



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2018 30 stp**

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap  
Hovedveileder på NMBU: Siv Skeie

## **Ysting av en Camembert type ost fra konsentrert melk**

Production of a Camembert cheese from  
concentrated milk

**Angelina Karstensen**

Matvitenskap  
Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap



## Forord

---

Denne masteroppgaven ble gjennomført ved Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) våren 2018. Denne oppgaven er en del av prosjektet «Effekt av råstoffets beskaffenhet på ystingsegenskaper av kaseinkonsentrat» ledet av Dr. Anne-Grethe Johansen for TINE SA og professor Siv Skeie for Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM) ved NMBU.

Takk til meierisjef Sigrid Svanborg ved TM Dovre for hjelp i forkant samt under utførelsen av dette forsøket. Takk til Geirfinn Lund og Ola Tjåland for all hjelp i pilotanlegget. Takk til Kari Olsen, May Helene Aalberg og Ahmed Abdelghani for hjelp på laboratoriet.

Spesielt takk til hovedveileder Siv Skeie (NMBU) og biveileder Anne-Grethe Johansen for hjelp med planlegging, gjennomføring av forsøket samt god oppfølging og konstruktive tilbakemeldinger gjennom hele arbeidet med oppgaven.

Ås, mai 2018

-----  
Angelina Karstensen



## Sammendrag

---

I denne oppgaven ble det ystet en Camembert type ost med tradisjonell ysteteknikk, ved bruk av mikrofiltrert (kasein- og laktosejustert) melk. Hensikten var å oppnå samme pH i ferskost som ved produksjon av stabilisert Camembert (5,2) ved å forhåndsjustere laktoseinnholdet i ystemelka.

Ved bruk av mikro- og diafiltrering av ystemelk kan henholdsvis kasein- og laktoseinnholdet standardiseres. Dette fører til at ysteprosessen blir mer standardisert og at ostens kvalitet blir mer jevn enn ved bruk av vanlig ystemelk.

Forsøksdesignet var planlagt som et strukturelt forsøk, men ble endret til et utviklingsprosjekt. Målet var å komme frem til en ysteteknikk og en sammensetning av ystemelk som ikke ga for fast koagel, og ga ønsket pH-utvikling i osten, med vekt på pH i ferskost. Faktorer som ble undersøkt var konsentrasjon av kasein og laktose i ystemelk, samt ystingstekniske faktorer som løpemengde og røringsintensitet.

Resultatene viste at redusert løpemengde ga bedre tekstur i koagelet. Laktoseinnholdet i ystemelka ble redusert fra 4,38-2,76 % i løpet av forsøket. Reduksjonen ga effekt på innhold av restlaktose i ferskost ved et laktoseinnhold i ystemelk på 3,3 %. Dette var ikke tilstrekkelig for å unngå restlaktose, noe som førte til ettersyrning i ostene. Det var ikke tilstrekkelig å kun redusere laktoseinnholdet i ystemelka for å oppnå ønsket pH i ferskost, samt unngå ettersyrning. Det vil dermed være nødvendig å se på drenering av myse fra koagelet.

Ved videre arbeid bør synerese i koagelet økes, slik at nivå av laktose i ferskost blir så lavt som mulig. Dette kan gjøres ved å øke røringsintensiteten og/eller skjære koagelet i mindre terninger. Med et lavt innhold av laktose i ferskost, vil også ettersyrning av ostene unngås.

En kombinasjon av lavt laktoseinnhold i ystemelk og kraftig røringsintensitet kan gi økt synerese og økt pH i ferskost.



## Abstract

---

In this study Camembert was made using the traditional method, but with microfiltered, casein and lactose adjusted milk. The goal was to achieve the same pH in fresh cheese as in stabilized Camembert (5,2) by adjusting the lactose content of the cheese milk.

When milk is micro- or diafiltered, the casein and lactose content, respectively, may be altered and standardized. This permits a more consistent cheese making process, and the qualities and characteristics of the cheese will be more predictable than when using non-concentrated cheese milk.

The initial design was planned as a structural experiment, but later altered to a development project. The aim was to establish a cheese making process using a composition of cheese milk that made the curd less firm, and gave the desired pH-development. Variables were casein and lactose concentration in the cheese milk, the amount of rennet added, and the stirring intensity during the cheese making process.

The results indicated that a decrease in added rennet resulted in a softer curd. The lactose content in the cheese milk was reduced from 4,38 % to 2,76 % during the experiment. This reduction affected the terminal lactose content in the fresh cheese, given a lactose content in the cheese milk of 3,3 %. This was not enough to avoid residual lactose in the fresh cheese, leading to some post acidification. Reduction of the lactose content in the cheese milk was not sufficient to achieve the desired pH-value in the fresh cheese, and to avoid post acidification.

Further work will be needed to study the effects of the draining conditions of the curd. The syneresis in the cheese curd might be increased, if possible decreasing further the lactose content in the fresh cheese. This may be achieved by varying the stirring intensity and the curd cube size. A low lactose content in the fresh cheese will reduce the tendency of post acidification.

A cheese milk with low lactose content combined with increased stirring intensity might increase the syneresis, leading to increased pH in the fresh cheese.





# Innholdsfortegnelse

<b>1. Innledning</b> .....	1
<b>2. Litteratur</b> .....	3
2.1 Melkas bestanddeler.....	3
2.1.1 Protein.....	4
2.1.2 Laktose.....	6
2.2 Melkebehandling.....	7
2.2.1 Membranfiltrering.....	7
2.3 Camembert.....	10
2.3.1 Tradisjonell Camembert.....	10
2.3.2 Stabilisert Camembert.....	12
<b>3. Materialer og metoder</b> .....	15
3.1 Forsøksdesign.....	15
3.2 Melkebehandling.....	17
3.2.1 Syrekultur.....	18
3.3 Ysting.....	18
3.3.1 Prøveysting og syrningstest.....	18
3.3.2 Hovedystingsforsøk.....	18
3.3.3 Prøvetakingsplan, ysteprosess.....	25
3.4 Analyser av ost.....	26
3.4.1 Kjemiske analyser av ost.....	26
3.4.2 Mikrobiologiske analyser.....	29
3.5 Statistiske metoder.....	30
<b>4. Resultater</b> .....	31
4.1 Syrningstest av MF-retentat.....	32
4.2 Ystemelk og ystingsresultat.....	33
4.2.1 Ystedag 10.....	34
4.2.2 Ystedag 17.....	36
4.2.3 Ystedag 24.....	38
4.2.4 Ystedag 51.....	40
4.2.5 PCA-plot over sammensetning av melk og observasjoner under ysting.....	42
4.3 24 timers ost (ferskost).....	46
4.3.1 Tørrstoff og utbytte.....	46

4.3.2	Laktose og melkesyre.....	48
4.3.3	PCA-plot over 24 timers ost.....	50
4.4	Lagret ost .....	52
4.4.1	Laktose og melkesyre.....	53
4.4.5	PCA-plot over lagret ost .....	54
<b>5.</b>	<b>Diskusjon .....</b>	<b>57</b>
5.1	Endringer i ystemelkas sammensetning og ysteteknikk.....	58
5.2	For fast koagel.....	60
5.3	For lav pH i ferskost og ettersyrning av ostene.....	61
5.3.1	Røringsintensitet .....	62
5.3.2	Andre metoder for å hemme syring .....	63
5.3.3	Laktosefri ost .....	64
5.4	Oppsummering og forslag til videre arbeid .....	65
<b>6.</b>	<b>Referanseliste .....</b>	<b>67</b>
	<b>Vedleggsfortegnelse.....</b>	<b>71</b>

# 1. Innledning

---

Camembert er en overflatemodnet myk ost, karakterisert av den hvite overflaten bestående av mycel, dannet av muggsoppen *Penicillium camemberti*. Tilstedeværelsen av denne muggen gir osten et karakteristisk utseende, samt smak og aroma. Disse ostene blir mer populære og etterspørselen av disse øker blant forbrukere. Camembert har en myk konsistens og er formet som en flat sylinder. Normalt har den en diameter på 11 cm og en tykkelse på 2,5 cm. Originalt oppstod Camembert i Normandie, en region i Frankrike. Det sies at den kan dateres til rundt 1790, og er kreditert til Marie Harel fra landsbyen Camembert. Osten oppstod på en gård, men helt siden starten av 1900-tallet har Camembert blitt produsert på industrielt nivå. Produksjonen spredde seg fra Normandie til resten av Frankrike, og deretter rundt i Europa, og i dag produseres den over store deler av verden, også i Norge. Navnet «Camembert de Normandie» er beskyttet av geografiske opprinnelsesbetegnelser (protected designation of origin, PDO), dette gjelder ikke ved bruk av navnet Camembert alene, som benyttes til kommersiell produksjon verden over (Spinnler & Gripon 2004; Bockelmann 2007). Hovedforskjellene fra produksjon av tradisjonell Camembert og stabilisert Camembert er at den produseres med pasteurisert melk syrnet med en termofil syrekultur. Mysedrenering, samt vanntilsetning i karet og temperaturregulering under drenering, gjør at pH ikke senkes lavere enn 5.2 (Spinnler & Gripon 2004).

Membranfiltreringsteknologi benyttes i dag som en melkebehandlingsprosess. Dette er en metode som benyttes til å endre melkas sammensetning. I denne oppgaven er det spesielt fokusert på mikro- og diafiltrering som muliggjør justering av henholdsvis kasein- og laktoseinnhold i ystemelk. Ved hjelp av disse membranfiltreringsteknikkene kan man justere ystemelka under melkebehandlingsprosessen, istedenfor under ysteprosessen. Dette er med på å effektivisere ysteprosessen, samt øke verdien av restråstoffet (myse) fra osteproduksjon (Skeie 2010; Kelly et al 2008; Heino 2009).

Denne oppgaven er en del av prosjektet «Effekt av råstoffets beskaffenhet på ystingsegenskaper av kaseinkonsentrat» ledet av Anne-Grethe Johansen for TINE SA og Siv Skeie for Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM) ved NMBU. Hovedmålet med dette prosjektet er å undersøke hvordan kaseinstandardisert melk påvirker egenskapene til Gouda-type ost.

I dette prosjektet har flere masterstudenter undersøkt ulike faktorerers betydning i Gouda-type ost, blant annet Nystuen (2018), Haugerud (2017) og de Billot (2016). Når det gjelder Camembert, er det ikke blitt utført noen forsøk med kasein- og laktosestandardisert melk ved KBM/NMBU. Det er dog blitt gjort to forsøk med stabilisert Camembert av Flornes (1990) og Skeie (1988). Det finnes lite litteratur om fremstilling av Camembert med membranfiltrert melk, det er imidlertid gjort et forsøk med ultrafiltrert melk og Camembert av Maubois og Mocquot (1975). Dette innebar ultrafiltrering av ystemelk til flytende pre-ost med innhold av 18-20 % nitrogenholdige stoffer. Denne osten hadde god smaksmessig kvalitet. Andre fordeler med denne prosessen var inkludering av myseprotein i pre-osten, som økte utnyttelsen av råstoffet og ga økt produktmengde per volum. Prosessen ga også lavere forbruk av løpe, og høyere grad av automatisering langs produksjonslinjen, som igjen førte til lavere produksjonskostnader.

Hensikten med dette forsøket var å yste tradisjonell Camembert med tradisjonell ysteteknikk og en mesofil syrekultur, hvor ystemelka var mikrofiltrert (kasein- og laktosejustert). Hypotesen var at forhåndsjustering av laktoseinnholdet i ystemelka skulle gi samme pH i ferskost (5,2), som ved produksjon av stabilisert Camembert. Det var forventet at forhåndstandardisering av kasein- og laktoseinnhold som benyttet i tidligere prosjekter med Gouda-type ost, skulle la seg gjøre, med noen modifikasjoner, ved produksjon av Camembert.

Forsøksdesignet var planlagt som et strukturelt forsøk med to faktorer på to nivåer. Den første faktoren var konsentrasjonsgrad av kasein inndelt i høy (H) og lav (L) konsentrasjonsgrad. Den andre faktoren var røringssintensitet, som ble definert som svak (S) eller kraftig (K) og utgjorde henholdsvis 15 eller 30 minutter.

Grunnet ystingstekniske utfordringer som rask koagulering, fast koagel og for lav pH etter første ystingsforsøk (10.01.18), ble forsøksdesignet endret fra det planlagte strukturelle designet til et utviklingsprosjekt. Målsetningen var å komme frem til en ystingsteknikk som kan fungere i forhold til pH-utvikling i osten, samt unngå for fast koagel. Derfor ble det besluttet at løpemengde og laktosenivå i ystemelka skulle varieres. Løpemengde ble variert på tre nivåer: Normal løpemengde (1), to tredeler av løpemengde (2) og halvparten av løpemengde (3). Laktoseinnholdet ble justert ned etter hver produksjonsdag. Det ble også besluttet å la være å røre i noen av karene, i et forsøk på å unngå for fast koagel, hvor koden ingen røring (I) ble benyttet.

## 2. Litteratur

---

Dette kapitlet tar for seg relevant teori angående melkas bestanddeler og kort hvilken rolle bestanddelene har for ostens sammensetning og egenskaper. Det blir gjort rede for membranfiltrering, med fokus på mikrofiltrering og diafiltrering, da dette er blitt benyttet som melkebehandling i forsøket. Ysteteknikk som benyttes på tradisjonell og stabilisert Camembert blir beskrevet for å belyse forskjellene mellom disse metodene.

### 2.1 Melkas bestanddeler

Kumelk består av vann (87,1 %), proteiner (3,3 %), laktose (4,6 %), fett (4,0 %), mineraler (0,7 %) og mindre bestanddeler som peptider, frie aminosyrer, enzymer, organiske syrer (bla sitrat), nitrogenholdige forbindelser (nonprotein nitrogen, NPN), proteosepeptoner, somatiske celler og diverse sporstoffer. Innholdet i melka varierer grunnet flere faktorer som kurase, individforskjeller, mengde og type fôr, laktasjonstid og sykdom (eks. mastitt) (Walstra et al 2006; Fox & O'Mahony 2013).

Melk er til en viss grad en olje i vann emulsjon. Fettfraksjonen i melka består hovedsakelig av triglyserider, ca. 97,5 % av totalt fettinnhold. De resterende lipidene består av di- og monoglyserider, kolesterol, frie fettsyrer, fosfolipider samt fettløselige vitaminer. Karotenoider, og da spesielt  $\beta$ -karoten, gir fett den karakteristiske gulfargen. De nevnte lipidene er organisert i fettkuler omgitt av en lipoproteinmembran som stabiliserer emulsjonen i melka. Denne membranen, som navnet indikerer, inneholder både lipider og proteiner, og består hovedsakelig av fosfolipider. Lipoproteinmembranen har en kompleks sammensetning, og inneholder i tillegg lipoproteiner, cerebrosider, proteiner, enzymer, metaller og vann. Ved produksjon av ost blir fett oppkonsentrert, og mesteparten av fett fra ystemelka blir inkorporert i ostens proteinnettverk. Fettet bidrar til smaksutvikling, farge og konsistens i ost (Fox et al 2015; Walstra et al 2006).

Kaseinmicellene regnes som en fin dispersjon i melk, bestående av kasein, vann og salter (kalsium, magnesium og kalsiumfosfat) og er bundet i et kalsiumfosfat-kaseinkompleks. I serumfasen finner vi myseprotein som globulære proteiner, samt laktose, løselige mineraler og sitrat (Walstra et al 2006).

### 2.1.1 Protein

Proteiner i melka deles vanligvis inn i kasein og myseprotein. Under osteproduksjon blir kasein fra ystemelk oppkonsentrert. Ved hjelp av løpeenzymer aggregerer kaseinmiceller og danner gel. Denne gelen er et proteinnettverk, inkorporert med fett, som utgjør ostens struktur. En metode som kan benyttes for å skille mellom disse proteinene er å senke pH ned til det isoelektriske punktet for kasein, 4,6, ved mellom 30-35 °C. Da vil kaseinet aggregerer og felles ut. Myseproteinene vil fortsatt være løselige (Fox & O'Mahony 2013).

