 %) was made, where the sweet buttermilk was mixed with whole milk and cream. Cream cheese with sweet buttermilk equal to 1, 1.5 and 2 % BMP was manufactured, in addition to a cream cheese with stabilizers as a control sample. Chemical and biochemical analyses was carried out on fresh cheese and after storage at 4, 8 and 12 °C for 5 weeks and after storage at 4 °C for 7 weeks. The water-holding capacity (WHC) was examined after 2 weeks and after storage for 5 weeks at 4, 8 and 12 °C. In addition, rheological and microbiological analysis were carried out. Sensory evaluation was performed on fresh cream cheese and after cold storage for 7 weeks.

In the first experiment, the results showed that the amount of BMP had a significant effect on the chemical, biochemical, rheological, and sensory results of the cream cheese. The water added with the BMP/SMP, and therefore varying amounts of cream cheese curd in each cheese combination, probably caused some variation in the results, which was not caused by the amount of BMP, as the water additions resulted in different composition of components in the cream cheese. As more BMP/SMP was added to the cream cheese, a decrease was observed in the fat content, WHC and complex viscosity, while the pH increased and the sensory evaluation indicated decreased quality of the cream cheese. The results showed a potential for cream cheese containing 1 % BMP, which had several qualities equal or almost equal to the cream cheese with stabilizers. The cream cheese with 1 % BMP obtained better results in the sensory evaluation after storage compared to the cream cheese with stabilizers, which could indicate a better storage stability.

In the second experiment, the importance of pH was revealed. Cream cheeses that were made of cheese milk that was not sufficiently acidified resulted in a fluid-like mass without structure. Because of the stabilizers added to one of the control cream cheese, this cheese obtained a weak gel, even though the pH was too high. The cream cheese with sweet buttermilk equivalent to 2 % BMP was the only one made as planned, but results showed poor WHC, low complex viscosity and poor storage stability. Varying content of organic acids and volatile compounds indicated microbial activity in the cheese due to low heat treatment temperature, and based on the sensory judgements, the cheese was not suitable as a sellable product.

# Innholdsfortegnelse

FORORD.....	1
SAMMENDRAG.....	2
ABSTRACT.....	3
INNHOLDSFORTEGNELSE.....	4
<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>6</b>
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV EMNE .....	6
1.2 PROBLEMSTILLING .....	7
<b>2 TEORI.....</b>	<b>8</b>
2.1 KREMOST.....	8
2.1.1 Fremstilling.....	8
2.1.2 Melkens proteiner .....	14
2.1.3 Melkefett.....	22
2.1.4 Stabilisatorer .....	23
2.1.5 Emballasje/lagringsstabilitet.....	24
2.1.6 Kvalitetsfeil.....	24
2.2 KJERNEMELK.....	26
2.2.1 Fremstilling.....	27
2.2.2 Melkefettets membranmateriale (MFGM).....	29
2.2.3 Kjernemelkpulver.....	31
2.2.4 Kjernemelkas emulgeringsevne.....	33
2.2.5 Oksidasjon og kjernemelk.....	35
2.2.6 Effekten av varmebehandling på kjernemelk.....	36
2.2.7 Erfaringer med bruk av kjernemelk som tilsetning i meieriprodukter .....	37
2.3 PRODUKTUTVIKLING .....	38
2.4 REOLOGI: OSCILLERENDE TEST .....	39
<b>3 MATERIALER OG METODER.....</b>	<b>41</b>
3.1 FØRSØKSDESIGN .....	41
3.2 PRODUKTFREMSTILLING .....	44
3.2.1 Trinn 1.....	44
3.2.2 Trinn 2.....	47
3.3 ANALYSER.....	51
3.3.1 Kjemiske og biokjemiske analyser.....	51
3.3.2 Sensoriske analyser.....	52
3.3.3 Oscillerende test - "Amplitude sweep test".....	53
3.3.4 Vannbindingsevne.....	55
3.3.5 Mikrobiologisk analyse.....	55
3.3.6 Statistisk analyse.....	55
<b>4 RESULTATER .....</b>	<b>56</b>
4.1 TRINN 1 .....	56
4.1.1 Kjemiske resultater.....	56
4.1.2 Biokjemiske resultater.....	60
4.1.3 Oscillerende test.....	64
4.1.4 Sensoriske resultater.....	67
4.2 TRINN 2 .....	70
4.2.1 Kjemiske resultater.....	71
4.2.2 Biokjemiske resultater.....	73
4.2.3 Oscillerende test.....	76
4.2.4 Sensoriske resultater.....	78

<b>5</b>	<b>DISKUSJON</b> .....	<b>82</b>
5.1	TRINN 1 .....	82
5.1.1	<i>Effekt av mengde kjernemelk</i> .....	82
5.1.2	<i>Effekt av lagringstid</i> .....	90
5.1.3	<i>Effekt av lagringstemperatur</i> .....	93
5.1.4	<i>Sensoriske resultater</i> .....	93
5.2	TRINN 2 .....	97
5.2.1	<i>Effekt ved tilsetning av søt kjernemelk</i> .....	98
5.2.2	<i>Sensoriske resultater</i> .....	101
5.3	OPPSUMMERING AV DISKUSJONEN .....	102
<b>6</b>	<b>VIDERE ARBEID</b> .....	<b>104</b>
<b>7</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>105</b>
<b>8</b>	<b>LITTERATURLISTE</b> .....	<b>106</b>
<b>9</b>	<b>OVERSIKT OVER VEDLEGG</b> .....	<b>112</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for valg av emne

Forbrukernes økende fokus på tilsetningsstoffer og naturlige råvarer har ført til økt fokus på produkters innhold av E-stoffer. Næringsmiddelindustrien har derfor utfordringer med å utvikle naturlige produkter med samme kvalitet som produkter med tilsetningsstoffer.

Kremost er en syrefelt ferskost som er kremfarget, myk, med svak syrlig og aromatisk smak. Myse fjernes fra produktet etter ønsket pH (4.6-4.8) er nådd, og stabilisatorer tilsettes for å binde vann og hindre myseutskillelse under lagring.

Kjernemelk er et biprodukt fra smørproduksjon, og inneholder mesteparten av de vannløselige komponentene fra fløte. Både proteiner, laktose, mineraler og noen lipider finnes i kjernemelk, i tillegg til fragmenter fra melkefettets membranmateriale. Kjernemelk kan bl.a. spray-tørkes til kjernemelkpulver, og gjenbruk av kjernemelkpulver som næring- eller funksjonell matingrediens kan øke dette biproduktets økonomiske verdi og redusere kostnader for avfallsdisponering. Sammensetningen til kjernemelkpulver er lik skummetmelk pulver, med unntak av et høyere fettinnhold og tilstedeværelse av melkefettets membranmateriale (MFGM) i kjernemelkpulveret. Tidligere studier fra Kanno (1989) har vist at MFGM kan fungere som en naturlig emulgator i rekondisjonering av melkefett emulsjoner, og at kun 1 % MFGM var nødvendig for å emulgere 25 % melkefett. Emulsjonen viste seg også å være stabil mellom 4 til 55 °C, og ved både sur, nøytral og basisk pH. Videre analyser av Kanno et al. (1991) viste at det var proteiner fra MFGM som var adsorbent ved olje-i-vann grenseflaten, og ansvarlig for den emulgerende aktiviteten. Fosfolipider kan også forbedre emulsjonsaktiviteten mellom MFGM proteiner ved grenseflaten (Fang & Dalgleish 1996).

Per dags dato produseres det ca. 15 millioner liter kjernemelk per år i TINE SA, og den brukes i dag hovedsakelig i Brelett og til dyrefôr (Soldal 2012). Anvendelse i andre produkter er derfor av stor interesse.



## 1.2 Problemstilling

Det er av interesse å se på om kjernemelk eller kjernemelkpulver kan anvendes som ingrediens i fullfett eller lavfett kremost, og på denne måten erstatte dagens stabilisatorer. Dette vil føre til en positiv anvendelse av dette biproduktet samtidig som det kan redusere produktkostnadene.

Myseutskillelse er en vanlig kvalitetsfeil i kremost, og det benyttes flere teknikker for å fjerne noe av mysa fra den syrefelte gelen. I praksis prøver en å unngå myseutskillelse ved å tilsette stabilisatorer. Kraftig varmebehandling av kjernemelk kan i følge Corredig and Dalgleish (1998b) føre til dårligere emulgerende egenskaper fra melkefettets membranmateriale, og det ville derfor være interessant å se effekten av at kjernemelkpulver tilsettes i stedet for stabilisator etter at mysa er fjernet fra ostemassen, siden det bare er et varmebehandlingstrinn igjen. Det ville også vært interessant å se effekten av å tilsette kjernemelk som en del av ystemelka i lavfett kremost, og å se på hvordan tilsetning av kjernemelk/kjernemelkpulver påvirker kremostens kvalitet og lagringsstabilitet.

De ulike problemstillingene som er belyst ovenfor er utgangspunktet for denne oppgaven. Formålet med oppgaven var å se på hvordan kjernemelk påvirker kremostens konsistens, smak, vannbindingsevne, viskositet, kjemiske og biokjemiske prosesser. En målsetning var å kunne erstatte stabilisatorer med kjernemelk/kjernemelkpulver, og dermed få et naturlig produkt uten E-stoffer.

## 2 Teori

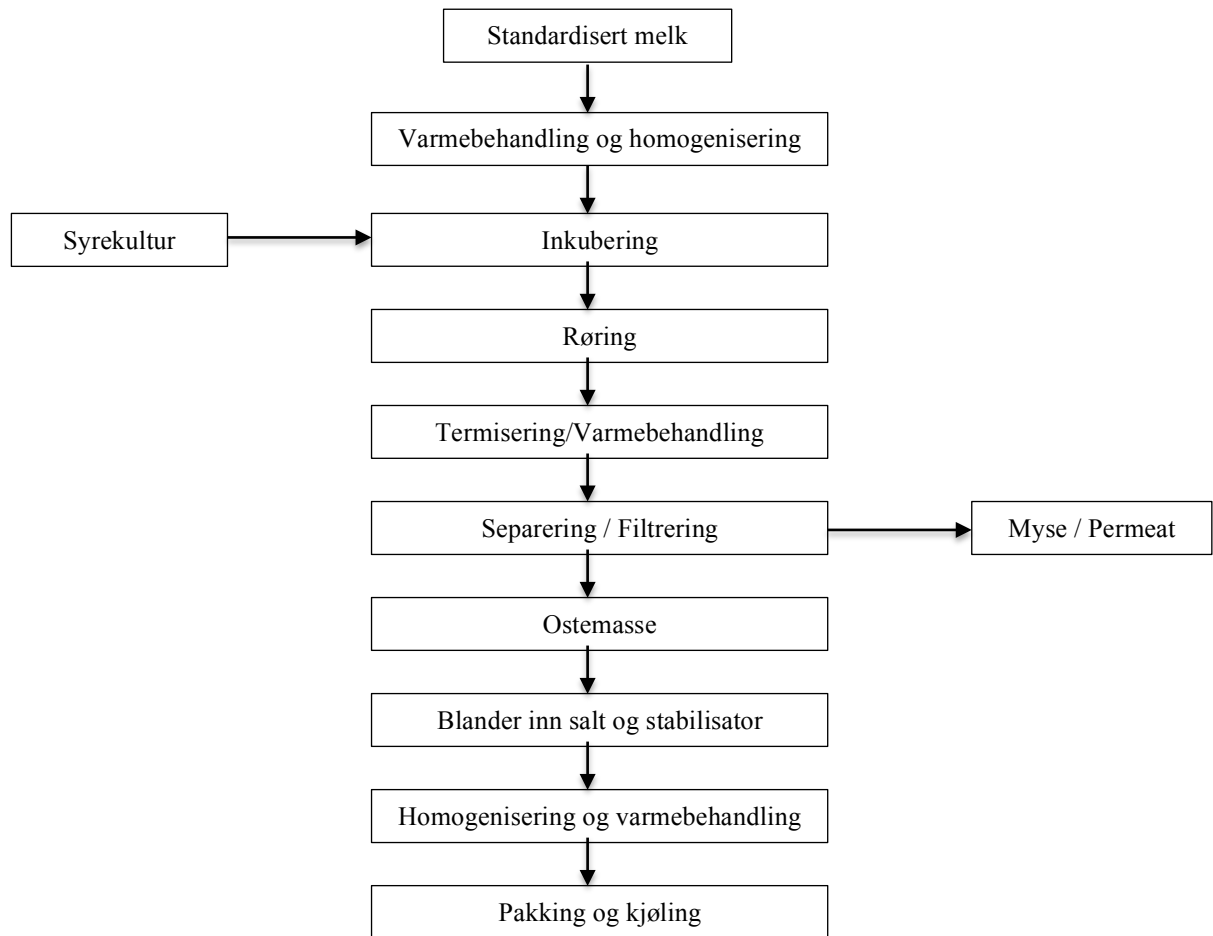
### 2.1 Kremost

Kremost er en myk og mild ferskost, og er svakt syrlig og kremhvitt, med diacetyl-smak (Phadungath 2005). Kremost fremstilles ved syrekoagulering av ystemelk, vanligvis en blanding av melk og fløte, ved hjelp av melkesyrebakterier, i stedet for å koagulere melka med tilsetning av løpe (Schulz-Collins & Senge 2004). Prosesstrinn, som varmebehandling og homogenisering av ostemassen, fører til dannelse av melkefettkuler omringet av et stabiliserende proteinlag (kasein og denaturert myseprotein). Syrning bidrar til koagulering, som er en polariseringsmekanisme med kaseiner involvert. I syrefelt gel blir det proteindekte melkefettet innlemmet i kaseinmatriksen (Sanchez et al. 1996). Ferskost skiller seg fra andre fermenterte produkter ved at en signifikant mengde myse blir fjernet etter koagulering. Metoder for å fjerne myse er separering i sentrifuge (kremostseparator) og ultrafiltrering. I ferskost benyttes en mesofil syrekultur med melkesyrebakterier (*Lactococcus* ssp. og *Leuconostoc* ssp.) (Schulz-Collins & Senge 2004). Kremost kan anvendes som pålegg, som dressing til salat og som ingrediens i en mengde desserter, for eksempel ostekake (Phadungath 2005).

Det selges ca. 1100 tonn TINE Kremost per år, det meste i 125 gram enheter. I tillegg selges ca. 20 tonn kremost i 20 grams beger og 35 - 40 tonn kremost i helvekt (1,8 kg blokk), som produseres på TINE Meieriet Ørsta. I dagens marked har TINE 53 % markedsandel for kremost, og deres største konkurrent er Kraft Foods med Philadelphia-produktene (Soldal 2012).

#### 2.1.1 Fremstilling

Lavfett kremost lages av melk inneholdende 3-3,5 % fett, mens fullfett kremost lages av melk inneholdende 8-14 % fett (Lucey 2011). TINE Kremost fremstilles av melk inneholdende 12,6 % fett. Et generelt flytskjema for fremstilling av kremost er vist i Figur 2.1.



**Figur 2.1:** Generelt flytskjema for kremostproduksjon.

Fløte og melk blandes til ønsket fettprosent (standardiseres) og homogeniseres med en temperatur på ca. 55 °C ved 200 bar, og varmebehandles i to minutt ved 92-95 °C før nedkjøling til inkubasjonstemperatur. Den høye varmerbehandlingstemperaturen denaturerer myseproteinene, som gir økt utbytte og vannbinding (se kapittel 2.1.1.1). TINE Kremost syrnes langsomt ved 20 – 21 °C, inkubasjonstid er ca. 16 – 18 timer. Syrekulturen som tilsettes er en DVS DL-kultur, og ystemelka syrnes til pH 4.6 – 4.8.

Gelen som dannes under syrning blir ødelagt ved mekanisk påkjenning, og varmebehandlet til 80 °C for å fremme synerese og effektiv separering, i tillegg til å stoppe videre syrning ved at melkesyrebakteriene drepes. Før separering fraktes ostemassen til en utluftningstank som fjerner CO<sub>2</sub> dannet av melkesyrebakteriene under fermenteringen. Separering av myse og ostemasse kan enten gjøres ved hjelp av en kremostseparator eller ved ultrafiltrering. Ved bruk av kremostseparator er ostemassens temperatur ~65 °C, og ved ultrafiltrering ca. 50 – 55 °C. Temperaturen gjør at viskositeten reduseres under konsentreringen (Lucey 2011).

Fullfett kremost separeres i en kremostseparator, mens kremost med lavere fett- og tørrstoffinnhold vanligvis ultrafiltreres.

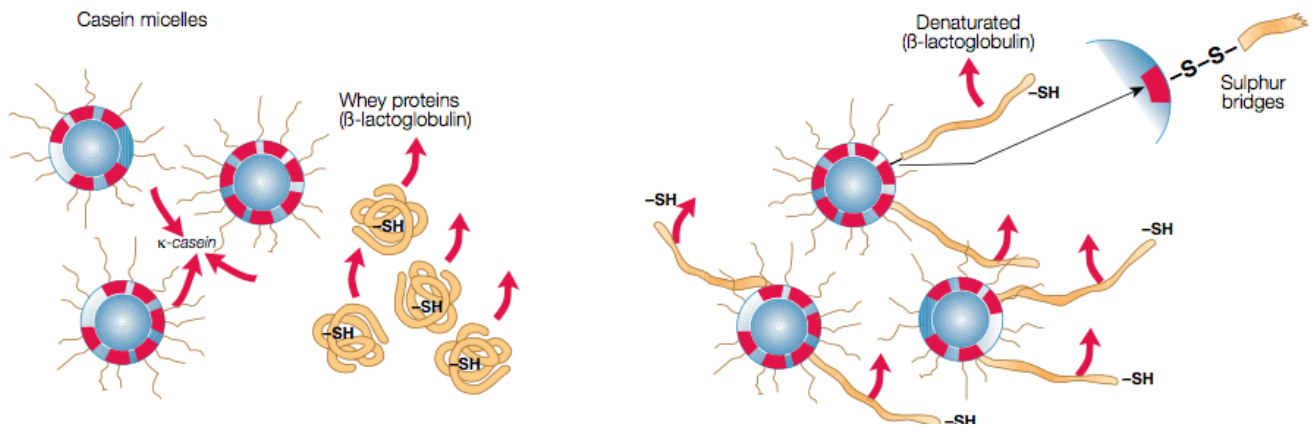
Det er to hovedtyper av kremost, varm-emballert og kald-emballert. Kald-emballert kremost tilsettes salt og stabilisator ved 10 - 12 °C og blir deretter tappet i beger. Kremost som er varm-emballert blir etter separering tilsatt salt og stabilisator, og deretter varmet til 65 – 70 °C i en skrapevarmeveksler eller gryte før ostemassen tappes i beger for kjøling (Lucey 2011). TINE Kremost er en varm-emballert kremost, og blir etter tilsetning av salt og stabilisator homogenisert (55 °C, 150 bar) og varmebehandlet i en skrapevarmeveksler til 80 °C, før emballering og nedkjøling (Soldal 2012).

### ***2.1.1.1 Homogenisering og varmebehandling***

Kremosten blir homogenisert, hovedsakelig for å redusere størrelsen på fettkulene og dermed hindre oppfløtning under inkubering og lagring, noe som kan forstyrre gelnettverket som dannes. Homogenisering fører til en økning i fettkuleoverflatearealet og den nye fettkulemembranen består i stor grad av kasein, som fører til at fettkulene integreres i kaseingelen som dannes. Dette er fordi den originale fettkulemembranen hovedsakelig blir erstattet av kasein og noe myseproteiner slik at overflaten av fettpartiklene kan interagere med protein nettverket til syregeler (Lucey 2004). Fettet oppfører seg som ”pseudoprotein”, og når gelen dannes vil fett bidra til geldanning i stedet for å ødelegge. På denne måten økes det effektive volumet av geldannende stoff, og fettkulene inngår i nettverksdannelsen (Walstra et al. 2006). Homogenisering av melk til ferskost hjelper derfor mot fettseparering under lagring, forbedrer konsistensen, gir et hvitere produkt og reduserer myseutskillelse (Lucey 2004). Homogenisering etter innblanding av salt og stabilisator gjøres for at salt og stabilisatoren skal blandes jevnt inn og gi en homogen ostemasse.

Den standardiserte melkemiksen gjennomgår en kraftigere varmebehandling ved 92 °C i 2 min. Årsaken til høyere temperatur og lengre tid enn vanlig pasteurisering (72 °C i 15 sek) kommer av flere grunner. Først og fremst for å drepe alle patogene mikroorganismer og inaktivere enzymer tilstede i melka, som for eksempel lipase. I tillegg denatureres myseproteinene  $\beta$ -laktoglobulin og  $\alpha$ -laktalbumin. Dette øker de hydrofile egenskapene til kasein, reduserer tendensen til synerese, og legger til rette for dannelse av et stabilt koagel fordi  $\beta$ -laktoglobulin bindes til  $\kappa$ -kasein (Shah 2003). Ved kraftig varmebehandling av melka (92 - 95 °C i 2 min) vil myseproteinet  $\beta$ -laktoglobulin denatureres og bli reaktivt på grunn av

uparede sylfhydryl (SH)-grupper som reagerer med forskjellige komponenter.  $\kappa$ -kasein befinner seg ytterst på kaseinmicellen, og  $\beta$ -laktoglobulin binder seg til  $\kappa$ -kasein og danner en delvis hydrofob overflate, som vist i Figur 2.2.



**Figur 2.2:** Denaturert myseprotein interagerer med  $\kappa$ -kasein (Bylund, 1995).

Under varmebehandlingen denatureres også myseproteinet  $\alpha$ -laktalbumin, og det binder seg til  $\beta$ -laktoglobulin (som er bundet til  $\kappa$ -kasein) via svovelbindinger, som gir en hydrofil overflate. Dette resulterer i et myseprotein/kasein kompleks med økt vannbindingsevne og en mer stabil kasein micelle (Guinee et al. 2000). Dette blir næyere omtalt i kapittel 2.1.2.1.

Ved høy temperatur krymper micellen noe og mengden kolloidalt kalsiumfosfat (CCP) øker. Dette skjer fordi lekkasjen av  $\beta$ -kasein og CCP fra kaseinmicellen til serum, under kjølelagring av melka, reverseres nesten fullstendig ved varmebehandling (Walstra et al. 2006). Årsaken til at  $\beta$ -kasein og CCP lekker til serumfasen er fordi  $\beta$ -kasein er det mest hydrofobe kaseinet og hydrofobe interaksjoner svekkes når temperaturen senkes (Bylund 1995). Varmebehandling etter ønsket pH i ostemassene er nådd, utføres hovedsakelig for å drepe de tilsatte melkesyrebakteriene, for å hindre videre syring og dannelse av uønskede komponenter i osten. Etter at salt og stabilisator er tilsatt ostemassen, gjennomgår ostemassen en oppvarming til 80 °C. Dette gjøres for å aktivisere stabilisatorene som er tilsatt. Dette blir videre omtalt i kapittel 2.1.4.

### **2.1.1.2 Syrekultur**

For fremstilling av kremost benyttes en mesofil DL-kultur. Kulturen inneholder både syre- og aromadannende melkesyrebakterier;

*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*,

*Lc. lactis* subsp. *cremoris*,

*Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*,

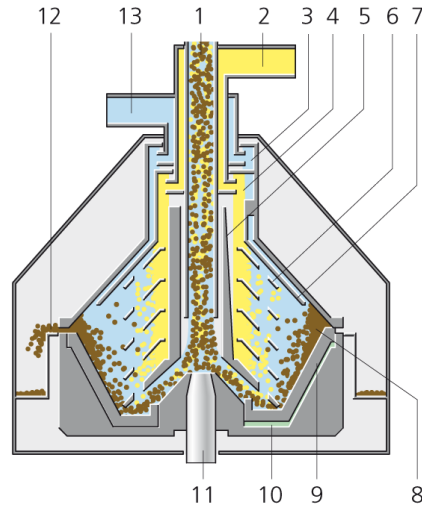
*Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

Melkesyrebakteriene har både homo- og heterofermentativ melkesyrefermentering og sitratmetabolisme. Ved homofermentativ metabolisme nedbrytes laktose til laktat, og ved heterofermentativ metabolisme nedbrytes laktose til laktat, etanol, CO<sub>2</sub> og eddiksyre. Sitratmetabolisme gir acetat, CO<sub>2</sub>, diacetyl, acetoin og 2,3-butandiol. Laktoseomsetning må være tilgjengelig for at det skal være sitratmetabolisme. Sitratforgjærere i en DL-kultur som tilsettes kremost, er *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* og *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*. Produksjon av laktat gir lavere pH i osten, og en syregel dannes (Walstra et al. 2006), se kap. 2.1.2.1.

Siden DL-kulturen er mesofil, fermenteres kremosten ved 20-21 °C for å sikre balansert vekst av syre- og smakproduserende melkesyrebakterier. Inkubasjon ved høyere temperatur vil favorisere vekst av *Lc. lactis* subsp. *lactis*, som resulterer i høy syreproduksjon og mindre smaksproduksjon fra de aromaproduserende bakteriene (Walstra et al. 2006).

### **2.1.1.3 Kremostseparator**

Under fremstilling av kremost, kan en benytte seg av en kremostseparator for å separere myse fra ostemassen. Fjerning av myse øker tørrstoffinnholdet i produktet, som gir et mer fast og viskøst produkt (Lucey 2004). Mesteparten av kalsium tilstede er oppløst gjennom syring og fjernes med mysen, og innholdet av kalsium er derfor lavere i syrefelt ferskost enn løpekoagulert ost (Fox et al. 2004). En kremostseparator er vist i Figur 2.3.



**Figur 2.3:** Kremostseparator. 1: Produktinnmating, 2: Frigjøring av myse, 3: Sentrifugalpumpe for myse, 4: Sentrifugalpumpe for ostemasse, 5: Distributør, 6: Platestabel, 7: Separeringsplate, 8: Ostemassen oppbevares, 9: skyvbart stempel, 10: lukkekammer, 11: spindel, 12: Utgangsport tørrstoff (ostemasse), 13: Utslipp ostemasse (GEA 2012)

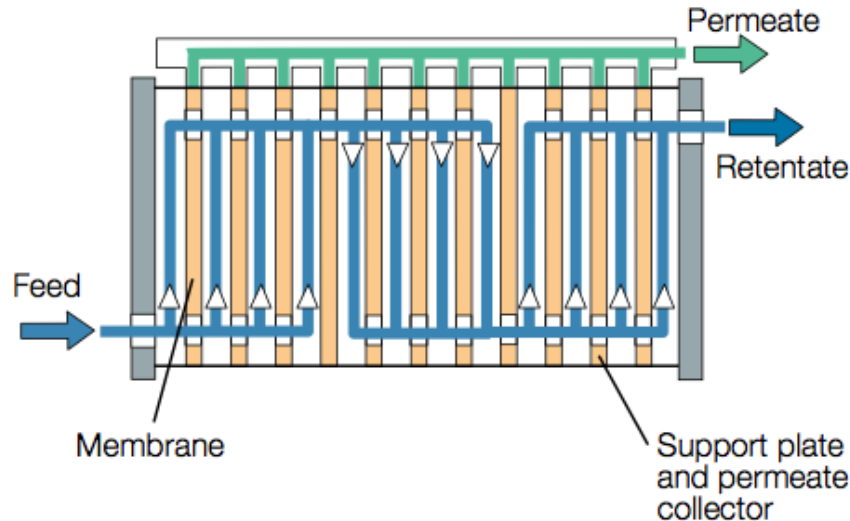
Som **Figur 2.3** viser, mates koagelet inn, og ved sentrifugalkraft går den lette fasen (myse) ut øverst og ostemassen går ut gjennom en utstøtingsport for tørrstoff. For fullfett kremost kan separatoren ha kapasitet for 300-750 kg/t, og et innmatingstrykk på 0,5 bar (GEA 2012). Kremostseparatoren er spesielt designet for kremost laget av ystemelk med mellom 8-12 % fett.

#### **2.1.1.4 Ultrafiltrering**

Ultrafiltrering (UF) av melk foregår ved ca. 50 °C. Melken kjøres under trykk tangentielt på tvers av en ultrafiltreringsmembran med en molekylær vekt mellom 10 000 – 100 000 Da. Lavmolekylære materialer, for eksempel vann, laktose, løselige mineraler og vitaminer, passerer gjennom membranen og danner permeatet. Membranen tilbakeholder gjenværende komponenter, retentatet, som utgjør ostemassen. Konsentrasjonen av retentatet er variert ved kontinuerlig resirkulering av innmatingen langs membranen til ønsket konsentrasjon av melkeproteiner er oppnådd (Mistry 2002). Fremstilling av fersk syrefelt ost, som kremost, var ekstra utfordrende frem til mineral- og keramiske membraner ble tilgjengelige. Disse membranene gjorde det mulig å ultrafiltrere syret ostemasse til et høyt tørrstoffnivå med få ”tilsmussingsproblemer”. Hovedprinsippet er å fermentere varmebehandlet melk til pH 4.6-4.8, og deretter ultrafiltrere ostemassen til ønsket konsentrasjon (Mistry 2002).

Ved UF kan flere typer filter benyttes. Både spiral, plate- og rammedesign, rør (både basert på polymerer og keramikk) og ”hollow-fibre”. I dette forsøket ble det benyttet et UF-anlegg med

plate- og rammesystem. Dette er et design lignende en platevarmeveksler. Den har av flere lag med membraner og støtteplater til membranen i rekke. Fødematerialet presses gjennom trange kanaler, som vist i Figur 2.4.



Figur 2.4: Eksempel på et plate- og rammesystem (Bylund 1995).

En modell er vanligvis delt inn i seksjoner der strømmen mellom par av membraner er parallell. Seksjonene er separert av en spesiell membranstøtteplate der et hull er stengt med en stopp-plate for å reversere retningen på strømmen. Dette gir seriell strøm mellom de påfølgende seksjonene. Modellene kommer i ulike størrelser, og membranmaterialet er polymerer (Bylund 1995).

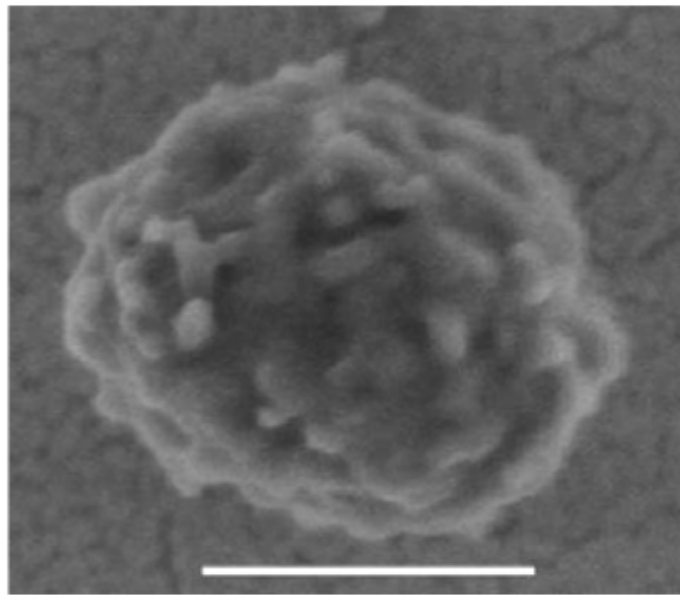
### 2.1.2 Melkens proteiner

Melk fra kveg inneholder ca. 3.5 % protein og består av ca. 80 % kaseiner og 20 % myseprotein (Walstra et al. 2006). Kaseiner har hovedrollen i dannelsen av en syrefelt gel, og vil derfor bli nøye omtalt. Myseproteiner vil ikke omtales på detaljnivå, da de kun nevnes der de har en effekt på funksjonelle egenskaper. Myseproteiner er globulære proteiner som består av  $\beta$ -laktoglobulin (50 %),  $\alpha$ -laktalbumin (20 %), serum albumin og immunoglobulin (Walstra et al. 2006). I melk er myseprotein i kolloidal løsning og kasein i kolloidal suspensjon. Kolloider har liten partikkelstørrelse, elektrisk ladning og ligner partikler i vannmolekyler (Bylund 1995). Salter destabiliserer kolloidale systemer ved å endre vannbindingsevnen og kan dermed redusere løseligheten, og varme forårsaker denaturering av myseprotein og økt interaksjon mellom proteinene (Bylund 1995).



Kaseiner finnes i melk fra pattedyr, og mengden varierer mellom arter. Som nevnt står kaseiner for 80 % av proteinene i kumelk. Kasein er et fosfoprotein og inneholder 0.7 - 0.9 % fosfor som er kovalent bundet til kasein ved serin-ester forbindelser. Kasein forekommer i melk sammen med kalsium, uorganisk fosfat og sitrat som en kolloidal suspensjon av komplekse miceller (Banks & Horne 2003).

Kaseiner foreligger som kuleformede aggregater av kolloidale suspensjoner som varierer i størrelse fra ca. 40-300 nm, kjent som kaseinmiceller (Guinee et al. 2000). Figur 2.5 viser bilde av kaseinmicellen ved bruk av elektronmikroskop.



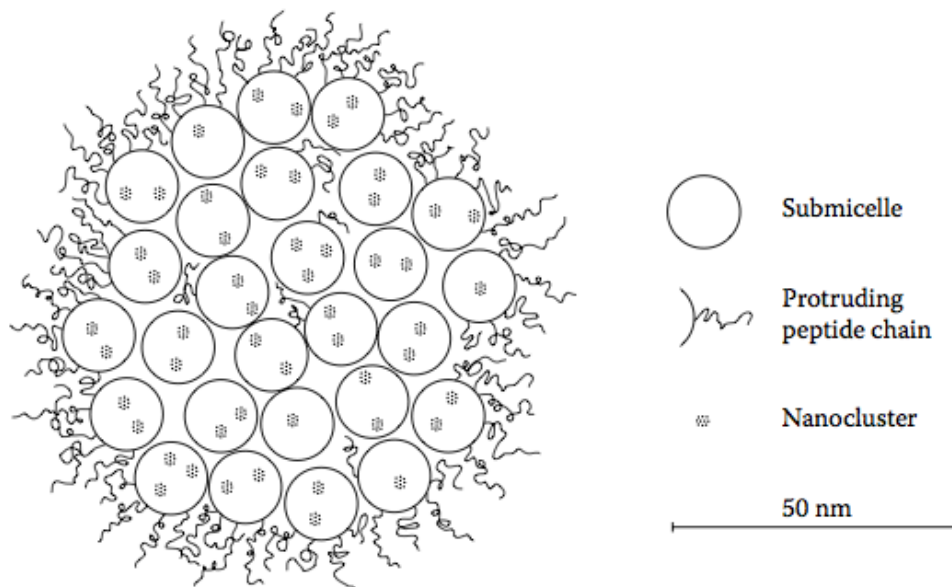
**Figur 2.5:** Kaseinmicelle observert i et elektronmikroskop (Dalglish 2010).

Kaseiner består av rundt 94 % protein og 6 % lavmolekylære komponenter, hovedsakelig kalsiumfosfat. Kasein omfatter hovedsakelig fire ulike molekyler –  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ - og  $\kappa$ -kasein som er tilstedeværende med en ratio på ca. 4:1:4:1 i kumelk. Deres molekylvekt er mellom 19 og 25 kDa, og gjennomsnittlig isoelektrisk punkt er mellom 4.6 – 4.8 (Fox & McSweeney 2003).

Kaseiner er hydrofobe med relativt høy ladning, med mange proliner og få cystein aminosyrer. Kaseiner har en struktur med ulike hydrofobe/hydrofile sekvenser. Mange hydrofobe grupper er eksponert slik at molekylene enkelt danner hydrofobe bånd (Walstra et al. 2006). Kaseiner er ikke globulære proteiner, men er heller ikke helt tilfeldig organisert. De har blitt foreslått som reomorfiske proteiner, som indikerer at molekylene danner strukturer i løsninger i forhold til omgivelsene, dvs. at strukturen ”følger trenden”, men at den også er

åpen og fleksibel (Horne 2011). Kaseiner danner ikke mer enn korte lengder av  $\alpha$ -heliks og har lite tertiærstruktur. Grunnet lite sekundær- og tertiærstruktur i kaseiner, er proteinene svært varmem stabile (Walstra et al. 2006). Fosfatgruppene er hovedårsaken til at kaseiner har høy ladning, og disse er for det meste esterifisert til serin-aminosyrer. Nær melkens pH (ca. 6.8) er de stort sett ionisert, og binder divalente bindinger som  $\text{Ca}^{2+}$  (Walstra et al. 2006).

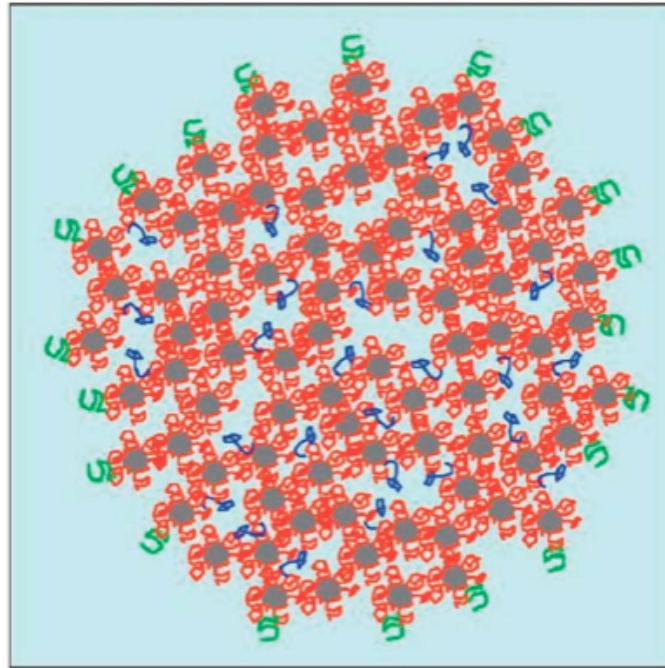
Kaseinmicellene holdes sammen ved hjelp av hydrofobe interaksjoner mellom nevnte fosfoproteiner og via broer av nanokluster med kalsiumfosfat (kolloidalt kalsium fosfat, CCP) som er bundet til serinfosfat i kaseinets sidekjeder (De Kruif & Holt 2003). Det er ikke en universell akseptert modell for strukturen til kaseinmicellen. ”Submicelle modellen” foreslår at kasein micellen består av runde submiceller klynget sammen, som vist i Figur 2.6.