#### *Kasein*

Kasein utgjør ca. 80 % av total protein i melk, og er dermed den største gruppen av proteiner. Kasein er sammensatt av flere proteiner som inndeles i grupper bestående av  $\alpha$ -s1-,  $\alpha$ -s2-,  $\beta$ - og  $\kappa$ -kasein. Disse utgjør henholdsvis ca. 37, 10, 35 og 12 % av kaseininnholdet. I melka er kasein organisert i miceller, som er store kolloidale partikler. En kaseinmicelle består av ca. 94 % protein, og omtrent 6 % kolloidalt kalsiumfosfat (CCP), i tillegg har kaseinmiceller gode vannbindingsegenskaper da de inneholder omtrent 3,5 kg vann/kg protein (Fox et al 2015; Dagleish & Corredig 2012)

Kaseinmicellens oppbygning er blitt omdiskutert over flere tiår, den mest anerkjente modellen per dags dato er av Dagleish og Corredig (2012). Denne modellen er blitt videre bearbeidet av Huppertz et al (2017), men her vil modellen av Dagleish og Corredig (2012) beskrives. I denne modellen befinner  $\alpha$ - og  $\beta$ -kaseiner seg i kjernen av kaseinmicellen, bundet sammen av CCP og hydrofobe interaksjoner.  $\kappa$ -kaseinets hydrofobe ende (ved N-terminalen) er orientert mot  $\alpha$ - og  $\beta$ -kaseinet i kjernen av micellen. Den negativt ladde karbohydratgruppen på den C-terminalen enden, kalt glykomakropeptid (GMP), er orientert ut mot serum. Det er antatt at GMP strekker seg 5-10 nm fra overflaten av kaseinmicellen. Dette gir kaseinmicellen en negativ overflateladning, samt sterisk stabilitet, som fører til at kaseinmicellene støtes fra hverandre og holdes stabile i melk ved normale forhold. I tillegg er kalsium svært viktig for kaseinmicellenes stabilitet. Ved temperaturer over 18 °C og en kalsiumkonsentrasjon på over 4mM vil  $\alpha$ -s1-,  $\alpha$ -s2- og  $\beta$ -kasein være uløselig.  $\kappa$ -kasein vil være løselig, og dermed bidra til å stabilisere kaseinmicellen. (Fox et al 2015; Walstra et al 2006)

Kaseinmicellens struktur er dynamisk og påvirkes blant annet av ytre faktorer som temperatur og pH. Det kolloidale kalsiumfosfatet (CCP) er i likevekt med dissosierte kalsiumioner i serum. Ved kjølelagringstemperatur, ca. 4°C, vil løseligheten til kalsium øke og de hydrofobe bindingene mellom  $\beta$ -kasein og kaseinmicellen vil svekkes. Dette fører til at CCP trekkes ut av kaseinmicellen for å opprettholde likevekten, og  $\beta$ -kasein vil lekke ut av kaseinmicellen. Under osteoproduksjon vil dette kunne føre til et lavere utbytte, da  $\beta$ -kaseinet går tapt med mysa. Ved temperaturøkning til pasteuriseringstemperatur, ca. 72 °C, kan derimot lekkasjen av  $\beta$ -kasein og CCP reverseres (Skeie 2010). CCP påvirkes også når pH synker i melka. Ved pH 4.9 vil CCP være mest løselig, men bidrar samtidig til økt bufferkapasitet i melka, slik at pH-endringen blir motvirket. Bufferkapasitet er viktig for fermenterte meieriprodukter, inkludert ost.

Enzymer fra løpe (eks. chymosin) destabiliserer kaseinmicellen. Enzymene virker på  $\kappa$ -kasein, og spalter av GMP ved aminosyreposisjon 105-106. GMP-halen vil gå ut i serum, og resten av  $\kappa$ -kaseinet sitter igjen på kaseinmicellen, kalt para- $\kappa$ -kasein. Viskositeten på melka vil øke frem til mer enn 85 % av GMP er fjernet fra overflaten av kaseinmicellen. Deretter vil kaseinmicellen destabiliseres, da den ikke lenger har negativ overflateladning og sterisk stabilitet. Dette fører til at kaseinmiceller aggregerer. De bindes ved hjelp av hydrofobe interaksjoner og tilgang på kalsium, og etter hvert vil en gel dannes. Denne reaksjonen er essensiell under produksjon av løpefelt ost, da den muliggjør dannelsen av osteoagel (Dalgleish & Corredig 2012).

### *Myseprotein*

Omtrent 20 % av proteiner i melk består av myseproteiner, også kalt serumproteiner. Disse er globulære og løselig i melk. Størsteparten består av  $\beta$ -laktoglobulin ( $\beta$ -Lg),  $\alpha$ -laktalbumin ( $\alpha$ -La), immunoglobulin (Ig) og blod serum albumin (BSA), og utgjør henholdsvis 50, 20 og 10 % av myseproteinene. Det finnes også andre myseproteiner i små mengder, blant annet laktoferrin, serotransferin og flere typer enzymer (Fox et al 2015).

Myseproteiner er varmesensitive, og denaturerer ved temperaturer over ca. 70 °C, etterfulgt av aggregering. Ved denaturering vil intramolekylære hydrogenbindinger og hydrofobe interaksjoner på myseproteinene brytes opp. For  $\beta$ -Lg vil også disulfidbindinger brytes opp. De denaturerte myseproteinene blir deretter eksponert for omgivelsene i melka. Dette fører til at myseproteiner aggregerer med hverandre via hydrofobe interaksjoner, og at  $\beta$ -Lg aggregerer med  $\kappa$ -kasein på kaseinmicellen via disulfid- og frie sulfhydrylbindinger. Dette hindrer løpeenzym i å spalte av GMP, derfor er det ikke ønskelig med varmedenaturert myseprotein under osteproduksjon (Walstra et al 2006). Disse interaksjonene er avhengig av saltkonsentrasjon, pH, temperatur, samt hvor lenge myseproteinene er utsatt for høy temperatur (Brodkorb et al 2015).

### 2.1.2 Laktose og melkesyre

Laktose er et disakkarid bestående av D-glukose og D-galaktose bundet via en  $\beta$ -1,4-glykosidbinding. Ved produksjon av ost og andre fermenterte meieriprodukter, er laktose en essensiell bestanddel av melka, da det er hovedenergikilden til melkesyrebakterier (MSB). MSB omsetter laktose til melkesyre via glykolysen. MSB danner også aromatiske komponenter, som etanol, eddiksyre og CO<sub>2</sub>. Noen av MSB er også i stand til å produsere diacetyl, en viktig smakskomponent i ost, men her benyttes sitrat som substrat (Walstra et al 2006).

Melkesyren som produseres bidrar til å senke pH i melka, som igjen vil påvirke pH-utviklingen i osten. Selv om mesteparten av laktosen forsvinner ut med myse under osteproduksjon, vil det fortsatt være nok laktose igjen i ostemassen til å produsere en tilstrekkelig mengde med melkesyre. pH-utviklingen i osten kan kontrolleres ved å senke laktoseinnholdet i melka, for eksempel ved bruk av mikrofiltrering og diafiltrering. Melkesyren som produseres vil påvirke osten på flere måter enn å senke pH, blant annet vil den hindre vekst av patogene mikroorganismer og forringelsesbakterier, påvirke løpeaktivitet i ostemassen og under modning, løse CCP som påvirker ostens tekstur og fremme synerese som påvirker ostens sammensetning (Walstra et al 2006; Fox et al 2015).



## 2.2 Melkebehandling

Melk som skal benyttes til produksjon av ost går igjennom en rekke melkebehandlingsprosesser før ysteprosessen. Hvilke prosesser som benyttes varierer med hva slags egenskaper man ønsker av ystemelka samt hvilket produkt som skal produseres. For at melka skal være av god hygienisk kvalitet, benyttes pasteurisering, eks 72 °C i 15 sek. Denne behandlingen dreper de fleste patogene mikroorganismer. For fjerning av sporedannende mikroorganismer kan baktofugering, mikrofiltrering, eller tilsetning av natriumnitrat (NaNO<sub>3</sub>) benyttes. Ystemelkas sammensetning kan kontrolleres ved standardisering av fett- eller kaseininnhold ved hjelp av fløtetilsetning eller membranfiltrering. Ved å kontrollere ystemelkas sammensetning kan både utbyttet og kvaliteten på produktet øke. Ved produksjon av Camembert, formodnes ystemelka for å øke løpeaktivitet, samt å demineralisere ostemassen (Walstra et al 2006; McSweeney 2007a)

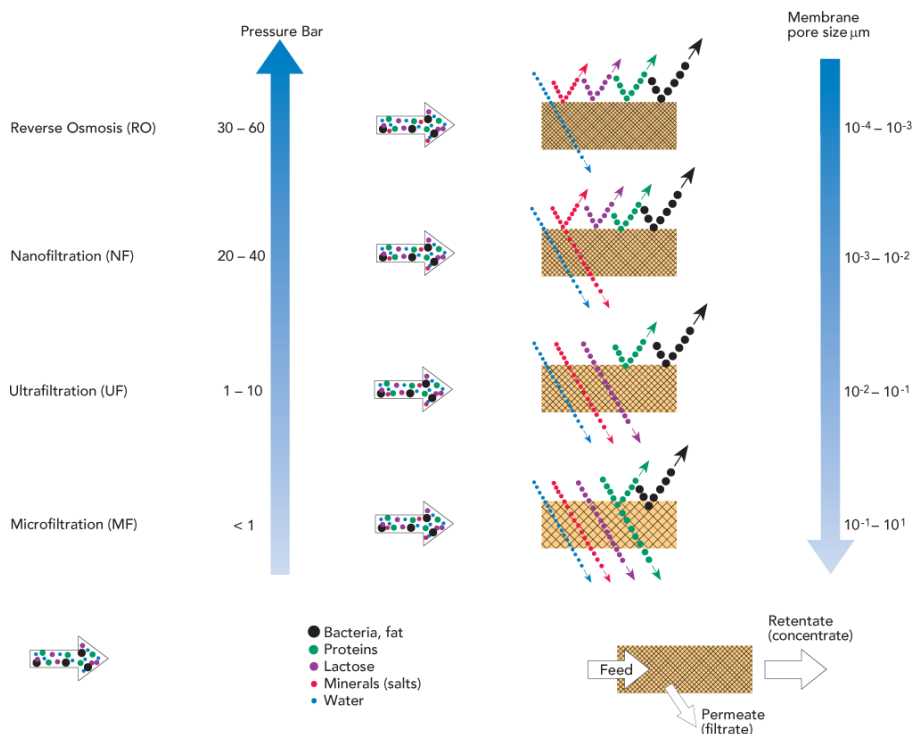
### 2.2.1 Membranfiltrering

Membranfiltrering ble innført i meieriindustrien på slutten av 1960 tallet av Maubois, Mocquot og Vassal, som også ga navn til oppfinnelsen, MMV. Membranfiltrering ga mange nye muligheter for prosessering av melk og satte krav til nytenkning i meieriindustrien. Som oppsummert i Danmarks mejeritekniske selskab (1975) ble membranfiltrering i starten benyttet til oppkonsentrering og demineralisering av myseprotein. Mysen ble da hovedsakelig brukt til dyrefôr, men membranfiltreringsteknologi ga grunnlag for utvikling av nye myseprodukter. Det ble også gjort forsøk med fremstilling av produkter som kvarg, Camembert og andre ostetyper.

Denne nye prosessteknologien har gjort det mulig å separere alle melkas komponenter og gitt grobunn til innovasjon i ysteprosessen, som å utvikle en kontinuerlig prosess, økt effektivitet under produksjon, økt utbytte og utvikling av nye ostevarianter. Samtidig har fremveksten av membranfiltreringsteknologien endret myse fra et biprodukt til et verdifullt råstoff (Jelen 1983; Jelen 1991; Mistry & Maubouis 2017).

Membranfiltreringsteknikker som er i bruk i meieriindustrien i dag er omvendt osmose (RO), nanofiltrering (NF), ultrafiltrering (UF) og mikrofiltrering (MF). Felles for disse metodene er at væskestrømmen som skal separeres drives av en trykkgradient over den semipermeable membranen, kalt transmembrantrykk. Dermed deles væskestrømmen i to, permeat (også kalt filtrat) og retentat (også kalt konsentrat). Permeatet består av komponenter som passerer membranen, retentatet er de resterende komponentene som holdes tilbake av membranen. Da komponenter i melk kan separeres etter størrelse, passer membranfiltrering godt som metode til fraksjonering (Mistry og Maubois 2017; Walstra et al 2006; Kelly et al 2008).

For å skille mellom de ulike membranfiltreringsteknikkene, benyttes membranporestørrelse og trykk. Figur 1 illustrerer hvilke porestørrelser og trykk som benyttes i de ulike membranfiltreringsteknikkene, samt hvilke komponenter fra melka som separeres.



Figur 1: Illustrasjon over porestørrelse og trykk benyttet ved de ulike membranfiltreringsmetodene, samt hvilke bestanddeler i melka som blir filtrert ved de ulike metodene (Bylund 2018).

Som det fremgår av figur 1, benyttes det høyest trykk og minst porestørrelse på den semi-permeable membranen ved RO. Trykket synker, og porestørrelsen øker, ved henholdsvis NF, UF og MF. Ved å kombinere flere av membranfiltreringsmetodene, eksempelvis mikrofiltrering og diafiltrering, er det mulig å regulere innholdet av kasein og laktose i ystemelka under melkebehandling, istedenfor å regulere dette under ysteprosessen (Skeie 2010).

### *Mikrofiltrering*

Mikrofiltrering brukes i melkebehandling til flere formål, som å fjerne bakteriesporer fra skummet melk, myse og saltlake, fettstandardisering samt proteinfraksjonering (Walstra et al 2006). Ved proteinfraksjonering er det mulig å separere kasein- og myseprotein i melk som skal brukes til produksjon av ost. Myseproteinene er små molekyler, ca. 3-5  $\mu\text{m}$ , i forhold kaseinmicellene som er ca. 15-600 nm store (Kelly et al 2008). Vanligvis benyttes en keramisk membran med porestørrelse 0,05-0,2  $\mu\text{m}$ , et transmembrantrykk på 0,1-1,0 bar og strømningshastighet på 3-8 m/s (Heino 2009). Ved mikrofiltrering av melk vil retentatet (MF-retentat) hovedsakelig bestå av oppkonsentrert kasein, bakterier og fett. Native myseproteiner, vann, laktose, samt andre mineraler passerer membranen som permeat (MF-permeat). Retentatet har dermed et mindre volum enn hva melka hadde i utgangspunktet. Dette fører til at kapasiteten øker, da en større mengde ost kan produseres med det samme utstyret på samme tid (Walstra et al 2006). Ved produksjon av ost med MF-retentat, kontra ost produsert med vanlig ystemelk, vil koagelfastheten øke og koaguleringstiden minske. I tillegg øker utbyttet, da det er mindre tap av ostestøv og fett til mysa. Proteinstandardisering gir også bedre kontroll over ysteprosessen. Dette kan føre til lavere produksjonskostnader og redusert produksjonstid. MF-permeatet vil ha økt verdi som råstoff i forhold til myse fra myseavtapp/drenering i osteproduksjon da det inneholder nativt myseprotein og få bakterier. Det vil heller ikke være løperester, proteaser og GMP i MF-permeatet. I tillegg har MF-permeatet nøytral pH. (Heino 2009; Kelly et al 2008)

### *Diafiltrering*

Diafiltrering er membranfiltrering av MF-retentat med vanntilsetning for å oppnå et renere konsentrat. Under mikrofiltrering vil en andel av komponentene (myseprotein, vann, laktose og andre mineraler) som skal filtreres ut som permeat være igjen i MF-retentatet grunnet polariseringskonsentrasjon langs membranen. Ved å tilsette vann til MF-retentatet og filtrere dette på nytt, vil dermed konsentratet bli renere. Diafiltrering av MF-retentat kan benyttes for å justere laktoseinnholdet i ystemelka under melkebehandling. Dette gjøres for å kontrollere pH-utviklingen i osten (Walstra et al 2006).

## **2.3 Camembert**

Det finnes flere metoder å produsere Camembert på, den tradisjonelle metoden som benyttes på Camembert de Normandie, tradisjonell metode for Camembert uten PDO, og metode for stabilisert Camembert (Spinnler & Gripon 2004).

Camembert de Normandie lages med upasteurisert melk og tilsetning av en mesofil syrekultur. pH ved løpetilsetning er ca. 6,4 og koagulerings tiden ligger rundt 30-45 min. Ostekoagelet øses over i formene, enten manuelt eller automatisk. Osten drenerer i de perforerte formene de første timene ved 26-28 °C. Temperaturen senkes gradvis til rundt 20 °C på slutten av dreneringstrinnet. Dette gir en ostemasse med lavt mineralinnhold, og pH på ca. 4,6-4,7 ved slutten av dreneringen. Ostene tørresaltes og legges til modning i kjellere med en temperatur på 11-13 °C og en relativ luftfuktighet på 90 % i 21 dager (Spinnler & Gripon 2004).