**Figur 2.6:** Illustrasjon av en submicelle av kaseiner (Walstra et al. 2006).

Submicellene er bundet sammen av kalsiumfosfat. For å danne det ytre laget med  $\kappa$ -kasein rundt micellen, må to ulike subpopulasjoner av subenheter dannes. De som er rike med  $\kappa$ -kasein danner ytre del av strukturen, og de uten  $\kappa$ -kasein danner kjernen. I denne modellen er ingen mekanismer foreslått som tar hensyn til samling av disse subenhetene, eller foreslår en drivkraft for dannelsen av subenheter med ulik sammensetning. Det kan derfor ut i fra denne modellen ikke forklares hvorfor  $\kappa$ -kasein skulle assosieres med de andre kaseinene for å danne de eksterne submicellene, men være totalt ekskludert fra de interne dannet av de samme kaseinene (Horne 2011).

”Skjelettmodellen” foreslår at i stedet for at micellen består av individuelle subenheter, består den av kontinuerlig skjelett der  $\alpha$ -kasein er spredt over hele micellen og er skjelettet, med hydrofobt kasein som  $\beta$ -kasein i midten,  $\kappa$ -kasein med hydrofil og negativ ladet ende som vender ut av micellen og en hydrofob ende som vender inn, og nanoklustere av kalsiumfosfat som holder micellen sammen (Guinee et al. 2000). En skjematisk struktur av kasein micellen er vist i Figur 2.7.



**Figur 2.7:** Skjematisk struktur av kasein micellen som omfatter nanoklustere av kalsiumfosfat (grå) koblet til kaseiner (rød) og  $\kappa$ -kasein på overflaten (grønn). Det ”hydrofobisk begrensede” mobile  $\beta$ -kasein er vist i blått på innsiden av vannkanalene inni micellen (Dalglish 2010).

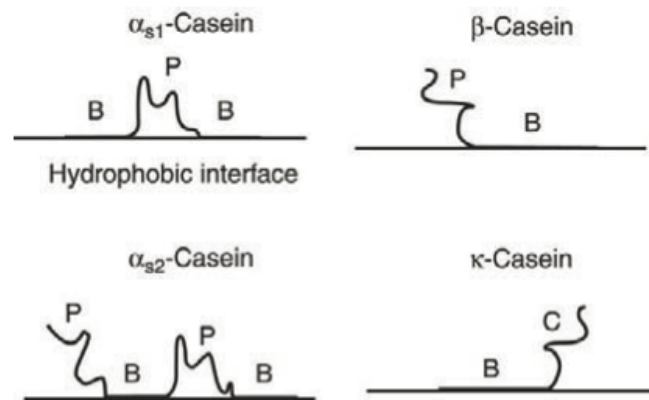
### $\alpha_{s1}$ - kasein

$\alpha_{s1}$ -kasein har en høy negativ nettoladning og høyt innhold av fosfat (Walstra et al. 2006). Det består av hydrofobe og hydrofile områder. Det er totalt 199 aminosyrer i primærstrukturen, med bl.a. 17 proliner og 8-9 serinofosfater i proteinkjeden. Det er ingen cysteiner i  $\alpha_{s1}$ -kasein (Fennema et al. 2007).

### $\alpha_{s2}$ - kasein

Det er noen varianter av dette proteinet, og de varierer i antall serinofosfat-grupper (10-13 pr. molekyl).  $\alpha_{s2}$ -kasein inneholder to cystein aminosyrer som danner disulfidbroer, og ingen karbohydratgrupper. Proteinet er i tillegg relativt  $\text{Ca}^{2+}$  sensitivt (Walstra et al. 2006). Primærstrukturen består av 207 aminosyrer, hvor 10 av dem er proliner, 2 cysteiner og 10-14

serinfosfater (Fennema et al. 2007). Figur 2.8 illustrerer hydrofile og hydrofobe områder for de ulike kaseinene.



**Figur 2.8:**  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ - og  $\kappa$ -kasein. B = hydrofobe regioner, P = hydrofile regioner inneholdende fosfoserin kluster (Horne 2011).

### $\beta$ - kasein

$\beta$ -kasein er det mest hydrofobe kaseinet (Walstra et al. 2006). Primærstrukturen består av 209 aminosyrer hvor 35 av dem er prolin og 4-5 serinfosfater (Fennema et al. 2007). Som Figur 2.8 illustrerer, har  $\beta$ -kasein likheter med et såpemolekyl, hvor en har et polart hode og en langkjedet upolar hale. Assosiasjonen av  $\beta$ -kasein er sterkt avhengig av temperatur og ionisk styrke (Walstra et al. 2006). Under 5 °C foreligger det ingen assosiasjon av  $\beta$ -kasein og molekylet er delvis utfoldet og tilfeldig organisert, og deler av  $\beta$ -kaseinet går mot serumfasen ved lav temperatur, som øker melkas viskositet (Walstra et al. 2006).

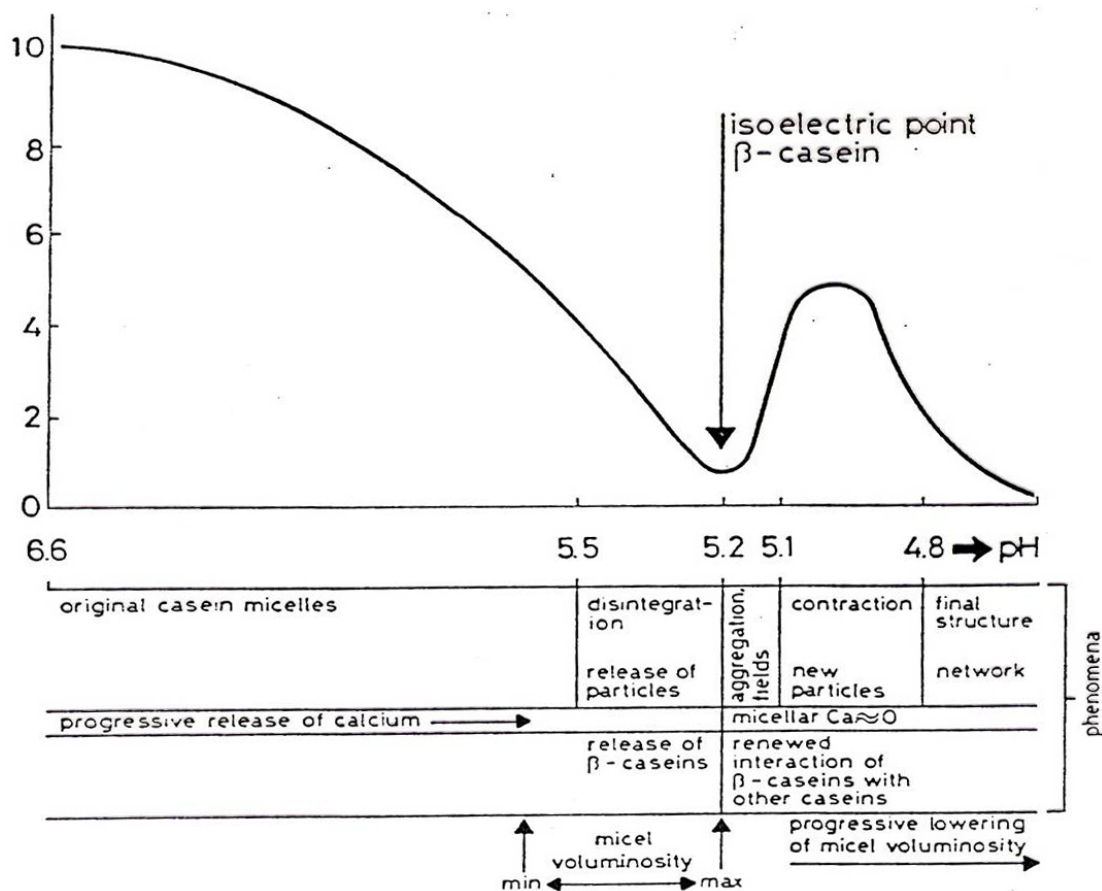
### $\kappa$ -kasein

$\kappa$ -kasein skiller seg mest ut fra de andre, og har stor netto negativ ladning ytterst fordi de hydrofile C-terminaldelene av  $\kappa$ -kasein inneholder karbohydratgrupper. Dette er fordi karbohydratene har sterk negativ ladning (Bylund 1995). N-terminalen har en netto positiv ladning og er hydrofob, som gjør at den delen av  $\kappa$ -kasein interagerer med andre kaseinmolekyler. Primærstrukturen består av 169 aminosyrer, med 20 proliner, 2 cysteiner som danner disulfidbroer og 1 serinfosfat (Fennema et al. 2007). Kalsiumsalter i  $\kappa$ -kasein er løselige, og siden  $\kappa$ -kasein er plassert ved micellens overflate, vinner løseligheten til kalsium  $\kappa$ -kaseinat over uløseligheten til kalsiumsaltene i  $\alpha$ -kasein og  $\beta$ -kasein i micellen, og hele micellen er løselig som en kolloid (Bylund 1995). I en intakt micelle vil overskuddet av negative ladninger sørge for frastøtning mellom micellene. Ved syring vil kaseinpartiklene aggregere siden frastøtningen reduseres. Dette fører til dannelse av kjeder, aggregater og

klyster, som danner et tredimensjonalt nettverk. Under syrning vil også uløselig CCP i kaseinmicellen løses opp og dette gjør at micellen sveller og blir mer fleksibel internt (Lucey 2011). Dette er videre omtalt i kap. 2.1.2.1.

### 2.1.2.1 Geldannelse

Under fremstilling av kremost senkes pH ved at melkesyrebakterier som tilsettes fermenterer laktose til laktat. Syrekoagulering av kasein forårsakes av hydrofobe interaksjoner hvor koagulerings-hastigheten er avhengig av pH og temperatur. Det påvirker kaseiner pga endringer i micellens struktur (Belitz et al. 2004). Kolloidalt kalsium fosfat går til serumfasen når pH senkes, og lekkasjen er komplett ved pH 5.25 (Walstra et al. 2006). Videre senkning av pH til kaseinets isoelektriske punkt (pH 4.6) frigjør mer  $\text{Ca}^{2+}$  fra micellen, men ikke organisk fosfat (Guinee et al. 2000). Figur 2.9 fra Heertje et al. (1985) illustrerer hva som skjer med kaseinmicellen under syrning av upasteurisert melk.



Figur 2.9: Zeta (ζ)-potensialet målt på syrningen av kasein miceller i skummet melk (Heertje et al. 1985).

$H^+$ -ioner nøytraliserer kaseinmicellene og micellens ladning ( $\zeta$ -potensial). Adsorpsjon av ioner og ionisering av aminosyrer på micellens overflate ved melkens naturlige pH gir micellen en negativ ladning. Ladningen, som sørger for micellestabilitet pga. elektrostatisk frastøtning, er pH og temperaturavhengig.  $\zeta$ -potensialet senkes gradvis fra pH 6.7 – 6.0, og raskt fra pH 6.0 til et minimum ved pH  $\sim$ 5.4, men øker igjen til et maksimum ved pH  $\sim$ 5.1.  $\zeta$ -potensialet synker igjen ned til kaseinets isoelektriske punkt. Radikale endringer skjer med de ulike proteinene i micellene, og deres plassering i micellen. Micellen blir mer uorganisert fra pH 6.7 – 5.4, og CCP samt  $\beta$ -kasein lekker til serumfasen.

Ved pH 5.1 begynner micellene å aggregere pga redusert negativ ladning, økt hydrofobisitet og økt ionestyrke i serumfasen forårsaket av lekkasjen av kalsium og fosfat, som har en krympende effekt på matriksen til kasein micellen. Denne effekten er forsterket av protonering av ester-fosfatgruppen av fosfoserin aminosyren (pK 6.5) ved syring. Ionestyrke øker ved hele pH regionen (6.7 - 4.6) når kalsium (både CCP og kaseinat Ca) dissosierer fra micellen. Disse faktorene reduserer de frastøtende kreftene og øker de aggregerende kreftene mellom micellene (Guinee et al. 2000).

Aggregeringsfasen skjer ved  $\beta$ -kaseinets isoelektriske punkt (pH 5.2), hvor resten av kaseinet fortsatt er negativt ladet. Her er  $\zeta$ -potensialet på et minimum fordi kolloidale proteinpartikler har lavt  $\zeta$ -potensial ved det isoelektriske punkt. Årsaken er en kortvarig assosiasjon mellom  $Ca^{2+}$  og micellen.  $Ca^{2+}$  frigjøres til serum igjen, og igjen øker  $\zeta$ -potensialet. Videre senkning av pH gir  $\beta$ -kasein positiv ladning som trekkes mot  $\alpha_{s1}$ -kasein, og gir maksimalt micellevolum.

Fra pH 5.2 til 4.8 er det kontraksjonsfasen. Det er ikke  $Ca^{2+}$  igjen i micellen, og  $\beta$ -kasein har positiv ladning og oppfører seg dermed som et senter for aggregering med negativt ladet  $\alpha_{s1}$ -kasein. Nye partikler blir dermed dannet med ny struktur, gelen dannes og micellevolumet minsker igjen. Ved pH 4.5 har man endelig struktur, med dannelse av nettverk der fett er innesluttet i kasein-nettverket (Heertje et al. 1985).

Ved melkas naturlige pH er det hovedsakelig CCP som holder micellen intakt. Når pH senkes og fosfat oppløses blir bindingene svakere. Som en konsekvens av dette sveller micellene samtidig som deler av kaseinet oppløses. Ved lav pH er det indre saltbroer mellom positive og

negative grupper av proteinet som holder molekylene sammen. Tiltrekningskraften er sterkest nær kaseinets isoelektriske punkt, og svakest nær pH 5.25 (Walstra et al. 2006).

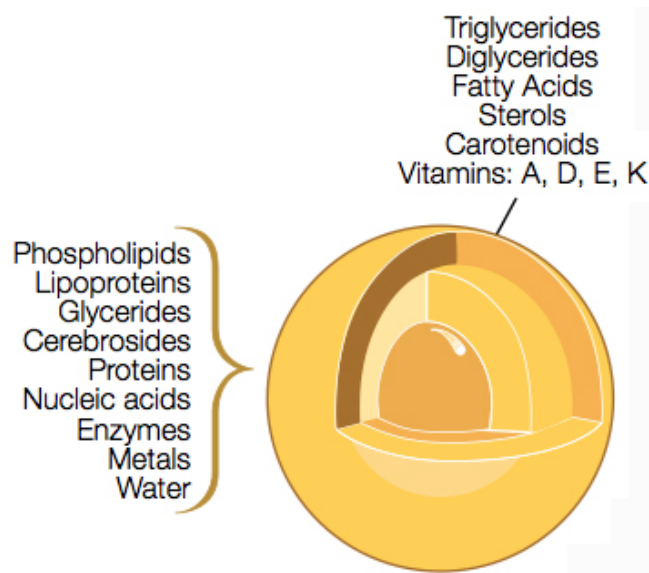
Forhold som påvirker egenskapene til en syrefelt kaseingel er inkubasjonstemperatur, varmebehandling, pH, ionisk styrke, innhold av kaseiner og fettinnhold samt homogenisering. Ved å øke innholdet av kaseiner i melka, øker gelens fasthet og viskositet. Geldannelsen skjer raskere ved høyere temperatur, og dette fører til mer omorganisering av kasein partiklene i nettverket som gir lavere platåverdier for gelfasthet og økt sannsynlighet for myseutskillelse enn i gel dannet ved lavere temperatur. Ved høy temperatur kan også gelering skje ved høyere pH, og ved for lav temperatur (eks. 4 °C) vil det ikke skje en koagulering av kaseinene, heller ikke ved isoelektrisk punkt (Lucey 2004). pH påvirker kaseingelen, og maksimum fasthet på gelen er ved pH 4.6, i tillegg til at en langsommere syrningsgrad gir en litt fastere gel. Ved høy ionisk styrke (eks. 0,1 M NaCl), vil ikke kaseinpartiklene aggregere ved pH 4.6 på grunn av elektrostatiske endringer. En minimumskonsentrasjon av  $\text{Ca}^{2+}$  er nødvendig for syrekoagulering (Lucey 2004)

Kraftig varmebehandling (eks. >78 °C i >15 min) denaturerer nok myseprotein til at geldannelsen skjer ved høyere pH, senker geldannelsestiden og øker viskositeten/fastheten (Lucey 2004). Det høye isoelektriske punktet til myseproteinet  $\beta$ -laktoglobulin, som det er mest av, sørger for denne effekten fordi aggregering skjer ved høyere pH enn for kaseiner (pH 4.6). Disulfid-kryssbindinger for kaseintråder øker gelens stivhet, men oppløsning av CCP i varmebehandlet melk forekommer i kaseinpartikler som allerede er en del av gelnettverket, som kan gi en løsere gel som bidrar til myseutskillelse. Ved lavere pH vil elektrostatiske frastøtninger være svakere som gir større hydrofobe interaksjoner, som fører til en fastere gel, som gir mindre synerese (Lucey 2004).

Homogenisering av melk til kremost forhindrer oppfløtning av fett under lagring, gir bedre konsistens, gir et hvitere produkt og reduserer myseutskillelse. Et økt homogeniseringstrykk gir økt viskositet for fullfett syregeler. Dette er fordi store deler av melkefettets membranmateriale er erstattet med kasein og noe denaturert myseprotein, slik at overflaten til fettpartiklene kan interagere med protein-nettverket (Lucey 2004)

### 2.1.3 Melkefett

Melkefett består hovedsakelig av triacylglyseroler (98 %) med fosfolipider, kolesterol, frie fettsyrer og mono- og diacylglyseroler. Det er også spor av  $\beta$ -karoten, fettløselige vitaminer (A, D, E og K), og smaksgivende komponenter (Taylor & MacGibbon 2011), som vist i Figur 2.10 (Bylund 1995). Triglyserider er relativt enkle molekyler som består at et glyserolmolekyl bundet til tre fettsyrekjeder via esterbindinger (Taylor & MacGibbon 2011). De er ikke-polare molekyler og derfor uløselige i vann. Fett i melk foreligger som små kuler/dråper dispersert i serumfasen, og varierer i størrelse mellom 0,1 – 10  $\mu\text{m}$  i diameter. Emulsjonen er stabilisert av en tynn membran som omfavner fettkulen. Membranen inneholder fosfolipider, lipoproteiner, cerebrosider, proteiner, nukleinsyre, enzymer, metall og bundet vann (Bylund 1995), og er nøyere omtalt i kapittel 2.2.2.



Figur 2.10: Melkefett og melkefettets membran (Bylund 1995).

Melkefett smelter mellom 35 - 38 °C, med en vesentlig mengde fett som smelter mellom 10 – 20 °C. Disse smelteegenskapene, som kommer av en kompleks blanding av triacylglyseroler i melkefett, kan påvirke funksjonelle egenskaper i meieriprodukter (Taylor & MacGibbon 2011). Den ønskede smaken av melkefett er en av dets kjennetegn, og smaksprofilen er kompleks med en stor mengde flyktige komponenter som bidrar til aroma og smak (Taylor & MacGibbon 2011).

To forringende reaksjoner, oksidasjon og lipolyse, kan forekomme i melkefett. Disse reaksjonene gir usmak. Oksidering av fett forekommer ved dobbeltbindingene i umetta



fettsyrer. Faktorer som forårsaker fettoksidasjon er tilstedeværelse av jern og kobber, oksygen og eksponering av lys (Bylund 1995). En kan hindre oksidasjon ved å tilsette melkesyrebakterier som forbruker oksygen, varmebehandle over 80 °C, og tilsette antioksidanter. Varmebehandling hjelper fordi reduserende komponenter som SH-grupper dannes. Lys kan føre til at fettsyrene blir brutt ned til aldehyder og ketoner som gir harsk smak (Bylund 1995). Lipolyse er nedbrytning av fett til glyserol og frie fettsyrer. Dette gir melka en harsk lukt og smak på grunn av tilstedeværelsen av lavmolekylære frie fettsyrer. Lipolyse forårsakes av enzymet lipase, som aktiveres ved høye lagringstemperaturer (Bylund 1995). Optimal lagringstemperatur for enzymet er ca. 15 °C. Varmebehandling av melka hindrer lipase å nedbryte fettsyrer, fordi varmebehandling ødelegger enzymet (Walstra et al. 2006).

Melk er en kompleks olje-i-vann emulsjon der olje er den dispergerte fase og vann den kontinuerlige fase. Emulsjon er videre omtalt i kap. 2.2.4.1.

#### **2.1.4 Stabilisatorer**

I den vandige fasen i melk finnes det vannløselige komponenter som salter, emulgatorer, proteiner, polysakkarider etc. Vannmolekyler har sterke, orienteringsavhengig hydrogenbindinger, som gir en høy grenseflatespenning. Denne spenningen blir redusert ved emulgatorer tilstede, og pH, ionisk styrke og konsentrasjon av emulgatorer påvirker dannelsen og fysiske egenskaper til emulsjonen ved å forandre størrelsen på dråpene og interaksjonen mellom dem. Viskositeten for den vandige fasen kan endres ved tilsetning av hydrokolloider, som også kan påvirke emulsjonen, reologi og stabilitet (Robins & Wilde 2003)

Mange ulike hydrokolloider kan tilsettes ostemassen etter at myse er fjernet for å binde vann og redusere synerese. Stabilisatorene er meget effektive, men innlemmelsen av stabilisatorer i produktet kan ødelegge inntrykket av et naturlig produkt, og noen kan også være ugunstig på smak og konsistens (Guinee et al. 2000). Stabilisator tilsettes kremost for å unngå synerese og fritt vann på overflaten av osten under lagring. Stabilisator som tilsettes kan være en enkel eller blanding av flere. Stabilisatorer som er benyttet mye for kremost er johannesbrødkjernemel (E410), guarkjernemel (E412), xanthan gum (E415) og karragenan (E407) (Lucey 2011). Disse stabilisatorene er høymolekylære og negativt ladede karbohydrat hydrokolloider. Ved lav konsentrasjon (0,1-0,5 %) kan disse øke viskositeten i mat og

stabilisere produktet (O'Connor & O'Brien 2011). En kort oppsummering om de ulike stabilisatorene som tilsettes kremost er vist i Tabell 2.1.

**Tabell 2.1:** Egenskaper til hydrokolloider tilsatt kremost (Krog 2011).

	E-nr.	Ionisk ladning	Løselighet, kald	Løselighet, varm	Fortykkende	Geldannende	Syre-stabil
Karragenan	E407	+	-	+	+	+	+
Johannesbrød-kjernemel	E410	-	Delvis	+	+	-	+
Guarkjernemel	E412	-	+	+	+	-	+
Xantangummi	E415	+	+	+	+	(+)	+

\* Ved tilsetning av  $K^+$  eller  $Ca^{2+}$

Som tabellen viser, er alle hydrokolloidene stabile i surt miljø, noe som er et krav siden Kremost har en pH mellom 4.6 – 4.8. Noen av stabilisatorene krever oppvarming for å bli fullstendig oppløst, og et av prosessstrinnene under fremstilling av kremost er å varme den opp etter tilsetning av salt og stabilisator for å sikre dette.

### 2.1.5 Emballasje/lagringsstabilitet

Holdbarhetstiden til kremost kan være opptil 3 måneder ved kjølelagring (Lucey 2011). Kremost som ikke er oppbevart  $<4^{\circ}C$  kan gjennomgå lipid oksidasjon, som kan begrense holdbarhetstiden. Kremost kan oppnå en holdbarhetstid på 180 dager, og dette skyldes hovedsakelig emballasjen, fyllevolumet og fylletemperaturen. Hvis emballasjen, både begeret og oblat (lokket), inneholder aluminium, vil emballasjen være både lys og lufttett. Dette hindrer effektivt all form for oksidasjon av produktet. Hvis emballasjen i tillegg fylles nesten 100 % med kremost i begeret, fører det til lite luft i pakningen. Hvis fylletemperaturen på produktet i tillegg er over  $80^{\circ}C$ , blir det nesten en hermetisering av produktet i en absolutt lufttett pakning. Anbefalt kjølelagring under  $4^{\circ}C$  sørger også for lang holdbarhetstid (Solgaard 2012).

### 2.1.6 Kvalitetsfeil

En ekstra fast tekstur i kremost kommer av høyt tørrstoffinnhold i miksen (både fett og proteiner), eller ved at osten er tilsatt en større mengde stabilisatorer. En svak tekstur kan komme av lavt tørrstoffinnhold (f.eks fett) i miksen, utilstrekkelig varmebehandling av melka, for høy pH eller for lav gelyringstemperatur (Lucey 2004).

Hvis pH er for høy i kremost (>4,7) vil teksturen være myk og osten vil mangle smak. Ved en veldig lav pH (<4,6) kan osten bli kornet og for syrlig i smaken. Defekter i kremosten inkluderer myseutskillelse fra produktet under lagring, dårlig smørbarhet og en kornet, krittaktig tekstur, spesielt i lavfett varianter (Lucey 2004).

Teksturdefekter som krittaktig og kornet er ikke ønskelig hos forbruker siden forbruker forventer et mykt, finstrukturert produkt (Lucey 2004). Usedvanlig stor aggregering av proteiner er assosiert med en slik teksturfeil. Varm-emballert kremost har mer sprø tekstur sammenlignet med kald-emballert kremost på grunn av ekstra varmebehandling og mekanisk behandling. Kremost skal ha en smørbar konsistens (Lucey 2004).

Separasjon av myse (myseutskillelse) er væske (myse) på overflaten av en melkegel, og er en vanlig kvalitetsfeil. I ferskost, som kremost, benyttes flere teknikker for å fjerne noe av mysen fra den originale melkegelen, som kremostseparator og ultrafiltrering. Fjerning av myse øker tørrstoffinnholdet i produktet, noe som gir økt fasthet og viskositet (Lucey 2004). Spontan myseutskillelse er myse på overflaten som er fordrevet bort fra gelen under dannelsen av gelen og lagring (uten ytre påkjenninger). I praksis prøver en å unngå myseutskillelse ved å tilsette stabilisatorer eller myseproteinkonsentrat før emballering. Årsaken til at det forekommer myseutskillelse i kremost er post-syrning, temperaturvariasjoner, proteolyse fra syrekulturen og fysisk påkjenning som vibrering, risting, stabling og lignende (Lucey 2004). Forekomst av myseutskillelse i en syrefelt gel kan påvirkes av produksjonstrinn under fremstilling.

Som tidligere omtalt i kapittel 2.1.2.1, dannes en syrefelt gel ved aggregering av kaseinpartikler når pH senkes og isoelektrisk punkt (pH 4.6) til kaseinene nås. Kaseingeler er veldig dynamiske, og omorganisering av klusterene og partiklene som danner nettverket kan forekomme før eller under geldannelsen (Van Vliet et al. 1997). Prosessen kan føre til dannelse av tette aggregater og et gelnettverk med store porer som er mer utsatt for synerese (Van Vliet et al. 1997).

Syrning av melk ved hjelp av syrekulturer blir generelt utført ved to metoder; sakte (12-16 timer ved 20-23 °C) eller raskt (4-6 timer ved 30-32 °C). For syrefelt ost benyttes vanligvis mesofile melkesyrebakterier, og sakte syring. En syrefelt kaseingel dannet ved 40 °C har større omorganisering, er svakere og mindre stabil sammenlignet med en syrefelt kaseingel

dannet ved 20 °C. Andre prosessvariabler som fettinnhold, stabilisatorer og varmebehandling hjelper på stabiliteten til denne type gel (Lucey 2004). Generelt bidrar rask syringstid ved høy temperatur til mer myseutskillelse (Lucey 2004).

For TINE Kremost, i 125 gram serien, er det ønskelig med et tørrstoffinnhold på 39 %, fettinnhold på 27 % og at fett i tørrstoff (FDM) skal være et sted mellom 68 – 73 %. pH i sluttproduktet er mellom pH 4.6 – 4.8 (Soldal 2012).

## **2.2 Kjernemelk**

I vanlig smørproduksjon, etter pasteurisering, foregår en destabilisering av fettkulene i fløte under kjerning, og vannfasen (kjernemelk) frigjøres (Corredig & Dalgleish 1998b).

Sammensetningen i kjernemelk er lignende skummetmelk, men kjernemelk inneholder mer fett og mer MFGM komponenter (O'Connell & Fox 2000). Tabell 2.2 viser omtrentlig innhold av komponenter i kjernemelk (Walstra et al. 2006), kjernemelkpulver og skummetmelk pulver (Augustin & Margetts 2003). Kjernemelk inneholder alle de vannløselige komponentene i fløte som melkeprotein, laktose og mineraler. Den inneholder også materiale separert fra fettkulen, melkefettets membranmateriale, MFGM (kapittel 2.2.2). Det høye innholdet av komponenter fra MFGM i kjernemelk gir kjernemelka et høyt innhold av fosfolipider, fosfatidylcholine (lecithin) og sphingomyelin (O'Connell & Fox 2000). Det høye innholdet av fosfolipider i kjernemelk gjør den interessant som en funksjonell ingrediens på grunn av de emulgerende egenskapene til polare peptider i MFGM. Fosfolipidene består av fettløselige hydrokarbonkjeder og en vannløselig fosfatgruppe, og det gjør at fettkulene kan holde seg dispersert i melken (Corredig & Dalgleish 1998a). Kjernemelk inneholder 2,03 g./100g. polare peptider i produktets tørrstoff (Dewettinck et al. 2007), mot f.eks helmelk som har 0,23 - 0,32 g/100g. Med et høyt fosfolipidinnhold, blir kjernemelk benyttet som en funksjonell ingrediens i mange matprodukter som dressing, pastasaus, sjokolade, ost, iskrem og yoghurt (O'Connell & Fox 2000). På grunn av høy konsentrasjon av flerumetta fettsyrer i kjernemelk er den mer utsatt for oksidering og kan derfor være et ustabil produkt. Kjernemelka bør benyttes raskt, eller tørkes til kjernemelkpulver (O'Connell & Fox 2000). Som Tabell 2.2 viser, er det hovedsakelig innhold av fett som skiller kjernemelkpulver fra skummetmelk pulver. På grunn av at kjernemelk er svært utsatt for oksidasjon, og næringsinnholdet er nesten likt som skummetmelk pulver, brukes kjernemelkpulver ofte til dyrefôr (Castillo et al. 2006).

**Tabell 2.2:** Sammensetning i tradisjonell kjernemelk (Libudzisz & Stepaniak 2002), kjernemelkpulver og skummetmelk pulver (Augustin & Margetts 2003).

<b>Komponent</b>	<b>Kjernemelk</b>	<b>Kjernemelkpulver</b>	<b>Skummetmelk pulver</b>
Tørrstoff (%)	7-10	97	97
Fett (%)	0,3 – 1,0	5,0	0,7
Laktose (%)	3,5 – 4,9	48	51
Protein (%)	2,66 – 3,75	34	36
Fosfolipider (%)	0,075 – 0,25	1,04- 2,43	0,15
Mineraler (%)	0,6 – 0,75	7,9	8,2

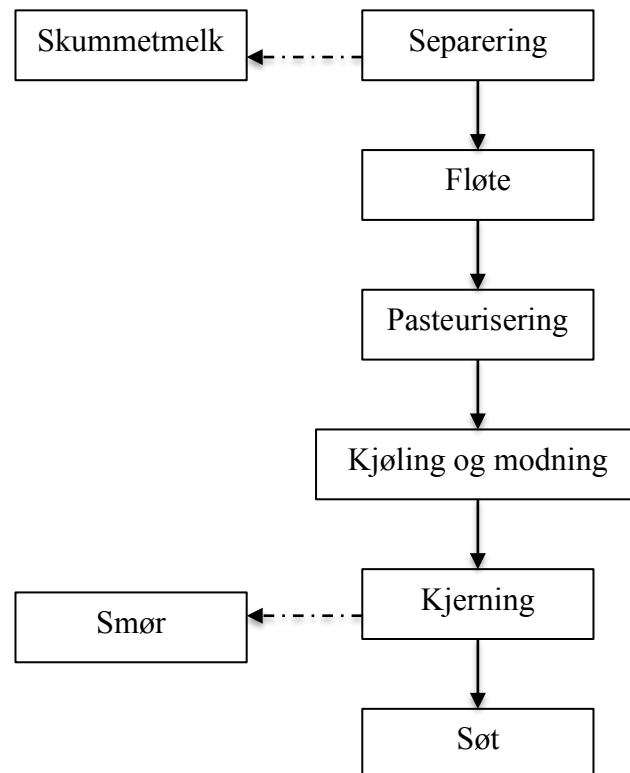
Avhengig av produksjonsprosessen får man enten sur eller søt kjernemelk. Dette avhenger av fløten benyttet til kjerning. Den kjemiske sammensetningen av kjernemelk avhenger i stor grad av teknologien benyttet under smørproduksjonen og sesongen (Libudzisz & Stepaniak 2002). I følge Eyzaguirre and Corredig (2011), har kjernemelk vist gode emulgerende egenskaper og positiv påvirkning på smak og tekstur i produkter. Proteinene og lipidene i MFGM har fått påvist flere helsemessige fordeler i ulike studier (Dewettinck et al. 2007), og på grunn av et høyere innhold av MFGM i kjernemelk, er det stor interesse for anvendelse av kjernemelk i produkter for både helsemessige og funksjonelle egenskaper. Studier har bl.a. vist at kjernemelk/MFGM kan inhibere vekst av kreftceller og senke kolesterolopptaket (Eyzaguirre & Corredig 2011).

Per dags dato produseres det ca. 15 mill. liter kjernemelk per år i TINE SA, og ca. 5 mill. liter av kjernemelken, som er et biprodukt fra smørproduksjon på Jæren, inngår i produksjon av Brelett. Rundt 1 mill. liter tørkes på Sandnessjøen og går til ulike formål. Resten går per dags dato til dyrefôr. Det er ønskelig med mer foredling av kjernemelk i fremtiden, og det forskes på produkter kjernemelk kan anvendes i (Soldal 2012).

### **2.2.1 Fremstilling**

Kjernemelk er den vandige fasen som frigjøres under kjerning. Ved smørproduksjon kjernes fløten og dette fører til fysisk skade på fettkulene og resulterer i en faseinversjon fra olje-i-vann emulsjon i fløte til vann-i-olje emulsjon i smør. Smør er en kontinuerlig fettfase med dråper av vann med dispergerte luftbobler (Richards & Fearon 2003).

Generelle prosesstrinn ved smørfremstilling og produksjon av kjernemelk er vist i Figur 2.11 (Libudzisz & Stepaniak 2002). Melken separeres, og fløten gjennomgår en varmebehandling. Det er viktig at fettkulene ikke ødelegges i disse prosesstrinnene for å få best renkjerning. Separeringen må også gi et fettinnhold i fløten som gir maksimal kjerneeffekt, og for moderne produksjon av søt fløte, er det ca. 40 % (Richards & Fearon 2003). Fløten varmebehandles i en platevarmeveksler for å drepe uønskede mikroorganismer. Fløten kan eventuelt tempereres til inkuberings temperatur og tilsettes syrekultur for å syrne fløten. I dette forsøket ble søt kjernemelk og kjernemelkpulver benyttet, og syring av fløten er dermed ikke en del av prosessen. Fløten kjøles ned og lagres ved lav temperatur for å sikre krystallisering av melkefettet. Denne perioden kalles ofte modningstid, og det er nødvendig for å unngå mye tap av fett til kjernemelka, og for å lage smør med ønskelig tekstur (Richards & Fearon 2003). Når melkefettet krystalliseres, blir fettkulmembranen svakere. Kjerningen baseres på innlemmelse av luft i fløten og danner skum og oppnås av kraftig agitasjon. Fettkulmembranen ødelegges av det mekanisk stresset den utsettes for, og flytende fett kommer ut. Dette fører til kollaps av skummet og fettkulene klumper seg og danner smørkorn som danner smør. Fettinnholdet i smøret blir konsentrert ved å drenere av kjernemelk (Fearon 2003).



**Figur 2.11:** Flytskjema for produksjon av kjernemelk

### 2.2.2 Melkefettets membranmateriale (MFGM)

Membranmaterialet som omgir melkefettet kalles melkefettets membranmateriale (MFGM), og stammer fra cellemembranen i den melkeproduserende cellen. MFGM frigjøres til den vandige fasen under kjerning (destabilisering av fettkuler). Proteiner og fosfolipider utgjør over 90 % av membranens tørrstoff, men forholdet av lipider og proteiner kan variere veldig. Membranen består av en kompleks blanding av proteiner, fosfolipider, glykoproteiner, triglyserider, kolesterol, enzymer og andre mindre komponenter, som f.eks kobber (Singh 2006).

MFGM fungerer som en naturlig emulgerende agent som hindrer flokkulering og koalesens av fettkulene i melk, og beskytter fett mot enzymer. MFGM påvirkes i stor grad av behandling melka under prosesser den gjennomgår, som varmebehandling, kjøling, homogenisering, fordampning og tørking (Singh 2006). I nyere tid har det blitt en økt interesse for å undersøke potensiell bruk av MFGM som ingrediens i mat. Både MFGM proteiner og lipider har vist å inneha noen unike funksjonelle egenskaper og helsemessige fordeler (Singh 2006).

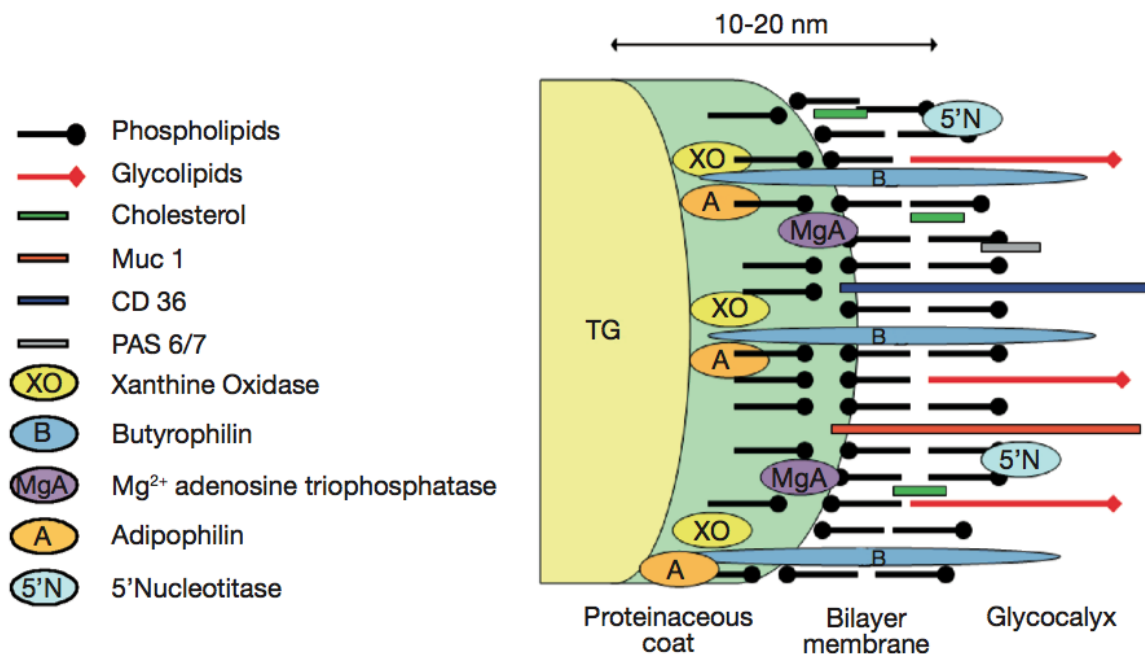
Membranen er ca. 10-20 nm i tverrsnitt, og inneholder unike polare lipider og membranspesifikke proteiner. Sphingolipider (høyt bioaktive molekyler, hovedsakelig tilstede i polare lipider fra animalsk opprinnelse) utgjør opp til en tredjedel av MFGM sin polare lipiddel (Dewettinck et al. 2007). Hoveddelen av MFGM omfatter membranspesifikke proteiner, hovedsakelig glykoproteiner, og fosfo- og sphingolipider. Nøyaktig innhold av proteiner og lipider varierer i litteraturen, og dette kommer hovedsakelig fra forskjeller under isolering-, rensing- og analyseteknikker (Dewettinck et al. 2007).

De lipider som finnes i membranen utgjør mellom 1-2 % av det totale lipidinnholdet i melka (Johansen et al. 2005). Lipider i membranen er hovedsakelig polare lipider, men også nøytrale lipider forekommer. Sistnevnte er tryglyserider, di- og monoglyserider, kolesterol og dets estere. De polare lipidene består av fosfo- og sphingolipider. Dette er amfipatiske molekyler med en hydrofob hale og en hydrofil hodegruppe. Glyserofosfolipider består av en glyserol ryggrad der to fettsyrer er esterfisert. Fosfat med ulike organiske grupper (cholin, serin, etanolamin etc.) kan bindes til den tredje hydroksylgruppen (Dewettinck et al. 2007).

Fosfolipider er en liten, men viktig lipidklasse i melk. Glycerofosfolipider er mesteparten av fosfolipider (75 %), og sphingolipider er resterende. Det er to ladede grupper på glyserofosfolipidene som gir molekylet en polar del. Den resterende delen er ikke polar, og molekylet er derfor amfipatisk og kan samles ved olje-vann grenseflaten (Taylor & MacGibbon 2011). Fosfolipidenes hydrofile og hydrofobe struktur bidrar i stor grad til stabilisering av suspensjonen av melkefett i melk og gjør at den relativt høye konsentrasjonen av melkefett og proteiner kan sameksistere i samme løsning (MacGibbon & Taylor 2011). Det er de polare lipidene i fettkulemembranen som gjør dette mulig, i tillegg til de emulgerende egenskapene til den vandige løsningen (MacGibbon & Taylor 2011).

Avhengig av kilden, består MFGM av 25-70 % proteiner, som utgjør ca. 1-2 % av totalt innhold av proteiner i melka.

Strukturen til MFGM (Vanderghem et al. 2009) er vist i Figur 2.12.



Figur 2.12: Struktur av melkefettets membranmateriale (Vanderghem et al. 2009).

Melkefettets membranmateriale utgjør en trelagsstruktur. Først er det et indre overflateaktivt lag som omgir lipidkjernen til fettkulen (Johansen et al. 2005). I dette laget er den hydrofobiske halen fra de polare lipidene i kontakt med den triglyserid-rike kjernen. Det andre laget er et proteinlag, deretter er det en dobbeltlagmembran av polare lipider og



proteiner. En dobbeltlagmembran er en film som er to molekyler tykt, der hvert molekyl er arrangert med dens hydrofobe ende ut. Den hydrofile hodegruppen av de polare lipidene er i kontakt med den vandige fasen i melk. Ytterst på membranen er det en ytre orientert ”glycocalyx” (polysakkaridinnholdende materiale som ligger på utsiden av membranen (Roginski 2003)). Melkefettets membranmateriale er ikke homogen, og de ulike komponentene er ulikt distribuert i membranen (Eyzaguirre & Corredig 2011)

I en melkegel vil interaksjoner mellom fett og melkeproteiner forekomme via MFGM. Endringer i membranens oppbygning, forminskning av fettkulestørrelsen og oppdeling av MFGM ved prosesstrinn som varmebehandling, homogenisering og mekanisk stress forekommer. Disse endringene vil endre interaksjonen, og også funksjonelle egenskaper til sluttproduktet. En opprinnelig fettkule vil være en inaktiv fyller (strukturødelegger) i en melkegel, mens den dannede MFGM i fettkulen (hovedsakelig kasein og noe myseprotein) i homogenisert melk vil ha kryssbindinger (strukturforet) med proteinnettverket og forsterke gelen (Dewettinck et al. 2007). Varmebehandling medfører dannelse av disulfidbroer mellom  $\kappa$ -kasein og  $\beta$ -laktoglobulin, som igjen er absorbert til MFGM.

### **2.2.3 Kjernemelkpulver**

Melkepulver som skummetmelk- og kjernemelkpulver er hovedsakelig ingrediens i meieri- og prosesserte matprodukter. Det er ingredienser i for eksempel iskrem, fermentert melk og yoghurt, sjokolade, konfekt, bakervarer, supper og sauser. Tilsetning av kjernemelkpulver til mel for brødbaking gir høyere volum på brødet, øker evnen til vannabsorpsjonen til melet og forbedrer mykheten og hevingstiden til deigen (Eyzaguirre & Corredig 2011).

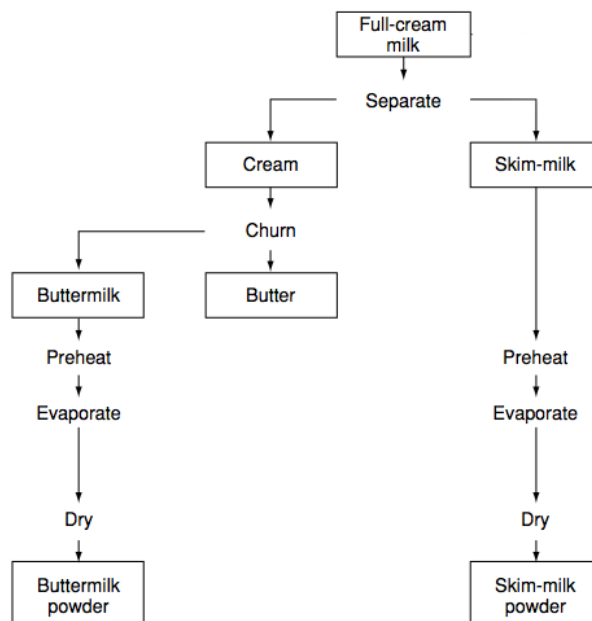
Kjernemelkpulver brukes som erstatter for skummetmelk pulver i tilsetninger der forsterket melkesmak er ønskelig (Augustin & Margetts 2003). Kjernemelkpulver og skummetmelk pulver kan også bli brukt i rekombinerte produkter. Rekombinerte melkeprodukter er et resultat fra at det tilsettes vann til et tørket/kondensert produkt i mengder nødvendig for å oppnå spesifisert vann/tørrestoff ratio (Bylund 1995). Teknologisk sett er kjernemelkpulver en emulgerende hjelper for fett siden det inneholder relativt store mengder fosfolipider. I flere land blir søt kjernemelk konsentrert ved fordamping og spraytørket for å brukes i matindustrien, (Eyzaguirre & Corredig 2011). Det er kun kjernemelkpulver fra søtkjærning som er passende som tilsetningsstoff da kjernemelkpulver fra syrnet fløte fra smørproduksjon

ikke egner seg (Augustin & Margetts 2003). Tabell 2.2 presenterer generelt innhold av komponenter i både skummetmelk pulver og kjernemelkpulver.

### 2.2.3.1 Fremstilling

Standard prosesstrinn for fremstilling av melkepulver er separering av melken, varmebehandling, konsentrering ved fordamping og spraytørking. For produksjon av skummetmelk pulver, blir melken først separert til skummetmelk og fløte via sentrifugal separasjon. For produksjon av kjernemelkpulver, lages pulveret fra kjernemelk etter kjerning av fløte under smørproduksjon.

Før konsentreringen må melken varmebehandles, og dette gjøres hovedsakelig for å drepe mikroorganismer tilstede og for å redusere enzymaktiviteten for å øke holdbarhetstiden til pulveret. I tillegg denatureres myseproteiner (Augustin & Margetts 2003). Det første steget for å fjerne vann fra melken er konsentrering. Melken konsentreres ved lav temperatur i en vakuum inndamper. Generelt blir ca. 90 % av vannet fjernet i vakuum inndamperen, da dette er mer energibesparende sammenlignet med en spraytørker. Melken blir konsentrert til ca. 48-50 % tørrstoff og blir deretter ført inn i en spraytørker. Spraytørking omvandler fluidene i melkekonsentratet, som mates inn i varm luft i tørkeren, til pulver. Vanninnholdet i pulveret er vanligvis 3-4 % etter tørking (Augustin & Margetts 2003) Figur 2.13 viser et flytskjema over fremstilling av kjernemelkpulver og skummetmelk pulver.



Figur 2.13: Skjematisk flytskjema for produksjon av kjernemelkpulver og skummetmelk pulver (Augustin & Margetts 2003)

## 2.2.4 Kjernemelkas emulgeringsevne

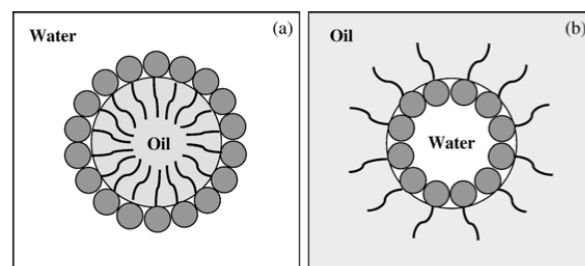
Hovedfunksjonen til MFGM i melk er å stabilisere lipiddråpene i plasma. Denne funksjonen er verdsatt ved utnyttelse av kjernemelk som en naturlig ingrediens i matprosessen.

Kjernemelk inneholder to emulgatorer; proteiner som kaseiner, myseproteiner og MFGM proteiner, og lipider som polare lipider fra MFGM (Vanderghem et al. 2009). Kaseiner har amfipatiske egenskaper i primærstrukturen som gir adsorpsjon til grenseflaten, se kapittel 2.2.4.1. Myseproteiner har globulær struktur, og de senker ikke overflatespenningen like fort som kaseiner, men kan danne en tettpakket viskoelastisk struktur ved grenseflaten, som gir langvarig stabilitet (Dickinson 1989). På grunn av det høye nivået av fosfolipider og proteiner i MFGM, vil kjernemelk som ingrediens i næringsmidler kunne fungere som en emulgator. Kjernemelkas emulgerende evne påvirkes av varmebehandling, og dette er videre omtalt i kapittel 2.2.6.

### 2.2.4.1 Emulsjon

En emulsjon er en finfordelt mengde små partikler eller dråper av en væske (dispergert fase) i et volum av en annen væske (kontinuerlig fase), der de to væskene ikke er innbyrdes blandbare. En emulgator er vanligvis nødvendig for å holde partiklene finfordelt som en stabil emulsjon (SNL 2012a). Emulgatorer har to hovedfunksjoner – sørge for kolloidal stabilitet til dråpen ved å danne et elektrisk ladet lag ved dens grenseflate med den kontinuerlige fasen, og senke grenseflatespenningen og dermed gjøre dråpe formasjonen mindre energikrevende. Den hydrofile/hydrofobe strukturen til en emulgator konsentrerer seg ved grenseflaten mellom ikke-blandbar væske hvor det dannes en overflatespenningsfilm (Lal et al. 2006). Filmen sørger for at dråpene ikke går sammen (Belitz et al. 2004).

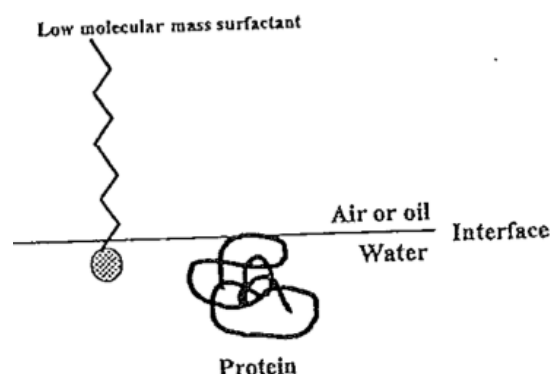
Matemulsjoner er enten olje-i-vann emulsjoner (Figur 2.14a) som melk hvor olje er dispergert fase, eller vann-i-olje emulsjon (Figur 2.14b) som smør hvor vann er den dispergerte fase og olje den kontinuerlige fase.



**Figur 2.14:** Emulsjon - (a) olje-i-vann emulsjon og (b) vann-i-olje emulsjon (Lal et al. 2006).

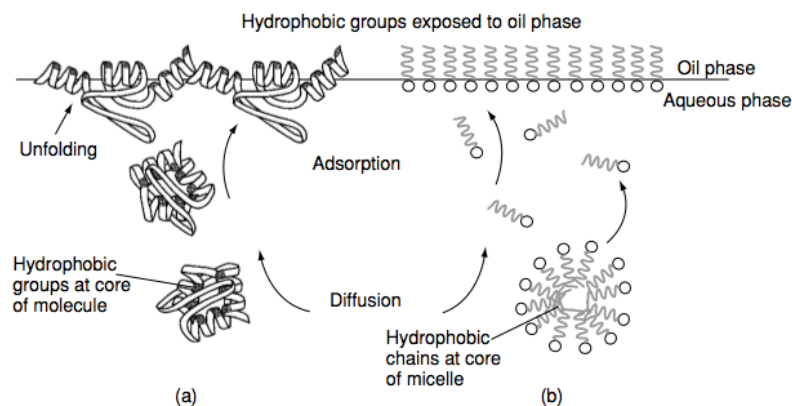
Melk er en kompleks emulsjon og en kolloidal løsning. Emulsjonen består av fettdråper dispergert i en vandig fase inneholdende protein. Proteinet er i form av kasein miceller, som selv er kolloidale partikler, og monomere av myseprotein (Lal et al. 2006). På grunn av grenseflatespenning er fettemulsjoner, fra naturens side, ustabile systemer og er ømfintlig for flokkulering, koalesens og faseinvensjon. Stabiliteten til melkefettemulsjoner er påvirket av fysiske og kjemiske egenskaper til melk og meieriprodukter. Stabiliteten avhenger sterkt av integriteten til melkefettmembranen, som er meget skjør og endres mye under prosessoperasjoner. Emulsjonsstabiliteten til melkefettmembranen reduseres ved omplassering av grenseflatemateriale ved agitasjon, ved homogenisering, varmebehandling, konsentrering, tørking eller frysing (Fox 2011). Emulsjoner er ikke termodynamiske, stabile systemer, og etter en viss tid vil det separeres til lag av olje og vann. Allikevel kan midlertidig stabilitet oppnås, og matvarer er laget slik at stabiliteten holdes ut holdbarhetstiden (Robins & Wilde 2003).

Som vist i Figur 2.15 er det to typer overflateaktive stoffer i en emulsjon – lavmolekylære og høymolekylære. Emulgatorer med lav molekylær vekt (mono- og diglyserider) og noen stabilisatorer (polysakkarider) reduserer den frie energien involvert i en grensefasespenning, og er bedre til å senke overflatespenningen sammenlignet med høymolekylære overflateaktive stoffer, som protein, ved samme konsentrasjon. De lavmolekylære emulgatorene adsorberer til grenseflaten og orienterer seg med hydrofile delen mot den vandige fasen og hydrofobe delen mot oljefasen. Siden hele molekylet deltar i grenseflaten skjer det en maksimal reduksjon av overflatespenningen (Fennema et al. 2007).



**Figur 2.15:** Lav-molekylær overflateaktant og høy-molekylær overflateaktant (protein) (Fennema et al. 2007)

Proteiner fungerer som høymolekulære emulgatorer, og er mer kompleks grunnet deres konformasjon. Proteiner har ingen definerte hydrofile/hydrofobe deler i molekylet, så orienteringen av gruppene ved grenseflaten er ikke så presis som for lavmolekulære emulgatorer. Bare noen peptidsegmenter av proteinet vil orientere seg i grenseflaten, mens resten av proteinet er i vannfasen. Proteinene danner en viskoelastisk film rundt grenseflaten gjennom ikke-kovalente intermolekulære bindinger og kovalente disulfid-kryssbindinger. Overflateaktiviteten til et protein avhenger av pH, ionestyrke og temperatur (Fennema et al. 2007).



**Figur 2.16:** Emulgatorstruktur og adsorpsjon av (a) protein/polymer og (b) lav-molekulære emulgatorer. Hydrofobe grupper er grå (Flutto 2003)

Figur 2.16 illustrerer at proteiner danner en sammenfoldet struktur i en løsning, og holder hydrofobe aminosyrer borte fra den vandige løsningen. Ved adsorpsjon til en grenseflate utfoldes proteinet for å eksponere disse gruppene til oljefasen. Lav-molekulære emulgatorer orienteres i grenseflaten med hydrofil del mot den vandige fasen og hydrofob del mot oljefasen.

### 2.2.5 Oksidasjon og kjernemelk

Lipidoksidering av en- og flerumetta fettsyrer i mat under prosessering og lagring er et stort problem i matindustrien. Oksidering av fett påvirkes av lys, temperatur, tilstedeværelse av pro-oksiderende metaller og antioksidanter, og mengde flerumetta fettsyrer, og er årsaken til oksidert/harsk smak. Oksidering av umetta fettsyrer resulterer i dannelsen av peroksid, som er årsaken til videre nedbrytning til sekundære oksidasjons biprodukter, som korkjedede aldehyder og ketoner. Nærvær av disse molekylene vil påvirke smak, næringsverdi og kvalitet i produktet. (Vercellotti et al. 1992). Balansen mellom pro-oksiderende og antioksidanter er kritisk for oksidativ stabilitet i melk.

Det høye innholdet av fosfolipider, lecithin og sphingomyelin i kjernemelk fører til at kjernemelk har et relativt høyt innhold av flerumetta fettsyrer, fordi andelen av slike fettsyrer i melkas fosfolipider er høyere enn i melkas øvrige fettbestanddeler (O'Connell & Fox 2000). Det er samspeillet mellom fosfolipider og metaller som fører til at oksidasjonen kommer i gang. I kjernemelk er mobiliteten til membranmaterialet og metaller stor, og sannsynligheten for at en oksidasjon starter i kjernemelka er større enn i kjernemelkpulver. Dette er årsaken til at kjernemelk er utsatt for oksidasjon, og dermed er sensorisk ustabil. For å unngå oksidering må derfor kjernemelk benyttes raskt etter produksjon, eller tørkes til kjernemelkpulver for å sikre lagringsstabilitet (O'Connell & Fox 2000).

### **2.2.6 Effekten av varmebehandling på kjernemelk**

Kjernemelk inneholder store mengder proteiner fra skummet melk og fra MFGM. Varmebehandling av fløten før kjerning, til og med ved temperaturer så lavt som 65 °C, påvirker de funksjonelle egenskapene til membranfraksjonene og gjør at det oppstår en sterk interaksjon mellom  $\alpha$ -laktalbumin og  $\beta$ -laktoglobulin og MFGM. En ny membran, mer motstandsdyktig mot koalesens utvikles rundt fettkulene (Corredig & Dalgleish 1998b). Årsaken til dette er fortsatt ikke helt klar, men en hypotese som er foreslått av Dalgleish and Banks (1991) og van Boekel and Folkerts (1991) er at skummetmelk proteiner binder seg til MFGM proteinene via disulfidbindinger og/eller hydrofobe interaksjoner, noe som også støttes av Kim and Jimenez-Flores (1995), der det ble fastslått at graden av reaksjon med myseproteinene med MFGM proteiner avhenger av temperatur.

Studie utført av Corredig and Dalgleish (1998b), på effekten av varmebehandling av fløten på egenskaper i MFGM isolat, viste at mengden  $\beta$ -laktoglobulin assosiert med MFGM økte. Varmebehandlingen økte ikke bare denne assosiasjonen, men påvirket også jerninnholdet, løseligheten og de emulgerende egenskapene til MFGM isolatet. Forfatterne konkluderte dermed med at varmebehandling av fløte før kjerning er et kritisk steg som kan begrense utnytting av MFGM fraksjoner fra kjernemelk, da varmebehandlingen påvirker kjernemelkas egenskaper negativt på grunn av endringer i MFGM materialet og interaksjonen med denaturerte myseproteiner. Funksjonen til MFGM i kjernemelk bør derfor vurderes ut i fra varmebehandlingen som utføres. Det gjelder både varmebehandling av melken før separering, varmebehandling av fløten før kjerning og varmebehandling av kjernemelka etter separering.

Proteiner i MFGM har fra naturens side en rolle med å stabilisere fettkulen i melk. Membranmaterialet som frigjøres i kjernemelk etter kjerning viser derimot dårlige emulgerende egenskaper. Varmebehandling, kjerning og frigjøring av membranmateriale til vannfasen gir høy grad av aggregering og endringer i de funksjonelle egenskapene til membranproteinene og fosfolipidene (Corredig & Dalgleish 1997). En studie på de emulgerende egenskapene til MFGM fra industriell kjernemelk (Corredig & Dalgleish 1997) konkluderte med at industriell kjernemelk kan inneholde MFGM proteiner med dårlige funksjonelle egenskaper, sannsynligvis på grunn av stor grad av denaturering av membranproteinene forårsaket av varmebehandling. Den komplekse strukturen til membranen i MFGM isolatet gav ikke fullstendig dekning av olje/vann grenseflaten, som resulterte i en ustabil emulsjon ved lav MFGM isolat konsentrasjon.

### **2.2.7 Erfaringer med bruk av kjernemelk som tilsetning i meieriprodukter**

Bruk av søt kjernemelk har vært suksessfullt innen meierisektoren i rekombinerte produkter, yoghurt, cheddarost, mozzarella, pizzaost og lavfett ost. Det benyttes også i andre matprodukter som brød og juice. Egenskapene kjernemelka gir er emulgerende effekt, stabilitet, vannbinding, utbytte, varmestabilitet, tekstur og smak (Vanderghem et al. 2009).

Vanderghem et al. (2009) har konkludert med at ulike typer av kjernemelk og MFGM isolater har vist å være suksessfulle i å forbedre matens særpreg. Et eksempel er effekten av kjernemelk i lavfett ost, som har gitt produkter med godt resultat. Mengden av tilsatt kjernemelk må en allikevel være bevisst på for å unngå at det påvirker funksjonelle og sensoriske egenskaper i det endelige produktet. Høy konsentrasjon kan gi negativ effekt på egenskapene og utvikle usmak.

## 2.3 Produktutvikling

Når en skal utvikle et nytt matprodukt, er det mye som skal vurderes og gjennomføres før det endelige produktet er på markedet. Det kan være naturlig å dele inn produktutviklingsprosessen i fire faser etter ”The Innovation Funnel” fra Unilever (vedlegg 13):

1. Idefasen
2. Gjennomføringsfasen
3. Evnefasen
4. Lanseringsfasen

I prosessen ved å utvikle et nytt produkt, er det flere som skal engasjeres. Markedsavdelingen, økonomer, produktutviklere og logistikkavdelingen er viktig å ha med i prosessen. Fra en produktutviklers ståsted, må en i idefasen vurdere tekniske problemer eller fordeler ved det nye produktet, og evaluere produksjon- og fremstillingsmuligheter. En produktutvikler må bl.a. identifisere tekniske hinder, og emballasjemuligheter, i tillegg til å ha en vurdering av krav til kapitalinvestering. Man bør også vurdere patentmuligheter og evaluere sikkerhet, kvalitet og lovfestede problemer. Er alt klargjort og bestemt, og produktet tilsynelatende er verdt å satse på, kan en gå videre til neste fase.

I gjennomføringsfasen må en produktutvikler kjøre testforsøk og fremstille en prototype som kan videre analyseres, og teste ulike resepter for best mulig resultat. En kan også foreta sensoriske analyser og forbrukerundersøkelser for å vurdere produktets potensial. En må nøye vurdere produksjonsprosessen, lagringsstabilitet, emballasjeoppbygning og tekniske utfordringer og gjennomførbarhet for produktet. I denne fasen må en også evaluere behovet for eventuelle investeringer for større produksjon. En bør kartlegge eventuelle investeringer som er nødvendig for en storskalaproduksjon. I denne fasen bør alle som er involvert i prosjektet være enige om at produktet er verdt å satse videre på, siden kostnader øker for hver fase. Hvis resultatene fra denne fasen ser lovende ut, kan en gå til neste fase.

I evnefasen skal resepten for produktet og prosessen ferdiggjøres, emballasjen skal godkjennes og man må etablere en prosesslinje for storskalaproduksjon. Produksjon i storskala skal utprøves, og kritiske kontrollpunkt i produksjonslinjen bør kartlegges. Prøver fra storskalaproduksjon bør analyseres for å bestemme endelig holdbarhet og lagringsstabilitet



til produktet. For å fastsette produktets holdbarhet, må både mikrobiologiske, kjemiske og sensoriske analyser foretas, i tillegg til produktets motstandsdyktighet fra ytre påkjenninger (lys, støt, temperatur etc.). Produktet må godkjennes i henhold til ingrediensliste og næringsinnhold, og distribusjonsruten for produktet bør testes. Dette for å sikre lagringsstabilitet i forhold til utfordringer fra produksjonsanlegg til butikk. Produktets navn og emballasjens utseende må fastsettes i denne fasen, og markedsavdelingen må nedsette en strategi for markedsføring av produktet. Involverte i prosjektet må bli enige om pris på produktet, råvarekostnader (langsiktig perspektiv), bestemme produksjonslinjens effektivitet og produktvolum. Nye forbrukerundersøkelser bør også foretas. Hvis nevnte problemstillinger er besvart, og produktet er verdt å satse videre på, kan en gå til lanseringsfasen.

Under lanseringsfasen må en sikre at produkt- og prosess-spesifikasjoner er på plass. Storproduksjonen må være tilfredsstillende, og produksjonen bør overvåkes i innledende runde for å kartlegge eventuelle problemer. For å sikre at forbrukerne får det produktet de er lovet, overvåkes og dokumenteres produktkvaliteten. Produktet må ikke slippes på markedet før alle krav er oppfylt, da kundens førsteinntrykk i stor grad avgjør produktets fremtid. Hvis produksjonen er under kontroll, kvaliteten er akseptabel og etterspørselen kan møtes uten at det går utover produktets kvalitet, kan en lansere produktet.

Etter lansering må det foretas full evaluering av hele prosessen. Dette for å ta lærdom av eventuelle feil, eller se på eventuelle forbedringer som kan implementeres i produksjon. Evaluering av prosessen bør innebære en evaluering av produktkvaliteten, kostnader og volum, forbrukerreaksjoner, respons fra konkurrenter og evaluere markedsføringen. Ved en nøye evaluering av prosessen får man svar på om produktkvaliteten er som forventet, om produksjon går som planlagt og om den overordnede hensikten med lansering av et nytt produkt har blitt møtt.

## **2.4 Reologi: Oscillerende test**

Reologi er vitenskap om deformering av stoffer. Reologi omfatter både viskøse flytegenskaper til væsker, viskoelastisk deformeringsoppførsel og elastisk deformering til faste stoffer. Flyt og deformering av et stoff avhenger av ulike parametere som temperatur, pH, mengde og konsentrasjon av faste partikler i stoffet (Mezger 1999). Viskositeten beskriver motstanden en væske har i mot å flyte, og er den kraften som må tilføres for å

overvinne den glidende friksjonen mellom nærliggende lag med væsker (SNL 2012b).

Viskositet måles i Pascalsekund, Pas.

”Amplitude sweep test” (ASV) er en oscillerende test utført ved variable amplituder med konstant frekvens og temperatur. (Mezger 2006). Testen gjøres ved å øke utslaget/amplituden logaritmisk, mens frekvensen holdes konstant. Testen blir brukt for å karakterisere materialstabiliteten. I analysen er ”lagringskoeffisient”  $G'$  og ”tapskoeffisient”  $G''$  plottet mot deformeringen. Verdien til  $G'$  er en måling av deformasjonsenergien lagret i prøven under skjærprosessen og representerer den elastiske opptreden til prøven. Verdien til  $G''$  er et mål på deformasjonsenergien brukt i prøven under skjærprosessen og deformasjonsenergien tapt til prøven etterpå, og representerer den viskøse opptreden til prøven (Mezger 2006). Ved lav deformasjon er  $G'$  og  $G''$  konstant, og prøvens struktur er uforstyrret. Denne regionen kalles lineær-viskoelastisk (LVE). Så fort koeffisienten begynner å minske, er strukturen forstyrret, og enden av LVE er nådd. Forholdet mellom de to koeffisientene gir informasjon om egenskaper til prøven (Wolf et al. 2012). Hvis  $G'$  er mye større enn  $G''$ , oppfører materialet seg som et fast stoff og deformasjoner vil hovedsakelig være elastisk, og prøven kan gå tilbake til sin originale form. Hvis  $G''$  er større enn  $G'$  har prøven egenskaper for en viskoelastisk væske. For svake geler er  $G' > G''$  i LVE-regionen (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas 2005).

Kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) merkes alltid med en stjerne for å skille det fra skjær viskositet fordi skjær viskositet ikke blir målt i en oscillerende test (Mezger 2006). Kompleks viskositet beregnes  $\eta^* = (G^*/\omega)$ , der  $\omega$  er frekvensen for svingning og  $G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2}$  (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas 2005). Kompleks viskositet defineres som en frekvens-avhengig viskositetsfunksjon som bestemmes under tvungen harmonisk svingning av skjærspenning, og inneholder både ekte og innbilte deler. Tvungen harmonisk svingning vil si en oscillerende test der kraften varierer harmonisk over tid, og både viskøse og elastiske parameter er hentet fra materialets respons (Hackley & Ferraris 2001).

Med ASV kan også flytgrensen bestemmes ved skjærpunktet mellom kurvene for  $G'$  og  $G''$  (Wolf et al. 2012).

### 3 Materialer og metoder

Før forsøket ble utført, ble det undersøkt hvordan kjernemelkpulver løste seg opp i TINE Kremost naturell. Søt kjernemelkpulver fra TINE ble tilsatt med ulike mengder til en butikkjøpt TINE Kremost naturell. 25 gram kremost ble veid opp, og mengden tilsatt kjernemelkpulver er vist i Tabell 3.1. Pulveret ble rørt inn i kremosten, og dispergeringsevne ble vurdert visuelt.

**Tabell 3.1:** Mengde kjernemelk (g/25 g kremost) tilsatt miksen.

Kjernemelkpulver (%)	g. kjernemelk
1	0,25
2	0,50
3	0,75
4	1,00

#### 3.1 Forsøksdesign

I denne oppgaven ble det fremstilt kremost, både vanlig TINE Kremost med 27 % fett og en magrere variant med ca. 20 % fett. Forsøkene ble delt i to trinn. I kremosten fra første trinn ble stabilisator erstattet med kjernemelkpulver i samme produksjonstrinn som stabilisator tilsettes i dagens produksjon. Ostemasse og myse ble separert ved bruk av kremostseparator. Denne osten hadde ca. 27 % fett. I andre trinn ble kjernemelk innblandet i ystemelka før videre fremstilling, og ostene hadde ca. 20 % fett. Ostemasse og myse ble her separert ved bruk av ultrafiltrering.

I første trinn ble forsøksdesignet lagt opp som et faktorforsøk der en undersøkte tilsetning av ulike mengder kjernemelkpulver. Kjernemelkpulver (KMP) ble tilsatt i henholdsvis 1 %, 2 %, 3 % og 4 % av total kremostostemasse. I tillegg hadde man en kontroll med stabilisator slik det gjøres i ordinær industriell produksjon, og en blindprøve med 2 % skummetmelk pulver (SKMP) av total kremostostemasse. Siden man bare kunne produsere fire batcher med ost hver dag, ble forsøket fordelt over tre dager, men alle dagene ble det brukt kremostmasse fra samme batch. Forsøksoppsettet er vist skjematisk i Tabell 3.2.

**Tabell 3.2:** Forsøksoppsett for trinn 1.

Dag	Kjernemelkpulver	Prøvekoder
I	Batch 1: 0 %, kontroll med stabilisator	I-0
	Batch 2: 1 %	I-1
	Batch 3: 2 %	I-2
	Batch 4: 0 %, blindprøve (tilsatt 2 % SKMP)	I-SK
II	Batch 1: 4 %	II-4
	Batch 2: 0 %, blindprøve (tilsatt 2 % SKMP)	II-SK
	Batch 3: 3 %	II-3
	Batch 4: 1 %	II-1
III	Batch 1: 3 %	III-3
	Batch 2: 0 %, kontroll med stabilisator	III-0
	Batch 3: 4 %	III-4
	Batch 4: 2 %	III-2

Forsøket fant sted i forsøkshallen til TINE FoU ved Måltidets Hus i Stavanger. Det ble ystet fire batcher hver dag i tre dager. Kremostene ble laget fra samme batch produsert på Tine Meieriet Vest Hardanger i Øystese, der første del av fremstillingsprosessen ble utført. Kremostemasse fra kremostseparatoren ble fordelt i spann og sendt til Måltidets Hus. Prøvekodene som er angitt i tabellen er dagen kremosten ble laget og hva som er tilsatt. Videre vil ostene omtales etter mengde kjernemelk tilsatt, og **2 % KMP** betegner kremost tilsatt 2 % kjernemelkpulver, **0 % KMP** betegner kremost som er tilsatt stabilisator og ikke kjernemelkpulver, og **2 % SKMP** betegner kremost tilsatt skummetmelk pulver i stedet for kjernemelk.

Resepten til kremostene er vist i Tabell 3.3. Mengde (gram) per 11 kg batch.

**Tabell 3.3:** Resept for de ulike kremostene, mengde (g) per 11 kg batch.

Ingredienser	0 % KMP	1 % KMP	2 % KMP	3 % KMP	4 % KMP	2 % SKMP
KMP	0	110	220	330	440	0
SKMP	0	0	0	0	0	220
Stabilisator	24,2	0	0	0	0	0
Kaliumsorbat	11	11	11	11	11	11
Salt	121	121	121	121	121	121
Vann	0	105,6	211,2	316,8	422,4	211,2
Kremostmasse	10854,8	10769	10659	10549	10439	10659

Vann ble tilsatt ostene med KMP/SKMP for å unngå økning i tørrstoff. Mengden vann ble beregnet ut i fra 96 % tørrstoffinnhold i pulveret.

I trinn 2 ble mengde kjernemelk som skulle tilsettes ystemelka beregnet ut i fra hvilke resultater som var mest lovende fra trinn 1. Kjernemelk ble tilsatt miksen tilsvarende mengde som 1 %, 1,5 % og 2 % kjernemelkpulver i trinn 1. Også her hadde man en kontroll med stabilisator. Forsøksoppsettet er vist skjematisk i Tabell 3.4.

**Tabell 3.4:** Rekkefølgen på batchene med gitte prøvekoder.

Dag	Kjernemelk	Prøvekoder
54	Batch 1: 0 %, kontroll	54-0
	Batch 2: 1.5 %	54-1.5
	Batch 3: 1 %	54-1
	Batch 4: 2 %	54-2

Ystingen fant sted på TINE FoU Kalbakken. Ystemelka ble syret i spann for hver batch, og de ulike kremostene ble alle produsert på samme dag. Prøvekodene som er angitt i tabellen er dagen kremosten ble laget og hva som er tilsatt. Videre vil ostene omtales etter prøvekode, nummeret **54-1** betegner ost som ble fremstilt dag 54 tilsatt kjernemelk tilsvarende 1 % kjernemelkpulver.

Basissammensetning av kremostmiksen er vist i Tabell 3.5. Ystemelka ble tilsatt syrekultur tilsvarende 0,1 % av total mengde, og retentatet etter ultrafiltrering ble tilsatt 0,7 % salt og 0,1 % kaliumsorbit.