### **2.3.1 Tradisjonell Camembert**

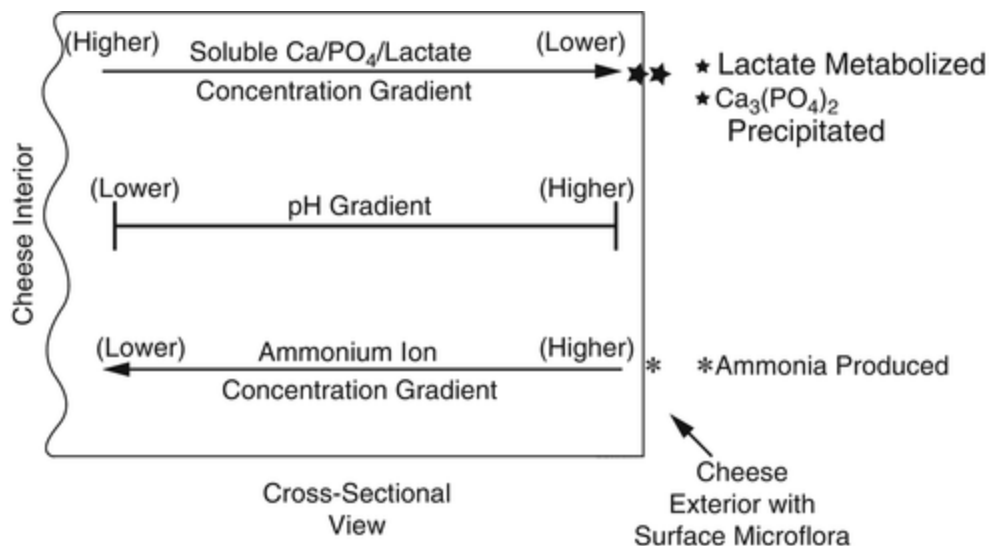
Tradisjonell Camembert uten PDO, kan produseres med upasteurisert melk, eller med pasteurisert melk. Det benyttes en homofermentativ mesofil syrekultur bestående av laktokokker, ofte *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* og *Lc. lactis* subsp. *cremoris*. Disse bryter ned laktose til melkesyre via glykolysen, nærmere bestemt hexose-difosfat-veien. Temperaturen i karet ligger mellom 20-30 °C. Løpe tilsettes ved pH 6,4, og koaguleringen kan foregå i et kontinuerlig produksjonssystem eller i ystekar. Syrningen fortsetter under løpekoaguleringen, og den lave pH-verdien fører til at fosfat og kalsium går ut av ostemassen til mysen. På denne måten blir kaseinet demineralisert.

Demineraliseringen gir osten lavere bufferkapasitet, som fører til at pH under modning av osten endres raskere enn om bufferkapasiteten var høyere. Kaseinet vil også svekkes, da det blir færre ione-bånd mellom kaseinene. Dette fører til at ostekoagelet blir skjørt, og må derfor behandles forsiktig.

For å unngå å ødelegge det skjøre koagelet røres det vanligvis ikke i ystekaret. Størrelsen på sidene i osteterningene er 2-2,5 cm. Ostemassen overføres til former manuelt eller automatisk ca. 30-50 min etter skjæring. Ostemassen drenerer i formene, og det er her den mest intense syrningen skjer. Melkesyrebakteriene blir etter hvert hemmet av den lave pH-verdien i ostemassen, dette fører til at ikke all laktose er brukt opp ved slutten av dreneringstrinnet. Restlaktosen vil metaboliseres ved første del av modningen. En stor andel av løpen, omtrent halvparten, blir værende i ostemassen under drenering/forming grunnet den lave pH-verdien i koagelet (McSweeney 2007b). Sammenlignet med presset ost vil bare rundt 15 % av løpen følge med i ostemassen. Osten tas ut av formene ved pH 4,6 og saltes deretter i saltlake. Ostene lagres med en relativ luftfuktighet på 85 %, for å tørke ut overflaten på osten, dette tilrettelegger for vekst av ønskede mikroorganismer (Spinnler & Gripon 2004; Spinnler & Leclercq-Perlat 2007).

#### *Modning av tradisjonell Camembert*

Ved produksjon av tradisjonell Camembert, ligger pH i ferskost rundt 4.6-4.7, og teksturen er kort og sprø. Ved pH 4,7-5,2 degraderer løpen  $\alpha$ -s<sub>1</sub>-kasein, men osten mykner ikke før pH ligger rundt 5,2. Ved hjelp av muggens (*P. camemberti*) fremvekst i overflaten av osten vil pH øke. Muggen metaboliserer melkesyre i overflaten av osten til CO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>O, og proteiner til ammoniakk (NH<sub>3</sub>). Dette skaper en konsentrasjonsgradient, hvor det er høy konsentrasjon av melkesyre i kjernen, og lav konsentrasjon av melkesyre i overflaten av osten. Det vil også være en konsentrasjonsgradient av ammoniakk, med høy konsentrasjon i overflaten, og lav konsentrasjon i kjernen av osten, som vist i figur 2.



Figur 2: Skjematisk oversikt over kalsium-, fosfat-, melkesyre-, pH- og ammoniakkgradienter under modning av Camembert (Fox et al 2017).

I løpet av modningstiden vil melkesyren diffundere mot overflaten, og ammoniakk vil diffundere mot kjernen av osten. Dette fører til økt pH i osten, særlig i overflaten. I løpet av modningstiden, vil pH gradvis øke gjennom hele osten. Ved slutten av modningstiden ligger vanligvis pH på 7,0 i overflaten og 6,0 i kjernen. Da vil teksturen gjennom hele osten være myk. Ved økt pH vil også plasminaktiviteten i osten øke, denne vil sammen med løperester øke den proteolytiske aktiviteten i osten. I tillegg til pH-gradienten, vil muggen også bidra til å danne en mineralgradient. Kalsiumfosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) er jevnt fordelt i ferskost, men når pH i osten øker, vil kalsiumfosfat nær overflaten felles ut. Det utfelte kalsiumfosfatet danner, sammen med muggen, en skorpe på ostens overflate. Dermed opprettes kalsiumfosfatgradienten som fører til at kalsiumfosfat diffunderer ut til overflaten av osten. Tapet av kalsiumfosfat i osten vil bidra til en mykere tekstur, da proteinnettverket svekkes. Ved slutten av modningstiden vil ca. 80 % av kalsiumet og 55 % av fosfatet befinne seg i ostens skorpe. (Lawrence et al 1987; Fox et al 2017)

### 2.3.2 Stabilisert Camembert

Stabilisert Camembert produseres på pasteurisert melk. Hovedforskjellen fra tradisjonell Camembert er pH i ferskost, som er 4,6 i tradisjonell og 5,2 i stabilisert Camembert.

Syrekulturen som benyttes er termofil og kan enten bestå av *Streptococcus*-stammer eller en blanding av *Streptococcus*- og *Lactococcus*-stammer. Temperaturen i karet er lavere enn optimumstemperaturen til den termofile kulturen, slik at melkesyreproduksjonen begrenses.

Løpe tilsettes etter kort formodningstid. Koagelet kuttes i terninger på mellom 0,7-1,0 cm og røres. Løpemengden som holdes tilbake i koagelet er mindre enn ved produksjon av tradisjonell Camembert, grunnet den høye pH-verdien. Det er ønskelig med mindre løperester i ostemassen, da for høy løpeaktivitet kan føre til bitter smak i osten. For å redusere den kraftige syrningen som foregår under dreneringstrinnet, kan ystemelka podes med en mindre mengde syrekultur i forhold til tradisjonell metode. For å regulere laktoseinnholdet i osten kan en andel av mysa erstattes med vann eller koagelet kan vaskes med vann. Rask kjøling (under 20 °C) eller salting av osten ved slutten av drenering/forming vil også begrense syrekulturens syreproduksjon (forutsatt at syrekulturen som benyttes er salt-sensitiv) (Pernodet 1986). Ostemassen blir da mindre syrlig enn ved produksjon av tradisjonell Camembert. Ettersom pH er så høy (5,2) i ferskost, er det ikke lenger nødvendig at muggen oppretter pH-gradienten som er essensiell ved produksjon av tradisjonell Camembert. Muggens rolle i stabilisert Camembert blir dermed begrenset til en kosmetisk overflatebehandling. Teksturen i stabilisert Camembert blir raskere myk i forhold til tradisjonell Camembert. Dette er grunnet løpens proteolytiske aktivitet og kaseinets økte vannbindingsevne ved pH 5,2, og en lavere grad av demineralisering som øker bufferkapasiteten. Dette gir den stabiliserte Camemberten ønsket utseende og tekstur raskere enn ved produksjon av tradisjonell Camembert. Dermed er osten salgbar tidligere, og har lengre holdbarhetstid. Smaken er også mildere enn tradisjonell Camembert, som kan være fordelaktig for forbrukere som foretrekker en mildere ost. (Lawrence et al 1987; Fox et al 2017; Spinnler & Gripon 2004; Spinnler & Leclercq-Perlat 2007).





### 3. Materialer og metoder

---

Dette kapittelet gir en oversikt over forsøket som ble utført. Forsøksdesign og type melkebehandling blir beskrevet først. Deretter kommer det en oversikt over ystingsforsøket og endringer som ble gjort underveis. Til slutt er de kjemiske og mikrobiologiske analysene som ble utført på ystemelk og ost beskrevet.

#### 3.1 Forsøksdesign

Det ble utført totalt fem ystingsforsøk av Camembert ved NMBU sitt pilotanlegg. I første omgang ble det utført en prøveysting den 18.12.17. Det ble også utført et besøk på TM Dovre fra 18.-20.12.17 for å få praktisk erfaring over ystingsprosessen slik den foregår der. Der ble det spesielt fokusert på ostekoagelets konsistens ved skjæring.

Hovedystingsforsøkene ble gjennomført ved KBM/NMBU i tre omganger (10., 17., og 24.01.18). Det ble ystet tre kar under hovedystingsforsøkene. Det ble også utført et ekstra ystingsforsøk med et kar den 21.02.18.

Forsøksdesignet var planlagt med to faktorer med to nivåer. Den første faktoren var konsentrasjonsgrad av kasein inndelt i høy (H) og lav (L) konsentrasjonsgrad. Den andre faktoren var røringintensitet, som ble definert som svak (S) eller kraftig (K) og utgjorde henholdsvis 15 eller 30 minutter.

Grunnet ystingstekniske utfordringer som rask koagulering, fast koagel og for lav pH etter første ystingsforsøk (10.01.18) ble forsøksdesignet endret fra det planlagte strukturelle designet til et utviklingsprosjekt. Målsetningen var å komme frem til en ystingsteknikk som kan fungere i forhold til pH-utvikling i osten, samt unngå for fast koagel. Derfor ble det besluttet at løpemengde og laktosenivå i ystemelka skulle varieres. Løpemengde ble variert på tre nivåer: Normal løpemengde (1), to tredeler av løpemengde (2) og halvparten av løpemengde (3). Laktoseinnholdet ble justert ned etter hver produksjonsdag. Det ble også besluttet å la være å røre i noen av karene, i et forsøk på å unngå for fast koagel, hvor koden ingen røring (I) ble benyttet.

Mengde løpe tilsatt i ystemelka tok utgangspunkt fra Skeie (1988), hvor det ble benyttet 23 mL løpe/100 L ystemelk. Løpemengden ble justert etter kaseininnhold i ystemelka. Følgende formel ble benyttet:

$$\text{Mengde ystemelk (L)} * \text{kg kasein per L ystemelk} = \text{total mengde kasein (kg) i ystemelk}$$

$$\text{mL løpe per kg kasein} * \text{total mengde kasein (kg) i ystemelk} = \text{mengde løpe (mL)}$$

Laktosenivået ble justert på flere nivåer ved tilsetning av pasteurisert vann, samt dobbel diafiltrering av MF-retentat ved siste produksjonsdag (21.02.18).

Følgende forkortelser vil heretter brukes videre i oppgaven for å kode de ulike karene:

- L: Lavkonsentrert kasein
- H: Høykonsentrert kasein
- S: Svak røring, 15 minutter
- K: Kraftig røring, 30 minutter
- I: Ingen røring
- 1: Normal løpemengde
- 2: To tredeler av løpemengde
- 3: Halv løpemengde

I tabell 1 er forsøksfaktorer og laktoseinnhold i ystemelk listet opp. I tillegg er det lagt til en kolonne som viser hvorvidt det er tilsatt pasteurisert vann i karene. Koden på karene viser ystedag, kar og forsøksfaktorer.

Tabell 1: Forsøksfaktorer, laktoseinnhold i ystemelk samt tilsetning av pasteurisert vann og til slutt kode som benyttes på de ulike karene.

Dag	Kar	Kasein-konsentrasjon	Røring	Løpenivå	Laktose (%) i ystemelk	Pasteurisert vann	Kode
10	A	Lav	Svak	1	3.59	x	10ALS1
	B	Lav	Kraftig	1	3.57	x	10BLK1
	C	Høy	Kraftig	1	4.38	-	10CHK1
17	A	Lav	Svak	2	3.49	x	17ALS2
	B	Lav	Kraftig	2	3.49	x	17BLK2
	C	Lav	Ingen	3	3.49	x	17CLI3
24	A	Lav	Svak	2	3.26	x	24ALS2
	B	Høy	Svak	3	3.19	x	24BHS3
	C	Lav	Ingen	3	3.26	x	24CLI3
51	A	Lav	Svak	2	2.76	-	51ALS2

### 3.2 Melkebehandling

Råmelka som ble benyttet ble levert av TINE SA to dager før produksjonsdagen.

Melkebehandling ble utført samme dag som melka ankom pilotanlegget. Separering ble utført ved 55 °C (SA 1-01-175, Westfalia Separator AG, Oelde, Tyskland). Skummetmelka ble pasteurisert ved 75 °C i 15 sekunder og fløten ble pasteurisert ved 80 °C i 15 sekunder i en platevarmeveksler (A3-HRB, Alfa Laval, Lund, Sverige). Skummetmelka ble deretter mikrofiltrert ved 50 °C i UF/MF pilotanlegg (UF/MF pilot MCC RV 01118340, Silkeborg, Danmark). Denne er utstyrt med en rørvarmeveksler som kjøler ned melka under filtreringsprosessen, beskrevet i patent no. 330181 av Hoffmann (2011). Det ble benyttet keramisk membran (Inside Cèramic, Tami Industries, GEA, Frankrike) med porestørrelse 0,14 µm og et transmembrantrykk på 0,4 bar.

Retentatet fra mikrofiltreringsprosessen (MF-retentat) ble diafiltrert. Mengde vann tilsatt ble justert etter ønsket laktoseinnhold i MF-retentatet.

Av logistikkmessige årsaker var melka som ble benyttet i dette forsøket, tilpasset et annet forsøk. Derfor ble ystemelkas bestanddeler justert ved tilsetning av pasteurisert vann under hovedstingsforsøket. Ved det siste ystingsforsøket, som ble lagt til som en ekstra produksjonsdag, fikk melka riktig behandling i forhold til dette forsøket. Det vil si at MF-retentatet ble dobbel diafiltrert.

Utgangspunktet for fettinnhold i ystemelk er hentet fra Flornes (1990), hvor fettinnholdet i ystemelka lå på mellom 3,8-4,0 %. Dette ga en fettprosent på mellom 25,54-31,28 % i 3 uker gammel ost.

For utregning av fløtetilsetning til MF-retentat ble konvoluttformelen benyttet:

$$\frac{\text{Mengde MFretentat (L)} * (\text{ønsket fett i ystemelk} - \text{fett i MFretentat})}{(\text{fett i fløten} - \text{ønsket fett i ystemelk})}$$

$$= \text{mengde fløte (L) som skal tilsettes MFRetentat}$$

### 3.2.1 Syrekultur

Det ble benyttet en frysetørket mesofil aromatisk kultur under forsøket. Denne var av typen direct vat set (DVS) CHN-19 levert av Chr. Hansen. Ved opparbeidelse av syrekulturen ble langtidsholdbar lettmelk fra TINE SA (1,2 % fett, ultrapasteurisert) tilsatt i en steril såe. Såen med melk ble satt i vannbad og pasteurisert i 30 min ved 85 °C. Da melka var nedkjølt til 20 °C, ble en liten mengde av den frysetørkede kulturen tilsatt og inkubert i 20 timer. Ystemelk i alle kar ble podet med 2 % syrekultur.

## 3.3 Ysting

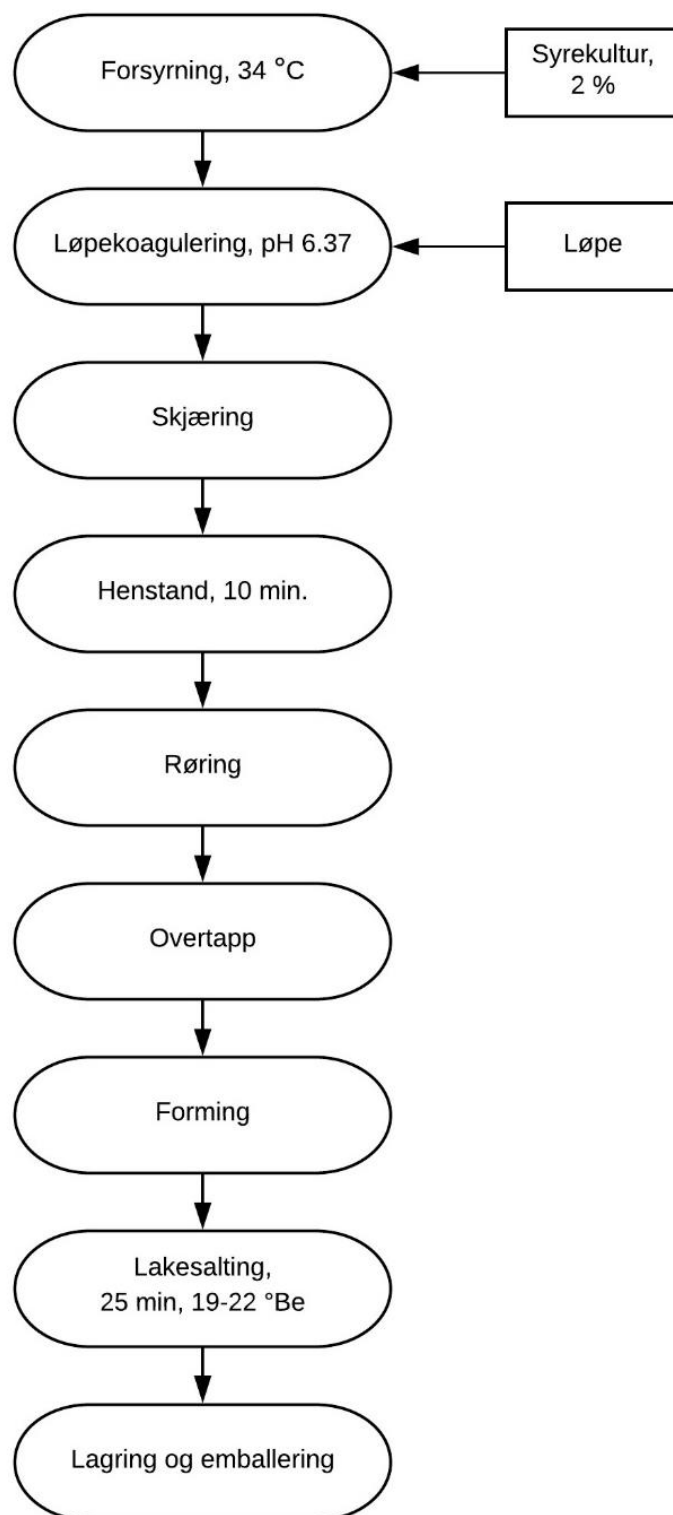
### 3.3.1 Prøveysting og syringstest

Den 18.12.17 ble det utført en prøveysting med den hensikt å gjøre seg kjent med ystingsutstyr i pilotanlegget ved KBM/NMBU. Det ble ystet et kar á 40 liter, podet med 2 % syrekultur.

Det ble utført en syringstest den 09.01.18, dagen før første ystingsforsøk. Hensikten var å estimere syringstid ved bruk av MF-retentat. 100 ml MF-retentat og 2 ml syrekultur ble overført til en scott flaske, rørt og satt i vannbad som holdt 34 °C. pH ble målt hver time, samt morgenen etter.

### 3.3.2 Hovedystingsforsøk

Metode for ystingsteknikk tok utgangspunkt i teknikk benyttet av Skeie (1988), Flornes (1990) og TM Dovre. Det ble besluttet at det ikke skulle tilsettes muggkultur i osten, da det ikke er tilrettelagt for lagring/modning av muggoster i pilotanlegget ved KBM/NMBU. Den overordnede ystingsprosessen er presentert i figur 3, deretter vil hver ystedag bli nærmere beskrevet. Se vedlegg 1 for mengde MF-retentat, fløte, pasteurisert vann og løpe som utgjorde mengde ystemelk i hvert kar.



Figur 3: Flytskjema over ystingsprosessen av Camembert i pilotanlegget ved KBM/NMBU. Med overtapp menes tømning av ostemasse og myse fra ystekar over i former.

Det ble ystet 3 dager, med 3 kar per ystedag. Ystekarene som ble brukt var 2 stk. 200 L Silkeborg kar (Paasch & Silkeborg AS Maskinfabrikk, Danmark). Ystemelk ble overført til karene (MF-retentat, fløte og pasteurisert vann) og røreverket ble satt på halv hastighet. Da ystemelka holdt 34 °C, ble den podet med 2 % syrekultur. Ved pH 6,37 ble løpe tilsatt og røreverket ble satt til full hastighet for å sikre jevn fordeling av løpe i karet. Røreverket ble kjørt 5 ganger frem og tilbake i ystekaret på full hastighet, før røreverket ble stoppet og tatt ut av karet. Etter tilstrekkelig koagulering, ble koagelet skjært i terninger på ca. 1,5 x 1,5 x 2 cm. Etter henstand i ti minutter ble ostemassen rørt manuelt. Ostemassen ble deretter overført til Camembert former med høyde 10 cm og diameter på 11 cm. På et Brett var det plass til 16 Camembert former, se figur 4.



Figur 4: Øverst: Et Brett med osteduk og 16 Camembert former. Nederst: Brett til påfylling av ostemasse i Camembert formene. Brettet plasseres på toppen av Camembert formene ved fylling av ostemasse (Foto: eget).

Ostene ble snudd kort tid etter overføring til form, etter ca. 1 time og etter 2 timer. Ost produsert 10.01.18 ble kun snudd etter overføring til form og etter 1 time. Ostene ble stående i pilotanlegget for drenering i formene til dagen etter, temperatur var ca. 20 °C.

Dagen etter ysting ble ostene tatt ut av formene og lagt på rist. Ostene ble veid før de ble lagt i saltlake (25 minutter, 19-22 °Be), samt etter lakesalting. Det ble tatt utgangspunkt i MACY formelen (Fox et al 2017) for reelt utbytte:

$$\text{Actual yield (Ya)} = \frac{\text{weight of cheese (kg)}}{\text{weight of milk (kg)} + \text{weight of starter (kg)} + \text{weight of salt (kg)}} \times 100$$

I formelen for Actual yield (Ya) er det tatt hensyn til vekten av salt fra saltlake eller eventuelt tørrsalting. Da ostene i dette forsøket også ble veid før salting, ble denne vekten benyttet for beregning av det reelle utbyttet. Derfor er leddet i formelen for vekten av salt fjernet. Dermed ble formelen for det reelle utbyttet slik:

$$\text{Actual yield (Ya)} = \frac{\text{weight of cheese (kg)}}{\text{weight of milk (kg)} + \text{weight of starter (kg)}} \times 100$$

For å ta hensyn til vanninnholdet i osten, ble MACY formelen brukt. Som referanseost ble Tines Camembert med 49,43 % tørrstoff og 50,57 % vanninnhold benyttet (TINE u.å.a).

$$\text{MACY (kg/100kg)} = \text{Ya} \times \frac{100 - \text{actual cheese moisture content}}{100 - \text{reference cheese moisture content}}$$

For teoretisk utbytte ble Van Slyke's formel (Lucey & Kelley 1994) benyttet:

$$\text{Cheese yield (kg/100kg milk)} = \frac{(0.93 F + C - 0.1) \times 1.09}{100 - W} \times 100$$

Hvor F = % fett i melk, C = % kasein i melk, W = % vanninnhold i ost, 1,09 = konstant for salttilsetning og mysetørrstoff, 0,93 er antatt 93 % fett som ikke går tapt i myse, og 0,1 er antatt 0,1 % tap av kasein til myse. I dette tilfellet aksepteres forutsetninger for F og C, da det ikke er blitt gjort analyser av dette. Konstanten for salttilsetning og mysetørrstoff (1,09) blir fjernet som ledd i formelen, da vekt av ost før salting blir benyttet for utregning. Formelen for teoretisk utbytte blir derfor:

$$\text{Cheese yield (kg/100kg milk)} = \frac{(0.93 F + C - 0.1)}{100 - W} \times 100$$

Saltemetoden var basert på prosedyrer benyttet på TM Dovre. Saltlake i pilotanlegget holder vanligvis en konsentrasjon på 24-25 °Be, og denne måtte derfor fortynnes. Dette ble gjort ved å overføre saltlake til et forpressekar, og deretter tilsette destillert vann til saltkonsentrasjonen lå mellom 19-22 °Be. Saltkonsentrasjonen ble målt ved hjelp av et baume-meter (Funke-Gerber, Berlin).

Etter salting ble ostene snudd og lagt på modningslager med temperatur 13 °C og relativ luftfuktighet 65 %. Ostene ble så pakket inn i folie fra TM Dovre (folie, lamin, gullblank geitost, 260 mm, amcor). Etter tre uker på modningslager ble ostene flyttet over til kjølelager med temperatur 4 °C i to uker.

Alt utstyr benyttet under ystingsforsøkene ble desinfisert med varm damp og/eller vasket med såpevann, skylt og klorert i klorbad. Prosedyrer for arbeid i ren sone ble fulgt.

Sammensetningen av MF-retentat i de ulike karene er listet opp i tabell 2.

Tabell 2: Sammensetning av MF-retentat analysert med FTIR før justering med fløte og pasteurisert vann.

Ystedag	Kar	Fett (%)	Laktose (%)	Protein (%)	Kasein (%)
10	10ALS1	0.12	4.44	6.80	4.83
	10BLK1	0.12	4.44	6.80	4.83
	10CHK1	0.12	4.44	6.80	4.83
17	17ALS2	0.11	3.78	4.54	3.31
	17BLK2	0.11	3.78	4.54	3.31
	17CLI3	0.11	3.78	4.54	3.31
24	24ALS2	0.11	3.78	4.58	3.31
	24BHI3	0.14	4.47	8.20	5.74
	24CLS3	0.11	3.78	4.58	3.31
51	51ALS2	0.14	2.74	4.02	2.93



### *Ystedag 10*

I kar 10ALS1 og 10BLK1 er hovedforskjellen røringssintensitet, henholdsvis svak eller kraftig røring. Her ble det tilsatt pasteurisert vann i hovedsak for å justere kaseinkonsentrasjonen i MF-retentatet. I kar 10CHK1 ble det ikke tilsatt pasteurisert vann da det var ønskelig med høy kaseinkonsentrasjon. Koagelet ble skjært etter 15 minutter i samtlige kar. I kar 10CHK1 koagulerte ystemelka svært raskt, etter ca. 5 minutter. Grunnet gjøremål i forbindelse med de andre karene, ble ikke koagelet skjært før etter 15 minutter, som førte til at koagelet ble veldig fast. Da det var begrenset mengde med Camembert former og brett, ble det besluttet at en lavere mengde ystemelk skulle benyttes ved neste ystedag.

Ostene ble kun snudd to ganger i formene, etter prosedyre på TM Dovre. Dette ga en ujevn og ru overflate på ostene, og det ble derfor besluttet at ostene skulle snus 3 ganger i form ved de neste produksjonsdagene.

Saltlaken i pilotanlegget holdt en saltkonsentrasjon mellom 19 og 22 °Be den dagen ostene skulle saltes (11.01.18), av denne grunn ble ikke saltlaken fortynnet. Ostene ble pakket inn i folie to dager etter ystedagen (12.01.18), da de tilsynelatende hadde dannet en tynn skorpe. Etter et par dager på lageret hadde de emballerte ostene skilt ut en del myse. Det ble derfor besluttet at ostene skulle stå lenger på rist på modningslageret (13 °C, 65 % RH) før de ble emballert ved neste ystedag.

### *Ystedag 17*

På ystedag 17 ble ystemelka blandet og varmet opp til 34 °C i et separat ystekar (ASTA Eismann, 6mbH, 12950, 2014, Becum, Tyskland). Deretter ble ystemelka overført i ønsket mengde til de respektive Silkeborg karene for videre behandling.

Det ble kun brukt MF-retentat med lav (L) kaseinkonsentrasjon denne ystedagen. Hovedforskjell mellom kar 17ALS2 og 17BLK2 var grad av røringssintensitet, henholdsvis svak (S) og kraftig (K). Kar 17CLI3 ble ikke rørt (I), og løpemengden var justert ned til halvparten av normal mengde (2). Ostene ble snudd 3 ganger i form, som ga en jevnere overflate enn ostene fra ystedag 10. Saltlake ble fortynnet etter prosedyre beskrevet i avsnitt 3.3.2. For å unngå søl fra mysedrenering i ostene, lå ostene 5 dager på rist inne i modningslageret (13 °C, 65 % RH) før emballering med folie.

#### *Ystedag 24*

På ystedag 24 ble MF-retentat med lav (L) kaseinkonsentrasjon benyttet for kar 24ALS2 og 24CLS3. Ystemelka til disse karene hadde lik sammensetning og ble varmet opp til 34 °C i et av ASTA ystekarene, for å komme i gang med forsyning til rimelig tid. Ystemelka for kar 24BHI3 ble varmet opp i et av Silkeborgkarene. Det ble tilsatt pasteurisert vann i alle karene med det formål å justere ned laktosenivået i ystemelka.

I kar 24BHI3 ble det benyttet MF-retentat med høy kaseinkonsentrasjon (H), og halv løpemengde (3). Dette ga svært lang syrnings- og løpningstid. Da dette karet brukte lengre tid enn forventet, røk timeplanen som var satt opp for ystedagen, ettersom det kun var mulig å yste to kar samtidig. Kar 24CLS3 ble derfor syrnet lengre enn ønsket (137 min istedenfor 100 min) før løpetilsetning. Det ble ikke tatt ut prøve av ystemelk fra kar 24BHI3 til HPLC analyse.

Ostene ble snudd 3 ganger i form, og ble saltet i fortynnet saltlake dagen etter ysting. Ostene lå på rist inne i modningslageret (13 °C, 65 % RH) i 5 dager før de ble pakket i folie.

#### *Ystedag 51*

Etter at hovedystingsforsøket var fullført, ble det besluttet at det skulle gjennomføres et siste ystingsforsøk. Hovedårsaken til dette var for lav pH i ferskost.

I et forsøk på få høyere pH i ferskost, ble MF-retentatet dobbel diafiltrert for å justere ned laktosenivået. Det ble ikke tilsatt pasteurisert vann, da laktosenivået var som ønsket etter diafiltreringsprosessen. Ostene ble snudd 3 ganger i form, og saltet i fortynnet saltlake. Da ostene fra ystedag 24 ble emballert, ble det oppdaget at ost fra ystedag 10 hadde fått uønsket muggvekst. Det utviklet seg uønsket muggvekst på all ost fra alle ystedager. For å unngå uønsket muggvekst på oster produsert på ystedag 51, ble de pakket i vakuumposer ca. 3 timer etter salting. Det ble benyttet en Henkel 300 vakuumpakkemaskin (Henkel bv, Hertogenbosh, Nederland) og et program med 99 % vakuum (5 sekunder), uten tilførsel av gass, forsegling (2,5 sekunder) og softair (1 sekund). Deretter ble ostene lagt på modningslager (13 °C, 65 % RH).

### 3.3.3 Prøvetakingsplan, ysteprosess

Måling av pH ble gjort fortløpende i løpet av ysteprosessen i pilotanlegget. Uttak ble gjort ved hjelp av en prøveøse og pH ble målt med et kalibrert pH-meter (PHM92, Radiometer Analytical SAS, Villeurbanne Cedex, Frankrike. Elektrode: pH2005-8 combined pH electrode, red rod, Epoxy body, BNC)

For å beregne fløtetilsetning til MF-retentat, samt ystemelkas sammensetning ble en MilkoScan<sup>TM</sup>FT1 FTIR maskin (Foss, Hillerød, Danmark) benyttet.

Uttak til HPLC (høytrykks væskkromatografi) ble gjort ved hjelp av bulktestflasker (SKALA prosesseteknikk, Oslo, Norge) og lagt direkte i fryser. Til mikrobiologiske analyser ble også bulktestflasker benyttet. Disse ble lagt i isoporkasser med is før de ble analysert senere samme dag. Se tabell 3 for oversikt over prøveuttak under ystingsprosessen.

Tabell 3: Prøvetakingsplan som ble benyttet under ysteprosessen.

Prosesstrinn	pH	FTIR	HPLC	Koli, VRBA	Laktokokker, M17
MF-retentat	X	X			
Fløte		X			
Ystemelk	X	X	X	X	X
Forsyrning	X				
Løpetilsetning	X				
Myse	X		X	X	
Skjæring	X				
Forming	X				

### 3.4 Analyser av ost

Det ble foretatt analyser av ferskost (24 timer), 2 og 4 uker gammel ost. Uttak til mikrobiologiske analyser ble gjort ved hjelp av en ostesøker. Deretter ble ostene delt opp, og revet ved hjelp av et elektrisk rivjern (Sencor Electric Slicer & Grater, fine grater) til kjemiske analyser. Osten ble samme dag benyttet til de ulike analysene listet opp i tabell 4, med unntak av 2 uker gammel ost ystet 10.1 som ble fryst, og deretter tint i kjølerom over natt før analyser.