**Tabell 3.5:** Resept for kremostene i trinn 2 (gram).

Ingredienser	54-0	54-1.5	54-1	54-2	
Ystemelk	Helmelk	60450	53350	53700	51350
	Kjernemelk	0	8200	4960	9740
	Fløte	17200	17900	17000	17830
Retentat	5000	5840	4400	4200	
Kaliumsorbit	5	5,84	4,4	42	
Salt	35	40,88	30,8	29,4	

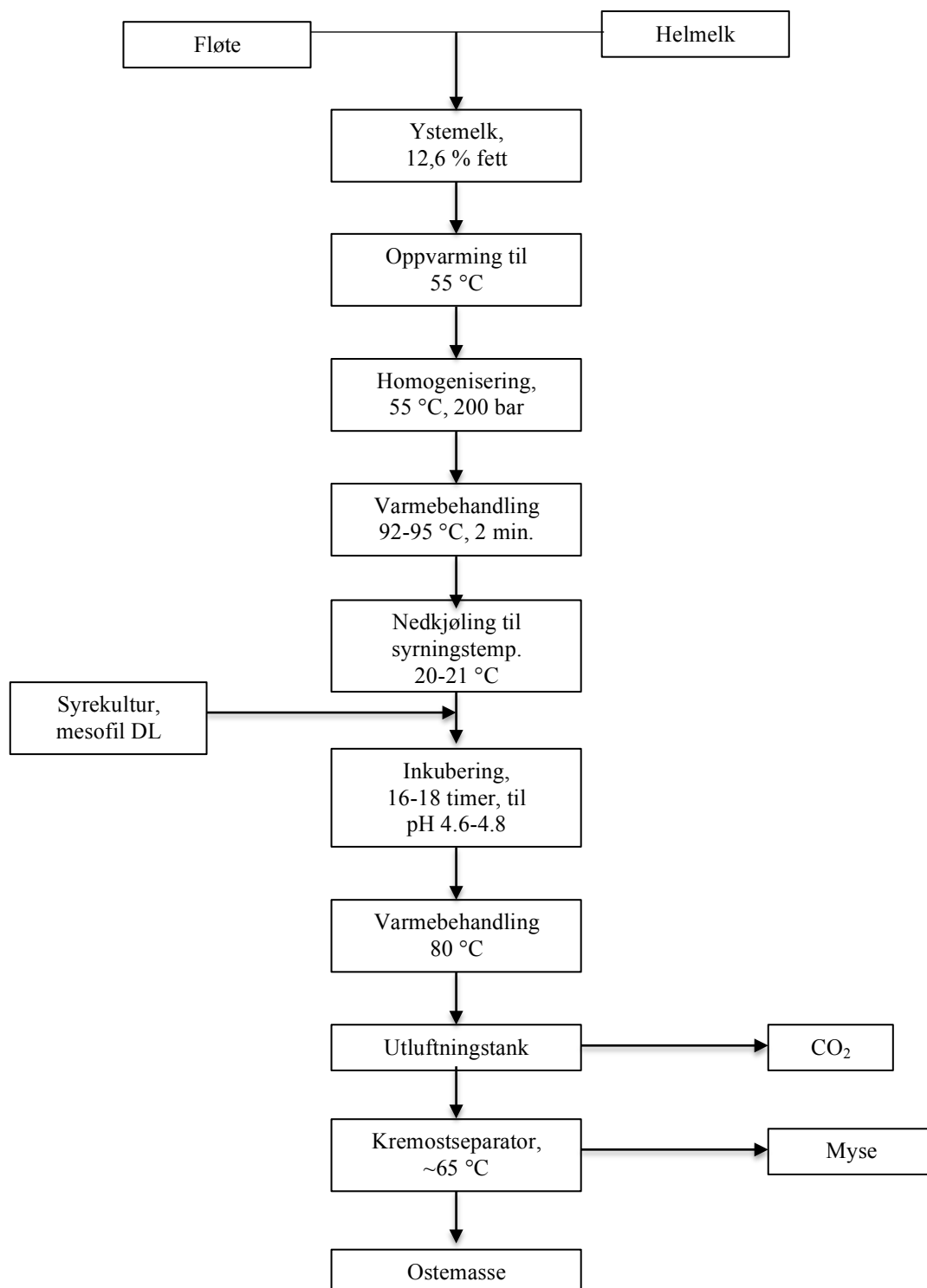
Ystemelka inneholdt ca. 12 % fett etter helmelk, kjernemelk og fløte var blandet sammen. Ostene fra begge trinn ble tilsatt kaliumsorbit for å unngå muggvekst under lagring.

## 3.2 Produktfremstilling

### 3.2.1 Trinn 1

På grunn av manglende utstyr i forsøkshallen ved Måltidets Hus, foregikk produksjonsprosessen for trinn 1 først ved Tine Meieriet Vest Hardanger i Øystese.

Ostemasse ut av kremostseparatoren ble overført til 10 kilos spann og sendt til Måltidets Hus for videre prosessering. Figur 3.1 viser produksjonsprosessen utført i Øystese.



Helmelk og fløte blandes på tank til ønsket fettprosent (12,6 %) og varmes opp til homogeniseringstemperatur (55 °C). Ystemelka homogeniseres ved 200 bar, og varmebehandles ved 92-95 °C i 2 minutt. Den høye varmebehandlingen gjøres for å felle ut myseprotein for økt utbytte og vannbinding. Miksen blir deretter kjølt ned til syrningstemperatur, ca. 20-21 °C, og tilsatt en mesofil DL-kultur (DVS) og syrnert i 16-18 timer, eller til pH 4.6-4.8. Den syrefelte ostemassen blir varmebehandlet ved 80 °C for å drepe melkesyrebakteriene som er tilsatt, og dermed stoppe syrningsprosessen, i tillegg til å skape syre/varmefelling av kaseinet. Ostemassen kjøres til utluftningstank for å fjerne CO<sub>2</sub> dannet under fermenteringsprosessen og deretter til kremostseparatoren. Kremostseparatoren (Westfalia type KSA 6-01-076, kapasitet 300- 750 kg/t., kjøres vanligvis på ca. 560 kg/t.) skiller myse fra osten. Osten fylles i 10 liters spann og sendes til Måltidets Hus.

For fremstilling av kremost ved Tine Meieriet Hardanger benyttes DVS-kultur. Det er en mesofil DL-kultur levert av både Chr. Hansen og Danisco Nordic A/S. Hvilken leverandør som benyttes byttes på for å unngå bakteriofagangrep, og det brukes enten Probat 505, Chr. Hansen CHN 11 eller CHN 19. Syrekulturen består av *Lactococcus (L.) lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* og *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

De ulike ingrediensene som ble brukt ved fremstilling av kremostene i første trinn er vist i Tabell 3.6.

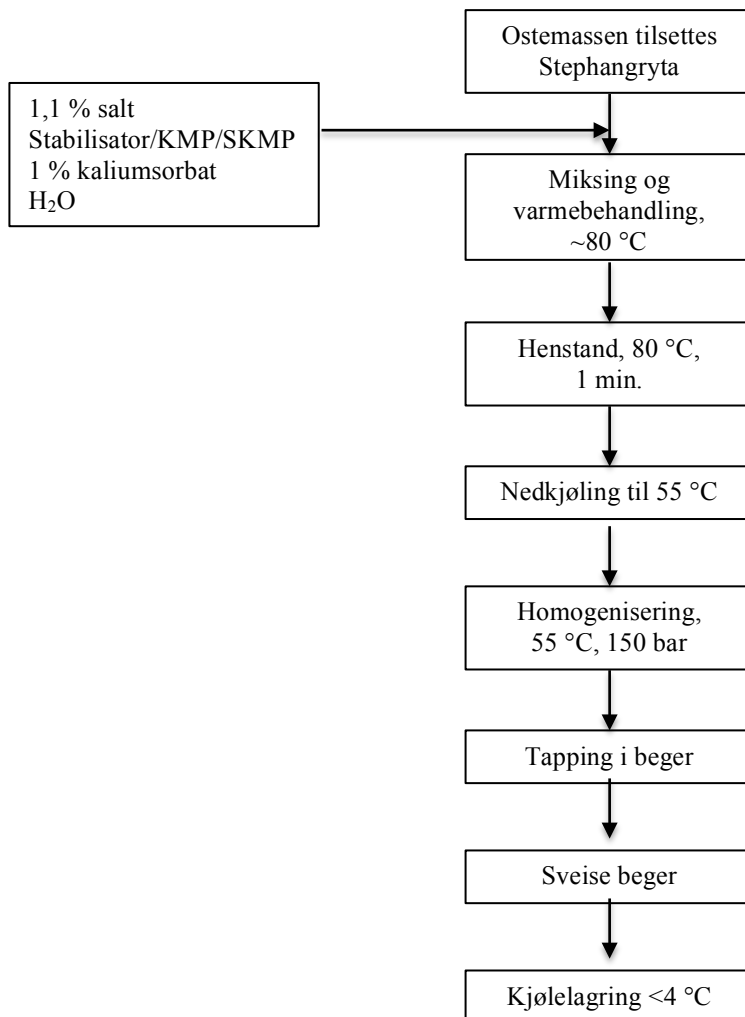
**Tabell 3.6:** Ingredienser brukt i kremostene, trinn 1.

<b>Ingrediens</b>	<b>Leverandør</b>
Kremostmasse	Tine Meieriet Hardanger, Øystese
Kjernemelkpulver	Tine Meieriet Brumunddal
Skummetmelk pulver	Tine Meieriet Brumunddal
Stabilisator	TINE Gourmet +, Danisco
Syrekultur	Chr. Hansen/Danisco Nordic AS
Kaliumsorbat	Produsent: Nutrinova Sorbates, Leverandør: IMCD
Salt	Ukjent

Alle ingrediensene som ble brukt var fra samme produksjon. Kjernemelkpulver og skummetmelk pulver kom i 25 kg sekk. Stabilisator ble levert av Tine Meieriet Ørsta, som fikk stabilisatoren tilsendt fra Danisco og heter TINE Gourmet +. Stabilisatorblandingen

bestod av E410: Johannesbrødkjernemel og E412: Guarkjernemel i tillegg til natriumklorid. Leverandøren oppgir ikke forholdet mellom E410 og E 412 i blandingen (databled ligger i vedlegg 11).

Fremstillingsprosessen var i utgangspunkt lik for alle batchene produsert de tre dagene. Det generelle flytskjemaet over fremstillingsprosessen utført ved Måltidets Hus er vist i Figur 3.2.



**Figur 3.2:** Flytskjema for trinn 1 fremstilt av tilsendt ostemasse fra Tine Meieriet Øystese

Spann med ostemasse ble på forhånd satt i vannbad for å løsne ostemassen fra spannet. Mengde av tilsetninger ble beregnet for hver batch og veid opp ut i fra hvor mye ostemasse som ble tilsatt Stephangryta. Det ble veid opp ca. 11 kg ostemasse per batch. Ostemassen ble blandet sammen med kjernemelkpulver/sk.melkpulver/stabilisator, salt, kaliumsorbit og eventuelt vann i Stephangryta. Blanding ble varmet opp med langsomt rørverk til 80 °C, og ble holdt ved denne temperaturen i ca. 1 minutt. Deretter ble blandingen kjølt ned til



homogeniseringstemperatur, og overført via spann til homogenisatoren (Rannie Copenhagen Homogenisator). Homogenisering ble utført ved 55 °C i 150 bar. Den ferdige kremosten ble deretter tappet direkte fra homogenisatoren til beger og plastikk ble sveiset fast i en Dyno sveisemaskin (180 °C) som lokk. Ostene ble dekket av aluminiumsfolie og kjølelagret. Utstyret ble vasket mellom hver batch.

### 3.2.2 Trinn 2

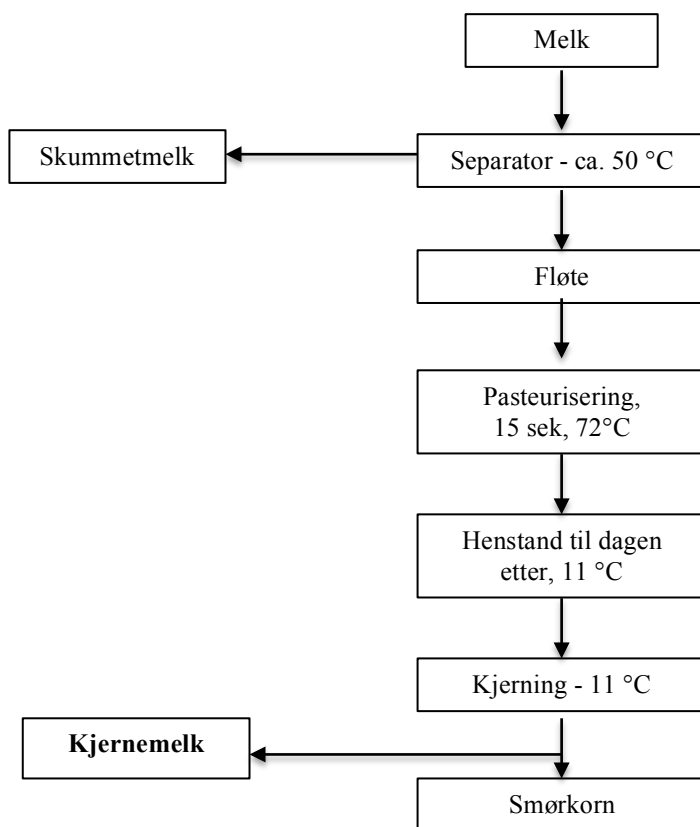
Kremost i trinn 2 ble laget i pilotanlegget til Tine FoU Kalbakken. Blandingen mellom helmelk, fløte og kjernemelk skulle gi ystemelk med ca. 12 % fett. Dette måtte tilpasses etter ønsket mengde kjernemelk, som skulle tilsvare 1, 1,5 og 2 % kjernemelkpulver fra trinn 1. Endelig fettinnhold på kremosten skulle være 20 %, og tørrstoffinnholdet ca. 30 %, og myse skulle separeres fra ostemassen ved bruk av ultrafiltrering. En oversikt over ingredienser brukt i trinn 2 er presentert i Tabell 3.7.

**Tabell 3.7:** Ingredienser brukt i kremostene, trinn 2.

<b>Ingrediens</b>	<b>Leverandør</b>
Kjernemelk	Laget i pilotanlegget ved Universitetet for miljø og biovitenskap
Helmelk	Tine Meieriet Oslo
Fløte	Tine Meieriet Oslo
Syrekultur	Chr. Hansen CHN 19, frysetørket DVS-kultur
Stabilisator	Grindsted BK 168, Danisco
Kaliumsorbat	Produsent: Nutrinova Sorbates, Leverandør: IMCD
Salt	Ukjent

Beregning av mengde fløte, melk og kjernemelk for ønsket fett- og tørrstoffinnhold er vist i vedlegg 3.

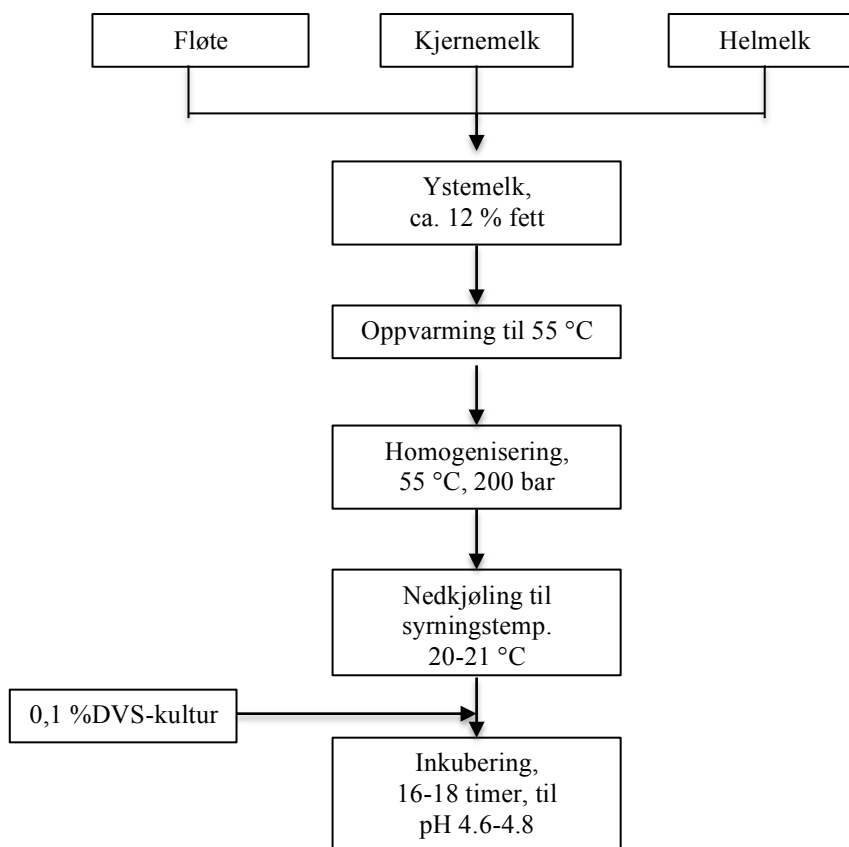
Kjernemelk ble fremstilt ved pilotanlegget ved Universitetet for miljø og biovitenskap dagen før syring av melken, og prosessen er vist i flytskjemaet i Figur 3.3.



**Figur 3.3:** Flytskjema for fremstilling av kjernemelk

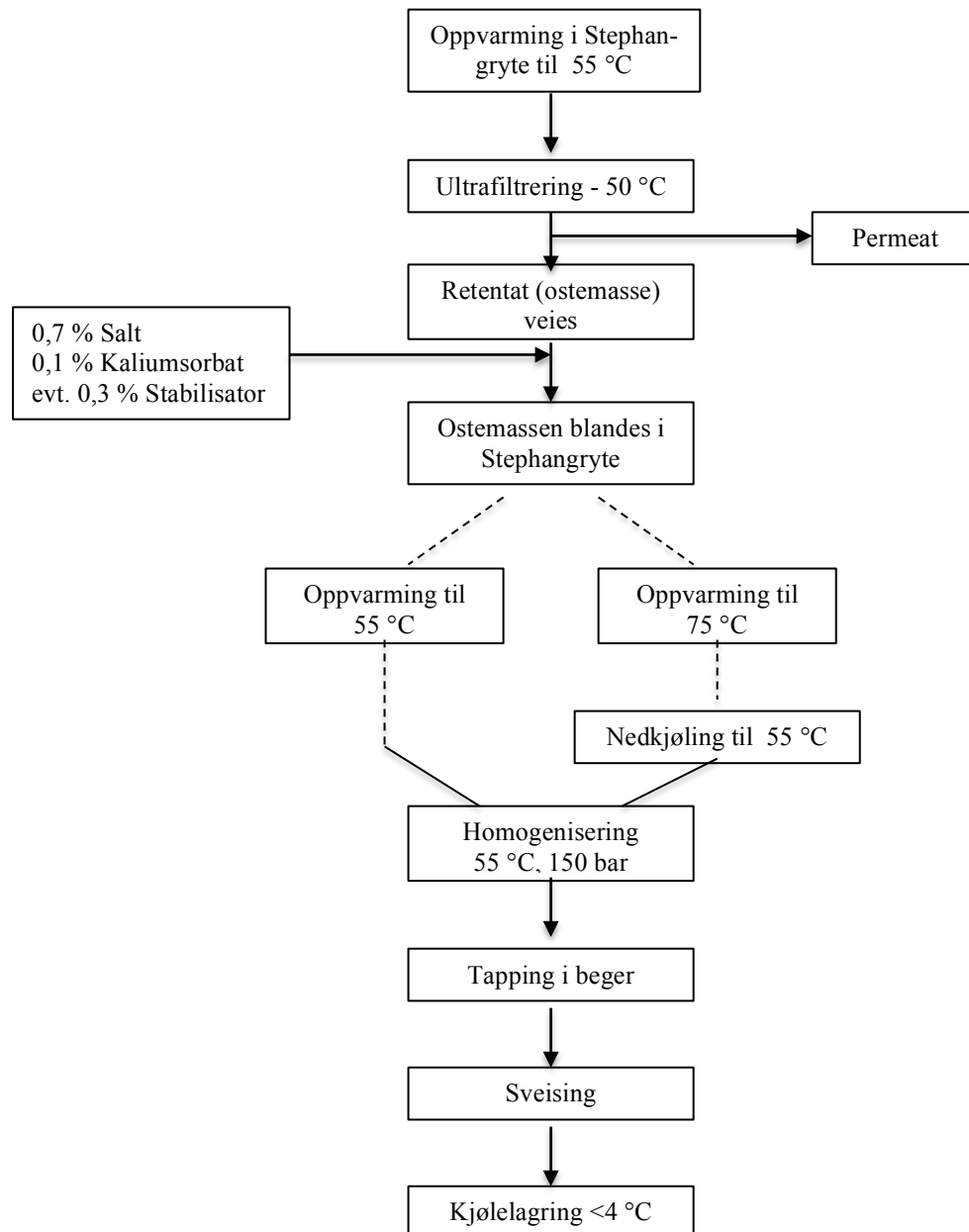
En Silkeborg kjerne ble steamet og deretter nedkjølt før fløten (76,5 kg) ble tilsatt. Fløten hadde blitt lagret ved 11 °C siden dagen før. Kjerning foregikk ved 1400 r/m på ”hurtig” i 30 minutter før det ble dannet smørkorn. Totalt fikk man 41,79 kg søt kjernemelk.

Ved Tine FoU Kalbakken ble melkeblanding per batch fordelt på tre spann, hvor 0,1 % frysetørket DVS-kultur (CHN-19) ble tilsatt for syring til pH 4,6-4,8. Syrekultur ble tilsatt ved ulike tidspunkt for de forskjellige batchene etter når de skulle ystes videre dagen etter. Flytskjema for denne prosessen er vist i Figur 3.4.



**Figur 3.4:** Flytskjema for prosessen frem til inkubering, trinn 2.

Dagen etter ble pH i de ulike spannene målt, og pH varierte noe mellom de tre spannene for hver batch. Syring tok lenger tid enn først antatt, og videre prosess på batchene startet i et pH-intervall mellom 4.6 – 4.9, se kap 4.2.1. De siste trinnene for fremstilling av kremosten er vist i Figur 3.5.



Figur 3.5: Flytskjema over siste prosesstrinn fra trinn 2.

Etter pH var registrert i de ulike spannene fra hver batch, ble det varmet opp til 55 °C i ei Stephan-gryte, og deretter overført til spann. Et spann hadde nøyaktig 30 kg melkeblending, og resten ble fordelt i andre spann. Stephan-gryta ble spylt og vasket. Først ble spannet med 30 kg melkeblending tilsatt balanse-kassen til UF-anlegget, deretter resten. I dette forsøket ble det benyttet en membranmodul av typen M37 med 4,5 m<sup>2</sup> filterflate. Membranen var av typen M37-GR60PP. M37 er designet for ultrafiltrering og mikrofiltrering av produkter med høy viskositet. Modellen er utviklet til å møte fremtidige krav for optimalisert flyt, lavt energiforbruk og lavtrykk operasjon. Membranen er spesielt passende for bl.a. konsentrering av fermenterte meieriprodukter (AlfaLaval 2012). Retentatet ble samlet i spann. Retentatet ble

veid opp for å beregne mengde salt, kaliumsorbat og eventuelt stabilisator før det igjen ble varmet i Stephan gryta. Stabilisator Grindsted BK 168 fra Danisco er beregnet til bruk i lavfett kremost for å gi en kremet og fettaktig munnfølelse. Den inneholder E412, E415: Xanthan gum og E407: karragenan (databled ligger i vedlegg 11). Ostene med kjernemelk ble varmet til 55 °C, mens ostene med stabilisator ble varmet til 75°C for å aktivere stabilisatoren. Ostemassen ble homogenisert (55 °C, 150 bar) og fordelt i beger som deretter ble sveiset igjen og kjølelagret.

### **3.3 Analyser**

For begge forsøksstrinn ble det utført analyser av ferskost, etter lagring ved ulike temperaturer (henholdsvis 4, 8 og 12 °C) i 5 uker og etter 7 ukers lagring ved 4 °C. I tillegg ble ostenes vannbindingsevne vurdert på oster lagret ved 4 °C i to uker, og etter lagring ved ulike temperaturer etter 5 uker. Kremostmassen fra trinn 1 ble også analysert. For hvert uttak ble det benyttet et nytt beger med kremost (200/125 g beger).

#### **3.3.1 Kjemiske og biokjemiske analyser**

Kjemiske analyser ble utført i ferskost og etter henholdsvis 5 og 7 ukers lagring. Under produktfremstilling ble det utført analyse på fettinnhold og tørrstoff av ostemassen tilsendt fra Tine Meieriet Hardanger i trinn 1.

##### **3.3.1.1 pH**

Det ble utført pH-målinger rett etter produksjon og etter 2 uker, for oster som var lagret ved ulike temperaturer i 5 uker og på oster lagret i 7 uker. pH ble i tillegg målt i ostene brukt ved sensorisk analyse. pH-meter av merke PHM210 (Meterlab® Radiometer Analytical SAS, Frankrike) ble benyttet, og ble kalibrert ved temperatur 22 °C. Kalibrering av pH-meteret ble utført i henhold til brukermanualen med bufferløsninger (pH 4,01 og 7,00) ved 22 °C. pH ble målt ved å veie inn 25 gram ost i et ola-beger. Prøven sto i romtemperatur i 30 minutt og pH ble lest av når elektroden hadde stabilisert seg.

##### **3.3.1.2 Tørrstoff**

Tørrstoffinnhold i prøvene ble bestemt i ferskost. Målingen ble utført i henhold til Standard 4 (IDF 2004) med bruk av sand.

### **3.3.1.3 Fettinnhold**

Bestemmelse av fett i osten ble utført på ostemasse fra TINE Meieriet Hardanger før videre ysting (trinn 1) og ferskost i trinn 1 og 2 i henhold til Standard 5B (IDF 1986).

### **3.3.1.4 Høytrykks væskekromatografi (HPLC)**

Bestemmelse av organiske syrer og karbohydrater ble utført ved hjelp av høytrykks væskekromatografi (HPLC) i henhold til Marsili et al. (1981). Noen endringer ble gjort: 2 gram kremost ble tilsatt ionebyttet H<sub>2</sub>O (5 ml), 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, (0,7 ml) og acetonitril (20 ml). Blandingen ble ristet i minst 30 minutt og sentrifugert ved 7000 rpm i 15 min. Supernatanten ble trekket opp med en 10 ml sprøyte og ført gjennom et filter (0.2 µm) i et prøveglass med septa og plastkork.

Det ble analysert kremoster lagret i en uke ved 4 °C, etter lagring ved ulik temperatur i 5 uker og etter 7 uker ved 4 °C lagring.

### **3.3.1.5 Headspace gasskromatografi (HSGC)**

For å finne mengder av flyktige aromakomponenter som acetaldehyd og diacetyl, ble det utført en headspace gasskromatografi i henhold til Narvhus et al. (1998). Det ble analysert av ferskost (7 dager gammel), etter lagring ved ulik temperatur i 5 uker og etter 7 uker ved 4 °C lagring.

## **3.3.2 Sensoriske analyser**

Sensorisk evaluering av kremostene ble utført på oster som var 1 uke gamle og etter 7 ukers lagring ved kjøletemperatur. Ostene ble bedømt ved hjelp av hedonisk bedømmelse (poengbedømmelse). En hedonisk poengbedømmelse blir utført av trenede dommere for å bestemme ostens kvalitet. Prøver ble stilt ut, og parametere konsistens, lukt/smak og hovedpoeng (helhetsinntrykk) ble bedømt.

En poengskala fra 0 til 5 ble benyttet, der 5 var best. Halve poengsum kunne benyttes, og man hadde da i praksis en 11 poengs skala.

Skalaen ble definert slik:

5 poeng:	Utmerket kvalitet
4 poeng:	Meget god kvalitet
3 poeng:	God kvalitet
2 poeng:	Mindre god kvalitet
1 poeng:	Dårlig kvalitet
0 poeng:	Meget dårlig kvalitet

Egenskapsbedømmelsen ble bedømt av 2-3 trenede hvitostdommere, som bedømte osten uavhengig av hverandre. Hver dommer førte egen bedømmelsesliste, og ble servert kodete prøver. Ved gitt karakter under 3 ble det anført feilanmerkninger. Feilnomenklatur for kremost ligger i vedlegg 9.

### 3.3.3 Oscillerende test - ”Amplitude sweep test”

For å utføre testen, ble det benyttet en Physica MCR 301 fra Anton Paar. Proben var av typen PP50/P2 med en diameter på 49,971 mm. Målesystem var innstilt med gap på 1,000 mm. For noen prøver ble et annet gap benyttet, da det ikke var mulig å måle ved 1,000 mm for disse prøvene fordi proben ville ikke stille seg inn, og en oversikt er vist i Tabell 3.8.

**Tabell 3.8:** Avstanden mellom platen og proben (gap) i mm for de ulike prøvene.

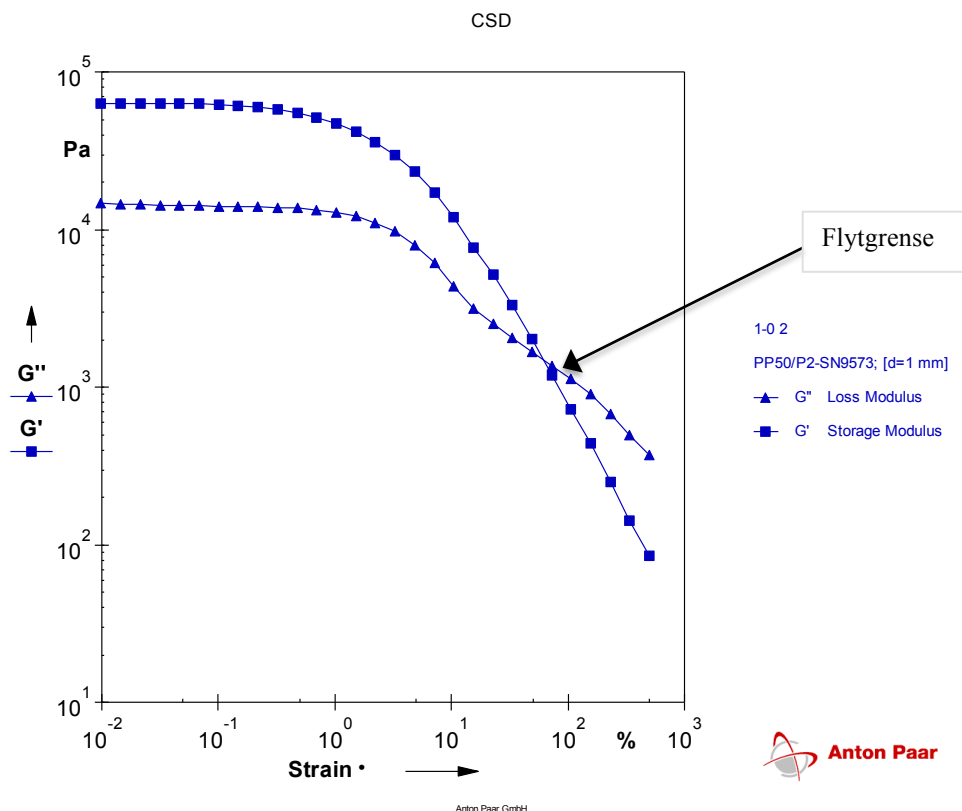
<b>Prøve</b>	<b>Gap (mm)</b>
II-4	1,000
III-0	1,000
I-SK	1,000
III-4	1,000
III-2	1,000
II-3	1,000
III-3	1,000
II-SK	1,000
I-0	1,000
II-1	1,000
54-0	1,000
54-2	1,000
Philadelphia	1,750
TINE Kremost	2,000
I-2	1,000
I-0	2,000

Andre innstillinger for metoden:

- Number of Data Points: 29
- Set variabel: Strain
- Amplitude gamma: log økning fra 0,01 % til 500 %. Slope: 5,958752657 pt./dec
- Angular Frequency omega: 10 1/s

Testen ble utført ved 4 °C ved en to-plate modell. Kremost, ca. 1 ts i mengde, ble plassert midt på den nedre platen, og proben utgjorde den øvre platen. Proben stabiliserte seg ved et bestemt gap (1,000-2,000 mm). Det ble foretatt minst tre paralleller for alle prøvene for mest mulig nøyaktige målinger.

Figur 3.6 illustrerer en kurve fra amplitude sweep test. I resultatene presenteres kremostenes startpunkt, flytgrense og sluttpunkt. Flytgrensen er vist i figuren. I resultatbehandlingen ble flytgrenseverdien valgt som det nærmeste målte punktet etter at linjene krysser hverandre. Flytgrenseverdien er ikke beregnet.



Figur 3.6: Kurve fra amplitude sweep test med definert flytgrense.



### **3.3.4 Vannbindingsevne**

Kremostenes vannbindingsevne ble vurdert etter 2 ukers lagring ved 4 °C og etter fem ukers lagring ved henholdsvis 4, 8 og 12 °C. Vannbindingsevne ble målt ved å temperere prøven til romtemperatur (ca. 21 °C), og deretter ble prøven (ca. 50 g) overført til en osteform med en sil som bunn. Osteformen var satt i en trakt plassert i en målesylinder. Osteformen ble dekket med aluminiumsfolie, og prøven ble lest av etter 19 timer.

### **3.3.5 Mikrobiologisk analyse**

Det ble foretatt analyse av *Enterobacteriaceae* i ferske kremoster. Metoden benyttet for denne analysen er gitt av NMKL (2005).

### **3.3.6 Statistisk analyse**

For å undersøke effekten av mengde kjernemelkpulver tilsatt og effekten av lagring ved ulike temperatur og tid, ble det utført variansanalyse i Minitab. Variansanalysen ble utført ved hjelp av General Linear Model (GLM). Hvor stor sannsynlighet for forkastningsfeil man godtar, kalles testens signifikanssannsynlighet og angis som p-verdien. Det er signifikant effekt av forsøksfaktorene hvis p-verdien er <0,05, som betyr at det er med 95 % sikkerhet at det er forskjell mellom prøvene og grunnlag for å forkaste nullhypotesen. Forsøksfaktorene ”mengde kjernemelk”, ”lagringstid” og ”lagringstemperatur” ble undersøkt med hensyn på pH-verdi, tørrstoffinnhold, fettinnhold og innhold av flyktige aromakomponenter, karbohydrater og organiske syrer.

## 4 Resultater

I følgende kapittel presenteres resultatene fra alle analysene som ble gjennomført under forsøkene, på fersk ost og etter lagring ved ulike temperaturer (4, 8 og 12 °C) og tid (1, 5 og 7 uker). Resultatene er presentert som tabeller og figurer som viser nivåer og trender fra de ulike målingene. Resultatene er delt inn i forsøksstrinn 1 og 2 for en bedre oversikt.

I forforsøket ble det ble undersøkt hvordan kjernemelkpulver løste seg opp i TINE Kremost naturell. Resultatene viser at kjernemelkpulveret løste seg opp ved alle nivåer som ble tilsatt.

Innholdet av *Enterobacteriaceae* ble undersøkt i alle ostene samme dag som produksjon, og resultatene viste ingen vekst (<1 cfu/ml) i kremostene. Fra trinn 2 ble det observert muggvekst på overflaten etter lagring i 5 og 7 uker.

### 4.1 Trinn 1

#### 4.1.1 Kjemiske resultater

Spann med kremostmasse ble tilsendt fra Tine Meieriet Hardanger, og ostemassens pH, tørrstoff, fettinnhold og fett i tørrstoff (F/TS) ble målt. Resultatet er presentert i Tabell 4.1

Tabell 4.1: pH, tørrstoff, fettinnhold og fett i tørrstoff (FT/T) målt av kremostmassen.

	pH	Tørrstoff (%)	Fettinnhold (%)	F/TS (%)
Kremostmasse	4,78	40,9	28,4	69,44

Forventet fettinnhold i TINE Kremost er 27 %, tørrstoff på 39 % og pH skal ligge mellom pH 4.6 – 4.8. Tabell 4.1 viser at fett- og tørrstoffinnholdet i ostemassen er litt høyt.

Kjemiske analyser ble utført på ferske oster og etter lagring. Tørrstoff- og fettinnhold ble undersøkt i ferske oster, og ostenes pH og vannbindingsevne ble undersøkt både på ferske oster og på oster lagret ved ulik temperatur og tid.

For å undersøke effekten av mengde kjernemelkpulver tilsatt og effekten av lagring ved ulik temperatur og tid, ble det utført variansanalyse i Minitab. Tabell 4.2-4.3 under viser

forsøksfaktorenes innvirkning på responsene som ble testet. Verdien oppgitt er gjennomsnittsverdien for ostene med samme mengde tilsatt KMP eller SKMP. Bokstaven knyttet til gjennomsnittsverdien forteller om prøvene er like (samme bokstav) eller signifikant forskjellige (ulik bokstav).

**Tabell 4.2:** Effekt av kjernemelk på ostens sammensetning (gjennomsnitt for hver faktor). Responser der mengde kjernemelk viste signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) er markert med ulik bokstav og det betyr at kremostene er signifikant forskjellige. Laktose og galaktose er oppgitt i mmol/kg.

<b>Respons</b>	<b>0 % KMP</b>	<b>1 % KMP</b>	<b>2 % KMP</b>	<b>3 % KMP</b>	<b>4 % KMP</b>	<b>2 % SKMP</b>
Tørrstoff (%)	40,2	40,8	40,3	40,5	40,6	40,4
Fettinnhold (%)	28,4 <sup>a</sup>	28,6 <sup>a</sup>	28,3 <sup>a</sup>	27,4 <sup>b</sup>	26,7 <sup>c</sup>	28,4 <sup>a</sup>
FMD (%)	70,81 <sup>a</sup>	70,17 <sup>a</sup>	70,14 <sup>a</sup>	67,81 <sup>b</sup>	65,98 <sup>c</sup>	70,15 <sup>a</sup>
pH	4,88 <sup>d</sup>	4,91 <sup>c</sup>	5,03 <sup>bc</sup>	5,08 <sup>ab</sup>	5,12 <sup>a</sup>	5,05 <sup>ab</sup>
Laktose	72,30 <sup>e</sup>	85,23 <sup>d</sup>	94,10 <sup>c</sup>	102,87 <sup>b</sup>	111,84 <sup>a</sup>	91,83 <sup>c</sup>
Galaktose	1,22	1,17	1,17	1,32	1,34	1,27

Tabell 4.2 viser at tørrstoffinnholdet til alle ostene var ca. 40 %. Ostene med 1 % KMP hadde høyest tørrstoffinnhold på 40,8 %, mens lavest tørrstoffinnhold ble observert i ostene med 0 % KMP på 40,2 %. Variansanalysen viste ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene på tørrstoffinnholdet. Det fremgår i tabellen at fettinnholdet og F/TS i ostene med 3 og 4 % KMP var signifikant ulikt hverandre, og de andre ostene. Fettinnholdet og F/TS i ostene varierte noe, og høyest fettinnhold ble observert i prøvene tilsatt 1 % KMP. Trenden ser ut til å være at fettinnholdet synker med mengden pulver som tilsettes, der ostene med 3 og 4 % KMP hadde lavest fettprosent.

pH varierte noe mellom ostene, der ostene tilsatt 4 % KMP hadde høyest pH-verdi. Ostene med 3 % KMP og 2 % SKMP var ikke signifikant ulike ostene med 4 % KMP og 2 % KMP. Lavest pH hadde ostene med 0 og 1 % KMP, som var signifikant ulik de andre ostene og hverandre.

Det fremgår i tabellen at laktoseinnholdet varierte mellom ostene, og høyest innhold var i ostene med 4 % KMP, etterfulgt av 3 % KMP. Trenden er at desto mer pulver tilsatt, jo høyere innhold av laktose. Variansanalysen viste ingen signifikant effekt av mengde kjernemelk på galaktoseinnholdet i ostene.

Tabell 4.3 viser hvordan lagringstiden hadde signifikant effekt på pH, laktose og galaktose.