Tabell 4: Prøvetakingsplan for analyser av osten.

	pH	Tørrstoff	Aske	HPLC	Total og løselig nitrogen	Koli, VRBA	Lakto-kokker, M17
6 timers ost	X						
24 timers ost	X	X		X		X	X
2 ukers ost	X	X	X				X
4 ukers ost	X	X		X	X		

Alle analyser ble utført på laboratoriet til forskningsgruppen for Meieriteknologi og Matkvalitet ved KBM/NMBU.

#### 3.4.1 Kjemiske analyser av ost

##### *pH, tørrstoff og aske*

Samme pH-meter som nevnt i kapittel 3.3.5 ble benyttet på ost. Målinger på 6 timer gammel ost ble kun utført på ost fra ystedag 24 og 51. Denne målingen ble gjort ved å stikke pH-elektroden direkte i osten. De resterende målingene ble gjort ved å tilsette 25 g revet ost samt 10 mL destillert vann til et Ola-beger. pH ble målt etter 30 minutter.

Tørrstoffinnhold ble målt i osten etter metode beskrevet i IDF standard 4-2004 (IDF 2004). Aske ble målt etter AOAC metode 935:42. (AOAC 1990)

### *HPLC*

Innhold av organiske syrer og karbohydrater ble analysert i myse og ystemelk (Disse prøvene ble frosset ned og tint i kjøleskap over natt før analyse) samt 24 timers ost og 4 ukers ost. Analysen ble gjennomført ved bruk av high performance liquid chromatography (HPLC) etter en metode beskrevet av Grønnevik et al. (2011) for melk og myse, for ost etter Skeie et al (2008)

Myse og ystemelkprøvene ble godt blandet før 1,00 g ble veid inn i et 10 mL rør. Prøvene ble tilsatt 2,5 ml ionebyttet vann, 200 µl 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck, Tyskland) og 8 mL acetonitril (Merck). Etter tilsetning av acetonitril ble prøvene ristet for hånd, deretter satt i en MultiRS-60 BIOSAN vendemaskin (Montebello Diagnostics A/S, Oslo, Norge) i 30 min. Prøvene ble sentrifugert i romtemperatur, 15 minutter ved 1470 x g (3400 rpm) i en Kubota 2010 sentrifuge (Kubota Corporation, Tokyo, Japan).

Opparbeidelse av osteprøvene, her ble 2,00 g veid inn i et 50 ml rør. Prøvene ble tilsatt 5.0 ml ionebyttet vann, 700 µl 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck, Tyskland) og 20 ml acetonitril (Merck). Deretter ble prøvene ristet for hånd, så satt i en vendemaskin (Multifix) i 30 min. Prøvene ble sentrifugert i en Gerber sentrifuge, 1100 rpm i 15 minutter ved romtemperatur.

Supernatanten ble deretter filtrert med 0,2 µm PTFE Membran (Acrodisc CR 13 mm Syringe Filter, PALL, Storbritannia) over i et HPLC-rør. Analysen ble gjennomført ved bruk av et HPLC-instrument Agilent Technologies 1260 Infinity II (Agilent Technologies, Singapore), bestående av pumpe (Agilent Technologies), autosamler (Agilent Technologies), kolonneovn (Agilent Technologies), DAD-UV detektor (Agilent Technologies), og RI-detektor (Agilent Technologies). Programvaren som ble benyttet var OpenLab CDS (Agilent Technologies). 25 µl av prøven ble injisert og separert med en Aminex HPX-87H kolonne (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA). For beskyttelse av kolonnen ble prøvene først kjørt gjennom en forkolonne av typen Cation-H refill (Bio Rad Laboratories). Kolonnetemperatur var satt til 32 °C. Den mobile fasen som ble benyttet var 5 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck), med en hastighet på 0,4 mL/min.

Standardløsninger for kalibrering ble preparert på samme måte som prøvene som ble analysert, og komponentene i prøvene ble identifisert og kvantifisert på bakgrunn av retensjonstid sammenlignet med standardløsningene.

Karbohydrater benyttet til standardløsning var maltose, fruktose, laktose, glukose og galaktose (Merck) og av organiske syrer ble sitronsyre, orotinsyre, pyrodruesyre, ravsyre, melkesyre, maursyre, eddiksyre, urinsyre, propionsyre og pyro-glutaminsyre (Sigma-Aldrich, Kina) benyttet til standardløsninger. Karbohydratene og eddiksyre ble detektert ved hjelp av en RI-detektor, mens organiske syrer ble detektert ved hjelp av en DAD-UV detektor. (Grønnevik et al 2011)

#### *Total og løselig nitrogen*

Total og løselig nitrogen ble analysert i 4 uker gammel ost. Prøver ble opparbeidet og analysert etter IDF-standard 20 A (IDF 1986). Analysen ble utført ved bruk av MikroKjeldahl. Prøvene ble oppsluttet på en Tecator™ Digestor (Foss Analytical AB, Höganäs, Sverige). Deretter destillert i en Kjeltect™8400 Analyser unit (Foss, Hillerød, Danmark). Resultater fra Kjeltect™ gis i mL titer (ferdig korrigert fra blankprøvene). Dette ga grunnlaget for utregning av total og løselig nitrogen (%).

For total nitrogen ble følgende formel benyttet:

$$\frac{\text{titreringsvolum (mL)} * 2.801}{\text{vekt av innveid prøve (g)}} = \text{total nitrogen (\%)}$$

For løselig nitrogen ble følgende formel benyttet:

$$\frac{\text{titreringsvolum (mL)} * 1.751}{\text{vekt av innveid prøve (g)}} = \text{løselig nitrogen (\%)}$$

### 3.4.2 Mikrobiologiske analyser

Prøveuttak til mikrobiologiske analyser ble utført aseptisk. Utstyr benyttet var enten autoklavert, sterilt eller flambert med alkohol.

Melke- og myseprøvene ble desimalt fortynnet etter normal prosedyre. Osteprøvene ble homogenisert før desimale fortynninger ble tillaget.

Skorpen ble fjernet med kniv, og prøven ble tatt ut med en ostesøker. De ytterste 2 cm av prøven ble fjernet. Deretter ble prøven lagt i petriskål og veid inn til 11 g i en omni mixer homogenizer (Omni International, USA). Natriumsitratvann (2%, 99 mL) som holdt 45 °C ble tilsatt. Så ble prøven homogenisert i omnimixeren i 2 minutter ved hastighet 4. Fra denne prøven ble desimale fortynninger tillaget (IDF 1995). Se tabell 5 for fortynninger benyttet under analyser.

Tabell 5: Fortynninger som ble benyttet på de mikrobiologiske prøvene.

Fortynninger	M17	VRBA
Ystemelk	0-10 <sup>-1</sup>	0
Ystemelk etter syretilsetning	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-8</sup>	-
Myse	-	0
24 timer ost	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-1</sup>
2 ukers ost	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-8</sup>	-

For analyse av laktokokker ble M17-buljong (Merck, Tyskland) og agar pulver (VWR International, Italia) benyttet. 42,5 g M17-buljong og 15 gram agar ble veid inn og tilsatt i 1 L scott flasker sammen med 1 L destillert vann. Deretter ble flasken autoklavert ved 121 °C i 15 minutter.

For analyse av koliforme bakterier ble VRBA (violet red bile agar) benyttet. 7,7 g VRBA ble veid inn i 250 mL scott flasker og tilsatt 200 mL destillert vann.

En stund før analyse ble både M17- og VRBA-agaren satt i kokevannbad til henholdsvis gelen og pulveret hadde løst seg tilstrekkelig. Deretter ble agaren kjølt ned i vannbad som holdt 48 °C før utstøpning. Skåler med VRBA-agar ble inkubert ved 37 °C i 1 døgn, skåler M17-agar ved 30 °C i 2 døgn før avlesning.

### 3.5 Statistiske metoder

Prinsipal komponent analyse (PCA) ble benyttet for å undersøke tendenser i ystemelk og ferskost. Variablene ble vektet ved at de ble delt på standardavviket. Program benyttet til PCA var The Unscrambler®X V10.4.4 (CAMO Software AS, Oslo, Norge).



## 4. Resultater

---

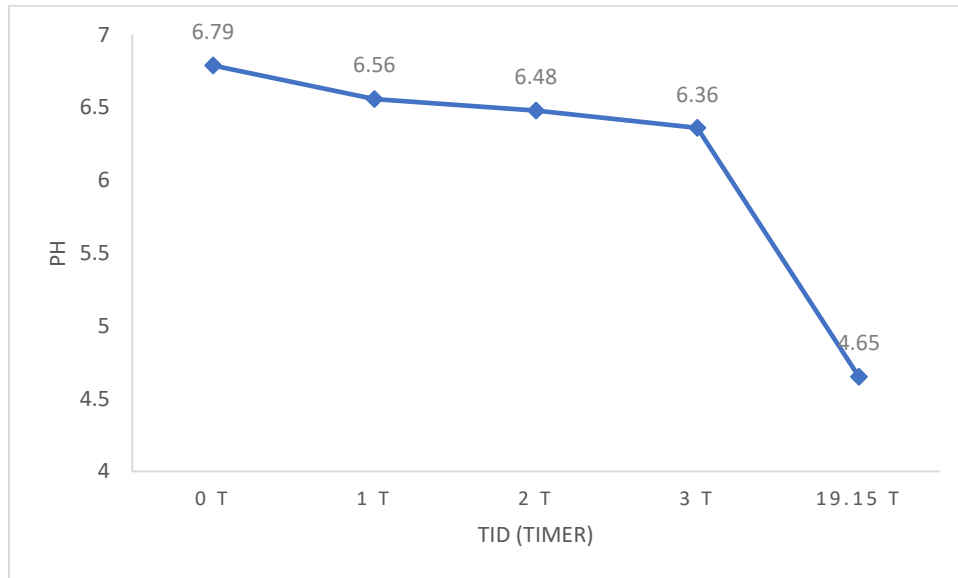
Hensikten med dette forsøket var å yste Camembert med tradisjonell ysteteknikk og mesofil syrekultur, hvor ystemelka var mikrofiltrert (kasein- og laktosejustert). Hypotesen var at forhåndsjustering av laktoseinnholdet i ystemelka skulle gi samme pH i ferskost, som ved produksjon av stabilisert Camembert (5,2).

Grad av kaseinkonsentrasjon og røringintensitet var faktorer. Grunnet ystingstekniske utfordringer (for lav pH i 24 timers ost og for fast koagel), ble forsøksdesignet endret fra et strukturelt oppsett til et utviklingsprosjekt med formål om å oppnå riktig pH i 24 timers ost, samt unngå for fast koagel. Av denne grunn ble i tillegg laktoseinnhold og mengde løpe tilsatt i ystemelka variert.

Kapitlet er inndelt i fire deler, hvor resultatene fra kjemiske analyser på syringstest, ystemelk og ystingsresultat, 24 timers ost (ferskost) og lagret ost blir presentert hver for seg. De viktigste resultatene er presentert i dette kapitlet, andre resultater samt rådata finnes i vedlegg. Det ble ikke påvist koliforme bakterier i dette forsøket. For resultater fra mikrobiologisk analyse, se vedlegg 6.

#### 4.1 Syrningstest av MF-retentat

I forkant av ystingsforsøkene ble det gjennomført en syrningstest av MF-retentat podet med 2 % syrekultur (CHN-19) inkubert ved 34 °C. pH ble målt i MF-retentat før syretilsetning, og hver time etter syretilsetning, samt morgenen etter. Resultatene er fremstilt grafisk og vises i figur 5.



Figur 5: Syrningstest av MF-retentat (4.44 % laktose, 6.80 % protein) podet med 2 % syrekultur (CHN-19) inkubert ved 34 °C.

Det var ønskelig å estimere syrningstid fra syretilsetning til løpetilsetning for å kunne sette opp en plan over ystingsprosessen på ystedagene. Løpetilsetning var ønskelig ved pH ca. 6,37 i ystemelk. Figur 5 viser at det tok tre timer å syrne MF-retentatet fra pH 6,79 til 6,36. Morgenen etter, totalt 19,15 timer etter tilsatt syrekultur, var pH 4,65.

## 4.2 Ystemelk og ystingsresultat

Dette delkapitlet vil ta for seg en ystedag av gangen, hvor sammensetningen i ystemelk og pH-  
kurve for hver enkelt dag blir presentert.

For å definere fløte- og vanntilsetning til MF-retentat, ble fløten og MF-retentatet analysert med FTIR. FTIR ble også benyttet for å analysere innhold av fett, laktose, protein og kasein i ystemelka etter justering med fløte og pasteurisert vann. Tabellene er ment å illustrere endringer som ble gjort i forsøksdesignet fra ystedag 10 til ystedag 51.

Det ble utført pH-målinger av ystemelk ved ulike prosesstrinn under produksjon. pH ble også målt på 24 timer, 2 og 4 uker gammel ost. Ønsket pH på 24 timer gammel ost var 5,1-5,2. En tabell med oversikt over alle pH-målingene er vist i vedlegg 5.

#### 4.2.1 Ystedag 10

Den første ystedagen ble det strukturelle forsøksdesignet benyttet som utgangspunkt, sammensetningen av ystemelk og observasjoner under ysting vises i tabell 6.

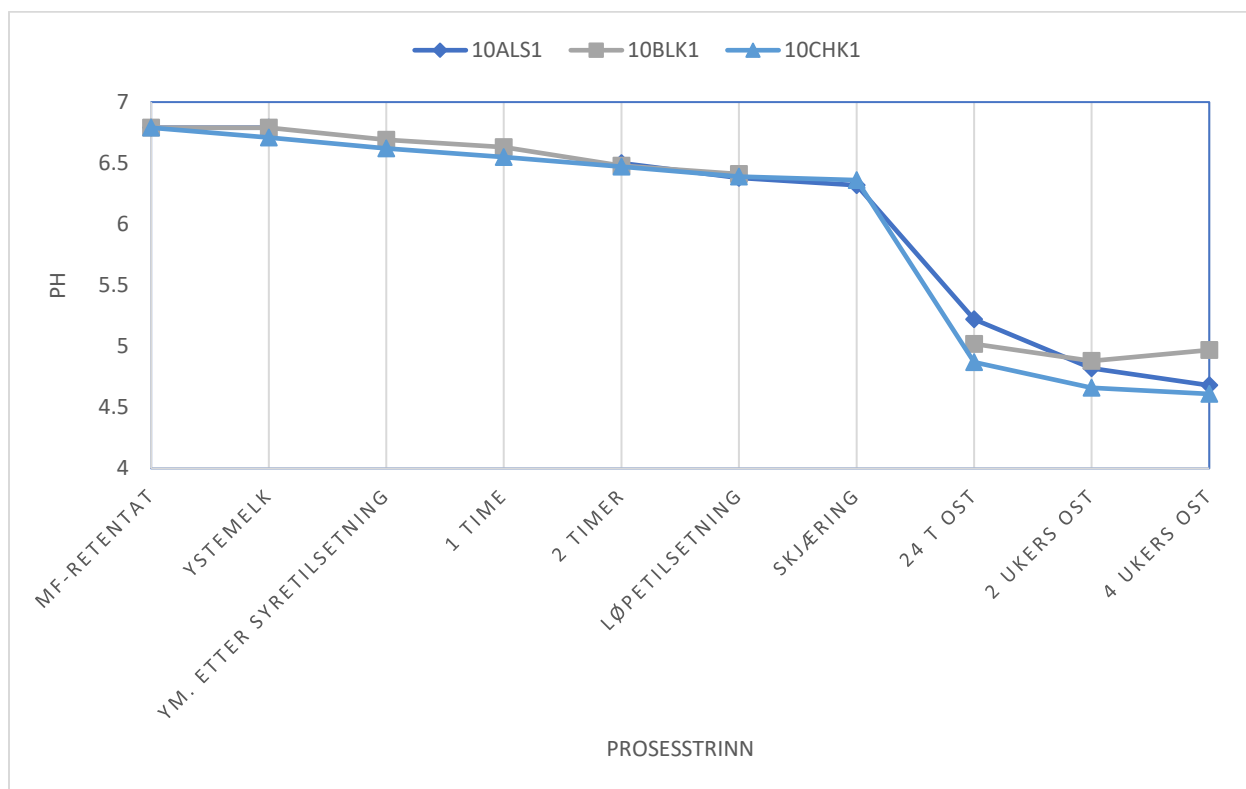
Tabell 6: Sammensetning av justert ystemelk (analysert med FTIR), pH i ystemelk, samt 24 t ost, syrnings- og løpningstid og mL løpe/kg kasein tilsatt i de ulike karene på ystedag 10.

Ystedag	Kar	Fett (%)	Laktose (%)	Protein (%)	Kasein (%)	pH ystemelk	pH 24t ost	Syrningsstid (min)	Løpningsstid (min)	Løpe/kg kasein (mL)
10	10ALS1	3.41	3.59	5.31	3.83	6.79	5.22	160	15	8.90
	10BLK1	3.91	3.57	5.29	3.81	6.79	5.02	170	15	8.90
	10CHK1	5.12	4.38	6.73	4.83	6.71	4.87	170	15	8.90

Tabell 6 viser at på ystedag 10 ble kaseinkonsentrasjon og rørringsintensitet variert. Det ble benyttet normal løpemengde (1). Løpekoaguleringen gikk raskt (15 minutter) og koagelet hadde for fast konsistens, særlig kar 10CHK1 som hadde høyest kaseinkonsentrasjon. Det ble lavere pH enn ønsket (5,1-5,2) i kar 10BLK1 og 10CHK1 på 24 timers ost, henholdsvis 5,02 og 4,87. I kar 10A ble derimot pH som ønsket, 5,22.

Figur 6 viser at pH i MF-retentat lå på 6,79 i alle kar. pH synker gradvis til mellom 6,32-6,36 ved skjæring. Fra skjæring til 24 timer gammel ost synker pH til mellom 4,87-5,22. Ønsket pH i 24 timer gammel ost (5,1-5,2) ble oppnådd i kar 10ALS1. Fra 24 timers ost til 2 ukers ost fortsetter pH å synke til verdier mellom 4,66-4,88, hvilket betyr at ostene har fått ettersyrning. Fra 2 til 4 uker gammel ost synker pH videre, foruten ost fra kar 10BLK1 der pH øker fra 4,88 til 4,97. Grunnet det lange tidsintervallet mellom skjæring og 24 timer gammel ost, er kurven svært bratt. Derfor ble det besluttet at pH også skulle måles ved prosesstrinn forming og 6 timer gammel ost ved neste ystedag (17).

For å unngå for fast koagel ved neste ystedag, ble det besluttet at løpemengden skulle varieres. Nivå 1 er normal løpemengde, nivå 2 er to tredeler løpemengde og nivå 3 er halv løpemengde. Det ble også lagt til et nivå på røringsintensitet, ingen røring (I), for å se om dette påvirket koagelfastheten. For å unngå for lav pH i 24 timers ost, ble det besluttet at laktoseinnholdet i melka skulle justeres ned ved tilsetning av pasteurisert vann.



Figur 6: pH-utvikling i kar fra ystedag 10, fra MF-retentat til 4 uker gammel ost. Det ble ikke målt pH i kar 10ALS1 ved prosesstrinn ystemelk etter syretilsetning og 1 time, eller i kar 10BLK1 ved prosesstrinn skjæring.

#### 4.2.2 Ystedag 17

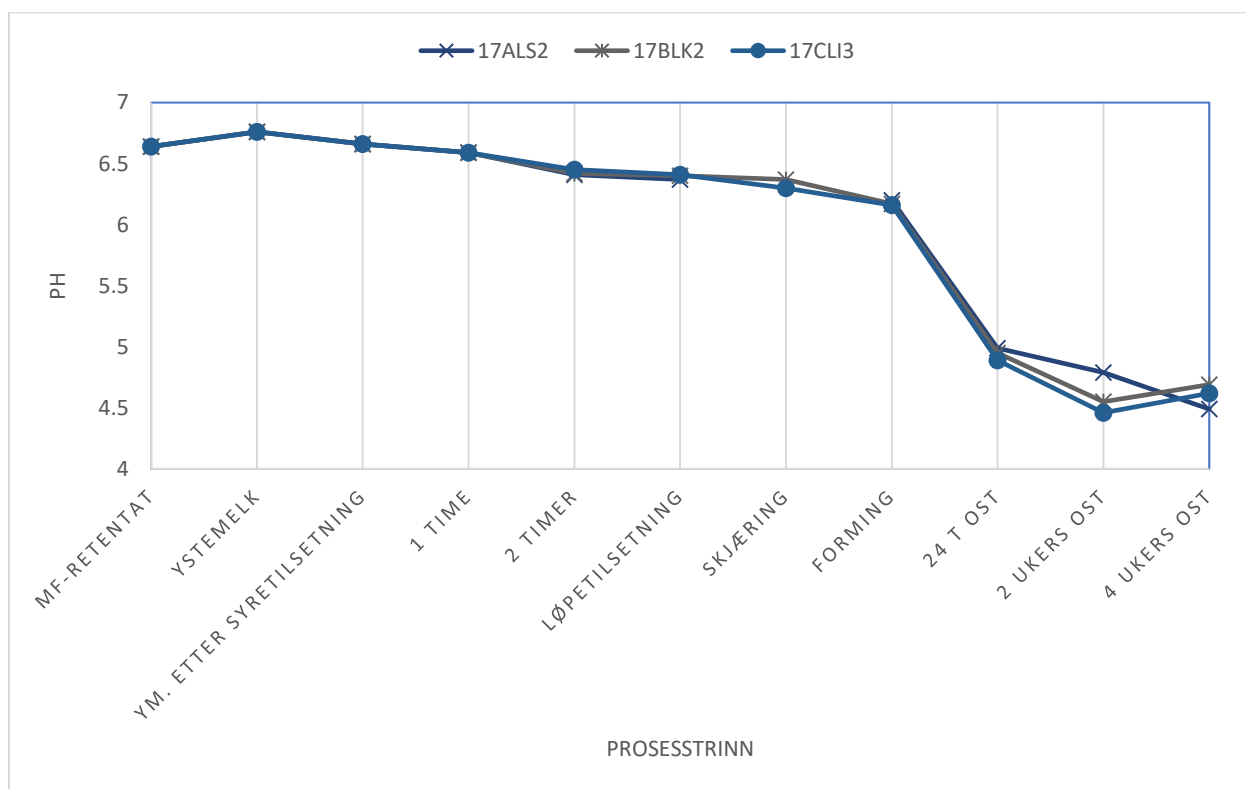
Ved ystedag 17 ble forsøksdesignet endret fra det strukturelle oppsettet, til et utviklingsprosjekt. Sammensetningen av ystemelk og observasjoner under ysting er vist i tabell 7.

Tabell 7: Sammensetning av justert ystemelk (analysert med FTIR), pH i ystemelk, samt 24 t ost, syrnings- og løpningstid og ml løpe/kg kasein tilsatt i de ulike karene på ystedag 17.

Ystedag	Kar	Fett (%)	Laktose (%)	Protein (%)	Kasein (%)	pH ystemelk	pH 24t ost	Syrningstid (min)	Løpningstid (min)	Løpe/kg kasein (mL)
17	17ALS2	3.79	3.49	3.97	2.94	6.76	4.99	130	22	4.63
	17BLK2	3.79	3.49	3.97	2.94	6.76	4.95	130	22	4.63
	17CLI3	3.79	3.49	3.97	2.94	6.76	4.89	130	22	3.48

Tabell 7 viser at det kun ble benyttet MF-retentat med lav kaseinkonsentrasjon (L) i alle kar, da ost fra kar 10CHK1 fra ystedag 10 hadde høy kaseinkonsentrasjon (H) og fikk svært fast koagel. Løpemengde ble variert, hvor to tredeler av normal løpemengde (2) ble benyttet i kar 17ALS2 og 17BLK2, og halvparten av normal løpemengde (3) ble benyttet i kar 17CLI3. Løpekoaguleringstiden var på 22 minutter mot 15 minutter ved ystedag 10. Røringsintensitet ble variert hvor kar 17ALS2 hadde svak røringsintensitet (S), 17BLK2 hadde kraftig røringsintensitet (K) og kar 17CLI3 hadde ingen røring (I). Koagelet oppnådde bedre konsistens enn ved ystedag 10, derfor var det ønskelig å beholde de ulike løpenivåene til neste ystedag. Det ble også besluttet å yste et kar med høy kaseinkonsentrasjon (H) ved neste ystedag. I dette karet skulle løpemengden justeres til løpenivå 3, halv løpemengde, da dette bedret konsistensen på koagelet i ost fra ystedag 17. Laktoseinnholdet i ystemelka var noe lavere (3,49 %) enn ystemelk i kar 10ALS1 og 10BLK1 ved ystedag 10 (ca. 3,6 %). pH i 24 timers ost var lavere enn ønskelig (5,1-5,2) i samtlige kar, fra 4,89 til 4,99. Derfor ble det besluttet at laktoseinnholdet i ystemelka ved neste ystedag skulle justeres ned videre ved tilsetning av pasteurisert vann.

Figur 7 viser at pH i MF-retentat lå på 6,64 i alle kar. pH i ystemelk er høyere enn MF-retentat grunnet fløte- og vanntilsetning. pH synker gradvis til mellom 6,16-6,20 ved forming. Fra forming til 24 timer gammel ost synker pH til mellom 4,89-4,99, noe som er lavere enn ønsket pH (5,1-5,2). Videre til 2 ukers ost fortsetter pH å synke til mellom 4,46-4,79. Det betyr at det også er ettersyrning av oster produsert denne ystedagen. Fra 2 til 4 uker gammel ost synker pH videre i ost fra kar 17ALS2 til 4,49. I ost fra kar 17BLK2 og 17CLI3 øker pH i 2 ukers ost fra henholdsvis 4,55 og 4,46 til 4,69 og 4,62 i fire ukers ost.



Figur 7: pH-utvikling i kar fra ystedag 17, fra MF-retentat til 4 uker gammel ost. Det ble ikke målt pH i 6 timers ost som planlagt, eller i kar 17ALS2 ved prosesstrinn skjæring.

### 4.2.3 Ystedag 24

På ystedag 24 ble det foretatt endringer av ystemelkas sammensetning basert på resultater fra de tidligere ystedagene. Se tabell 8 for sammensetning av ystemelk og observasjoner under ysting.

Tabell 8: *Sammensetning av justert ystemelk (analysert med FTIR), pH i ystemelk, samt 24 t ost, syrnings- og løpningstid og mL løpe/kg kasein tilsatt i de ulike karene på ystedag 24.*

Ystedag	Kar	Fett (%)	Laktose (%)	Protein (%)	Kasein (%)	pH ystemelk	pH 24t ost	Syrningstid (min)	Løpningstid (min)	Løpe/kg kasein (mL)
24	24ALS2	3.30	3.26	3.60	2.68	6.66	4.83	100	15	6.63
	24BHI3	3.34	3.19	5.03	3.63	6.79	4.86	177	38	4.01
	24CLS3	3.30	3.26	3.60	2.68	6.66	4.79	137	17	4.98

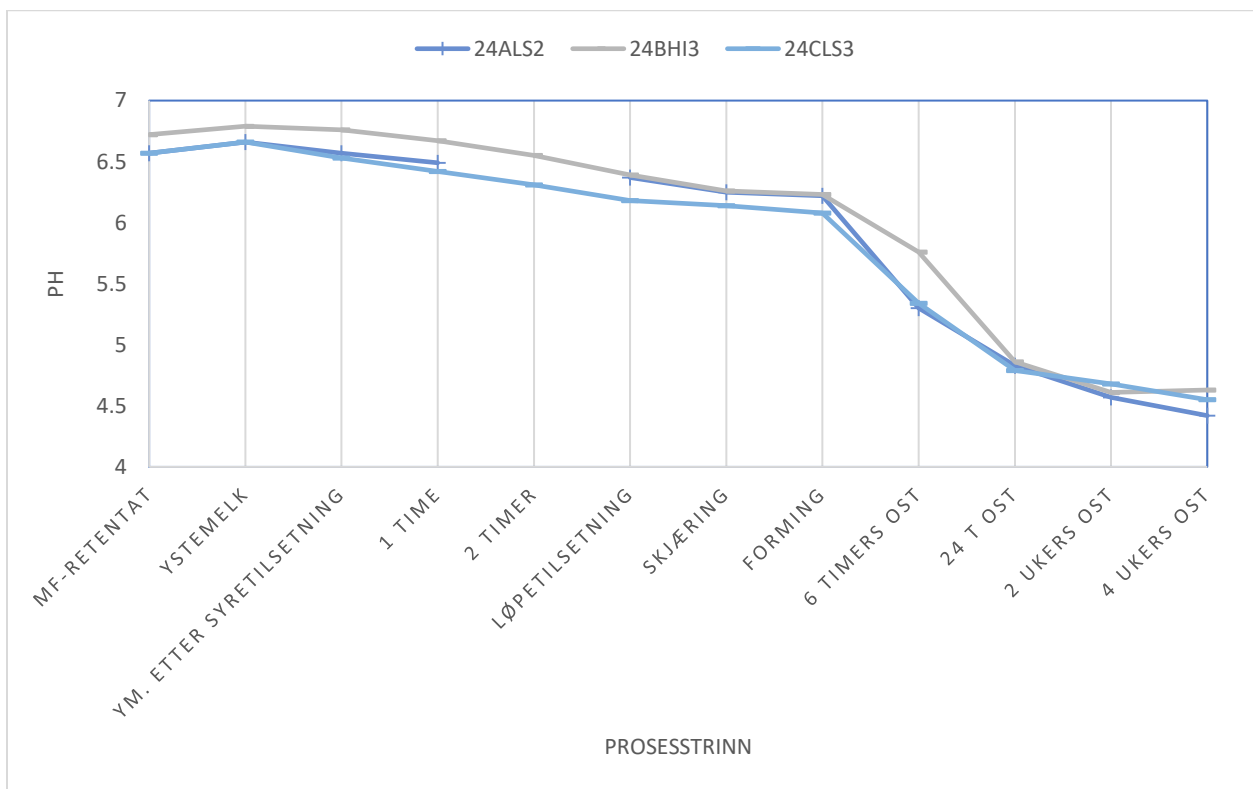
Tabell 8 viser at kaseinkonsentrasjon, røringensintensitet og løpemengde ble variert. I kar 24ALS2 og 24CLS3 ble det benyttet samme ystemelk, lav kaseinkonsentrasjon (L) og svak røringensintensitet (S). Forskjellen mellom disse karene var løpenivå, henholdsvis to tredeler (2) og halv løpemengde (3). Årsaken til at kar 24CLS3 hadde lengre syrningsstid enn 24ALS2, var at ystemelka i kar 24BHI3 hadde lengre tid i ystekaret enn det var rom for i timeplanen.

Laktoseinnholdet i ystemelka fra kar 24ALS2 og 24CLS3 var 3,26 %, som resulterte i en pH på henholdsvis 4,83 og 4,79 i 24 timers ost. For ystemelk i kar 24BHI3 var laktoseinnholdet på 3,19 %, dette ga pH 4,79 i 24 timers ost. Ønsket pH (5,1-5,2) på 24 timers ost ble ikke oppnådd.

Koagelet i kar 24BHI3 med halvparten av normal løpemengde (3), hadde god konsistens, og ble ikke for fast, som det ble i kar 10CHK1 med full løpemengde (1) fra ystedag 10. Ettersom riktig pH på 24 timers ost fortsatt ikke ble oppnådd, ble det lagt til en ekstra produksjonsdag. Det ble besluttet at MF-retentatet skulle dobbel diafiltreres for å redusere laktoseinnholdet ytterligere i forkant av ysteprosessen.



Figur 8 viser at pH i MF-retentat lå mellom 6,57 og 6,72. pH synker gradvis til mellom 6,08-6,23 ved forming. Fra forming til 24 timer gammel ost synker pH til mellom 4,79-4,86. Nok en gang er pH i 24 timers ost lavere enn ønsket (5,1-5,2). Fra 24 timers ost til 2 ukers ost synker pH i ost fra samtlige kar til mellom 4,57-4,68, som betyr at det har blitt ettersyrning i ostene produsert denne dagen også. Fra 2 til 4 ukers ost har pH sunket til 4,42 i ost fra kar 24ALS2 og til 4,55 i ost fra kar 24CLS3. I ost fra kar 24BHI3 har derimot pH økt noe, fra 4,61 i 2 ukers ost til 4,63 i 4 ukers ost.



Figur 8: pH-utvikling i kar fra ystedag 24, fra MF-retentat til 4 uker gammel ost. Det ble ikke målt pH i kar 24ALS2 ved prosesstrinn 2 timer.