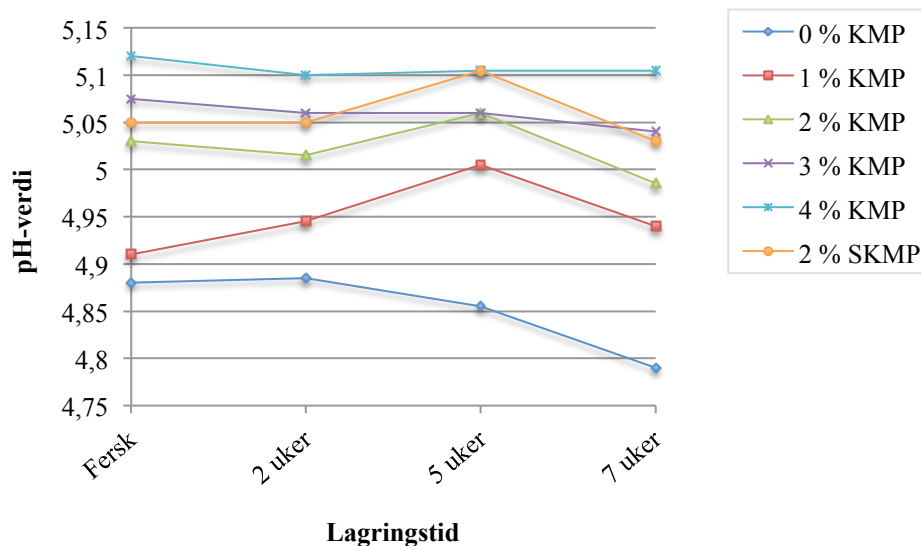
**Tabell 4.3:** Effekt av lagringstid på laktose og galaktose. Responser der lagringstid viste signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) er markert med ulik bokstav.

Respons	Fersk	5 uker	7 uker
Laktose (mmol/kg)	93,0	92,0	93,3
Galaktose (mmol/kg)	224,8 <sup>b</sup>	236,0 <sup>b</sup>	262,9 <sup>a</sup>

Det fremgår i Tabell 4.3 at lagringstiden hadde en signifikant effekt på innholdet av galaktose i ostene og at det var signifikant forskjell mellom ostene lagret i 5 uker og 7 uker.

Galaktoseinnholdet var signifikant høyere for uke 7.

Figur 4.1 viser utviklingen av pH i ostene fra fersk til lagring i 7 uker ved 4 °C. Lagringstiden viste signifikant effekt på pH, der pH var lavere etter lagring og høyest etter 5 uker.



**Figur 4.1:** pH-utvikling i ostene, lagret ved 4 °C fra fersk til lagring i 2, 5 og 7 uker, med innhold av kjernemelkpulver (KMP) og skummetmelk pulver (SKMP).

Det fremgår av Figur 4.1 at pH endret seg noe under lagring. Trenden var at pH økte med økt mengde KMP og SKMP, der osten med stabilisator hadde lavest pH, etterfulgt av ost med 1 % KMP. Ostene med 2 % KMP og 2 % SKMP er tilsatt lik mengde pulver, og har relativt lik pH som fersk. Ostene tilsatt 1 og 2 % KMP og 2 % SKMP hadde noe høye pH i uke 5, men lavere pH som de andre ostene i uke 7. Størst senkning av pH forekom i osten som var tilsatt stabilisator (0 % KMP). Kremost med 1 % KMP hadde en svak økning i pH etter 7 uker.

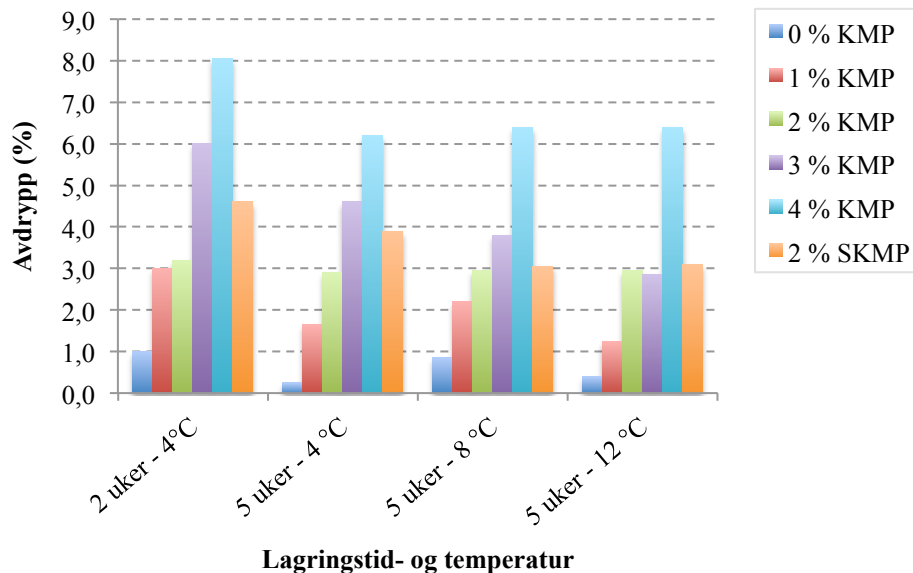
Ved hjelp av variansanalyse ble det også undersøkt om lagringstemperaturen hadde en signifikant effekt på pH-verdi og karbohydratinnholdet, og resultatet er vist i Tabell 4.4.

**Tabell 4.4:** Effekt av lagringstemperatur på laktose og galaktose. Ostene var lagret ved henholdsvis 4, 8 og 12 °C i 5 uker. Respons der lagringstemperatur viste signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) er markert med ulik bokstav.

Respons	4 °C	8 °C	12 °C
Laktose (mmol/kg)	92,0	92,3	91,0
Galaktose (mmol/kg)	1,3 <sup>b</sup>	1,3 <sup>b</sup>	1,7 <sup>a</sup>

Tabell 4.4 viser at lagringstemperaturen kun hadde signifikant effekt på innholdet av galaktose, som var høyest ved 12 °C, og lavest ved 4 °C.

Vannbindingsevne, eller avdrypp, ble målt for å se om forsøksfaktorene hadde innvirkning på ostens vannbindingsevne. Avdrypp ble målt etter lagring i to uker, og etter lagring ved ulik temperatur i 5 uker, og resultatene er presentert i Figur 4.2.



**Figur 4.2:** Ostens vannbindingsevne med ulik mengde kjernemelkpulver (KMP) eller skummetmelk pulver (SKMP) og lagring ved ulik temperatur. Avdrypp er gitt i prosent (%).

Det fremgår fra Figur 4.2 at mengde kjernemelk i ostene påvirket vannbindingsevnen, og variansanalysen viste at mengde kjernemelk hadde signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) på kremostenes vannbindingsevne. Ostene tilsatt 4 % KMP hadde størst avdrypp uavhengig av temperatur og tid. Avdryppet var også høyt for ostene tilsatt 3 % KMP og 2 % SKMP. Ostene tilsatt stabilisator (0 % KMP) gav lavest avdrypp, etterfulgt av ostene med 1 % KMP. Figuren viser at ostene tilsatt 2 % KMP hadde bedre vannbindingsevne enn ostene tilsatt 2 % SKMP, spesielt ved 4 °C.

I følge Figur 4.2 hadde lagringstiden også en effekt på vannbindingsevnen, og variansanalysen viste at lagringstiden hadde signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) på kremostenes vannbindingsevne. Ostene lagret i 5 uker hadde noe lavere avdrypp enn oster som var lagret i 2 uker. Størst forskjell var det for ostene tilsatt 4 % KMP, der avdryppet var betydelig større etter 2 uker sammenlignet med 5 uker. Figuren indikerer at det var trend med at jo mer tilsatt KMP, desto større avdrypp.

Variansanalysen viste ingen signifikant effekt av temperatur på kremostenes vannbindingsevne. Det fremgår fra Figur 4.2 at lagringstemperaturen ikke påvirket prøvene i stor grad, men størst variasjon forekom i ostene tilsatt 3 % KMP (ca. 1,8 % forskjell fra 4 til 12 °C). For ostene med stabilisator (0 % KMP) og 1 % KMP var avdryppet størst ved 8 °C. For ostene med 2 og 4 % KMP var avdryppet likt uavhengig av temperatur. Både ostene med 3 % KMP og 2 % SKMP hadde størst avdrypp ved 4 °C.

#### 4.1.2 Biokjemiske resultater

Osternes innhold av organiske syrer og flyktige aromakomponenter ble undersøkt, og rådataene er i vedlegg 1. Det ble undersøkt om forsøksfaktorene ”mengde kjernemelk”, ”lagringstid og ”lagringstemperatur” hadde en signifikant effekt på innholdet av organiske syrer og flyktige aromakomponenter.

##### 4.1.2.1 Organiske syrer

Mengde kjernemelk viste signifikant effekt på innholdet av noen organiske syrer i ostene, og resultatet er presentert i Tabell 4.5.

**Tabell 4.5:** Innhold av organiske syrer avhengig av mengde kjernemelk. Signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) er markert med ulike bokstaver. Organiske syrer er oppgitt i mmol/kg.

Respons	0 % KMP	1 % KMP	2 % KMP	3 % KMP	4 % KMP	2 % SKMP
Sitronsyre	2,78 <sup>e</sup>	3,68 <sup>d</sup>	4,60 <sup>c</sup>	5,46 <sup>b</sup>	6,30 <sup>a</sup>	4,56 <sup>c</sup>
$\alpha$ -ketoglutarsyre	0,10 <sup>d</sup>	0,10 <sup>cd</sup>	0,11 <sup>bcd</sup>	0,12 <sup>b</sup>	0,14 <sup>a</sup>	0,11 <sup>bc</sup>
Orotinsyre	0,30 <sup>e</sup>	0,34 <sup>d</sup>	0,39 <sup>c</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,46 <sup>a</sup>	0,39 <sup>c</sup>
Ravsyre	1,04 <sup>d</sup>	1,10 <sup>d</sup>	1,27 <sup>c</sup>	1,45 <sup>b</sup>	1,60 <sup>a</sup>	1,32 <sup>c</sup>
Melkesyre	53,99 <sup>a</sup>	53,83 <sup>ab</sup>	52,44 <sup>bc</sup>	50,60 <sup>c</sup>	49,37 <sup>d</sup>	50,34 <sup>c</sup>
Urinsyre	0,27	0,28	0,28	0,30	0,30	0,28
Eddiksyre	6,66	6,57	6,59	6,53	6,47	6,52

Det fremgår fra Tabell 4.5 at mengde kjernemelk i ostene hadde signifikant effekt på

innholdet av sitronsyre,  $\alpha$ -ketoglutarsyre, orotinsyre, ravsyre og melkesyre. Trenden for organiske syrer er at ostene tilsatt 2 % KMP og 2 % SKMP er signifikant like, og at ostene ellers varierer etter mengden kjernemelk tilsatt. Innholdet av organiske syrer økte med mengden pulver tilsatt, der ostene med 4 % KMP hadde høyest innhold og ostene med 0 % KMP har lavest. Unntaket er for mengden melkesyre i ostene, der ostene med 4 % KMP hadde lavest innhold av melkesyre, og ostene med 0 % KMP hadde høyest.

Tabell 4.6 viser hvordan lagringstiden påvirket de organiske syrene.

**Tabell 4.6:** Effekt av lagringstid på organiske syrer (gjennomsnitt av kremostene). Responser der lagringstid viste signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) på innholdet av organiske syrer er markert med ulike bokstaver. Organiske syrer er oppgitt i ppm.

Respons	Fersk	5 uker	7 uker
Sitronsyre	876,7 <sup>b</sup>	881,3 <sup>b</sup>	919,8 <sup>a</sup>
$\alpha$ -ketoglutarsyre	16,4 <sup>b</sup>	16,0 <sup>b</sup>	18,5 <sup>a</sup>
Orotinsyre	59,9	59,1	59,4
Ravsyre	153,2 <sup>ab</sup>	157,1 <sup>a</sup>	149,4 <sup>b</sup>
Melkesyre	4662,6	4629,4	4706,9
Urinsyre	16,2 <sup>b</sup>	15,8 <sup>b</sup>	110,3 <sup>a</sup>
Eddiksyre	396,4	390,8	394,3

Det fremgår fra Tabell 4.6 at lagringstiden påvirket innholdet av noen organiske syrer signifikant. Tabellen viser at innholdet av sitronsyre,  $\alpha$ -ketoglutarsyre og urinsyre økte under lagring, mens innholdet av ravsyre økte etter 5 uker og sank ved lagring i 7 uker.

Tabell 4.7 viser hvilke organiske syrer lagringstemperaturen hadde signifikant effekt på.

**Tabell 4.7:** Effekt av lagringstemperatur på organiske syrer (gjennomsnitt for kremostene). Responser der lagringstemperaturen hadde en signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) på innholdet av organiske syrer er markert med ulike bokstaver. Ostene var lagret ved henholdsvis 4, 8 og 12 °C i 5 uker. Organiske syrer er oppgitt i ppm.

Respons	4 °C	8 °C	12 °C
Sitronsyre	881,3	879,3	873,5
$\alpha$ -ketoglutarsyre	16	15,8	14,6
Orotinsyre	59,1	59,1	58,6
Ravsyre	157,1 <sup>b</sup>	157,1 <sup>b</sup>	193,9 <sup>a</sup>
Melkesyre	4629,4	4630,3	4909,5
Urinsyre	15,8	15,8	15,9
Eddiksyre	390,8	391,2	401,3

Tabell 4.7 viser at temperaturen hadde signifikant effekt på innholdet av ravsyre, og at mengden ravsyre var høyest ved 12 °C.

#### 4.1.2.2 Flyktige aromastoffer

Tabell 4.8 viser hvordan mengde kjernemelk påvirket innholdet av flyktige aromastoffer.

**Tabell 4.8:** Effekt av kjernemelk på flyktige aromastoffer (gjennomsnitt for mengde kjernemelkpulver tilsatt). Responser der mengde kjernemelk viste signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) på innholdet av flyktige aromastoffer er markert med ulik bokstav. Flyktige aromastoffer er oppgitt som integrert areal.

Respons	0 % KMP	1 % KMP	2 % KMP	3 % KMP	4 % KMP	2 % SKMP
Acetaldehyd	20024,3	20155,7	19824,8	21133	19918,8	18887,8
Etanol	65376,2 <sup>a</sup>	65864 <sup>a</sup>	62531,7 <sup>ab</sup>	61094 <sup>b</sup>	60662 <sup>b</sup>	61094 <sup>b</sup>
Aceton	92894,5 <sup>a</sup>	92093,8 <sup>ab</sup>	89270 <sup>ab</sup>	87560,5 <sup>b</sup>	86947 <sup>b</sup>	88584,5 <sup>ab</sup>
Dimetylsuflid	813	907,5	905,5	924,8	959,8	868
2-metylpropanal	545,8	652,8	527,3	608,3	680,3	567,7
Diacetyl	16360,5	16364,3	15449	16295,3	15280,7	15034,3
2-butanon	17249	16789,5	15808,7	15842,8	15445,8	15370,5
2-butnol	4109,3	4083,3	3811,3	3654,8	3657	3917,2
Etylacetat	725,7	719,2	648,2	539,2	622,5	741,8
Acetoin	77826,7	95765,2	77882	76287,2	76261	92535,7

Som vist i Tabell 4.8 hadde mengde kjernemelk i ostene hadde signifikant effekt på innholdet av etanol og aceton. Innholdet av etanol og aceton var høyest i ostene med stabilisator og 1 % KMP, sank ettersom mer KMP ble tilsatt. Innholdet av etanol og aceton var lavest i ostene med 2 % SKMP, og noe lavere enn i ostene med 2 % KMP.

Tabell 4.9 viser hvordan lagringstiden påvirket innholdet av flyktige aromastoffer.



**Tabell 4.9:** Effekt av lagringstid på flyktige aromastoffer (gjennomsnitt for kremostene). Responser der lagringstid viste signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) på innholdet av flyktige aromastoffer er markert med ulike bokstaver. Flyktige aromastoffer er oppgitt som integrert areal.

Respons	Fersk	5 uker	7 uker
Acetaldehyd	19216,9	20526,3	20229
Etanol	64019,7 <sup>a</sup>	63822,9 <sup>a</sup>	60616,8 <sup>b</sup>
Aceton	89244,7	91139,8	88290,7
Dimetylsulfid	935,3	865,5	888,5
2-metyl-propanal	608,3	590,5	592,3
Diacetyl	15794,2	15903,4	15694,5
2-butanon	15110,9 <sup>b</sup>	16636,9 <sup>a</sup>	16505,3 <sup>a</sup>
2-butanol	3863,3 <sup>ab</sup>	4027,4 <sup>a</sup>	3725,8 <sup>b</sup>
Etylacetat	715,4	641,9	641
Acetoin	91902,8 <sup>a</sup>	65111,9 <sup>b</sup>	91263,7 <sup>ab</sup>

Det fremgår i Tabell 4.9 at lagringstiden hadde signifikant effekt på innholdet av etanol, 2-butanon, 2-butanol og acetoin. Innholdet av etanol, 2-butanol og acetoin sank ved lagring, og innholdet av 2-butanon steg ved lagring.

Lagringstemperaturen gav også signifikant effekt på noen flyktige aromastoffer, og Tabell 4.10 viser resultatene under.

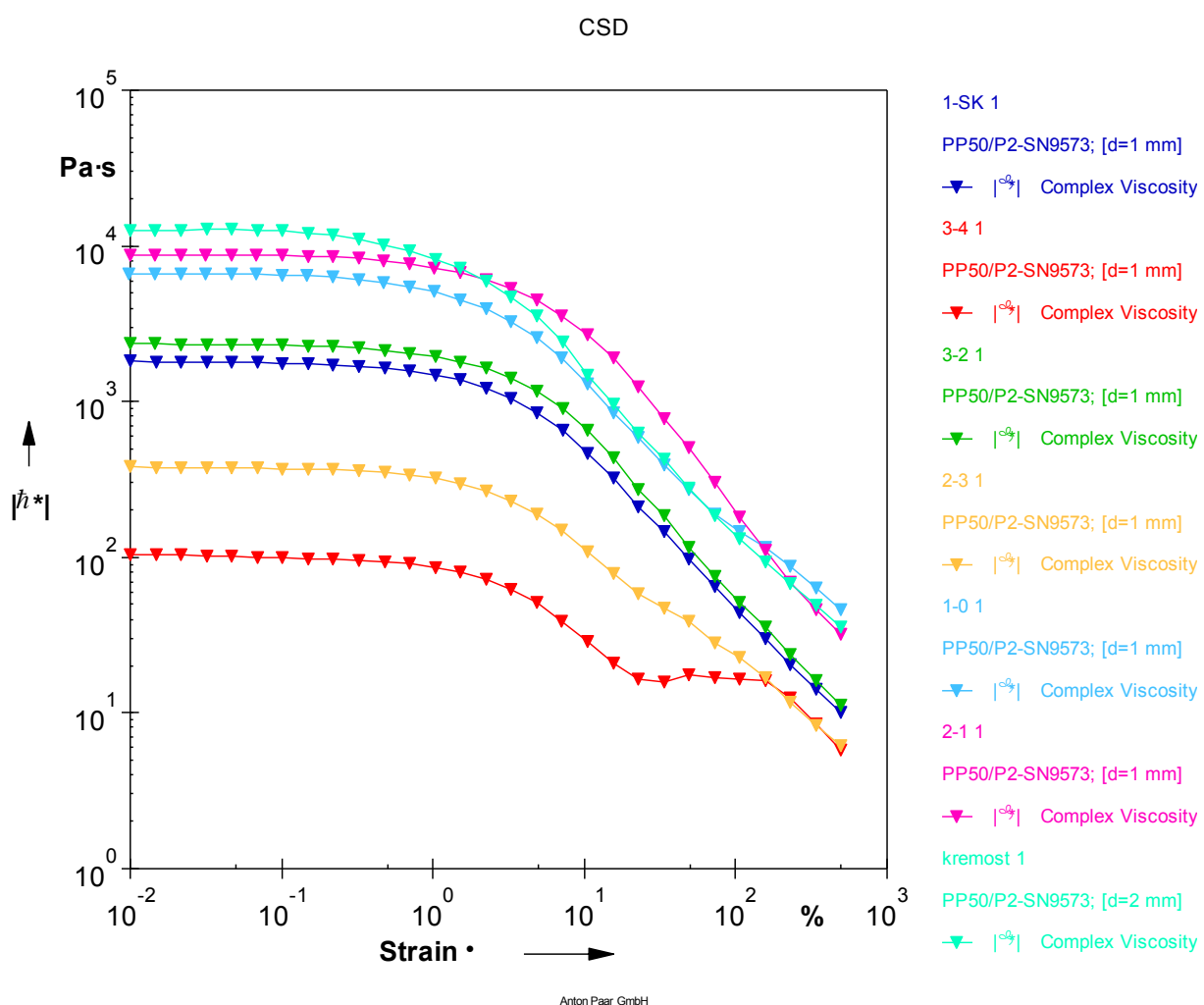
**Tabell 4.10:** Effekt av lagringstemperatur på flyktige aromastoffer (gjennomsnitt for kremostene). Responser der lagringstemperaturen hadde en signifikant effekt ( $p < 0,05$ ) på innholdet av flyktige aromastoffer er markert med ulike bokstaver. Ostene var lagret ved henholdsvis 4, 8 og 12 °C i 5 uker. Flyktige aromastoffer er oppgitt som integrert areal.

Respons	4 °C	8 °C	12 °C
Acetaldehyd	20526,3	21714,2	20456,6
Etanol	63822,9 <sup>b</sup>	65238,8 <sup>ab</sup>	66360,3 <sup>a</sup>
Aceton	91139,8 <sup>b</sup>	94399,9 <sup>ab</sup>	96271,5 <sup>a</sup>
Dimetylsulfid	865,6 <sup>b</sup>	908,1 <sup>ab</sup>	1028,6 <sup>a</sup>
2-metyl-propanal	590,5	669,1	685,6
Diacetyl	15903,4	16247,1	20761,3
2-butanon	16636,9	17039,2	17414,5
2-butanol	4027,4	4209,7	4145,8
Etylacetat	641,9	770,3	754,8
Acetoin	65111,9	65844,6	64678,8

Tabell 4.10 viser at temperaturen hadde signifikant effekt på innholdet av etanol, aceton og dimetylsulfid. Trenden er at innholdet av disse flyktige aromastoffene øker ved økt lagringstemperatur.

### 4.1.3 Oscillerende test

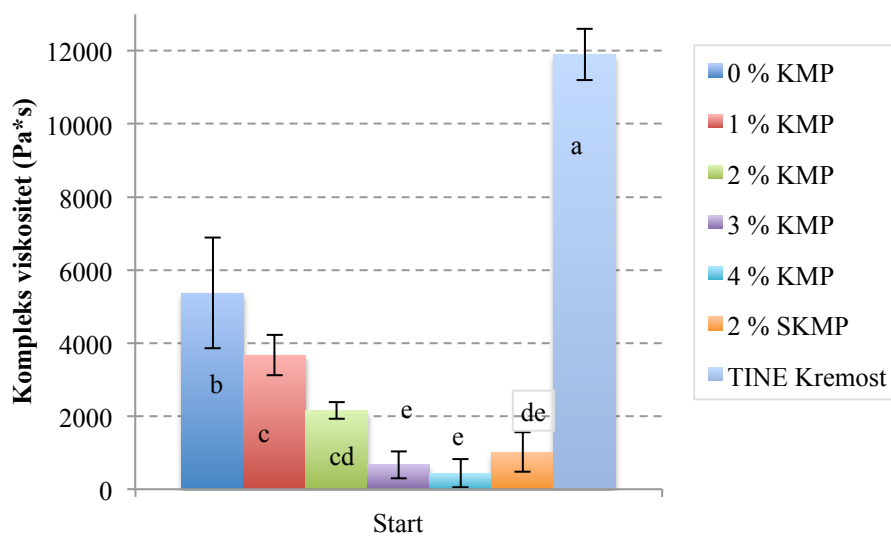
En ”amplitude sweep test” ble utført på kremostene, og Figur 4.3 under viser kurver for endringer i kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) for en representativ kremost fra hver reseptkombinasjon, og en Kremost naturell fra TINE til sammenligning. Testen hadde 29 punkter.



**Figur 4.3:** Kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) til en representativ kremost etter mengde kjernemelk tilsatt. 1-SK = 2 % SKMP, 3-4-1 = 4 % KMP, 3-2-1 = 2 % KMP, 2-3-1 = 3 % KMP, 1-0-1 = 0 % KMP, 2-1-1 = 1 % KMP, kremost 1 = TINE Kremost naturell.

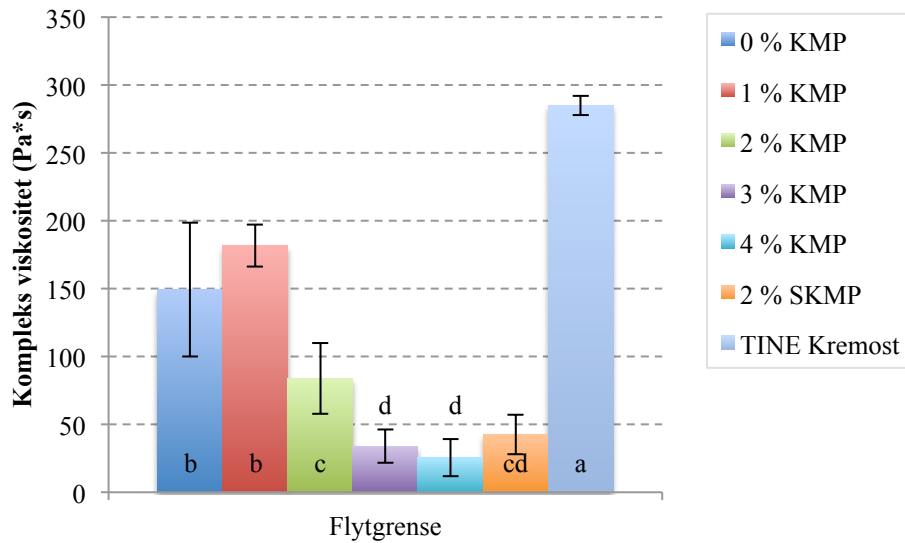
Det fremgår fra Figur 4.3 at det var variasjon mellom de ulike reseptkombinasjonene. Kremostene med mest kjernemelk hadde lavest kompleks viskositet. Kurvene viser at kremostene tilsatt 2 % KMP/SKMP var relativt like, og det samme var kremostene med stabilisator, 1 % KMP og TINE Kremost naturell.

Ved hjelp av variansanalyse ble det undersøkt om mengde kjernemelk hadde en signifikant effekt på kompleks viskositet ved start, ved flytgrensen og ved slutt. Det var signifikant effekt av forsøksfaktoren hvis p-verdien var  $<0,05$ . TINE Kremost naturell ble i tillegg brukt som sammenligning i testen. Figur 4.4-4.6 viser kompleks viskositet ved start, flytgrensen og slutt for de ulike ostene med standardavvik. Standardavvik er et mål på verdiens avvik fra gjennomsnittet, og viser hvor stor variasjon det er mellom prøvene med samme behandling. Et lavt standardavvik betyr liten variasjon og at prøvene er like, og et høyt standardavvik betyr stor variasjon og prøvene er ulike.



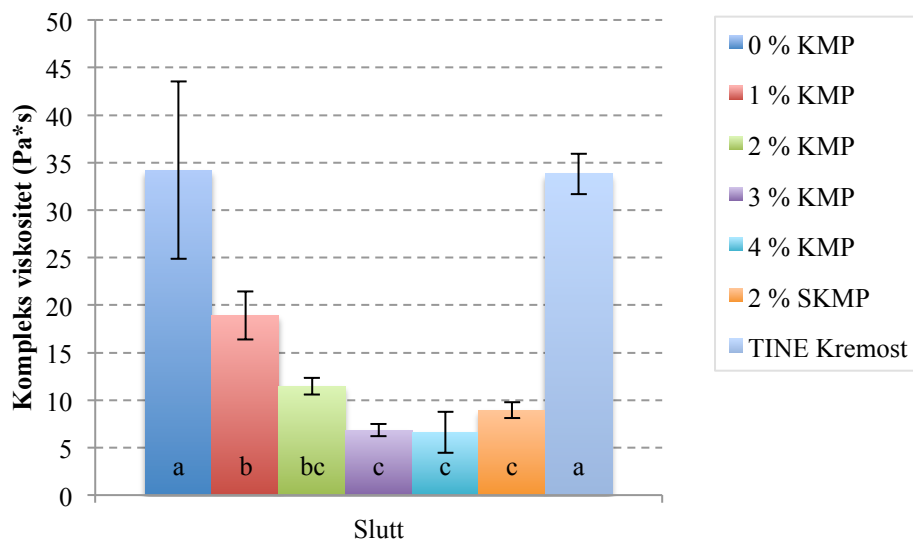
**Figur 4.4:** Kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) målt ved punkt 1 (start) med standardavvik og gruppering etter variansanalyse der oster med ulik bokstav er signifikant ( $p < 0,05$ ) ulike.

Fra Figur 4.4 kan man se at viskositeten ved start var høyest i TINE Kremost naturell, etterfulgt av kremosten med stabilisator i forsøket. Kremosten med stabilisator har et større standardavvik sammenlignet med de andre ostene. Viskositeten er lavest i kremosten med 4 % KMP. Kremosten med 2 % KMP har høyere viskositet sammenlignet med kremosten med samme mengde tilsatt pulver, 2 % SKMP.



**Figur 4.5:** Kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) målt ved flytgrensen med standardavvik og gruppering etter variansanalyse der oster med ulik bokstav er signifikant ( $p < 0,05$ ) ulike.

Det fremgår i Figur 4.5 at viskositeten var høyest for TINE Kremost naturell rett etter flytgrensen var nådd, etterfulgt av kremosten med 1 % KMP. Standardavviket er stort for kremosten med stabilisator. Kremostene med 3 og 4 % KMP har lavest viskositet ved flytgrensen. Kremosten med 2 % KMP har høyere viskositet sammenlignet med kremosten med samme mengde tilsatt pulver, 2 % SKMP.



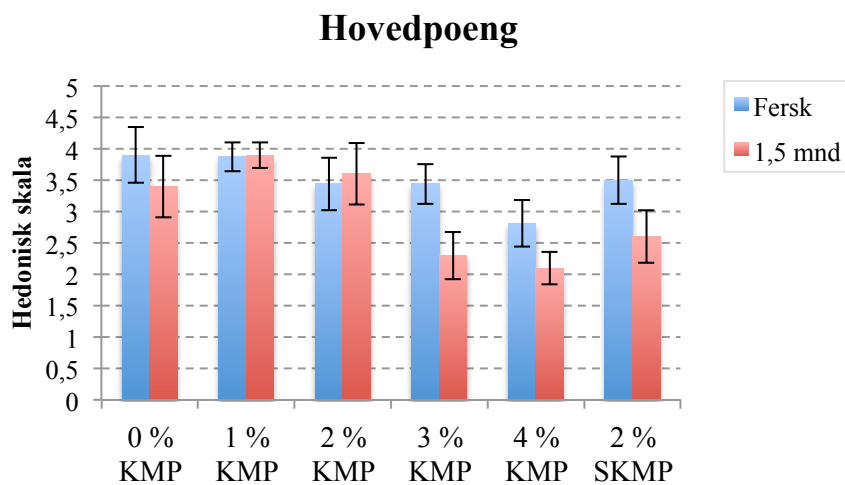
**Figur 4.6:** Kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) målt ved punkt 29 (slutt) med standardavvik og gruppering etter variansanalyse der oster med ulik bokstav er signifikant ( $p < 0,05$ ) ulike.

I Figur 4.6 kan man observere at kremosten med stabilisator og TINE Kremost naturell hadde høyest viskositet ved slutt. Standardavviket er stort for kremosten med stabilisator.

Kremostene med 4 og 4 % KMP hadde lavest viskositet ved slutt punktet, deretter kremostene med 2 % SKMP og 2 % KMP.

#### 4.1.4 Sensoriske resultater

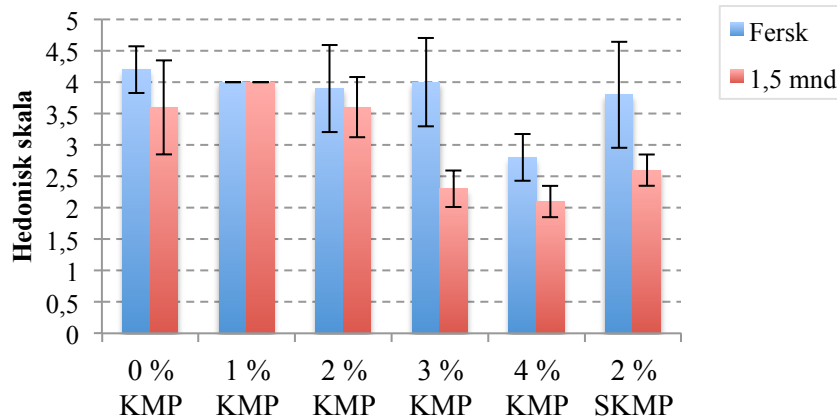
Det ble gjennomført en sensorisk analyse av ferske oster og etter lagring i 1,5 måned ved 4 °C. Resultater fra kvalitetsbedømmelse ved hjelp av hedonisk bedømmelse er illustrert i Figur 4.7-4.9 under, der hovedpoeng, konsistens og lukt/smak er sammenlignet mellom fersk og lagret.



**Figur 4.7:** Kvalitetsbedømmelse ved hjelp av hedonisk bedømmelse for ferske oster og oster lagret i 1,5 mnd. med standardavvik. Standardavviket er regnet ut for hver kremost med samme mengde kjernemelk.

Figur 4.7 viser at ostene med 1 og 2 % KMP fikk nesten lik plassering på hedonisk bedømmelse fersk som lagret. Figuren illustrerer at ostene med 3 og 4 % KMP og 2 % SKMP fikk ca. 1 poeng dårligere etter lagring. Kvalitetsbedømmelsen gav ostene med 4 % KMP lavest poeng både for fersk og lagret. Ingen oster fikk hovedpoeng over 4, heller ikke den med stabilisator.

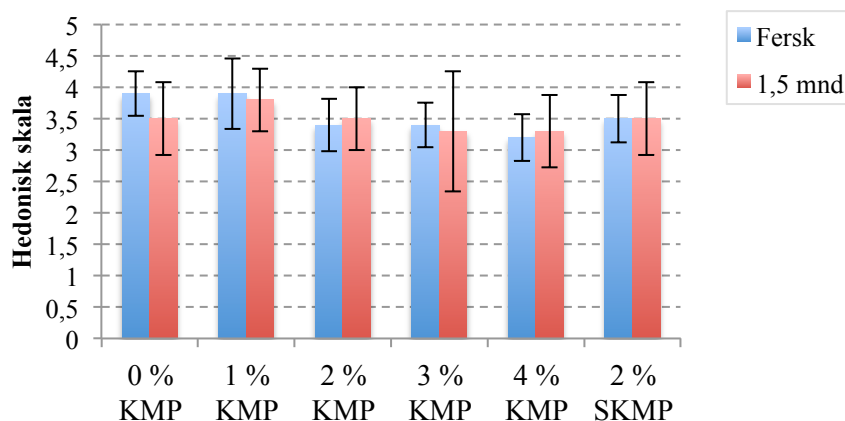
## Konsistens



**Figur 4.8:** Kvalitetsbedømmelse ved hjelp av hedonisk bedømmelse for ferske oster og oster lagret i 1,5 mnd. med standardavvik. Standardavviket er regnet ut for hver kremost med samme mengde kjernemelk.

Figur 4.8 illustrerer ostenes poeng for konsistens, og høyest poeng forekommer for fersk ost. Ostene med 4 % KMP og 2 % SKMP fikk lavest poeng. Etter lagring er både ostene med 3 og 4 % KMP og 2 % SKMP plassert relativt likt på skalaen, mellom 2 – 2,5 poeng. Ostene med 0, 1 og 2 % KMP holder seg relativt stabile etter lagring, og mest stabil er ostene med 1% KMP, som også har høyest poeng etter lagring.

## Lukt og smak



**Figur 4.9:** Kvalitetsbedømmelse ved hjelp av hedonisk skala for ferske oster og oster lagret i 1,5 mnd. med standardavvik. Standardavviket er regnet ut for hver kremost med samme mengde kjernemelk.

Som Figur 4.9 illustrerer, er ostenes poeng for lukt og smak relativt lik fra fersk til lagret. Best ut på lukt og smak er ostene med 1 % KMP og deretter ostene med stabilisator. Kremost med stabilisator har størst nedgang fra fersk til lagret sammenlignet med de andre ostene.

Kremosten med stabilisator har relativt lik plassering på skalaen etter lagring som ostene med 2 % KMP og 2 % SKMP.

I tillegg til å gi poeng hadde dommerne kommentarer til ostenes konsistens og lukt/smak. Disse kommentarene er vist i Tabell 4.11 for fersk ost og Tabell 4.12 for lagret.

**Tabell 4.11:** Dommerkommentarer fra kvalitetsbedømmelsen for fersk ost.

Mengde kjernemelk	Konsistens	Lukt og smak
0 % KMP	Fast	Smørsmak, besk
1 % KMP	Fast	Salt, smørsmak, besk
2 % KMP	Løs, maling konsistens	Salt, oksydert, syrlig, utypisk
3 % KMP	Løs, maling konsistens	Salt, oksydert, syrlig, besk, utypisk
4 % KMP	Løs, maling konsistens	Salt, bismak, oksydert, syrlig, utypisk
2 % SKMP	Løs, maling konsistens	Salt, oksydert, syrlig, utypisk

Tabell 4.11 viser kommentarer fra kvalitetsbedømmelsen på ferske oster. Mange kommentarer går ut på at ostens konsistens er løs og har maling konsistens. For lukt og smak får flere oster kommentar på salt, oksydert, syrlig og utypisk smak. Ostene med stabilisator og 1 % KMP får samme kommentarer, eneste forskjellen mellom de to reseptene er at 1 % KMP i tillegg oppleves som salt.

**Tabell 4.12:** Dommerkommentarer fra kvalitetsbedømmelsen for lagret ost.

Mengde kjernemelk	Konsistens	Lukt og smak
0 % KMP	Løs, fuktig	Salt
1 % KMP	Grynet	Salt
2 % KMP	Løs, fuktig	Salt
3 % KMP	Løs, fuktig	Salt, mugg, besk
4 % KMP	Løs, fuktig	Salt
2 % SKMP	Løs	Salt

Tabell 4.12 viser kommentarer fra kvalitetsbedømmelsen av lagret ost. Mange av kommentarene går ut på at konsistensen er løs og fuktig, og smaken er salt. Ostene med 3 % KMP fikk i tillegg kommentar for mugg- og besk smak. Ostene med 1 % KMP fikk ikke kommentar for å være løs men grynet.