#### 4.2.4 Ystedag 51

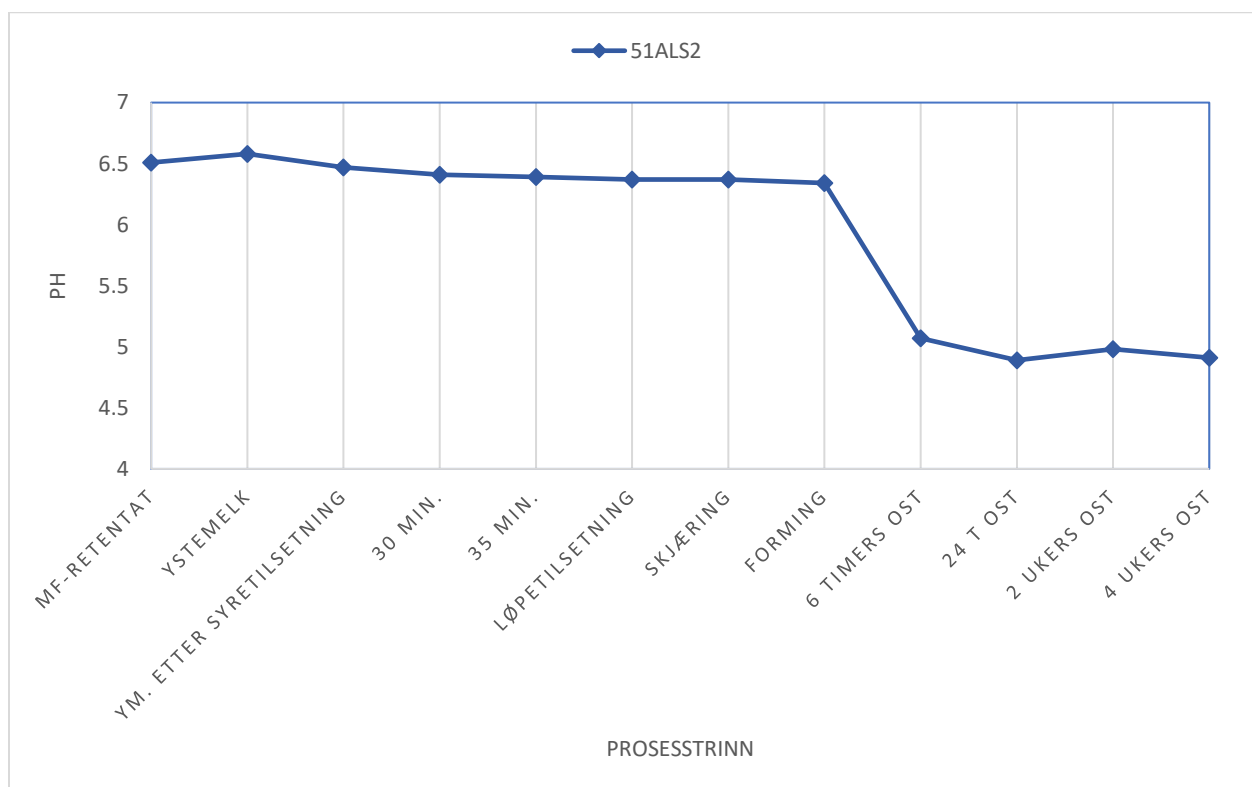
Ystedag 51 ble lagt til som en ekstra produksjonsdag da riktig pH (5,1-5,2) ikke ble oppnådd ved ystedag 24. Laktoseinnholdet i ystemelka ble justert ned med dobbel diafiltrering. Se tabell 9 for ystemelkas sammensetning.

Tabell 9: Sammensetning av justert ystemelk (analysert med FTIR), pH i ystemelk, samt 24 t ost, syrnings- og løpningstid og mL løpe/kg kasein tilsatt i de ulike karene på ystedag 51.

Ystedag	Kar	Fett (%)	Laktose (%)	Protein (%)	Kasein (%)	pH ystemelk	pH 24t ost	Syrningsstid (min)	Løpnings-tid (min)	Løpe/kg kasein (mL)
51	51ALS2	3.51	2.76	3.80	2.81	6.58	4.89	37	10	5.23

Tabell 9 viser at det ble ystet et kar med lav kaseinkonsentrasjon (L) og svak røringsintensitet (S). Laktoseinnholdet var justert ned til 2,76 % via dobbel diafiltrering. pH i ystemelka var lav i forhold til de andre ystedagene. Syrnings- og løpekoaguleringsstiden var kortere enn de resterende ystedagene. Det tok kun 37 minutter før pH hadde nådd 6,37, mot eksempelvis kar 24BHI3 som hadde lengst syrningsstid, 177 minutter. Løpekoaguleringsstiden i kar 51ALS2 var på 10 minutter, denne lå på 38 minutter i kar 24BHI3. pH i 24 timers ost var 4,89, som også var lavere enn ønskelig (5,1-5,2).

Figur 9 viser at pH i MF-retentat lå på 6,51. Denne pH-verdien var lav i forhold til pH i MF-retentat ved tidligere ystedager. Ønsket pH ved løpetilsetning var 6,37. Syrningstiden var betraktelig kortere enn resterende ystedager (37 minutter mot f.eks. 177 minutter i kar 24BHI3). pH synker jevnt frem til forming hvor pH var 6,34. I 24 timers ost ble pH lavere enn ønsket (5,1-5,2), 4,89. I 2 uker gammel ost har pH økt til 4,98, som tydet på at denne osten ikke fikk ettersyrning. Men ved pH-måling av 4 ukers ost hadde pH sunket til 4,91. Dette indikerer en svak ettersyrning av osten produsert denne dagen.

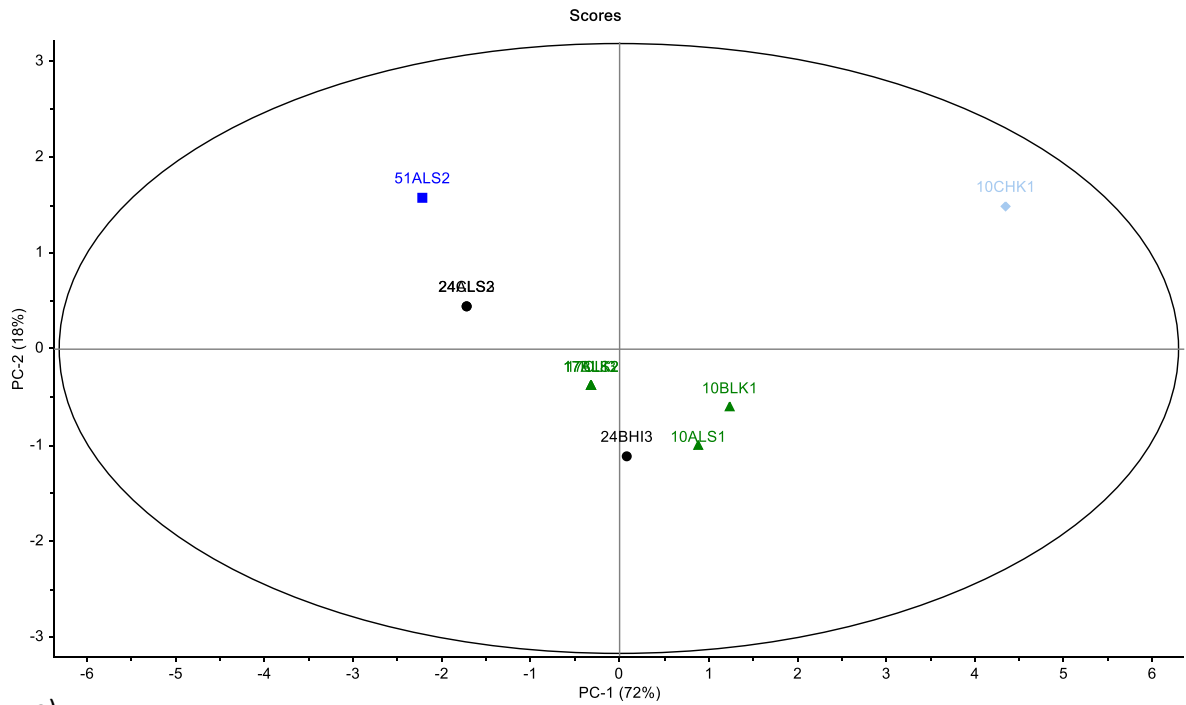


Figur 9: pH-utvikling i karet fra ystedag 51, fra MF-retentat til 4 uker gammel ost. Dette karet hadde kort syringstid sammenlignet med kar fra de andre ystedagene. Av denne grunn har prosesstrinn 1 time og 2 timer blitt erstattet med prosesstrinn 30 min. og 35 min.

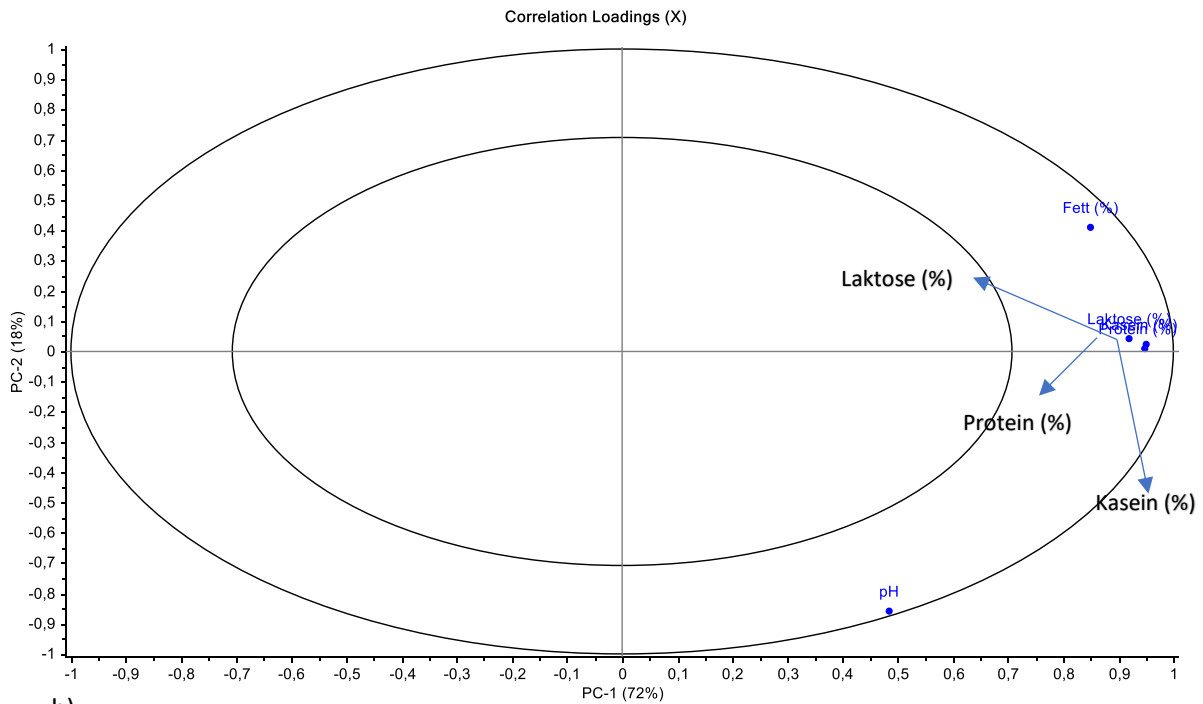
#### 4.2.5 PCA-plot over sammensetning av melk og observasjoner under ysting

For å illustrere endringer i ystemelkas sammensetning fra hver ystedag og hvordan det har påvirket ysteprosessen, er det benyttet PCA-plot. Det første plotet (figur 10) viser sammensetningen av ystemelk i karene, og det andre plotet (figur 11) viser observasjoner under ysting.

Figur 10 viser et PCA-plot med sammensetning i ystemelk i alle kar, gruppert etter laktoseinnhold, analysert med FTIR. PC-1 forklarer 72 % og PC-2 forklarer 18 % av variasjonen i denne analysen. PC-1 forklares av laktoseinnholdet i ystemelka, hvor det er høyest innhold av laktose til høyre, og lavest innhold av laktose mot venstre i plotet. PC-2 forklares av variasjonen i pH i ystemelka, hvor det er høyest pH nederst, og lavest pH øverst i plotet. Kar 10CHK1 som hadde høyest laktoseinnhold (4,38 %) ligger lengst til høyre i plotet, mot venstre finner man de resterende karene fra ystedag 10, deretter 17 og 24. Til slutt finner man kar 51ALS2 som hadde lavest laktoseinnhold (2,76 %), og dermed ligger lengst til venstre. Unntaket er kar 24BHI3 som karakteriseres av høyere pH i ystemelka enn de resterende karene fra ystedag 24.



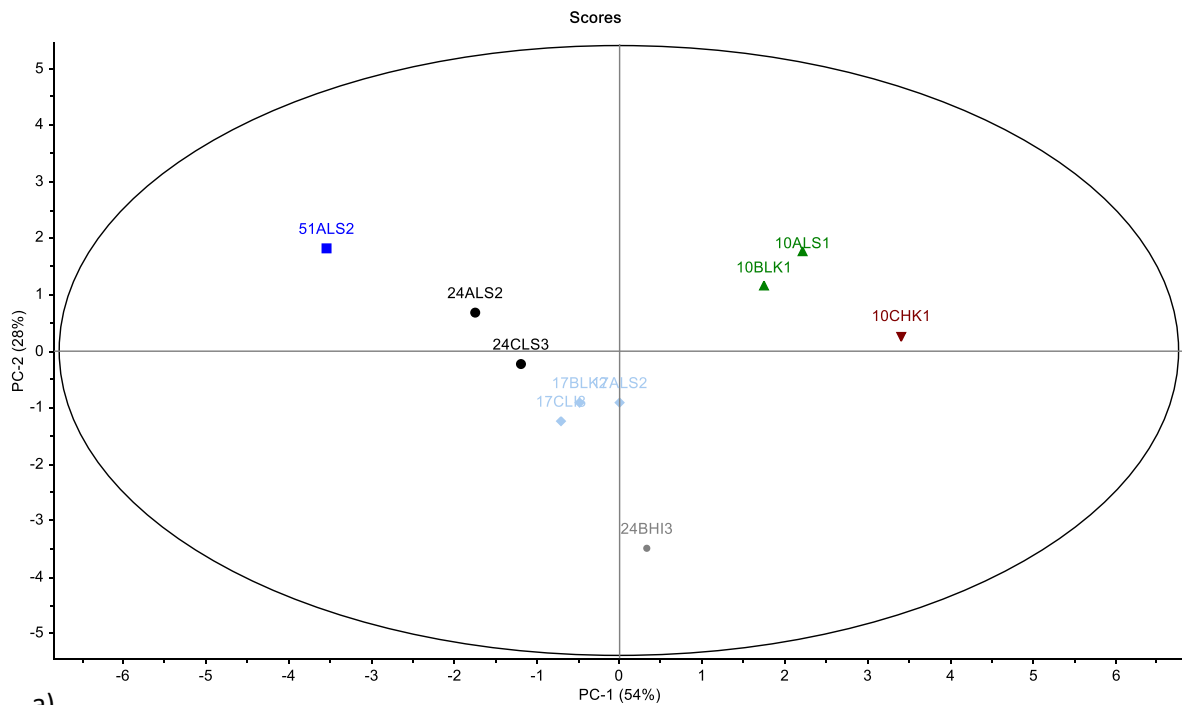
a)



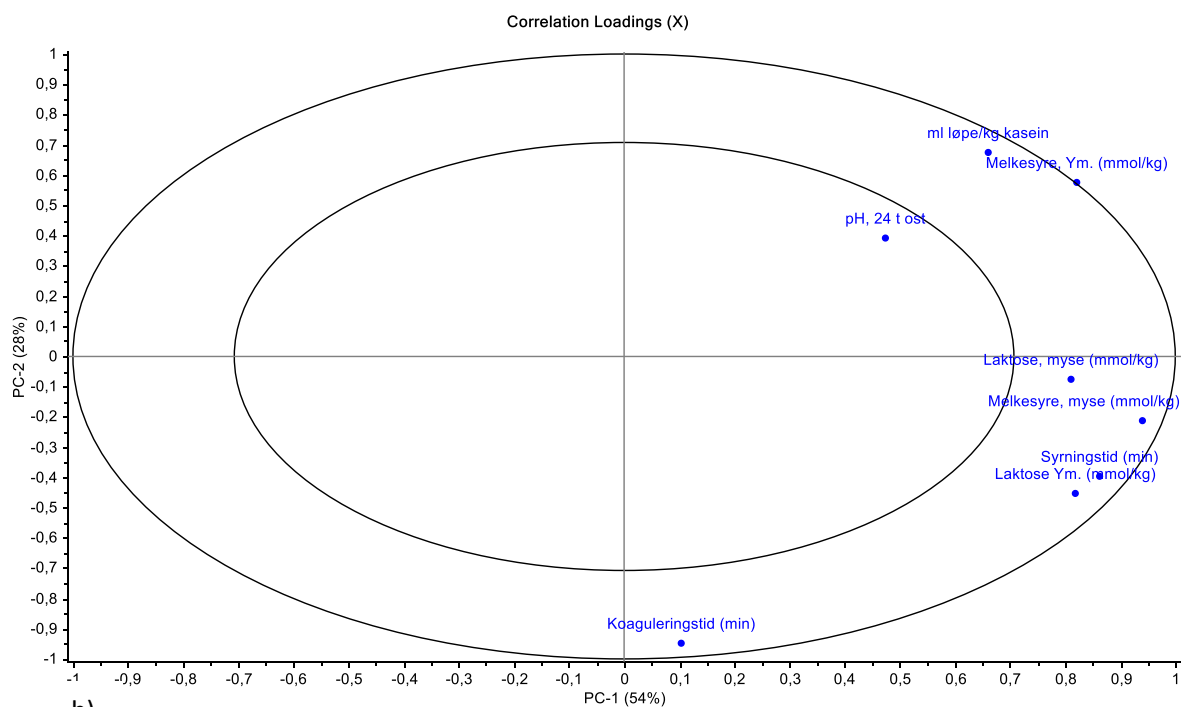
b)

Figur 10 PCA-plot over resultater på ystemelkas sammensetning. a) Scores-plot over de ulike karene med gruppering etter innhold av laktose (%) i ystemelka. Lysblå diamant: 4,38 % laktose, grønn firkant: 3,49-3,59 % laktose, sort sirkel: 3,19-3,26 % laktose, blå firkant: 2,76 % laktose. b) Correlation-loadings hvor fett-, protein-, kasein- og laktoseinnhold (%) er analysert med FTIR, pH er analysert med pH-elektrode.