## 4.2 Trinn 2

I det andre trinnet ble mengder av fløte, helmelk og kjernemelk som skulle blandes for ønsket fett- og tørrstoffprosent i ystemelka beregnet ut i fra innholdet av fett- og tørrstoff i fløten, helmelka og kjernemelka. Fett- og tørrstoffinnhold i fløten, helmelk og kjernemelk er vist i Tabell 4.13.

**Tabell 4.13:** Tørrstoff- og fettinnhold i fløte, helmelk og kjernemelk, til trinn 2, oppgitt i prosent (%)

	<b>Tørrstoff (%)</b>	<b>Fettinnhold (%)</b>
<b>Fløte</b>	43,81	38,00
<b>Helmelk</b>	12,70	4,00
<b>Kjernemelk</b>	8,67	1,06

Mengder av kjernemelk, fløte og helmelk som skulle til for å få ønsket fett- og tørrstoffprosent i ystemelka ble beregnet. Beregningene ble gjort ut i fra ønskelig mengde kjernemelk i miksen som skulle tilsvare 1, 1,5 og 2 % KMP fra trinn 1, i tillegg til en batch med stabilisator med 0 % kjernemelk. Mengden av fløte og helmelk måtte derfor justeres for å oppnå ønskelig tørrstoffinnhold på 20 % og fettinnhold på 12 %. Tørrstoff- og fettinnhold til ystemelka til de ulike kremostene for det andre trinnet er vist i Tabell 4.14. Kodene representerer, som tidligere beskrevet, dag og mengde kjernemelk tilsatt.

**Tabell 4.14:** Tørrstoff- og fettinnhold i ystemelka med kjernemelk, helmelk og fløte for de ulike kremostene fra trinn 2. Verdiene er oppgitt i prosent (%).

	<b>Tørrstoff (%)</b>	<b>Fettinnhold (%)</b>
<b>54-0</b>	20,16	11,99
<b>54-1.5</b>	19,81	11,75
<b>54-1</b>	19,55	11,36
<b>52-2</b>	19,71	11,61

Tabell 4.14 viser at ystemelka med ulik mengde tilsatt kjernemelk, fløte og helmelk hadde ca. 20 % tørrstoff og 11-12 % fett.



Miksen av kjernemelk, fløte og helmelk ble fordelt i tre spann for hver batch og tilsatt syrekultur. Syrning til ønsket pH på 4.6 – 4.8 var antatt å ta 14-16 timer, og Tabell 4.15 viser pH i ystemelka ved oppstart, og hvor lang syrningstid hver batch hadde.

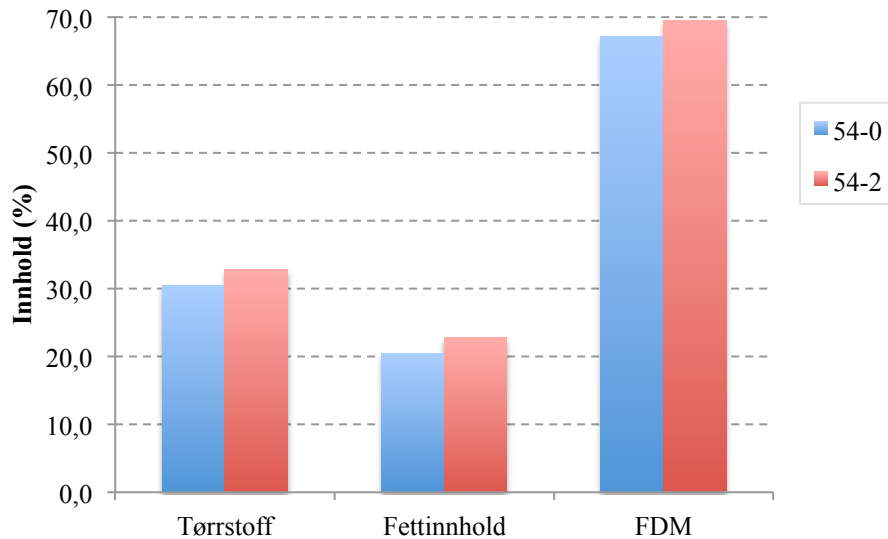
Tabell 4.15: pH i ystemelka ved oppstart og syrningstid.

Batch	pH	Syrningstid (timer)
54-0	4,85	17
54-1.5	4,85	17,5
54-1	4,88	18
54-2	4,60	21

Tabell 4.15 viser at pH i ystemelka og syrningstiden. Det fremgår fra tabellen at i de tre første batchene var ystemelka ved en høyere pH enn ønskelig. Dette resulterte i at ystemelka i batch 54-1.5 og 54-1 ikke hadde koagulert skikkelig før videre behandling, og den ferdige osten lignet ikke kremost, men var flytende. 54-0 var tilsatt stabilisator og lignet mer en kremost. Videre analyser ble derfor kun utført på oster fra batch 54-0 og 54-2.

#### 4.2.1 Kjemiske resultater

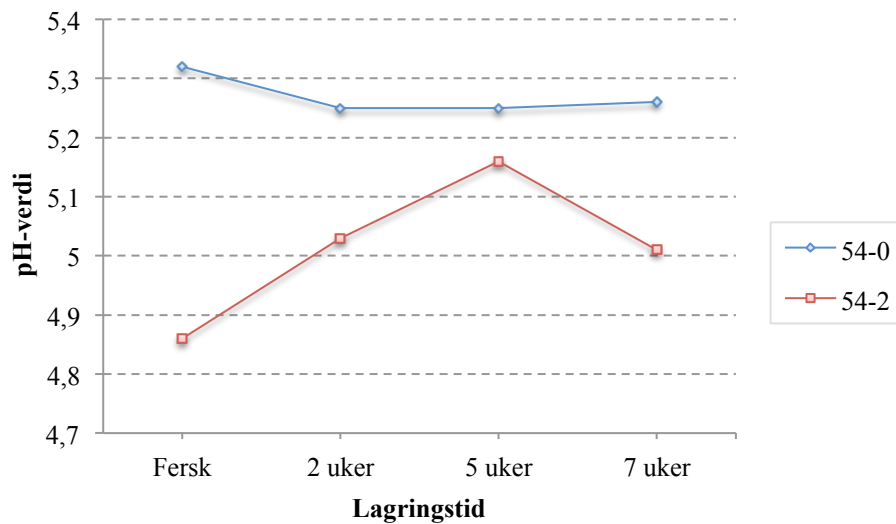
Kjemiske analyser ble utført på ferske oster og etter lagring. Tørrstoff- og fettinnhold ble undersøkt i ferske oster, og ostenes pH og vannbindingsevne ble undersøkt både på ferske oster og på oster lagret ved ulik temperatur og tid. Ostenes tørrstoffinnhold, fettinnhold og fett i tørrstoff (F/TS) ble undersøkt i ferske oster og er presentert i Figur 4.10.



**Figur 4.10:** Ostenes tørrstoff- og fettinnhold og F/TS oppgitt i prosent.

Figur 4.10 viser at innholdet av tørrstoff, fett og F/TS var noe høyere i osten med kjernemelk (54-2) enn osten med stabilisator (54-0).

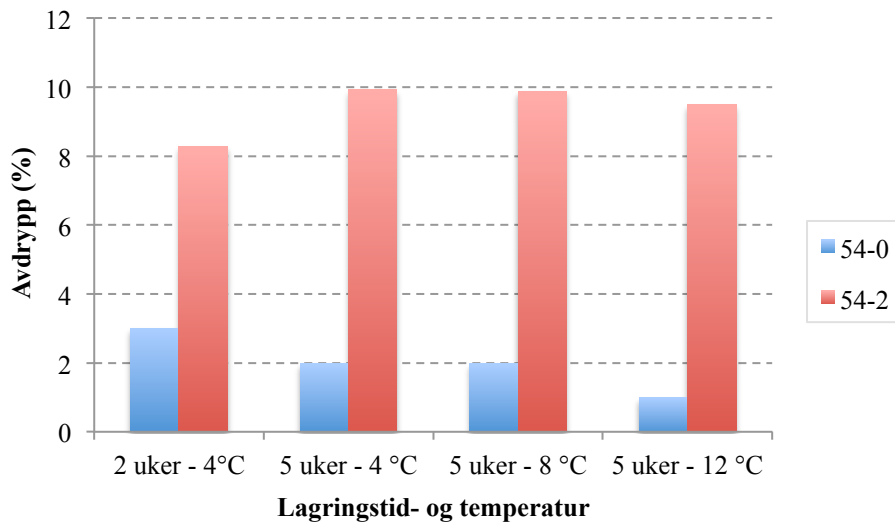
Figur 4.11 viser utviklingen av pH i ostene fra fersk til lagring i 7 uker ved 4 °C.



**Figur 4.11:** pH-utvikling i ostene fra ferskost til 7 ukers lagring.

Som vist i Figur 4.11 er pH høyere i 54-0 sammenlignet med 54-2. pH synker litt for 54-0 under lagring, mens pH øker for 54-2 frem til 5 ukers lagring, for deretter å synke igjen etter 7 uker.

Avdrypp ble målt for å se om forsøksfaktorene hadde innvirkning på ostens vannbindingsevne. Avdrypp ble målt etter lagring i to uker, og etter lagring ved ulike temperaturer i 5 uker, og resultatene er presentert i Figur 4.12.



**Figur 4.12:** Ostenes vannbindingsevne med stabilisator (54-0) og 2 % kjernemelk (54-2) med hensyn til lagringstid- og temperatur. Avdrypp er vist i prosent (%).

Det fremgår fra Figur 4.12 at ostene tilsatt kjernemelk tilsvarende 2 % KMP hadde størst avdrypp uavhengig av temperatur og tid. Avdryppet var lavest etter 2 uker, og høyest ved 4 °C etter 5 uker. 54-0 hadde mest avdrypp etter 2 ukers lagring, og minst ved lagring i 5 uker ved 12 °C.

#### 4.2.2 Biokjemiske resultater

Osternes innhold av organiske syrer og flyktige aromakomponenter ble undersøkt. På grunn av lite data, ble ikke resultatene analysert ved hjelp av variansanalyse. Resultatet for innhold av organiske syrer og karbohydrater i ostene målt i fersk og lagret i 5 og 7 uker er vist i Tabell 4.16. Innhold av organiske syrer og karbohydrater i ostene etter lagring ved 4, 8 og 12 °C er vist i Tabell 4.17.

**Tabell 4.16:** Kremostenes innhold av karbohydrater og organiske syrer oppgitt i mmol/kg i fersk og ost lagret ved 4 °C i 5 og 7 uker.

Respons	54-0			54-2		
	Fersk	5 uker	7 uker	Fersk	5 uker	7 uker
Laktose	79,29	80,29	79,6	74,7	72,34	72,5
Galaktose	0,9	1,4	1,2	1,0	0,97	0,75
Sitronsyre	5,3	6,04	5,2	4,0	4,3	3,8
$\alpha$ -ketoglutarsyre	0,12	0,19	0,1	0,09	0,07	0,06
Orotinsyre	0,25	0,25	0,24	0,22	0,2	0,2
Pyruvat	0,27	0,27	0,2	0,14	0,12	0,14
Ravsyre	0,5	1,1	6,44	0,5	2,6	5,3
Melkesyre	30,7	30,9	32,7	42,2	40,9	41,3
Urinsyre	0,07	0,08	0,1	0,05	0,06	0,08
Eddiksyre	2,6	2,8	3,2	3,8	2,3	2,02

Det fremgår i Tabell 4.16 at innholdet av organiske syrer og karbohydrater var jevnt, og forandret seg lite ved lagring. Kremosten med stabilisator og kremosten med kjernemelk hadde noe ulikt innhold av komponentene. Laktoseinnholdet var høyere i 54-0. Innholdet av melkesyre var høyere i 54-2. Innholdet av sitronsyre var litt lavere for 54-2 sammenlignet med 54-0.

**Tabell 4.17:** Kremostenes innhold av karbohydrater og organiske syrer etter lagring ved 4, 8 og 12 °C i 5 uker.

Karbohydrater og organiske syrer er oppgitt i mmol/kg.

Respons	54-0			54-2		
	4 °C	8 °C	12 °C	4 °C	8 °C	12 °C
Laktose	80,3	80,2	75,0	72,3	70,4	69,6
Galaktose	1,1	1,2	2,2	0,9	0,5	0,7
Sitronsyre	6,04	5,8	5,1	4,3	4,7	4,5
$\alpha$ -ketoglutarsyre	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Orotinsyre	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Pyruvat	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Ravsyre	1,1	1,3	3,5	2,6	8,9	12,2
Melkesyre	30,9	31,7	39,3	40,8	40,6	41,1
Urinsyre	0,08	0,07	0,1	0,06	0,1	0,1
Eddiksyre	2,8	3,3	4,3	2,3	1,3	2,3

Innhold av organiske syrer etter lagring ved ulik temperatur i 5 uker er vist i Tabell 4.17. Det fremgår fra tabellen at innholdet av ravsyre i 54-2 økte etter lagring ved 12 °C. En liten nedgang i laktoseinnholdet i 54-0 kan også observeres, og en svak økning i innholdet av

melkesyre. En svak nedgang i innholdet av sitronsyre og en liten økning av eddiksyre kan også observeres for 54-0.

Resultatet for innhold av flyktige aromastoffer i ostene målt i fersk og lagret i 5 og 7 uker er vist i Tabell 4.18. Innhold av flyktige aromastoffer i ostene etter lagring ved 4, 8 og 12 °C i er vist i Tabell 4.19.

**Tabell 4.18:** Kremostenes innhold av flyktige aromastoffer oppgitt i integrert areal i fersk og ost lagret ved 4 °C i 5 og 7 uker.

Respons	54-0			54-2		
	Fersk	5 uker	7 uker	Fersk	5 uker	7 uker
Acetaldehyd	2816	2667	3302	2502	2979	2716
Etanol	15807	15213	513846	20862	18478	38864
Aceton	60435	54956	40015	63901	64301	74727
Dimetylsulfid	720	556	17397	1262	36145	33753
2-metyl-propanal	675	637	803	822	0	1101
Diacetyl	45522	42959	22655	87598	32022	20459
2-butanon	27436	24381	5745	29830	15998	15669
2-butanol	450	298	1545	420	470	589
Etylacetat	594	96	807	729	361	0
2-metyl-1-propanol	0	0	858	0	704	1597
3-metyl-butanal	0	0	815	0	633	869
2,3-pentadione	0	677	4290	0	5463	5626
Acetoin	44588	41466	28982	67509	54500	49744
3-metyl-1-butanol	0	0	2346	0	659	2206

Det fremgår i Tabell 4.18 at mengden av etanol og dimetylsulfid økte betraktelig for begge variantene. Innholdet av aceton sank i 54-0, og økte i 54-2. Innholdet av diacetyl, 2-butanon og acetoin sank for begge variantene. Innholdet av etylacetat sank betraktelig i 54-2. Begge ostene inneholdt 2-metyl-1-propanol, 3-metyl-1-butanal, 2,3-pentadion og 3-metyl-1-butanol etter lagring i 7 uker.

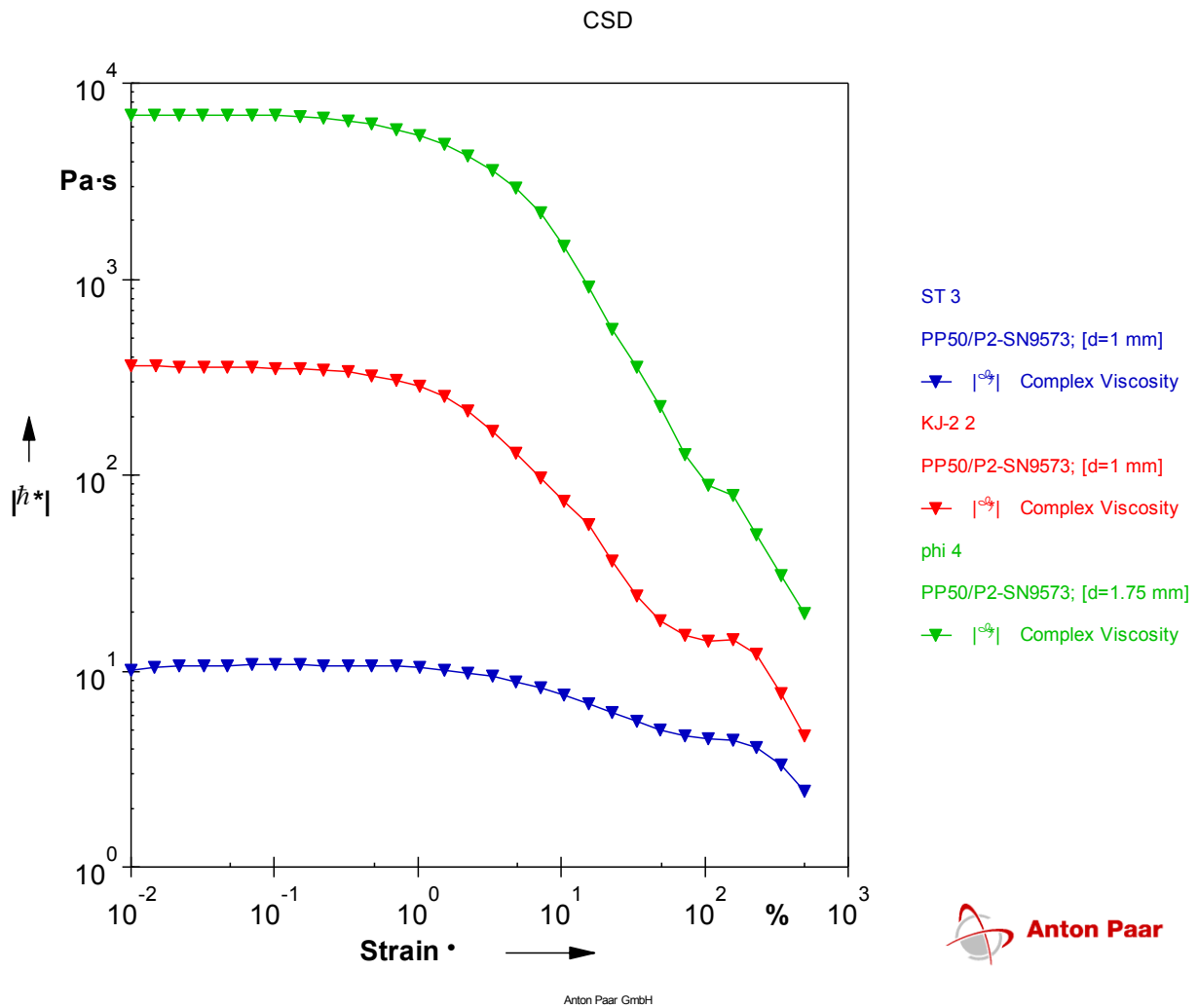
**Tabell 4.19:** Kremostenes innhold av flyktige aromastoffer etter lagring ved 4, 8 og 12 °C i 5 uker. Flyktige aromastoffer er oppgitt i integrert areal.

Respons	54-0			54-2		
	4 °C	8 °C	12 °C	4 °C	8 °C	12 °C
Acetaldehyd	2667	3277	6438	2979	2570	1867
Etanol	15213	42257	768491	18478	184019	403872
Aceton	54956	57611	51190	64301	87147	78896
Dimetylsulfid	556	1373	16491	36145	48892	34987
2-metyl-propanal	637	0	1056	0	1707	2234
Diacetyl	42959	39077	21622	32022	17286	15384
2-butanon	24381	23877	18458	15998	15927	18821
2-butanol	298	611	1165	470	1126	1614
Etylacetat	96	24	727	361	410	472
2-metyl-1-propanol	0	0	822	704	2782	2931
3-metyl-butanal	0	0	1469	633	2333	7642
2,3-pentadione	677	1571	5000	5463	6207	8008
Acetoin	41466	36491	22549	54500	32686	41065
3-metyl-1-butanol	0	0	2792	659	7847	12475

Ut i fra Tabell 4.19 kan en observere at innholdet av acetaldehyd økte i 54-0 ettersom lagringstemperaturen økte, mens det var lavere i 54-2 ved høyere temperatur. Innholdet av etanol økte kraftig for begge variantene ved høyere temperatur. Innholdet av dimetylsulfid, 2-butanol, 2-metyl-1-propanol, 3-metyl-butanal, 2,3-pentadione og 3-metyl-1-butanol økte i ostene ved høyere lagringstemperatur, mens innholdet av diacetyl og acetoin sank.

#### 4.2.3 Oscillerende test

En ”amplitude sweep test” ble utført på kremostene, og Figur 4.13 under viser kurver for endringer i kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) for en representativ kremost fra hver reseptkombinasjon, og en Philadelphia kremost (Kraft Foods) til sammenligning. Testen hadde 29 punkter.



**Figur 4.13:** Kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) til en representativ kremost etter mengde kjernemelk tilsatt. ST-3 = 0 % kjernemelk, KJ-2-2 = 2 % kjernemelk, phi-4 = Philadelphia (Kraft foods).

Figur 4.13 viser at det var betydelig forskjell i kompleks viskositet mellom prøvene, og viskositeten var høyest i Philadelphia kremost og lavest i kremosten uten kjernemelk.

Tabell 4.20 viser kompleks viskositet målt for de ulike reseptkombinasjonene og en Philadelphia kremost brukt til sammenligning, ved start, ved flytgrensen og ved slutt for de ulike ostene med standardavvik.

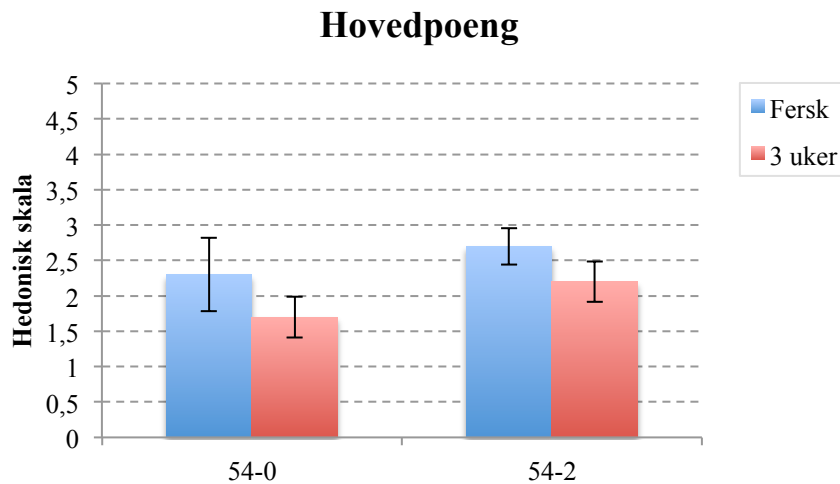
**Tabell 4.20:** Kompleks viskositet ( $\eta^*$ ) i kremostene ved punkt 1 (start), flytgrensen og punkt 29 (slutt) med standardavvik.

Ost	Start	St. avvik	Flytgrense	St. avvik	Slutt	St. avvik
54-0	10,4	0,8	3,7	0,3	2,4	0,0
54-2	392,0	111,5	18,0	2,4	4,2	0,4
Philadelphia	6073,3	692,1	206,3	14,6	17,7	1,0

Det fremgår fra Tabell 4.20 at den komplekse viskositeten er størst i Philadelphia, både ved start, ved flytgrensen og til slutt. Standardavviket indikerer allikevel noe variasjon mellom parallellene. Kremosten med kjernemelk (54-2) hadde høyere kompleks viskositet ved start, ved flytgrensen og til slutt sammenlignet med kremosten uten kjernemelk.

#### 4.2.4 Sensoriske resultater

Det ble gjennomført en sensorisk analyse av ferske oster og oster lagret i 3 uker ved 4 °C. Resultater fra kvalitetsbedømmelse ved hjelp av hedonisk bedømmelse er illustrert i Figur 4.14-4.16 under, der hovedpoeng, konsistens og lukt/smak er sammenlignet mellom fersk og 3 uker gammel ost.

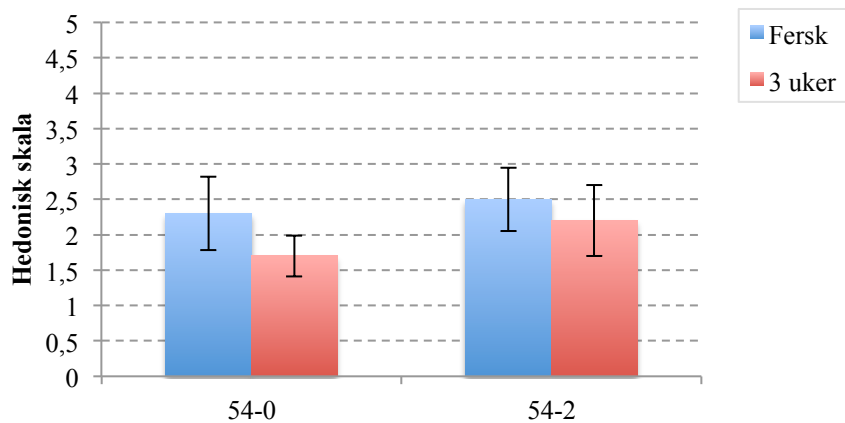


**Figur 4.14:** Kvalitetsbedømmelse ved hjelp av hedonisk bedømmelse for ferske oster og oster lagret i 3 uker med standardavvik. Standardavviket er regnet ut for hver kremost med samme mengde kjernemelk.

Figur 4.14 viser at ostene fikk bedre poengscore som fersk enn etter 3 uker, og at ostene med kjernemelk fikk noe høyere poeng enn ostene med stabilisator. Poengscoren var allikevel meget lav, og ingen av produktene går som salgsgodkjent produkt ut fra denne bedømmelsen.



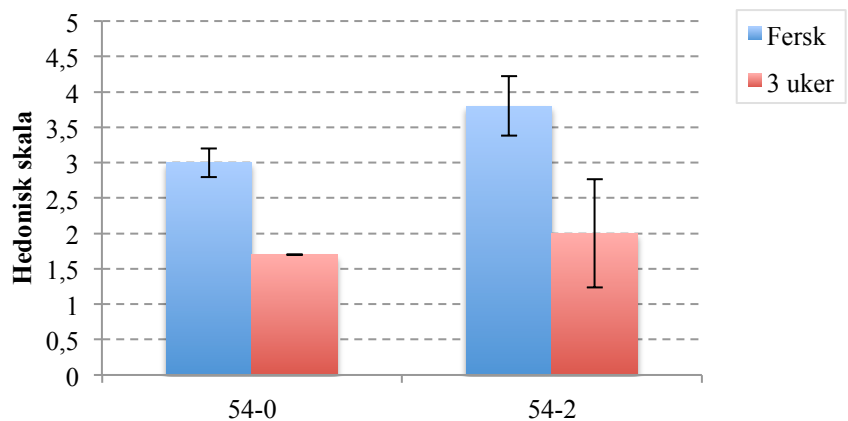
## Konsistens



**Figur 4.15:** Kvalitetsbedømmelse for konsistens ved hjelp av hedonisk bedømmelse for ferske oster og oster lagret i 3 uker med standardavvik. Standardavviket er regnet ut for hver kremost med samme mengde kjernemelk.

Figur 4.15 illustrerer ostenes poeng for konsistens, og begge ostene har høyest poengscore for fersk ost. Ostene med kjernemelk har bedre poengscore enn ostene med stabilisator, og nedgangen i poeng er mindre for ostene med kjernemelk etter 3 uker sammenlignet med ostene med stabilisator.

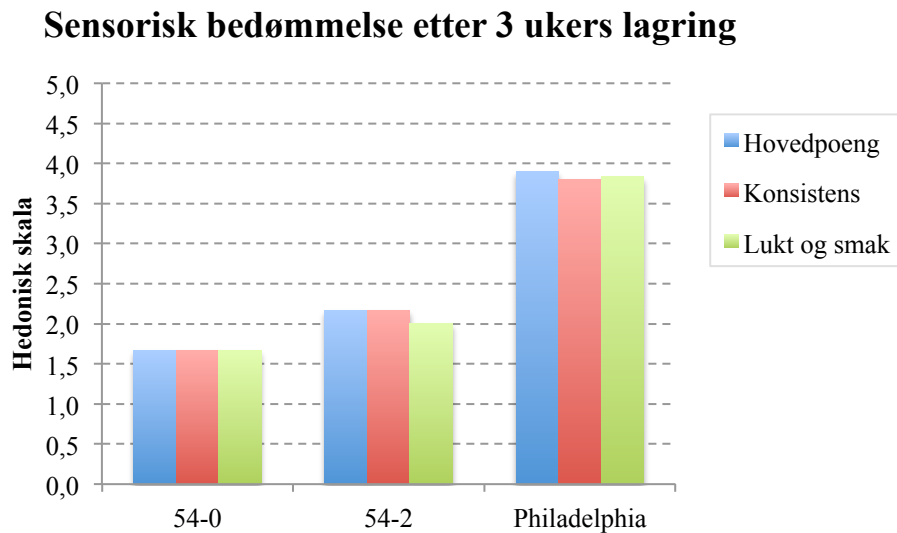
## Lukt og smak



**Figur 4.16:** Kvalitetsbedømmelse for lukt og smak ved hjelp av hedonisk bedømmelse for ferske oster og oster lagret i 3 uker med standardavvik. Standardavviket er regnet ut for hver kremost med samme mengde kjernemelk.

Som Figur 4.16 viser, er ostenes poeng for lukt og smak betydelig høyere for fersk ost. Ostene med kjernemelk er gitt høyere poengscore som fersk og lagret, men poengskillet er lavere for 3 uker gamle oster. Ingen av ostene kvalifiserer seg som salgbart produkt ut i fra denne bedømmelsen.

Kremostene lagret i 3 uker ble sammenlignet med en Philadelphia kremost fra Kraft Foods, og resultatet er vist i Figur 4.17. Sammenligningen med denne osten ble gjort fordi den også har lavere tørrstoff- og fettinnhold i forhold til TINE Kremost, slik som ostene i trinn 2.



**Figur 4.17:** Kvalitetsbedømmelse ved hjelp av hedonisk skala for oster lagret i 3 uker som er sammenlignet med Philadelphia-ost.

Det fremgår i Figur 4.17 at Philadelphiaosten fikk høyere poengscore for både konsistens, lukt og smak sammenlignet med ostene fra trinn 2.

I tillegg til å gi poeng hadde dommerne kommentarer til ostenes konsistens og lukt/smak. Disse kommentarene er vist i Tabell 4.21 for fersk ost og Tabell 4.22 for lagret.

**Tabell 4.21:** Dommerkommentarer fra kvalitetsbedømmelse for fersk ost

<b>Kremost</b>	<b>Konsistens</b>	<b>Lukt og smak</b>
54-0	Kornet, løs, maling konsistens	Emmen, besk, bismak, salt
54-2	Løs, maling konsistens, grynet	Emmen, bismak

Tabell 4.21 viser kommentarer fra kvalitetsbedømmelsen på ferske oster. Begge ostene får kommentar for å være løse og ha maling konsistens, og for å være emmen og ha bismak.

**Tabell 4.22:** Dommerkommentarer fra kvalitetsbedømmelsen for ost lagret i 3 uker og Philadelphiaost.

<b>Ost</b>	<b>Konsistens</b>	<b>Lukt og smak</b>
54-0	Fuktig, løs, maling konsistens	Salt, oksydert, bismak, besk
54-2	Fuktig, løs, maling konsistens	Oksydert, sur, vassen
Philadelphia	Fuktig, løs, maling konsistens	Utypisk

Tabell 4.22 viser kommentarer fra kvalitetsbedømmelsen av 3 uker gammel ost fra trinn 2 og en Philadelphia kremost. Alle ostene får kommentar for å være fuktig, løs og ha maling konsistens. For lukt og smak får begge ostene fra trinn 2 kommentar for å være oksidert. 54-0 får i tillegg kommentar for å være salt og ha bismak, og 54-2 får kommentarer for å være sur og vassen. Philadelphiaosten er i følge dommerne utypisk på lukt og smak.

## **5 Diskusjon**

I dette kapittelet vil de forskjellige resultatene bli diskutert med hensyn på de ulike forsøksfaktorene og deres signifikante effekter. Effekt av mengde kjernemelk, lagringstid og lagringstemperatur på kjemiske, biokjemiske, reologiske og sensoriske egenskaper vil bli omtalt. Kapittelet deles inn i forsøksstrinn 1 og 2.

### **5.1 Trinn 1**

I forsøksstrinn 1 ble det laget fullfett kremost der kjernemelkpulver ble tilsatt i stedet for stabilisator i samme produksjonstrinn. Det ble laget kremoster med stabilisator som kontroll og kremoster tilsatt 2 % skummetmelk pulver som blindprøve. Kremostene med kjernemelk inneholdt 1, 2, 3 og 4 % kjernemelkpulver. For å unngå økning i kremostenes tørrstoff ved tilsetning av pulver, ble tilsvarende mengde vann tilsatt, beregnet ut i fra et tørrstoffinnhold på 96 % i både skummetmelk- og kjernemelkpulveret. Kremostene hadde generelt lite myseutskillelse etter 7 uker, både ved henstand og etter kremostene var påført ytre påkjenninger under frakt fra Måltidets Hus i Stavanger til Universitetet for miljø og biovitenskap, noe som indikerte en god lagringsstabilitet. Ettersom mer kjernemelkpulver var tilsatt kremostmassen, var konsistensen noe løsere i kremostene, og vannbindingsevnen var dårligere. Kremostene viste gode kvaliteter for lukt og smak.

#### **5.1.1 Effekt av mengde kjernemelk**

Fettinnholdet, pH og innholdet av karbohydrater i kremostene var signifikant påvirket av mengde kjernemelk. Tørrstoffresultatene viste liten forskjell mellom ostene, og mengde kjernemelk hadde ikke signifikant effekt på tørrstoffinnholdet. Tilsetning av kjernemelkpulver og salt i kremostmassen gav ingen økning i kremostenes tørrstoff. Årsaken til dette var fordi tilsetningen av kjernemelkpulver og skummetmelk pulver ble regulert med å tilsette tilsvarende mengde vann til kremostmassen.

Fettinnholdet forandret seg i liten grad fra fettinnhold målt i kremostmassen i kremostene med stabilisator og kremostene tilsatt 1 og 2 % KMP og 2 % SKMP. I kremostene tilsatt 3 % KMP var fettinnholdet ca. 1 % lavere sammenlignet med kremostmassen, og enda lavere i kremostene med 4 % KMP. En årsak til at mengde kjernemelkpulver påvirket fettinnholdet i

disse ostene kunne vært på grunn av mengden vann som ble tilsatt for å unngå økning i kremostenes tørrstoff. Det ble ikke målt nøyaktig hvilket tørrstoff kjernemelkpulveret hadde, og det kunne derfor ha blitt tilsatt litt mer vann enn ønskelig i ostene med mest kjernemelk. Alt av råstoff ble tilsatt manuelt, og dette kan medføre unøyaktigheter. Det var allikevel kun fettinnholdet som ble signifikant påvirket av mengde kjernemelkpulver, og tørrstoffinnholdet ble ikke påvirket. Fettinnholdet i kjernemelkpulver er ca. 5 %, og ved å tilsette kjernemelkpulver i kremost vil man sannsynligvis ikke øke fettinnholdet i ostene i stor grad, men innholdet av laktose, protein og mineraler vil øke siden kjernemelkpulveret inneholder mer av dette. Vanntilsetningen sørget sannsynligvis for at tørrstoffinnholdet ikke ble forandret, men sammensetningen i ostene kan ha endret seg på grunn av at mer laktose, proteiner og mineraler ble tilsatt i forhold til fett, og ostene med 3 og 4 % KMP fikk derfor lavere fettprosent sammenlignet med de andre. Dette bekreftes ved at fett i tørrstoff også er lavere for disse ostene. Ved økt mengde kjernemelk, var kremostmassen mindre, og kremostmassen til hver batch varierte derfor mellom prøvene ettersom mer kjernemelkpulver ble tilsatt. Dette er en faktor som kan forklare flere resultater i oppgaven.

pH-verdiene var høyest i kremostene tilsatt mest kjernemelkpulver, og kremostene med 2 % skummetmelk pulver og lavest i kremostene med stabilisator. Kjernemelkpulveret som ble tilsatt var fra søtkjerner, og hadde derfor en høyere pH enn kremostmassen med pH 4.78. Siden pH i kremostene økte etter hvor mye pulver som ble tilsatt, kan en anta at årsaken til økningen er på grunn av pulverets pH, i tillegg til at mindre kremostmasse ble benyttet til reseptkombinasjonene med mest pulver, og pH fra KMP/SKMP kan derfor ha påvirket disse ostene i større grad.

Mengde kjernemelk viste en signifikant effekt på laktoseinnholdet i kremostene. Årsaken til dette er laktoseinnholdet i kjernemelkpulveret, som ligger på ca. 48 %. Kremostene som ikke ble tilsatt kjernemelkpulver hadde lavest innhold av laktose, og laktoseinnholdet økte i ostene ettersom mer kjernemelkpulver var tilsatt. Kremostene med 2 % SKMP hadde signifikant likt innhold av laktose som kremostene med 2 % KMP, som kan forklares med at SKMP inneholder noenlunde samme innhold av laktose som kjernemelkpulver. Lagringstid- og temperatur viste ingen signifikant effekt på laktoseinnholdet i kremostene, som kan tyde på at det ikke forekom fermentering av laktose til laktat under lagring.

Innholdet av organiske syrer som ble signifikant påvirket av mengde kjernemelk var sitronsyre,  $\alpha$ -ketoglutarsyre, orotinsyre, ravsyre og melkesyre. Årsaken til at innholdet av organiske syrer økte ser ut til å være på grunn av mengden pulver som ble tilsatt, og at dette er komponenter som var tilstede i pulveret fra før. Det er kun innholdet av melkesyre som ble lavere ettersom mer pulver ble tilsatt. Ettersom det ikke var mindre laktose i kremosten etter lagring, har det ikke vært mikrobiologisk aktivitet som har fermentert laktose til melkesyre. Årsaken til dette er den kraftige varmebehandlingen kremosten gjennomgår under fremstilling. Varmebehandling til 80 °C etter ønsket pH (4.6 - 4.8), gjøres bl.a. for å drepe tilførte melkesyrebakterier, og det forventes derfor ikke mer fermentering av laktose til melkesyre. Årsaken til lavere innhold av melkesyre i ostene ettersom mer pulver ble tilsatt, kommer sannsynligvis av at KMP/SKMP som ble tilsatt ikke inneholdt melkesyre, og at innholdet av melkesyre fra melkesyrebakteriene i kremostmassen ble lavere på grunn av fortynningen. For å hindre en økning i kremostenes tørrstoff ved tilsetning av pulver, ble vann også tilsatt med pulveret.

Innholdet av de flyktige aromastoffene etanol og aceton sank i kremostene ettersom mer kjernemelkpulver eller skummetmelk pulver var ble tilsatt. Etanol dannes fra acetaldehyd eller ved nedbrytning av sitronsyre av melkesyrebakteriene. På grunn av den kraftige varmebehandlingen av kremostene under fremstilling, er det ingen videre nedbrytning av acetaldehyd eller sitronsyre fra melkesyrebakteriene. Aceton er en naturlig komponent i melk. Årsaken til at innholdet er lavere ettersom mer KMP/SKMP ble tilsatt er sannsynligvis den samme som for de organiske syrene. Ettersom mer komponenter fra KMP/SKMP ble tilsatt, men vanntilsetningen hindret økning i kremostenes tørrstoff, er innholdet av etanol og aceton påvirket av mengde pulver tilsatt.

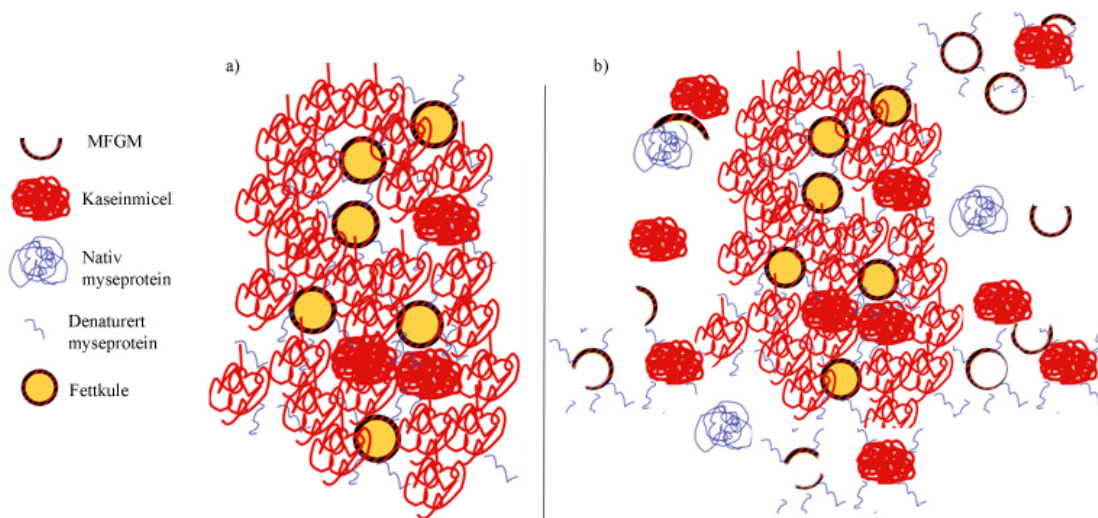
Mengde kjernemelk viste signifikant effekt på kremostenes vannbindingsevne.

Vannbindingsevne kan defineres som strukturens evne til å forhindre at vann frigjøres fra den tredimensjonale strukturen (Hermansson 1986). På grunn av kremostenes høye vann-proteinforhold og lave pH (ca. 4.7), nær kaseinets isoelektriske punkt, har kremost dårlig vannbindingsevne, og er utsatt for synerese. Hydrokolloid stabilisatorer brukes i kremost for å øke viskositeten til serumfasen og dermed hindre synerese, da grad av synerese bl.a. påvirkes av serumfasens viskositet (Fox et al. 2000). Rett etter produksjon er serumfasen i kremost ganske viskøs pga stabilisatorens funksjon, men viskositeten synker over tid ved f.eks lagringstemperatur (25 °C). Mindre viskositet i serum gir dårligere vannbindingsevne og øker

sjansene for synerese (Kindstedt & Acosta 2005). Kremostenes pH er viktig for funksjonelle egenskaper slik som vannbindingsevne, og høyere pH gjør kremostene mer utsatt for synerese under lagring (Gigante et al. 2006). Almena-Aliste and Kindstedt (2005) rapporterte det motsatte, og mente at vannbindingsevnen var bedre ved høyere pH undersøkt ved at pH ble økt (fra pH 4.7 til 7) ved bruk av ammoniakkdamp. Under disse forholdene ble ikke serumets viskositet påvirket av endringene i pH, som gjorde at forfatterne konkluderte med at vannbindingsevnen var påvirket av pH gjennom mekanismer som involverte kasein-vann interaksjoner (løselighet av kaseinmatriksen) som ga bedre vannbindingsevne. Undersøkelsen av kremostene i studien ble gjort etter 5 dager ved 4 °C etter at de økte pH i ostene. I praksis varierer lagringstid og temperatur under distribusjon og salg av kremost. Gigante et al. (2006) undersøkte derfor effekten av pH på serumfasens egenskaper etter kremostene var lagret i 4 uker ved 4 °C og 20 °C. Noen oster ble dampet med ammoniak til et gjennomsnitt på pH 5.34, mens andre ble dampet med eddiksyre til pH 4.47. Resultatene viste at lagringstemperatur- og tid hadde signifikant effekt på mengden synlig synerese. Vannbindingsevnen ble dårligere under lagring ved høy temperatur, og synlig synerese økte i prøver ved høyere pH (5.34) sammenlignet med kontrollprøver (pH 4.83). Studien viste også at viskositeten til serumfasen ble signifikant påvirket av lagringstemperatur- og tid. Størst nedgang i viskositet var det i prøvene lagret ved 20 °C, men det var også nedgang i prøvene lagret ved 4 °C. Nedgangen i serumfasens viskositet foregikk samtidig som det var økning i synlig synerese (og dårligere vannbindingsevne). Denne studien konkluderte med at kasein-vann interaksjoner ikke var årsaken til endringer i vannbindingsevnen, men på grunn av stabilisatorens funksjonalitet for bedre viskositet ble dårligere med tiden, som gir en mindre viskøs serumfase og dårligere vannbindingsevne under lagring. I dette forsøket hadde lagringstemperaturen ikke signifikant effekt på ostenes vannbindingsevne, og årsaken kan være at lagringstemperaturen ikke var høy nok. Hadde noen av kremostene blitt lagret ved romtemperatur i stedet, kan det være at også temperaturen hadde vist signifikant effekt på ostenes vannbindingsevne.

Resultatene indikerte at vannbindingsevnen ble dårligere ettersom mer kjernemelkpulver ble tilsatt kremostmassen. Kremosten som hadde best vannbindingsevne var kremostene med stabilisator, noe som var forventet på grunn av stabilisatorenes vannbindende egenskaper. Resultatene indikerer at kremostene med 1 % KMP hadde god vannbindingsevne. Vannbindingsevnen til kremostene med 1 % KMP var ikke signifikant forskjellig fra kremostene med stabilisator, og en årsak til dette kan være fordi denne osten hadde mest

kremostmasse sammenlignet med de andre kremostene med KMP/SKMP. Årsaken til at kremostene hadde dårligere vannbindingsevne ettersom mer kjernemelkpulver var tilsatt, kan være kremostenes pH, vanntilsetning og mengde kremostmasse. I tillegg kan det være på grunn av de tilførte proteinene fra pulveret som kan ha påvirket vannbindingsevnen i kremostene. Ettersom mer KMP og derav fragmenter fra MFGM ble tilsatt, viste resultatene en dårligere vannbindingsevne, og dette kan være på grunn av måten KMP/SKMP ble tilsatt kremostmassen. Pulveret ble tilsatt direkte til kremostmassen, sammen med vann, kaliumsorbat og salt og deretter rørt sammen og varmet opp til 80 °C. Det er mulig at vannbindingsevnen hadde vært bedre med mer pulver, og derav proteiner, hvis proteinene hadde hatt tid til å "svulle" i vannet før tilsetning. En annen årsak kan være på grunn av at gelnettverket i kremostmassen ble dannet ved syring av ystemelka, og det er ikke sikkert at de tilførte proteinene sammen med pulveret har blitt en del av nettverket. Den sure pH-verdien i kremostmassen kan da ha fått kaseiner til å aggregere, i tillegg til at noe myseprotein (pga varmebehandlingen) har koblet seg på kaseiner sammen med fragmenter fra MFGM. De tilførte fragmentene fra MFGM kan ha festet seg på kaseiner og myseproteiner og dermed redusert vannbindingsevnen til myseproteinene. Det er litt vanskelig å si hvordan strukturen i kremostene kan ha sett ut, da det avhenger av om proteinene har interagert med nettverket etter at de ble tilsatt, eller om tilførte kaseiner har aggregert sammen pga lav pH i kremosten, og om myseproteinene har blitt noe denaturert av varmebehandlingen. Fragmenter fra MFGM har sannsynligvis interagert med både kaseiner og myseproteiner. En enkel skjematisk fremstilling av en vanlig syrefelt gel i kremostene og et forslag til struktur i kremostene ved tilsetning av kjernemelk struktur er vist i Figur 5.1.



**Figur 5.1:** Enkel skjematisk fremstilling av gelnettverket i a) vanlig syrefelt gel, b) struktur i kremoster tilsatt KMP/SKMP etter syring.



Hvis strukturen var slik som vist i figur 5.1b, kan vannbindingsevnen ha vært noenlunde lik for kremostene uavhengig av mengde KMP/SKMP. Dette fordi vannbindingsevnen hovedsakelig kom av at vann var innlemmet i gelnettverket som ble dannet under syrning, og derfor ble vannbindingsevnen lite påvirket av tilførte proteiner. Dermed kan det virke som det er mengde kremostmasse og vanninnholdet som er årsaken til vannbindingsevnen for de ulike reseptkombinasjonene. Native myseproteiner har generelt lav vannbindingsevne. Varmerbehandling av myseproteiner gir ikke merkbar økning i vannbindingsevne sammenlignet med ubehandlede proteiner. En økning i vannbindingsevne til myseproteiner forekommer kun med kraftig varmerbehandling (Zayas 1997). De tilførte myseproteinene via KMP eller SKMP har ikke blitt utsatt for kraftig varmerbehandling, og varmerbehandling under fremstilling av kremosten til 80 °C vil sannsynligvis ikke ha denaturert myseproteinene i særlig grad. Dette kan være en av årsakene til at vannbindingsevnen ikke ble bedre ved økt tilførsel av proteiner via KMP/SKMP.

Vannbindingsevnen til proteiner har en viktig rolle i fysiske (elastisitet, svelling), kjemisk (emulgering) og sensorisk i mat. I en studie utført av Wong and Kitts (2003), hvor de sammenlignet kjernemelkpulverets funksjonelle egenskaper mot skummetmelk pulver, soyaprotein isolat, tørket eggehvite og eggeplommepulver, viste resultatene at kun skummetmelk pulver hadde dårligere vannbindingsevne enn kjernemelkpulver sammenlignet med de andre proteinkildene. Forfatterne antok at årsaken var større grad av denaturering under fremstilling av bl.a. soyaprotein isolat, som hadde best vannbindingsevne, enn i KMP og SKMP. Wong and Kitts (2003) observerte at ved en pH som ikke er ved proteinenes isoelektriske punkt, vil netto ladning større enn null sikre høy proteinoppløselighet i et løsningsmiddel både for kjernemelkpulver og skummetmelk pulver i vann. De sammenlignet oppløseligheten med de andre proteinkildene, og oppløseligheten viste seg å være dårligere utenfor proteinenes isoelektriske punkt for både soyaprotein og proteiner fra egg. De antok at dette kom av mer frie SH-grupper, fordi mer frie SH-grupper gir dårligere oppløsningsevne. Oppløselighet er kritisk for proteiners funksjonalitet, og kan påvirke andre funksjonaliteter som emulgering og gelering. Mange faktorer som overflate hydrofobisitet, pH og ionisk styrke av løsningsmiddelet kan påvirke proteiners oppløselighet i en løsning. Spesielt påvirket pH netto ladning på molekyler, som igjen endrer tiltrekkende og frastøtende elektrostatiske interaksjoner mellom protein-protein og protein-vann (Wagner & Anon 1990). Wong and Kitts (2003) antok at det omvendte forholdet mellom vannbindingsevnen og oppløselighet var på grunn av dannelse av en stabil proteinmatriks fra denaturert protein som fanger en

signifikant mengde vann. Hvis de tilførte proteinene fra KMP/SKMP ikke har blitt en del av nettverket, har de sannsynligvis ikke sørget for at mer vann ble fanget i proteinmatriksen. Kremostene med SKMP viser omtrent lik vannbindingsevne som kremosten med 2 % KMP. Det kan virke som det er mengden tilførte proteiner som er avgjørende for kremostenes vannbindingsevne, i tillegg til pH og mengde kremostmasse. For å eventuelt få dette bekreftet, burde det blitt laget en kremost uten tilsetning av stabilisator eller melkepulver.

Flere prosessstrinn under fremstilling av kremost påvirker strukturen, og derfor teksturen og reologiske egenskaper (Guinee et al. 2000). En økning i tørrstoff, proteiner og fett gir en syrefelt kaseingel med økt fasthet. Almena-Aliste and Kindstedt (2005) rapportere at en økning i pH fra ca. 4.7 til 5.2 i fullfett kremost ga et mykere produkt ved hjelp av penetrometertest, som bestemmer kremostenes konsistens. Fastere kremost ved pH 4.7 kan være på grunn av at denne pH-verdien er nær kaseinets isoelektriske punkt (Guinee et al. 2000). Alle prosessstrinn: Homogeniseringstrykk til ystemelka, inkuberingstemperatur, tilsetning av stabilisator, videre homogenisering av kremostmassen og nedkjølingshastighet påvirker tekstur og reologiske egenskaper i kremost (Brighenti et al. 2008).

Trenden for alle ostene fra de oscillerende målingene var at  $G'$  dominerte over  $G''$  frem til punkt 23-25 (ved flytgrensen), dvs. materialet oppfører seg hovedsakelig som elastisk. Hvis  $G''$  er større enn  $G'$  har prøven egenskaper som en viskoelastisk væske. Den dominerende elastiske egenskapen i kremostene kommer av det viskoelastiske nettverket som dannes i den kontinuerlige fasen med en sterk strukturorganisering (Sanchez et al. 1993). Fremstilling av kremost involverer varmebehandling og homogenisering av melka, som gjør at den nye fettkulemembranen hovedsakelig bygges opp av kaseiner, og fettene oppfører seg som pseudoprotein (se kap. 2.1.1.1), i tillegg til at denaturert myseprotein bindes til kaseinene, og alle komponentene bidrar til syrekoagulering. Kremostenes fasthet og viskositet varierte ettersom de var tilsatt stabilisator, kjernemelkpulver eller skummetmelk pulver. Det var signifikant høyere kompleks viskositet for TINE kremost naturell sammenlignet med kremostene fra forsøksstrinn 1 ved start. Viskositeten var også signifikant høyere i kremosten med stabilisator sammenlignet med de andre kremostene fra forsøksstrinn 1. Såpass stor variasjon i kompleks viskositet mellom kremosten med stabilisator fra forsøksstrinn 1 og kremosten fra butikken kan være på grunn av forskjeller under produksjonsprosessen. TINE Kremost naturell har blitt fremstilt ved kontinuerlig prosess, mens forsøksstrinn 1 innebærer mye manuelt arbeid. Dette kan gi forskjeller ved fremstillingsmetoden. I trinn 1 ble det med

hensikt prøvd å ha så lik fremstilling for ostene som mulig, med unntak av ulik tilsetning av kjernemelkpulver. Det er allikevel et forsøk gjort batchvis, som kan ha ført til få forskjeller i framstillingen av kremostene.

For de reologiske målingene ble temperaturen holdt ved 4 °C. Hvis ostemassen ikke er helt homogen, kan det påvirke målingene, og en kan derfor anta at større standardavvik for noen oster kan komme fra fremstillingsforskjeller, ikke-homogen kremost eller analysefeil. Under analysen kan det for eksempel blitt lagt på for lite eller for mye kremost på platen, som kan ha forstyrret målingene. Verdiene for kompleks viskositet viser allikevel at mengde kjernemelk tilsatt hadde signifikant effekt på kremostene, og den komplekse viskositeten ble lavere ettersom mer kjernemelkpulver var tilsatt. De kremostene med minst kjernemelkpulver viste seg å ha høyest kompleks viskositet. Både innholdet av fett og stabilisator påvirket kremostenes viskositet. Fettinnholdet var lavest for kremostene med 3 og 4 % KMP, som kan være en årsak til lavere viskositet sammenlignet med de andre. Høyest kompleks viskositet var som nevnt i kremosten med stabilisator, dette kan blant annet skyldes at stabilisatorer binder vann og øker dermed viskositeten i osten. Vannmengden som ble tilsatt kremostene sammen med KMP/SKMP kan også ha påvirket resultatene dersom mengden vann viste seg å være mer enn nødvendig, ettersom tørrstoffinnholdet i pulveret ikke ble målt, i tillegg til at mindre kremostmasse kan ha gitt en løsere konsistens.

Monteiro et al. (2009) undersøkte effekten av pH på mikrostrukturen og egenskaper til kremost ved hjelp av en penetrometertest (tekstur analyser), og fant ut at ostenes fasthet og evne til å smelte var signifikant påvirket av pH. Kremostene var mindre faste ved økende pH, og evnen til å smelte økte med økende pH. Resultatene viste at kremostenes pH økte ettersom mer KMP/SKMP ble tilsatt, og en årsak til lavere kompleks viskositet i disse ostene kan derfor være på grunn av høyere pH. Resultatene viser at kremosten tilsatt 2 % KMP hadde høyere kompleks viskositet sammenlignet med kremosten tilsatt 2 % SKMP, og en forklaring kan også være at den med skummetmelk pulver hadde noe høyere pH.

Kraften (målt i Pascal per sekund, Pa\*s) påført kremostene under målingen sank ettersom  $G'$  og  $G''$  ble mer lik, og ved punktet etter  $G'' > G'$  var kraften lav for flere av ostene. Ved den definerte flytgrensen viste det seg at viskositeten var signifikant lik i kremosten med 1 % KMP og kremosten med stabilisator. Kjernemelkas sammensetning er som skummetmelk med hensyn på proteiner, mineraler og laktose. I tillegg er den rik på komponenter fra

fettkulemembranen, spesielt fosfolipider og proteiner. Fosfolipider kan være gode emulgatorer, og kan virke som stabilisator i produktet der den inngår som ingrediens. I kremostene med 1 % KMP er også minst vann tilsatt, som gjør at de aktuelle komponentene ikke fortynnes vesentlig, og kan derfor ha gitt større effekt som stabilisator. Svelletid for proteinene i pulveret kan også være en årsak, som tidligere omtalt.

Ved det siste målepunktet, punkt 29, var TINE Kremost naturell og kremosten med stabilisator fra forsøkstrinn 1 signifikant like, dog hadde kremosten fra trinn 1 et betydelig større standardavvik, noe som indikerer stor variasjon mellom prøvene. Ved dette punktet var  $G'' > G'$ , og kremostene oppførte seg som en viskoelastisk væske. Kraften som ble påført prøvene var derfor lav, og lavest kompleks viskositet hadde kremostene med 3 og 4 % KMP og 2 % SKMP.

### **5.1.2 Effekt av lagringstid**

Innholdet av karbohydrater og pH-verdi i kremostene var signifikant påvirket av lagringstid. Gjennom lagringstiden økte pH noe etter 5 uker, og sank til lavere pH enn i ferske oster etter 7 uker. Resultatene viste lite fermentering av laktose til laktat ved lagring, og en senkning av pH kan derfor komme av utvikling av organiske syrer. Perveen et al. (2011) undersøkte effekten av lagringstemperatur på bl.a. kjemiske egenskaper til kremost. Deres analyser viste at pH i kremostene sank ved lagring, men at endringene i pH var uregelmessige. Også i dette tilfellet økte pH først, for deretter å synke igjen ved videre lagring. Hvorfor pH først økte er noe usikkert, men årsaken til at pH synker etter lagring er en naturlig prosess forårsaket av produksjon av melkesyre og andre organiske syrer fra melkesyrebakterier. Reduksjon i pH-verdi under lagring av kremost er også rapportert av Kuipers et al. (2000) og Shah (2007). En annen årsak til forandringen i pH kan være hvis vanninnholdet sank ved lagring og et høyere tørrstoffinnhold ga utslag for pH-verdien. Det kan også komme av analysemetoden, for eksempel at pH-meteret ikke var godt nok kalibrert, eller pga det ble benyttet ulike pH-meter under forsøksperioden, og at variasjonen i målingene var en tilfeldighet.

Innholdet av galaktose økte i kremostene etter 7 uker. Laktose består av galaktose og glukose, og resultatene indikerer at noe laktose har blitt hydrolysert til galaktose og glukose av enzymet laktase (Walstra et al. 2006). Ut i fra analysene var det ikke glukose i ostene, og glukosen har derfor blitt videre nedbrutt til organiske syrer. Galaktose kan brytes ned til

pyruvat som videre kan omdannes til flyktige aromastoffer. En økning i galaktoseinnholdet tyder på at galaktose ikke har blitt videre fermentert.

Lagringstiden viste signifikant effekt på kremostenes vannbindingsevne, og at vannbindingsevnen var bedre etter 5 uker enn etter 2 uker. Dette strider mot studien til Gigante et al. (2006) som fant ut at vannbindingsevnen var dårligere etter 4 uker. Resultatene her viste at vannbindingsevnen var bedre etter 5 uker uavhengig av lagringstemperatur, også for kremosten med stabilisator. Dette kan komme av feil i metoden, da avdrippet kan være påvirket av måten prøveuttaket var, og måten ostene lå i osteformen. Vannbindingsevneforholdet var likevel likt for ostene etter hvor mye kjernemelkpulver de var tilsatt, uavhengig av temperatur og tid, som igjen kan indikere at metoden fungerte. En studie utført av Perveen et al. (2011) viste at vanninnholdet i kremost var signifikant lavere etter lagring i 0-28 dager ved både 4 og 21 °C, og at kremostene lagret ved romtemperatur hadde signifikant ( $p < 0,05$ ) nedgang i vanninnhold sammenlignet med kremostene som var kjølelagret. Dette kan være en årsak til at avdrippet var lavere etter 5 uker i kremostene. For å få dette bekreftet burde tørrstoffinnholdet i ostene blitt undersøkt etter 5 uker.

Både kremostene med stabilisator, kjernemelkpulver og skummetmelk pulver hadde tilsynelatende god lagringsstabilitet. Kaseiner har høy overflate hydrofobisitet med en balansert fordeling av hydrofile og hydrofobe områder, i tillegg til å ha stor grad av fleksibilitet i konformasjonen, som gjør at de kan interagere ved olje-vann grenseflaten. Myseproteiner adsorberes raskt og utfoldes og orienterer seg ved olje-vann grenseflaten, og danner en emulsjon som kun er litt mindre stabil enn for kaseiner ved samme forhold (Singh 2011). Corredig and Dalgleish (1998a) fant ut at ca. 50 % av absorbert protein ved olje-vann grenseflaten fra en kjernemelkpulver-emulsjon kom fra kaseinater, der  $\beta$ -kasein dominerte pga dets hydrofobe natur. I følge forfatterne kan det høye innholdet av  $\beta$ -kasein i SKMP sammenlignet med KMP, som også inneholdt fett og MFGM, forklare hvorfor SKMP kan ha bedre emulgerende kapasitet enn KMP. Absorpsjonen av kasein, myse og MFGM proteiner til grenseflaten er avhengig av forholdet mellom de tre proteinene tilstede i melkepulver (Wong & Kitts 2003). I tillegg kobles proteiner fra MFGM seg til  $\beta$ -kasein i KMP, som kan forklare dårligere emulsjonsstabilitet som ble observert for KMP (Corredig & Dalgleish 1998a). Wong and Kitts (2003) fant ut at tilstedeværelse av MFGM i KMP ikke fremmet fettabsorpsjonsevnen til KMP framfor SKMP, som ikke har MFGM tilstede. Det virker derfor som at kaseiner og myse i melkepulver har en større rolle når det gjelder fettabsorpsjon enn

MFGM. Wong and Kitts (2003) undersøkte i tillegg proteinkonsentrasjoners emulgerende effekt, og generelt var optimal emulgerende kapasitet for alle prøvene oppnådd ved bare 0,9 g protein. En relativt liten, men tilstrekkelig, mengde protein var absorbert til grenseflaten for å suspendere oljedråpene, uavhengig av form og relativ fleksibilitet til de individuelle proteinene. Ved å øke proteininnholdet ble det ikke funnet bedre emulgerende evne, siden overskuddsproteiner ikke har evne til å migrere til olje-vann grenseflaten. Forfatterne konkluderte med at tilstedeværelse av MFGM i KMP ikke fremmer funksjonelle egenskaper til KMP over SKMP. Forholdet mellom innholdet av kaseiner, myse og MFGM i kjernemelkpulver avgjør dets funksjonelle egenskaper. Det burde derfor blitt fremstilt en kremost uten KMP/SKMP og stabilisator, for å kartlegge eventuelle forskjeller i lagringsstabiliteten til kremostene i dette forsøket. Det har også blitt foreslått av Corredig and Dalgleish (1998a) at ustabiliteten til emulsjoner, stabilisert av KMP, kommer av at det dannes brodannelse mellom oljedråper som er absorbert av kjernemelkpulverets proteiner ved grenseflaten når de utsettes for høye temperaturer. Dette gir en dårligere emulsjon. Kremostene ble utsatt for varmebehandling til 80 °C med henstand i ett minutt, og denne temperaturen ser ikke ut til å ha svekket emulsjonen. Lagringsstabiliteten i kremostene tilsatt kjernemelkpulver kan også ha blitt styrket av fosfolipidene fra MFGM. Fosfolipidenes hydrofile og hydrofobe struktur bidrar til stabilisering av melkefett i melk, og gjør at den relativt høye konsentrasjonen av melkefett og proteiner i kremostene kan sameksistere i samme løsning.

Lagringstiden viste signifikant effekt på innholdet av organiske syrer som sitronsyre,  $\alpha$ -ketoglutarsyre, ravsyre og urinsyre. Innholdet av sitronsyre,  $\alpha$ -ketoglutarsyre og urinsyre økte, mens innholdet av ravsyre ble redusert. Sitronsyre finnes naturlig i melka, og omsettes av sitratforgjærende bakterier. Sitronsyre fermenteres til eddiksyre, CO<sub>2</sub>, diacetyl, acetoin og etanol ved tilstedeværelse av laktose, men resultatene viser ingen signifikant økning i innholdet av disse komponentene under lagring. Siden melkesyrebakteriene som var tilsatt ble drept ved varmebehandling etter syring, kommer mengden av sitronsyre fra skummetmelk- og kjernemelkpulveret. Årsaken til at innholdet av sitronsyre økte noe i kremostene, kan være på grunn av et lavere vanninnhold i ostene etter lagring. Dette er bare antakelser siden tørrstoffinnholdet kun ble målt i ferske oster.

Via oksidativ deaminering (fjerning av en aminogruppe fra aminosyren) av glutamat dannes  $\alpha$ -ketoglutarsyre under proteolyse av proteiner i melk. Videre kan  $\alpha$ -ketoglutarsyre omdannes

til aldehyder, syrer og alkoholer som gir smak i osten (Broadbent et al. 2011). Et økt innhold av  $\alpha$ -ketoglutarsyre i kremostene etter lagring indikerer proteolyseaktivitet i ostene, sannsynligvis fra ikke tilsatte melkesyrebakterier (NSLAB) eller proteolytiske enzymer fra syrekulturen. Økningen kan også være på grunn av et lavere vanninnhold i ostene etter lagring i 7 uker. Det antas også å være grunnen til at innholdet av urinsyre økte i lagrede kremoster. Lagringstiden viste signifikant effekt på innholdet av de flyktige aromastoffene etanol, 2-butanol og 2-butanon. Dette indikerer at det har forekommet noe nedbrytning i kremostene under lagring.

### **5.1.3 Effekt av lagringstemperatur**

Lagringstemperaturen viste liten effekt på kremostenes lagringsstabilitet, vannbindingsevne, pH og innhold av organiske syrer og flyktige aromastoffer. Kremostenes innhold av karbohydrater, ravsyre, etanol, aceton og dimetylsulfid var signifikant påvirket av lagringstemperatur. En større økning i galaktoseinnhold etter lagring i 5 uker ved 12 °C, tyder på større aktivitet fra laktase enzymet, som har hydrolysert mer laktose til galaktose. En annen årsak kan være økt tørrstoffinnhold i ostene under lagring på grunn av et lavere vanninnhold, som tidligere omtalt. Ravsyre er en syre som kan produseres av laktobasiller i sitronsyresyklusen, og kan gi produktet en salt, bitter og syrlig smak (Keneuchi et al. 1988). Innholdet av ravsyre sank ved lagring i 7 uker, men lagring ved 12 °C i 5 uker ga signifikant høyere innhold av ravsyre. Det kan tyde på at temperaturen har vært mer gunstig for eventuelle laktobasiller tilstede i osten, og at det derfor er mer ravsyre ved 12 °C. Resultatene viser at innholdet av etanol, aceton og dimetylsulfid var høyere ved lagring i 5 uker ved 12 °C sammenlignet med de andre temperaturene. Siden aceton er noe som finnes naturlig i melk, er det ikke sannsynlig at innholdet av denne komponenten skal ha økt, men heller eventuelt minket på grunn av videre nedbrytning. Økt innhold av etanol tyder på mikrobiologisk aktivitet, som heller ikke er sannsynlig. Årsaken til økningen av disse flyktige aromastoffene etter lagring ved 12 °C kan være at vanninnholdet er lavere i disse ostene, fordi mer vann har fordampet ved denne temperaturen. Det var en trend at innholdet av de andre aromastoffene også hadde økt litt etter lagring ved 12 °C, dog var dette ikke signifikant.

#### 5.1.4 Sensoriske resultater

Kremostene ble bedømt ved kvalitetsbedømmelse, og bedømmelsene ble utført av trente hvitostdommere fra TINE FoU, Måltidets Hus. Ved kvalitetsbedømmelsen ble kremostene dømt etter konsistens og lukt/smak på en skala fra 0-5 poeng. Poeng dårligere enn 2,8 vil si at produktet ikke er egnet som salgsvare. Resultatene viste at standardavviket var stort for noen kremoster mellom de enkelte dommerne, som kan indikere at oppfatningen av hvordan kremosten ville være varierte noe mellom de ulike dommerne.

Hovedpoeng er den viktigste parameteren som gis ved kvalitetsbedømmelse, og er den parameteren som avgjør om osten er salgsvare eller ikke. Av resultatene framgår det at alle de ferske kremostene fra trinn 1 var egnet som salgsvare, men at kremosten med 4 % KMP var helt på grensen. I forhold til innhold av kjernemelkpulver, fikk kremostene med stabilisator og 1 % KMP høyest score, etterfulgt av kremosten med 2 % SKMP, 2 og 3 % KMP.

For kremostene som var lagret i 1,5 måned var det kremosten med 1 % KMP etterfulgt av kremosten med 2 % KMP som fikk høyest poeng i kvalitetsbedømmelsen. Videre fulgte kremosten med stabilisator, og lavest poeng gikk til kremostene med mest kjernemelkpulver og kremostene med skummetmelk pulver. Ettersom mer kjernemelkpulver enn 2 % eller skummetmelk pulver ble tilsatt, jo dårligere poeng fikk kremostene. Årsaken til dårligere bedømmelse for kremostene med mest kjernemelkpulver kan være, som tidligere nevnt, pga mer vanntilsetning og derav lavere fettinnhold. For at hver batch skulle være på 11 kg totalt, var ostemassen mindre for kremostene med mest kjernemelkpulver. Kremostene med 1 % KMP hadde mindre vanntilsetning og mer ostemasse, som kan forklare bedre score på kvalitetsbedømmelsen sammenlignet med de andre kremostene med kjernemelkpulver, og at kremostene med kjernemelkpulver ble foretrukket i følgende etterfølge: 1 % > 2 % > 3% > 4 %. Etter lagring var verken kremostene med 2 % SKMP eller 3 og 4 % KMP egnet som salgsvare. Kvalitetsbedømmelsen indikerer at lagringsstabiliteten til kremostene med 1 % og 2 % KMP var bedre enn for kremostene med stabilisator, siden disse ostene ikke hadde nedgang i poengscore fra fersk til lagret.

Bedømmelsene av ferske kremoster viste at kremostene med stabilisator, 1 %, 2 % og 3 % KMP hadde den beste konsistensen, etterfulgt av kremosten med 2 % SKMP og 4 % KMP. Standardavviket for 2 % og 3 % KMP samt 2 % SKMP er derimot høyt, noe som indikerer noe uenighet mellom dommerne for disse kremostene. For ferske kremoster var det kun



kremosten med 4 % KMP som fikk under 3 poeng. Kommentarer fra dommerne for konsistens på ferske kremoster var at ostene med stabilisator og 1 % KMP opplevdes som faste, og at resten var løse og hadde malingkonsistens. Malingkonsistens vil si at ostene var tiksotrope og som maling hvis en rørte i osten. Igjen så kan årsaken til disse bedømmelsene være pga vanntilsetningen og total mengde ostemasse for hver resept. For de lagrede ostene hadde alle nedgang i poengscore med unntak av kremostene med 1 % KMP. Standardavviket for denne osten var også lavest, som indikerte stor enighet mellom dommerne. For lagrede kremoster var ostene foretrukket i følgende rekkefølge: 1 % KMP > 0 % KMP og 2 % KMP > 2 % SKMP > 3 % KMP > 4 % KMP. Kommentarer for alle ostene, unntatt kremosten med 1 % KMP, var at de hadde løs konsistens. Dette kan indikere at nettverket i kremosten ble mindre fast ettersom mer KMP/SKMP var tilsatt kremostmassen. pH var noe høyere i ostene ettersom mer pulver var tilsatt, og dette kan være en forklaring på at ostene var mindre faste. Som tidligere nevnt undersøkte Monteiro et al. (2009) effekten av pH på mikrostrukturen og egenskaper til kremost, og fant ut at kremostene var mindre faste ved økende pH. Almena-Aliste and Kindstedt (2005) rapportere også at en økning i pH fra ca. 4.7 til 5.2 i fullfett kremost ga et mykere produkt. Dette ble også bekreftet av den oscillerende testen, der kremostene med mest kjernemelkpulver eller med skummetmelk pulver hadde lavest kompleks viskositet.

Generelt scoret alle kremostene høyt for lukt og smak ved kvalitetsbedømmelsen. Innenfor disse egenskapene var alle kremostene egnet som salgsvare både fersk og lagret. For ferske kremoster fikk kremosten med stabilisator og 1 % KMP best poeng, og poengscoren for de andre ostene var relativt lik. Kommentarer for ferskost var at de opplevdes salte, og årsaken til dette var resepten. I følge Soldal (2012) ble det informert om feil ønskelig saltinnhold i kremostene, og at mengde salt tilsatt var litt høyere enn det burde være. Kremostene med over 1 % KMP fikk også kommentarer for å ha oksidert smak, og dette kan indikere noe oksidasjon i produktet. Det ble ikke foretatt oksidasjonsanalyse, og en kan derfor bare anta at det hadde foregått oksidasjon i produktet. Oksidasjonssmak kan også ha oppstått i kremostene under den sensoriske bedømmelsen, da ostene var utsatt for lys i en begrenset periode. Kremostene var også bare emballert i et enkelt hvit plastbeger med en plastfilm på toppen dekket av aluminiumsfolie. Denne emballasjen er ikke optimal for å beskytte produktet mot oksidasjon. Kremostene med mest kjernemelkpulver fikk kommentarer for å ha oksidert smak, og dette kan komme av at kjernemelk kan være mer utsatt for oksidasjon. Kremostene med stabilisator og 1 % KMP fikk kommentar for å ha smørsmak. Aromastoffet diacetyl er

kjent for å gi smørsmak, og innholdet av denne flyktige aromakomponenten kan være årsaken til denne kommentaren. For lagrede kremoster var det bare kremostene med stabilisator som fikk dårligere poengscore. Standardavviket var derimot stort, og noe uenighet mellom dommerne er årsaken til dette. Kremosten med 3 % KMP hadde også et stort standardavvik, og det kommer av at en av dommerne mente at kremosten hadde en muggsmak og besk smak etter lagring, mens dette ikke ble kommentert fra andre. Det var ikke synlig vekst av mugg på noen av ostene fra trinn 1. Kremost er utsatt for muggvekst bl.a. pga dens høye vanninnhold, men alle kremostene var fremstilt med tilsetning av kalium sorbat for å unngå dette.

Det burde blitt utført forbrukertester i tillegg for ostene, en liking-test. Trenede dommere bedømmer automatisk etter en standard, og dette kan gi negativt utslag for forsøksostene fordi de avviker fra standarden (TINE Kremost naturell). Det betyr allikevel ikke at kremostene er av dårlig kvalitet, og en forbrukertest eller sensorisk bedømmelse av et utrenet panel kunne gitt helt andre resultater. TINE Kremost naturell er en relativt fast kremost, og det kan tenkes at flere ville foretrukket en kremost med mykere konsistens.

## 5.2 Trinn 2

I forsøksstrinn 2 ble det laget en kremost med lavere fettinnhold (20 %) der ystemelka var en blanding av fløte, helmelk og kjernemelk. Det ble laget kremoster med stabilisator (uten kjernemelk) som kontroll, og kremoster med kjernemelk tilsvarende 1 %, 1.5 % og 2 % kjernemelkpulver fra forsøksstrinn 1. Ystemelka ble fordelt på tre spann og tilsatt DVS mesofil syrekultur. Det ble ikke gjort gjentak for batchene i trinn 2, og statistisk analyse var derfor ikke mulig å utføre på grunn av for lite data. Gjentak ble ikke gjort på grunn av at det manglet mannskap fra TINE og at det ikke var ledig tilgang i forsøkshallen på Kalbakken.

Pilotanlegget på universitetet for miljø og biovitenskap hadde heller ikke membran tilgjengelig for ultrafiltrering av sure produkter, og det manglet også utstyr på Måltidets Hus.

Dessverre ble ikke ystemelka med kjernemelk tilsvarende 1 % og 1.5 % kjernemelkpulver syrnet tilstrekkelig, og disse ble derfor ikke videre analysert. Kremosten med stabilisator hadde heller ikke blitt syrnet tilstrekkelig, men hadde et svakt gelnettverk på grunn av stabilisatorene som var tilsatt. Fra forsøksstrinn 2 var det derfor kun kremosten med kjernemelk tilsvarende 2 % KMP som var vellykket. Kremosten var løs, og viste dårlig lagringsstabilitet og vannbindingsevne. Det forekom også muggvekst på kremostene etter 5 ukers lagring.

Det fremgår fra resultatdelen at beregningene av mengde kjernemelk, helmelk og fløte var riktig, og innholdet av tørrstoff og fett var relativt likt for de fire batchene før syring. Syringstiden var estimert til å ta 14-16 timer, og syrekulturen ble derfor tilsatt ved ulike tider for de forskjellige reseptene slik at alle skulle ha samme syringstid. Syringstiden tok betydelig lengre tid, og på grunn av tidspress ble det avgjort å yste videre ved en noe høyere pH enn ønskelig. Ystemelka var i tillegg fordelt i tre spann per batch, og syrningshastigheten var noe varierende mellom spannene. Årsaken til at syringstiden var lengre enn først antatt, kan være på grunn av at syrekulturen var frysetørket, og at melkesyrebakteriene dermed var i ”dvale” den første tiden. Syrningshastigheten kunne også gått fortere om mer syrekultur hadde blitt tilsatt ystemelka. Den eneste batchen som hadde lav nok pH (pH 4.6) i ystemelka var den tilsatt kjernemelk tilsvarende 2 % KMP. Syringstiden for denne batchen var 21 timer. De andre batchene hadde en pH-verdi mellom 4.8-4.9. Kremosten tilsatt stabilisator hadde en høyere pH enn ønskelig ved ysting, og resultatet ble en kremost med et svakt

nettverk, sannsynligvis holdt sammen på grunn av stabilisatorene. Det ble derfor avgjort å analysere videre kremosten med 2 % kjernemelk og kremosten med stabilisator.

Resultatene bekrefter at pH bør være nær kaseinets isoelektriske punkt for tilstrekkelig geldannelse. Syrekoagulering av kasein forårsakes av at kaseinmicellene begynner å aggregere ved lavere pH på grunn av negativ ladning, økt hydrofobisitet og økt ionestyrke i serumfasen forårsaket av lekkasjen av kalsium og fosfat. Dette reduserer de frastøtende kreftene og øker de aggregerende kreftene. Resultatene indikerer at aggregeringen ikke er tilstrekkelig ved en pH-verdi rundt 4.8 – 4.9. Ved denne pH er det i følge Heertje et al. (1985) et maksimalt micellevolum pga  $\beta$ -kasein er positivt ladet, og oppfører seg som et senter for aggregering med negativt ladet  $\alpha_{s1}$ -kasein. Det er her gelen dannes, men resultatene indikerer at dannelsen ikke er tilstrekkelig før pH er nær 4.6.

### **5.2.1 Effekt ved tilsetning av søt kjernemelk**

Tørrstoffresultatene viste en liten forskjell mellom ostene, og kremosten med kjernemelk hadde noe høyere fett- og tørrstoffinnhold. Variasjonen mellom prøvene kan komme av fremstillingen, for eksempel fra ultrafiltreringen, der konsentreringen av tørrstoffinnholdet var noe bedre for kremosten med kjernemelk.

pH-verdiene var høyest i kremostene med stabilisator, som var forventet ettersom pH var høyere for denne kremosten etter syring. For kremosten med stabilisator holdt pH seg relativt stabil under lagring, på ca. pH 5.25. For kremosten med kjernemelk, økte pH fra ca. pH 4.85 til 5.15 etter 5 uker, og ned til pH 5 etter 7 uker. Resultatene viste noe fermentering av laktose til laktat ved lagring. Innholdet av laktat var lavest ved 5 uker, og høyest i fersk, deretter etter 7 uker. Laktat er en organisk syre, og produksjon av denne vil føre til lavere pH. Årsaken til stigning i pH kan komme av dannelsen av basiske komponenter pga proteolyse. Melkesyrebakterier og deres enzymer kan hydrolysere proteiner til peptider og aminosyrer, og aminosyrer og produkter fra disse er basiske komponenter som kan føre til at pH stiger. Variasjonen i pH og lagringstid for kremosten med kjernemelk kan indikere mikrobiologisk aktivitet i osten, og at variasjonene kommer av fermentering i begeret, som kan variere. pH ble målt i de samme ostene som det ble foretatt HSGC og HPLC av, og for akkurat den kremosten der det ble indikert mindre fermentering av laktose til laktat, var også pH-verdien høyest. Under fremstilling av kremostene, ble kremosten med stabilisator varmebehandlet i

Stephan-gryte til 75 °C for å aktivisere stabilisatorene. Stabilisatorene ble tilsatt etter ultrafiltrering. Tidligere studier fra bl.a. Corredig and Dalgleish (1998b) konkluderte med at kraftig varmebehandling av kjernemelk ville svekke fettkulemembranens evne til å fungere som en emulgator, og kremosten med kjernemelk ble derfor varmet opp til 55 °C i stedet for 75 °C før homogenisering. Etter at syrekulturen ble tilsatt, ble derfor kremosten med kjernemelk ikke utsatt for høyere temperatur enn 55 °C. Dette kan være årsaken til at resultatene indikerte større mikrobiologisk aktivitet i denne kremosten, da det ikke er sikkert at alle melkesyrebakteriene ble drept ved denne varmebehandlingen. Ved ulik lagringstemperatur var det mindre laktose i begge ostene etter lagring ved 12 °C sammenlignet med de andre temperaturene, samtidig som innholdet av melkesyre økte. I 54-0 var innholdet av eddiksyre høyere og innholdet av sitronsyre lavere ved denne temperaturen. Dette indikerte noe mikrobiologisk aktivitet i 54-0 også.

Resultatene indikerte at kremosten med kjernemelk hadde svært dårlig vannbindingsevne. Kremosten med stabilisator hadde et svakt gelnettverk på grunn av stabilisatorene tilstede, og viste i tillegg bedre vannbindingsevne i dette forsøket. Varmebehandlingen for kremosten med kjernemelk var maksimalt 72 °C i 15 sekund, og bare noe myseprotein vil derfor være denaturert og derav være en del av gelnettverket som ble dannet. En kan anta at det hovedsakelig er kaseiner og fett som var en del av gelnettverket, og at det kan være en årsak til lavere vannbindingsevne i kremosten. Kremostene fra forsøksstrinn 1 hadde et avdrøpp med nesten gjennomsiktig farge. Avdrøppet fra kremostene i dette forsøket var hvitt, og kan derfor indikere at kremosten har ”smeltet”, eller at nettverket har brutt sammen. Det kan eventuelt være en årsak til at avdrøppet fra 54-2 var så stort. Den oscillerende testen viste også at kremostenes fasthet og komplekse viskositet var lav sammenlignet med lavfett Philadelphia kremost. Hvis nettverket i kremosten har kollapset, kan det tyde på at lagringsstabiliteten var lav, og at mengden kjernemelk tilsatt ikke ga en stabil emulsjon i produktet.

Innholdet og utvikling av flyktige aromastoffer i kremostene ser ut til å være noe påvirket av resepten og fremstillingsmetode. Etanolinnholdet i begge ostene var etter lagring i 7 uker betydelig høyere, spesielt for 54-0. Det ble observert mugg- og/eller gjærvekst på begge ostene etter 5 ukers lagring, og dette kan være forklaringen på økningen i etanolinnholdet. Gjær produserer etanol ved lave temperaturer. Innholdet av dimetylsulfid økte betraktelig i begge ostene. Dimetylsulfid er en svovelkomponent som dannes ved proteolyse av aminosyrer (Marilley & Casey 2004). Begge ostene inneholdt også 3-metyl-1-butanal, 2,3-

pentadion og 3-metyl-1-butanol etter lagring i 7 uker som også dannes ved proteolyse av aminosyrer. Dannelse av nevnte komponenter økte ved økende lagringstemperatur, som indikerer større mikrobiologisk og enzymatisk aktivitet ved høyere temperatur.

Som tidligere nevnt, er det flere prosessstrinn under fremstilling av kremost som påvirker strukturen, og dermed teksturen og kremostens reologiske egenskaper. Kremostene trinn 2 hadde lavere tørrstoff og fettinnhold sammenlignet med trinn 1, samtidig som pH var høy for kremosten med stabilisator. En økning i tørrstoff, gelerende proteiner og fett gir en syrefelt kaseingel med økt fasthet. Det antas at en minimal mengde myseproteiner ble denaturert ved varmebehandling i trinn 2, da høyeste varmebehandling av ystemelka var 72 °C i 15 sekund. Kombinasjonen med lite fett, lav grad av denaturerte myseproteiner og høy pH er årsaken til lite fasthet og lav kompleks viskositet i kremostene.

Trenden for både 54-0, 54-2 fra de oscillerende målingene var likevel (tross lav fasthet) at  $G'$  dominerte over  $G''$  frem til punkt 21-23 for 54-2, og punkt 27-28 for 54-0, dvs. materialet oppfører seg hovedsakelig elastisk. Kremostenes fasthet og komplekse viskositet varierte, og Philadelphia kremost hadde høyest kompleks viskositet sammenlignet med 54-0 og 54-2 på alle de 29 punktmålingene, etterfulgt av 54-2. Lavest kompleks viskositet var det i 54-0, og kraften ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ) forandret seg lite for denne osten for hvert punkt. Dette kan indikere at nettverket i kremosten var veldig svakt, og at det var stabilisatorene som holdt nettverket sammen. Stabilisatoren binder vann og øker viskositeten i osten. Philadelphiaosten med stabilisator var mye fastere enn 54-2, og dette kan indikere at viskositeten er høyere i lavfett kremost med stabilisator enn 2 % kjernemelk. Fremstillingsmetoden for Philadelphia kremost er heller ikke kjent, og sannsynligvis er det forskjeller i fremstillingen av kremostene.

Kraften ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ) påført kremostene under målingen avtok ettersom verdiene for  $G'$  og  $G''$  ble mer lik for Philadelphiaosten og 54-2, og ved punktet etter  $G'' > G'$  var kraften betydelig lavere for ostene, men fortsatt høyere for Philadelphiaosten enn for forsøksosten. Ved den siste målingen, punkt 29, var 54-0 og 54-2 sin komplekse viskositet mer lik. Ved dette punktet var  $G'' > G'$ , og kremostene oppførte seg som en viskoelastisk væske, og viskositeten varierte dermed mindre mellom ostene.

### 5.2.2 Sensoriske resultater

Kremostene ble bedømt ved kvalitetsbedømmelse som fersk og lagret i 3 uker, og bedømmelsene ble utført av trente hvitostdommere fra TINE FoU, Måltidets Hus. Det ble foretatt en bedømmelse av ferske oster, og resultatene viste lav poengscore for ostene. Siden dette kunne komme av at dommerne var trent til å smake vanlig fullfett kremost, ble det utført en ny sensorisk bedømmelse etter 3 uker fordi en ønsket å sammenligne kremostene med en lavfett Philadelphia kremost. Dette ble gjort for å kvalitetssikre bedømmelsen til dommerne. Resultatene viste allikevel enda dårligere poengscore for kremostene i trinn 2, mens Philadelphiaosten kom bedre ut. Det ble derfor besluttet å ikke ha flere kvalitetsbedømmelser for ostene i trinn 2, siden kvaliteten var såpass lav i 3 uker gammel ost. Ved kvalitetsbedømmelsen ble kremostene dømt etter konsistens og lukt/smak på en skala fra 0-5 poeng. Poeng dårligere enn 2,8 vil si at produktet ikke er egnet som salgsvare. Resultatene viste at standardavviket var relativt stort for kremostene mellom de enkelte dommerne, som kan indikere at oppfatningen av hvordan kremosten skal være varierte noe mellom de ulike dommerne. Av resultatene framgår det at kremosten med kjernemelk fikk bedre poengscore enn 54-0 både fersk og 3 uker gammel. Allikevel var det ingen som egnet seg som salgsvare i følge dommerne.

Hvis en sammenligner kremosten med 2 % KMP fra trinn 1 og 54-2, til tross for ulikt tørrstoff- og fettinnhold, er poeng i kvalitetsbedømmelsen gitt for 54-2 lavere enn for kremost med 2 % KMP. Kremost med 2 % KMP hadde også liten nedgang i poengscore fra fersk til lagret. Dommerne var mer erfarne til å bedømme vanlig fullfett kremost, og det kan være en årsak til at 54-2 fikk så lav poengscore. Det kan være at dommerne har bedømt 54-2 som vanlig fullfett kremost, og at den da naturligvis vil få dårlig poengscore ettersom avviker mer fra standarden. Den oscillerende testen viste også at den komplekse viskositeten for 54-2 var lavere enn for kremosten med 2 % KMP, og dette kan også ha bidratt til dårligere poengscore. Sammenligning av kremostene kan indikere at produktet er mer stabilt når kjernemelkpulver er tilsatt etter syring og kremostseparator, enn at kjernemelk er tilsatt ved start. Dette kan være på grunn av varmbehandlingstrinn underveis ved fremstilling av 54-2 som ødelegger de emulgerende egenskapene til MFGM. En annen årsak kan være at 54-2 har et dårligere nettverk grunnet lite denaturering av myseproteiner og mindre fett til å stabilisere gelnettverket.

Bedømmelsene av ferske kremoster viste liten variasjon mellom fersk 54-0 og 54-2. Etter lagring fikk derimot 54-2 bedre poengscore. Standardavviket var relativt høyt, noe som indikerer noe uenighet mellom dommerne. Ingen av ostene fikk poengscore som tilsa at de egnet seg som salgsvare. Kremostene fikk kommentar for å være løse og ha malingkonsistens. Dette kan, som tidligere nevnt, komme av et svakt gelnettverk i ostene, høy pH og lite fettinnhold.

Generelt scoret de ferske kremostene bedre for lukt og smak ved kvalitetsbedømmelsen. De fikk allikevel kommentarer for å ha bismak og for å være emne. Oster lagret i 3 uker fikk derimot betydelig lavere poengscore, og opplevdes som besk og oksidert. HPLC og HSGC indikerte mikrobiologisk aktivitet i ostene, og dannelsen av bitre peptider og basiske aminosyrer kan være en årsak til kommentarer i bedømmelsen.

Etter 3 uker ble også kremostene sammenlignet med lavfett Philadelphia kremost, og denne kremosten scoret betydelig høyere både i hovedpoeng, konsistens og lukt/smak. I følge dommerne egnet Philadelphiaosten seg som salgsvare. Den fikk allikevel kommentar for å ha utypisk smak og for å være fuktig, løs og ha malingkonsistens slik som 54-0 og 54-2.

Kremostene i trinn 2 hadde høyt vanninnhold, og etter 5 uker var det tydelig vekst av mugg/gjær på kremostene, dette til tross for at ostene var tilsatt kaliumsorbat for å unngå dette.

### **5.3 Oppsummering av diskusjonen**

Et av spørsmålene denne oppgaven ønsket å belyse, var om bruk av kjernemelk eller kjernemelkpulver ga kremost med like god kvalitet som ordinær TINE Kremost med stabilisator. Det var såpass mange forskjeller mellom forsøksstrinnene at det lot seg ikke sammenligne.

Forsøksstrinn 1, hvor kjernemelkpulver ble tilsatt i stedet for stabilisator etter at myse var fjernet, viste mengde kjernemelk en signifikant effekt på kjemiske, biokjemiske, reologiske og sensoriske resultater. Flere av resultatene kan forklares med at det sannsynligvis var vanntilsetningen sammen med KMP/SKMP, og varierende mengde kremostmasse for hver reseptkombinasjon, som var årsaken til forskjellene heller enn mengden KMP da dette



resulterte i ulik sammensetning av komponenter i kremostene. Ettersom mer KMP/SKMP ble tilsatt, var fettinnholdet i kremostene lavere, pH økte, vannbindingsevnen var dårligere, kremostenes komplekse viskositet var lavere og den sensoriske bedømmelsen indikerte et dårligere produkt. Resultatene indikerte et potensial i kremostene tilsatt 1 % KMP, som hadde flere egenskaper lik eller tilnærmet lik kremostene med stabilisator. Kremosten med 1 % KMP fikk bedre resultat i den sensoriske bedømmelsen etter lagring sammenlignet med kremosten inneholdende stabilisator, noe som kan indikere en bedre lagringsstabilitet. Både lagringstid og temperatur viste en liten påvirkning på vannbindingsevne og innhold av organiske syrer og flyktige komponenter, som kan indikere at vanninnholdet ble noe lavere i kremostene ved lagring.

I det andre forsøkstrinnet, der kjernemelk var en del av ystemelka fra start, ble viktigheten av pH belyst. Kremostene som ble fremstilt av ystemelk som ikke var tilstrekkelig syrnet resulterte i en flytende masse uten struktur. På grunn av stabilisatorene tilsatt den ene reseptkombinasjonen, var det et svakt gelnettverk i denne kremosten, til tross for at pH-verdien var for høy. Kremosten som var fremstilt slik en ønsket, med kjernemelk tilsvarende 2 % KMP, viste seg å ha svært dårlig vannbindende egenskaper, lav kompleks viskositet og dårlig lagringsstabilitet. Innhold av organiske syrer og flyktige aromastoffer indikerte mikrobiologisk aktivitet i osten pga den lave varmebehandlingstemperaturen. Sensoriske bedømmelser viste at kremosten ikke egnet seg som salgsvare.

## 6 Videre arbeid

Fra et produktutviklingssynspunkt, ble ideen i denne oppgaven først testet i en forsøkshall for å se potensialet til produktet. Ideen var å benytte seg av kjernemelk, som er et biprodukt i dagens produksjon, og gjerne kan anvendes mer enn det gjør i dag. Det ble testet ulike resepter for å få best mulig bilde på hvilken effekt kjernemelk og kjernemelkpulver ville ha som emulgator i kremost. I første trinn ble det undersøkt hvor mye kjernemelkpulver som måtte til for å få ønskede kvaliteter i osten, og i trinn to ble mengden kjernemelk beregnet fra resultater i trinn én. Ostene ble analysert både kjemisk og sensorisk for å kartlegge eventuelle utfordringer med produktet. Det hadde vært ønskelig med flere gjentak og forsøk, og gjerne fremstilling i større skala for den/de resepten(e) som virket mest lovende. Trinn én var en fullfett kremost, med kjernemelkpulver som erstatning for stabilisatoren som benyttes i dagens produksjon, mens trinn to var en magrere variant med kjernemelk tilsatt i melkemiksen. En fikk derfor se effekten ved tilsatt kjernemelk som gjennomgikk hele produksjonsprosessen med tanke på varmebehandling og mekanisk påkjenning, og effekten der kjernemelkpulver ble tilsatt etter kremostseparatoren. I tillegg fikk en se effekten av pH, tørrstoff- og fettinnhold i kremostene.

Det hadde vært interessant å fremstille en fullfett kremost med kjernemelk innblandet i ystemelka, for å kartlegge effekten av varmebehandling på melkefettets membranmateriale i kjernemelka. Resultater fra en slik undersøkelse kunne dermed indikere om effekten av kjernemelk ville være størst ved å tilsette i ystemelka, eller som pulver i stedet for stabilisator etter kremostseparatoren.

Det ville vært spennende å sett på om effekten av kjernemelkpulveret ville vært annerledes om en lot pulveret svulle i vann før tilsetning (i stedet for stabilisator), unngått ekstra vanntilsetning og i tillegg til å se hvordan en kremost uten stabilisator eller melkepulver ville blitt, for å kunne sammenligne og eventuelt finne effekten av kjernemelkpulveret. For å få en bedre forståelse på hvordan komponenter tilført fra kjernemelkpulveret interagerer med komponenter i kremostmassen, hadde det vært interessant å utført elektronmikroskopering for å undersøke mikrostrukturen i kremosten. Det kunne også vært interessant å fremstille kremost med konsentrert kjernemelk for å se om det ville gi en kremost med bedre kvaliteter.

## 7 Konklusjon

Hensikten med denne masteroppgaven var å se på ulike nivåer av kjernemelk fra søtkjærning som tilsetning i kremost. Kjernemelkas egenskaper i kremostene ble vurdert ved tilsetning som kjernemelkpulver til en fullfett kremost i samme trinn som stabilisatorene tilsettes i dagens produksjon, og som en del av ystemelka i en lavfett kremost.

Det ble i oppgaven påvist at tilsetning av kjernemelkpulver etter syrning av ystemelka ga kremoster med bedre kvalitet enn ostene som var tilsatt kjernemelk fra start. I tillegg ble det påvist at mengde kjernemelkpulver påvirket kvaliteten, og jo mer kjernemelkpulver som ble tilsatt, desto løsere ble kremostene. Dette kan komme av forsøksmetoden, fordi mengde kremostmasse ble redusert ettersom mer kjernemelkpulver ble tilsatt. Tilsetning av 1 % kjernemelkpulver til kremostmassen ga lovende resultater, og kremosten hadde i flere analyser like god kvalitet som kremosten med stabilisator. Kvalitetsbedømmelsen indikerte at lagringsstabiliteten til kremostene med 1 % og 2 % KMP var bedre enn for kremostene med stabilisator, siden disse ostene ikke hadde nedgang i poengscore fra fersk til lagret. For lagrede kremoster var ostene foretrukket i følgende rekkefølge: 1 % KMP > 0 % KMP og 2 % KMP > 2 % SKMP > 3 % KMP > 4 % KMP. Kommentarer for alle ostene, unntatt kremosten med 1 % KMP, var at de hadde løs konsistens sammenlignet med standarden (TINE kremost naturell).

For forsøkstrinn 2 var de emulgerende egenskapene til kjernemelk ikke fremtredende. Kremosten med kjernemelk viste dårlig vannbindingsevne og lagringsstabilitet. Varmebehandling under fremstilling av kremostene kan ha påvirket vannbindende- og emulgerende egenskaper for proteiner og fosfolipider i ystemelka, i tillegg til kremostens fett- og tørrstoffinnhold. Kremostenes pH, tørrstoff- og fettinnhold viste seg å ha stor innvirkning på kremostenes kvalitet, som også kan ha bidratt til bedre resultater for fullfett kremoster.

## 8 Litteraturliste

- AlfaLaval. (2012). *Module M37*. Products. <http://www.alfalaval.com/solution-finder/products/module-m37/Pages/Module-M37.aspx?NoOfResults=4&ResultPosition4&source=http%3A//www.alfalaval.com/solution-finder/products/pages/default.aspx%3Ftype%3DProductCategory%26searchText%3Dm37>.
- Almena-Aliste, M. & Kindstedt, P. S. (2005). Effect of increasing pH on texture of full- and reduced-fat cream cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 60: 225-230.
- Augustin, M. A. & Margetts, C. L. (2003). *Milk Powders in Marketplace*. Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Food Science Australia: Elsevier Science Ltd. 4694 - 4702 s.
- Banks, J. M. & Horne, D. S. (2003). *Chemistry of Gel Formation*. 2 utg. Encyclopedia of Food Science and Nutrition: Academic Press, Elsevier Science Ltd. 1057 s.
- Belitz, H. D., Grosch, W. & Schieberle, P. (2004). *Food Chemistry*. 4 utg.: Springer.
- Brighenti, M., Govindasamy-Lucey, S., Lim, K., Nelson, K. & Lucey, J. A. (2008). Characterization of the Rheological, Textural, and Sensory Properties of Samples of Commercial US Cream Cheese with Different Fat Contents. *Journal of Dairy Science*, 91 (12): 4501-4517.
- Broadbent, J. R., Budinich, M. F. & Steele, J. L. (2011). *Non-Starter Lactic Acid Bacteria*. Encyclopedia of Dairy Science. 639-644 s.
- Bylund, G. (1995). *Dairy processing handbook*. Lund, Sverige: Tetra Pak Processing Systems AB.
- Castillo, M., Lucey, J. A., Wang, T. & Payne, F. A. (2006). Effect of temperature and inoculum concentration on gel microstructure, permeability and syneresis kinetics. Cottage cheese-type gels. *International Dairy Journal*: 155-163.
- Corredig, M. & Dalgleish, D. G. (1997). Isolates from Industrial Buttermilk: Emulsifying Properties of Materials Derived from the Milk Fat Globule Membrane. *J. Agric. Food Chem.*, 45: 4595-4600.
- Corredig, M. & Dalgleish, D. G. (1998a). Buttermilk Properties in Emulsions with Soybean Oil as Affected by Fat Globule Membrane-Derived Proteins. *Journal of Food Science*, 63: 476-480.
- Corredig, M. & Dalgleish, D. G. (1998b). Effect of Heating of Cream on the Properties of Milk Fat Globule Membrane Isolates. *J. Agric. Food Chem.*: 2533 - 2540.

- Dalgleish, D. G. & Banks, J. M. (1991). The formation of complexes between serum proteins and fat globules during heating of whole milk. *Milchwissenschaft*, 46: 75-78.
- Dalgleish, D. G. (2010). On the structural models of bovine casein micelles—review and possible improvements. *The Royal Society of Chemistry*: 2265-2272.
- De Kruif, C. G. & Holt, C. (2003). *Caseinmicelle structure, functions and interactions*. Advanced Dairy Chemistry: Proteins, Part A. New York: Kluwer Academic/Plenum.
- Dewettinck, K., Rombaut, R., Thienpont, N., Le, T. T., Messens, K. & Van Camp, J. (2007). Nutritional and technological aspects of milkfatglobulemembrane material. *International Dairy Journal*, 18 (5): 436-457.
- Dickinson, E. (1989). Surface and emulsifying properties of caseins. *J. Dairy Res.*: 471-477.
- Eyzaguirre, R. Z. & Corredig, M. (2011). *Buttermilk and Milk Fat Globule Membrane Fractions*. Encyclopedia of Dairy Science, 3. University of Guelph, ON, Canada: Elsevier Ltd. 691-697 s.
- Fang, Y. & Dalgleish, D. G. (1996). Competitive adsorption between dioleoylphosphatidylcholine and sodium caseinate on oil-water interfaces. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 59-64.
- Fearon, A. M. (2003). *Properties and Analysis*. Encyclopedia of Food Science and Nutrition: Elsevier Science Ltd. 726-731 s.
- Fennema, O. R., Damodaran, S. & Parkin, K. L. (2007). *Fennema's Food Chemistry*. 4 utg.: Food Science and Technology.
- Flutto, L. (2003). *Pectin*. 2 utg. Encyclopedia of Food Science and Nutrition: Academic Press, Elsevier. 4440-4455 s.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. & Cogan, T. M. (2000). *Fresh acid-curd cheese varieties*. Fundamentals of cheese science: Aspen Publication. 363-387 s.
- Fox, P. F. & McSweeney, P. L. H. (2003). *Milk proteins: general and historical aspects*. Part A: Advanced dairy chemistry: Proteins. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (2004). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2 Major Cheese Groups*: Elsevier, Academic Press.
- Fox, P. F. (2011). *Fat Globules in Milk*. Encyclopedia of Dairy Science, 3. University College, Cork, Ireland: Elsevier Ltd. 675-679 s.
- GEA, W. S. G. (2012). *Separator KSA 6-01-076*. <http://www.westfalia-separator.com/products/product-finder/product-finder-detail/product/separator-ksa-6-01-076.html>.

- Gigante, M. L., Almena-Aliste, M. & Kindstedt, P. S. (2006). Effect of Cheese pH and Temperature on Serum Phase Characteristics of Cream Cheese During Storage. *Journal of Food Science*, 71 (1): 7-11.
- Guinee, T. P., Pudja, P. D. & Farkye, N. Y. (2000). *Fresh acid-curd cheese varieties*. 2 utg. Fundamentals of Cheese Science: Aspen Publication.
- Hackley, V. A. & Ferraris, C. F. (2001). *Guide to Rheological Nomenclature for Liquid-Based Particle Systems*. National Institute of Standards and Technology. U.S. Department of commerce. 31 s.
- Heertje, I., Visser, J. & Smiths, P. (1985). Structure formation in acid milk gels. *Food Microstructure*, 4.
- Hermansson, A. M. (1986). *Functional Properties of Food Macromolecule*. London and New York: Elsevier.
- Horne, D. S. (2011). *Casein, Micellar Structure*. Encyclopedia of Dairy Science, 3. Formerly Hannah Research Institute, UK: Elsevier Ltd. 772-779 s.
- IDF. (1986). *Cheese and processed cheese products. Determination of fat content. Gravimetric method (Reference method)*. Standard 5B: International Dairy Federation.
- IDF. (2004). *Cheese and processed cheese. Determination of the total solids content (reference method)*. Standard 4: International Dairy Federation.
- Johansen, A. G., Vogt, G., Selmer-Olsen, E. & Abrahamsen, R. K. (2005). Mulig utnytting av kjernemelk. Et litteraturstudium. *Meieriposten* (1): 5-14.
- Kanno, C. (1989). Emulsifying properties of bovine milk fat globule membrane in milk fat emulsion: conditions for the reconstitution of milk fat globules. *Journal of Food Science*, 54: 1534-1539.
- Kanno, C., Shimomura, Y. & Takano, E. (1991). Physicochemical properties of milk fat emulsion stabilized with bovine milk fat globule membrane. *Journal of Food Science*, 56: 1219-1223.
- Keneuchi, C., Seki, M. & Komagata, K. (1988). Production of succinic acid, citric acid and related acids by Lactobacillus strains. *Applied and Environmental Microbiology*, 54: 3053-3056.
- Kim, H.-H. Y. & Jimenez-Flores, R. (1995). Head-induced interactions between the proteins of milk fat globule membrane and skim milk. *J Dairy Sci*, 78: 24-35.
- Kindstedt, P. S. & Acosta, L. (2005). Effect of storage time and temperature on the serum phase of cultured cream cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*, 60: 10-13.
- Krog, N. (2011). *Emulsifiers*. Encyclopedia of dairy science, 1. Danisco, Denmark: Elsevier Ltd. 61-71 s.

- Kuipers, O. P., Buist, G. & Kok, J. (2000). Current strategies for improving food bacteria. *Res. Microbiol.*, 151: 825-822.
- Lal, S. N. D., O'Connor, C. J. & Eyres, L. (2006). Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and Interface Science, Elsevier*.
- Libudzisz, Z. & Stepaniak, L. (2002). *Buttermilk*. Encyclopedia of Dairy Science, 2. Agricultural University of Norway, Ås, Norway: Elsevier Ltd. 489-495 s.
- Lucey, J. A. (2004). Formation, Structural Properties and Rheology of Acid-coagulated Milk Gels. I: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 1: General Aspects*, s. 106-119. Department of Food Science, University of Wisconsin-Madison, Madison, USA: Elsevier.
- Lucey, J. A. (2011). *Acid- and Acid/Heat Coagulated Cheese*. 2 utg. Fuquay, J. W., Fox, P. F. & McSweeney, P. L. H. (red.). Encyclopedia of Dairy Science, 1. University of Wisconsin-Madison, Madison, USA: Elsevier Ltd., Academic Press. 698-702 s.
- MacGibbon, A. K. H. & Taylor, M. W. (2011). *Phospholipids*. Encyclopedia of dairy Science, 3. Massey University, Palmerston North, New Zealand: Elsevier. 670-674 s.
- Marilley, L. & Casey, M. G. (2004). Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *International Journal of Food Microbiology*, 90: 139-159.
- Marsili, R. T., Ostapenko, H., Simmons, R. E. & Green, D. E. (1981). High performance liquid chromatographic determination of organic acids in dairy products. *Journal of Food Science*, 46: 52-57.
- Mezger, T. G. (1999). *A little course in rheology*. Houm (red.). Germany: Paar Physica.
- Mezger, T. G. (2006). *The Rheology Handbook: For Users of Rotational and Oscillatory Rheometers*. 2 utg. Hannover, Germany: Vincentz Network.
- Mistry, V. V. (2002). *Membrane Processing in Cheese Manufacture*. Encyclopedia of dairy science, 1: Elsevier Ltd. pp 618, 622 s.
- Monteiro, R. R., Tavares, D. Q., Kindstedt, P. S. & Gigante, M. L. (2009). Effect of pH on Microstructure and Characteristics of Cream Cheese. *Journal of Food Science*, 74 (2): 112-117.
- Narvhus, J. A., Østeraas, K., Mutukumira, T. & Abrahamsen, R. K. (1998). Production of fermented milk using a malty compound-producing strain of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* isolated from Zimbabwean naturally fermented milk. *International Journal of Food Microbiology*, 41: 73-80.
- NMKL. (2005). *Enterobacteriaceae. Determination in foods and feeds.*, Nr. 144: Nordic Committee on Food Analysis.
- O'Connell, J. E. & Fox, P. F. (2000). Heat Stability of Buttermilk. *J Dairy Sci*: 1728-1732.

- O'Connor, T. P. & O'Brien, N. M. (2011). *Fat Replacers*. Encyclopedia of Dairy Science, 1. University College, Cork, Ireland: Elsevier Ltd. 528-532 s.
- Perveen, K., Alabdulkarim, B. & Arzoo, S. (2011). Effect of temperature in shelf life, chemical and microbial properties of cream cheese. *African Journal of Biotechnology*, 10 (74): 16929-16936.
- Phadungath, C. (2005). Cream cheese products: A review. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*: 191-199.
- Richards, E. & Fearon, A. M. (2003). *Butter*. Encyclopedia of Food Science and Nutrition. UK: Elsevier Science Ltd. 718-725 s.
- Robins, M. M. & Wilde, P. J. (2003). *Colloids and emulsions*. Encyclopedia of Food Science and Nutrition: Academic Press, Elsevier Science Ltd. 1517-1524 s.
- Roginski, H. (2003). *Glycocalyx*. Encyclopedia of Food Science and Nutrition. University of Melbourne, Australia: Elsevier Ltd. 2376 s.
- Sanchez, C., Beaugard, J. L., Chassagne, M. H., Bimbenet, J. J. & Hardy, J. (1993). Rheological and Textural Behavior of Double Cream Cheese. Part I: Effect of Curd Homogenization. *Journal of Food Engineering*, 23: 579-594.
- Sanchez, C., Beaugard, J. L., Bride, M., Buchheim, W. & Hardy, J. (1996). Rheological and microstructural characterization of double cream cheese. *NahrungFood*, 40 (3): 108-116.
- Schulz-Collins, D. & Senge, B. (2004). *Acid-and Acid/Rennet-curd Cheeses. Part A: Quark, Cream Cheese and Related Varieties*. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2 Major Cheese groups, b. 2: Elsevier, Academic Press.
- Shah, N. (2003). *Yoghurt*. 2 utg. Encyclopedia of food science and nutrition: Academic Press, Elsevier Science Ltd. 6252-6259 s.
- Shah, N. (2007). Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*, 17: 1262-1277.
- Singh, H. (2006). The milk fat globule membrane - A biophysical system for food applications. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*: 154-163.
- Singh, H. (2011). *Functional properties of milk proteins*. Encyclopedia of Dairy Science, 3. New Zealand. 887-893 s.
- SNL. (2012a). *Emulsjon - kjemi*. <http://snl.no/emulsjon/kjemi>: Store Norske Leksikon.
- SNL. (2012b). *Viskositet*. Hentet fra: <http://snl.no/viskositet>: Store Norske Leksikon.
- Soldal, Å. (2012). (Mail 30.01.2012).



- Solgaard, R. T. (2012). *Emballasje - kremost* (Personlig meddelelse, mail 07.05.2012).
- Tabilo-Munizaga, G. & Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering*: 147-156.
- Taylor, M. W. & MacGibbon, A. K. H. (2011). *Milk lipids - general characteristics*. Encyclopedia of Dairy Science, 3: Elsevier Ltd. 649-654 s.
- van Boekel, M. A. J. S. & Folkerts, T. (1991). Effect of heat treatment on the stability of milk fat globules. *Milchwissenschaft*, 46: 758-765.
- Van Vliet, T., Lucey, J. A., Grolle, K. & Walstra, P. (1997). Rearrangements in acid-induced casein gels during and after gel formation. *Food colloids; proteins, lipids and polysaccharides*: 335-345.
- Vanderghem, C., Bodson, P., Danthine, S., Paquot, M., Deroanne, C. & Blecker, C. (2009). Milk fat globule membrane and buttermilks: from composition to volarization. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*: 485-500.
- Vercellotti, J. R., St. Angelo, A. J. & A.M., S. (1992). Lipid oxidation in foods, an overview. *Lipid Oxidation in Food*: 1-14.
- Wagner, P. Y. Y. & Anon, M. C. (1990). Influence of denaturation, hydrophobicity and sulfhydryl content on solubility and water absorbing capacity of soy protein isolates. *Journal of Food Science*, 55: 765-770.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Technology*. 2 utg. USA: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Wolf, B. A., Eckelt, J. & Eich, A. (2012). *Rheology - Amplitude sweep*. <http://www.wee-solve.de/English/Rheologie/Methoden/Amplitudentest.htm>: WEE-Solve GmbH, Germany.
- Wong, P. Y. Y. & Kitts, D. D. (2003). A Comparison of the Buttermilk Solids Functional Properties to Nonfat Dried Milk, Soy Protein Isolate, Dried Egg White, and Egg Yolk Powders. *J Dairy Sci*, 86: 746-754.
- Zayas, J. F. (1997). *Functionality of Proteins in Food*: Springer.

## 9 Oversikt over vedlegg

Vedlegg 1.....	Data fra trinn 1
Vedlegg 2.....	Data fra trinn 2
Vedlegg 3.....	Massebalanse for trinn 2
Vedlegg 4.....	Data fra variansanalyse
Vedlegg 5.....	Data fra målt avdrypp for trinn 1 og 2
Vedlegg 6.....	Data fra oscillerende test
Vedlegg 7.....	Data for kompleks viskositet
Vedlegg 8.....	Skjema for kvalitetsbedømmelse
Vedlegg 9.....	Feilnomenklatur for kremost (TINE)
Vedlegg 10.....	Data fra kvalitetsbedømmelse av ostene
Vedlegg 11.....	Datablad for stabilisatorer
Vedlegg 12.....	NMKL 144
Vedlegg 13.....	Innovation Funnel (Unilever)