For å se hvordan endringer i ystemelkas sammensetning har påvirket ysteprosessen er observasjoner under ysting vist i et PCA-plot, se figur 11. Karene er gruppert etter laktoseinnhold i ystemelk analysert med HPLC. PC-1 forklarer 54 % og PC-2 forklarer 28 % av variasjonen i denne analysen. PC-1 forklares hovedsakelig av variasjonen i laktoseinnholdet i ystemelk og myse, hvor det er høyest innhold av laktose til høyre, og lavest innhold av laktose mot venstre i plotet. Kar 10CHK1 som hadde høyest laktoseinnhold i ystemelk (132,73 mmol/kg) ligger lengst til høyre i plotet, mot venstre finner man de resterende karene fra ystedag 10, deretter 17 og 24 før man til slutt finner kar 51ALS2 som hadde lavest laktoseinnhold (68,92 mmol/kg), og dermed ligger lengst til venstre. I tillegg kan variasjonen i PC-1 forklares av syrningstid, hvor den er lengst til høyre i plotet, og blir kortere mot venstre. Unntaket er kar 24BHI3, som hadde lang syrningstid (177 min). PC-2 forklares hovedsakelig av variasjonen i løpekoaguleringsstid, og mL løpe/kg kasein. Det er lang løpekoaguleringsstid og liten mengde løpe/kg kasein nederst i plotet. Øverst i plotet er det kort løpekoaguleringsstid og stor mengde løpe/kg kasein. Kar 24BHI3 hadde lengst koaguleringsstid (38 min) og minst løpe (4,01 mL/kg kasein).



a)



b)

Figur 11: PCA-plot som viser observasjoner under ysteprosessen. a) Scores-plot over de ulike karene gruppert etter laktoseinnhold i ystemelka (mmol/kg). Brun trekant (opp-ned): 132,73 mmol/kg, grønn trekant: 99,06-104,44 mmol/kg, lysblå diamant: 108,58 mmol/kg, sort sirkel: 85,49 mmol/kg og blå firkant: 68,92 mmol/kg. Det ble ikke analysert for laktoseinnhold i ystemelk fra kar 24BHI3, derfor er dette karet markert med grå sirkel i scores-plotet. b) Correlation-Loadings plot som viser pH i 24 timers ost, mL løpe/kg kasein, syrnings- og løpekoaguleringsstid og melkesyre- og laktoseinnhold i myse og ystemelk (mmol/kg) analysert med HPLC.

### 4.3 24 timers ost (ferskost)

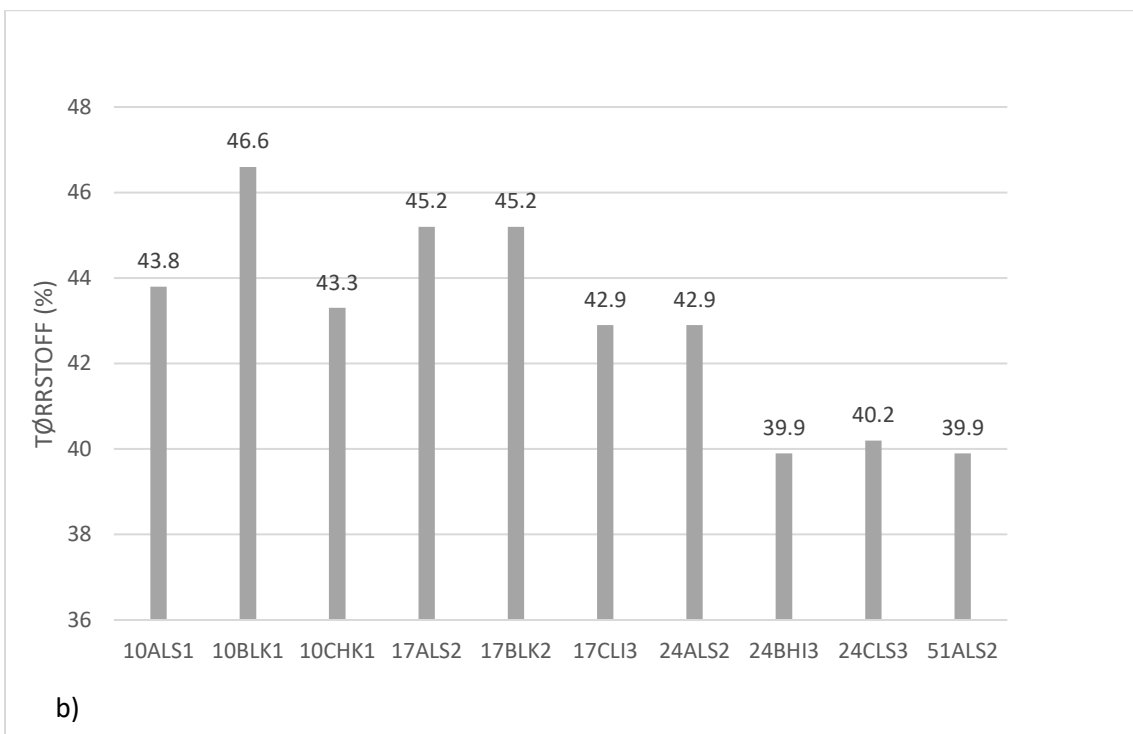
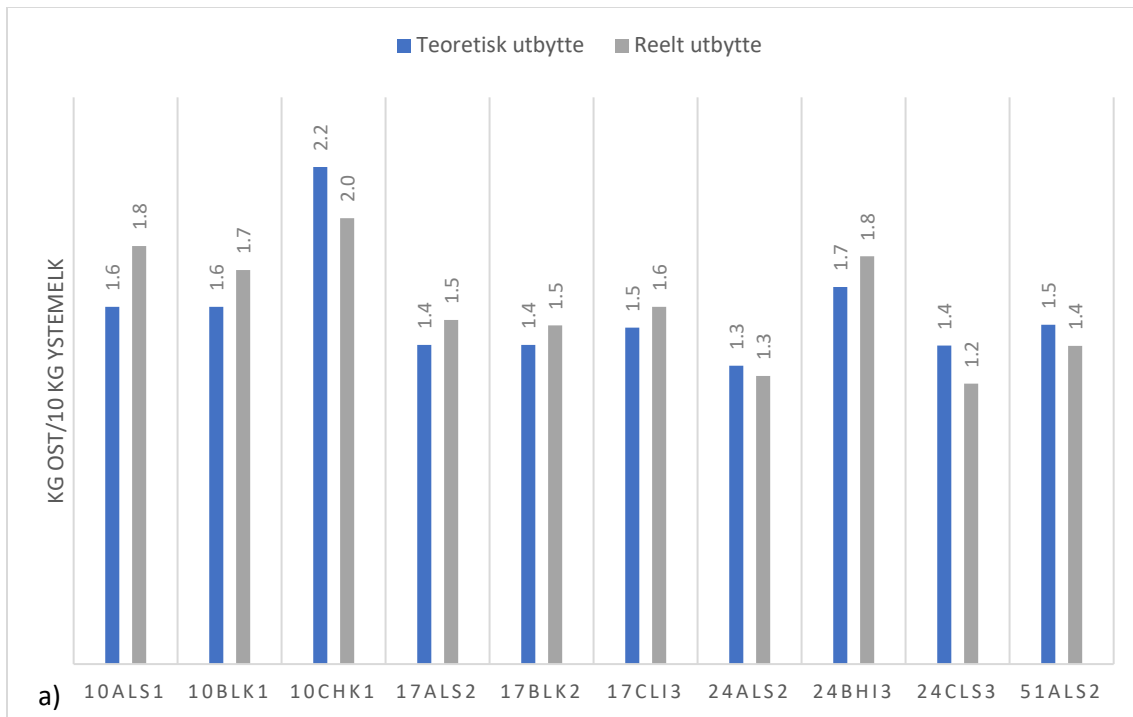
Ferskost ble veid før og etter saltlake for å se på reelt utbytte og saltbalanse, for utregning se henholdsvis vedlegg 3 og 4. Det ble også utført mikrobiologiske analyser, resultater fra disse finnes i vedlegg 6. Kjemiske analyser som ble utført på ferskosten var tørrstoffinnhold, pH, organiske syrer og karbohydrater (HPLC). Av organiske syrer og karbohydrater er kun resultater fra melkesyre og laktose tatt med i dette kapitlet. De resterende organiske syrene og karbohydratene for ystemelk, myse, 24 timer og 2 ukers ost finnes i vedlegg 7.

#### 4.3.1 Utbytte og tørrstoff

Figur 12 a) viser at teoretisk utbytte varierer fra 1,3-2,2 kg ost/10 kg ystemelk. Reelt utbytte varierer fra 1,2 til 2,0 kg ost/10 kg ystemelk. Det teoretiske utbyttet er totalt sett høyere enn det reelle, men det er variasjon mellom de ulike karene. I kar fra ystedag 10 er det høyere reelt utbytte enn de resterende ystedagene. Kar 10CHK1 (med høy kaseinkonsentrasjon og kraftig røring/intensitet) hadde høyest reelt utbytte denne dagen, og totalt med 2,0 kg ost/10 kg ystemelk. Her var også det teoretiske utbyttet høyest, med 2,2 kg ost/10 kg ystemelk. I ferskost fra karene på ystedag 17 er det reelle utbyttet ganske likt, kar 17CLI3 (ingen røring (I) og halv løpemengde (3)) hadde høyest reelt utbytte denne dagen, 1,6 kg ost/10 kg ystemelk. Det teoretiske utbyttet i ost fra kar 17CLI3 var 1,5 kg ost/10 kg ystemelk, som var lavere enn det reelle utbyttet. På ystedag 24 hadde kar 24BHI3 (med høy kaseinkonsentrasjon (H), ingen røring (I) og halv løpemengde (3)) høyest reelt utbytte, 1,8 kg ost/10 kg ystemelk. Her var også det teoretiske utbyttet lavere enn det reelle utbyttet, på 1,7 kg ost/10 kg ystemelk.

Figur 12 b) viser at tørrstoff i ferskosten varierer fra 39,9 til 46,6 %. Som sammenligningsgrunnlag har moden Camembert produsert ved TM Dovre et tørrstoffinnhold på omtrent 50,57 % (TINE u.å.a). Fra ystedag 10 har ost fra kar 10BLK1 høyest tørrstoffinnhold, 46,6 %. I ferskost fra ystedag 17 har ost fra kar 17ALS2 og 17BLK2 høyest tørrstoffinnhold, begge på 45,2 %. Ost fra kar 24ALS2 har høyest tørrstoffinnhold for ystedag 24, på 42,9 %. Generelt sett har ostene med høyt utbytte lavere tørrstoffinnhold enn oster med lavt utbytte.

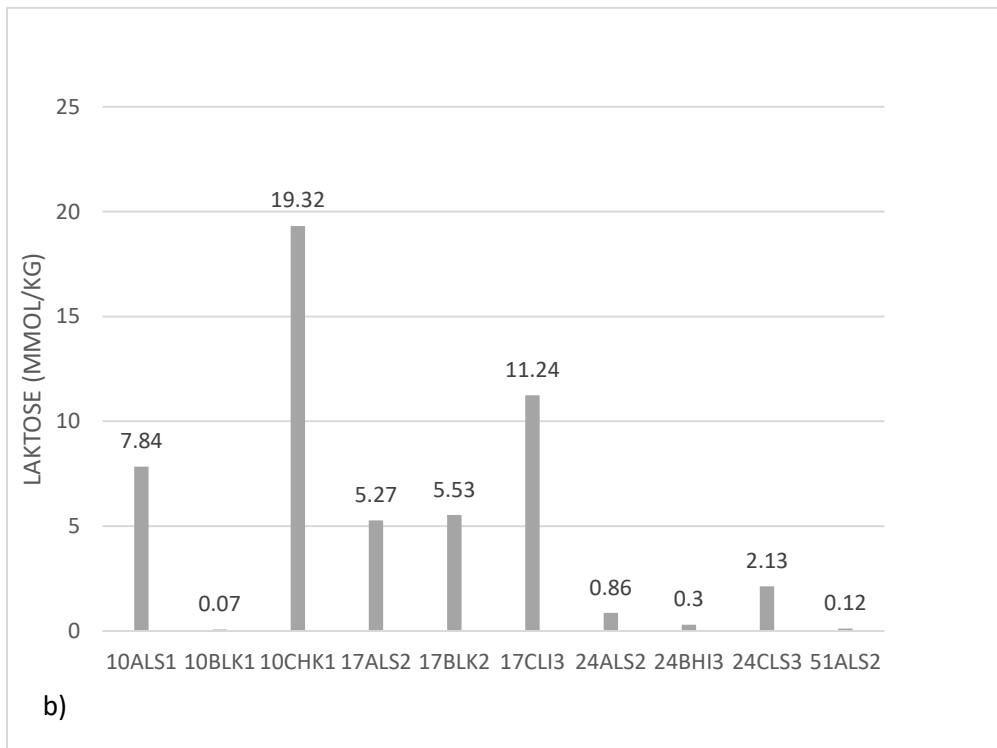
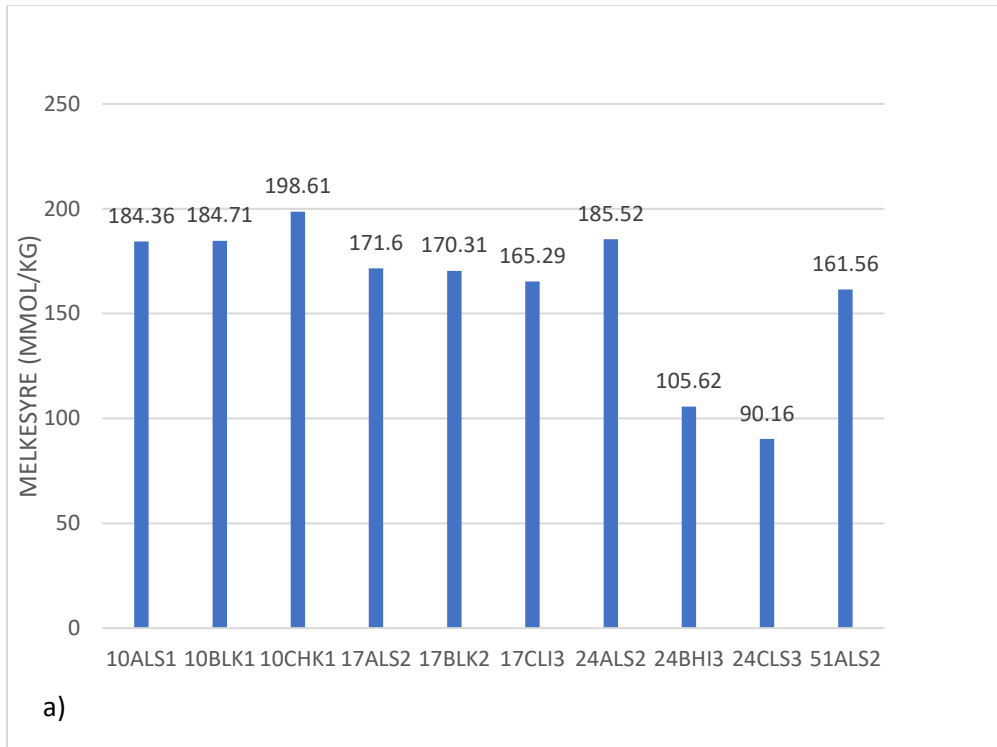




Figur 12: a) Teoretisk og reelt utbytte (kg ost/10 kg ystemelmelk), og b) tørrstoffinnhold (%) i 24 timers ost.

#### 4.3.2 Laktose og melkesyre

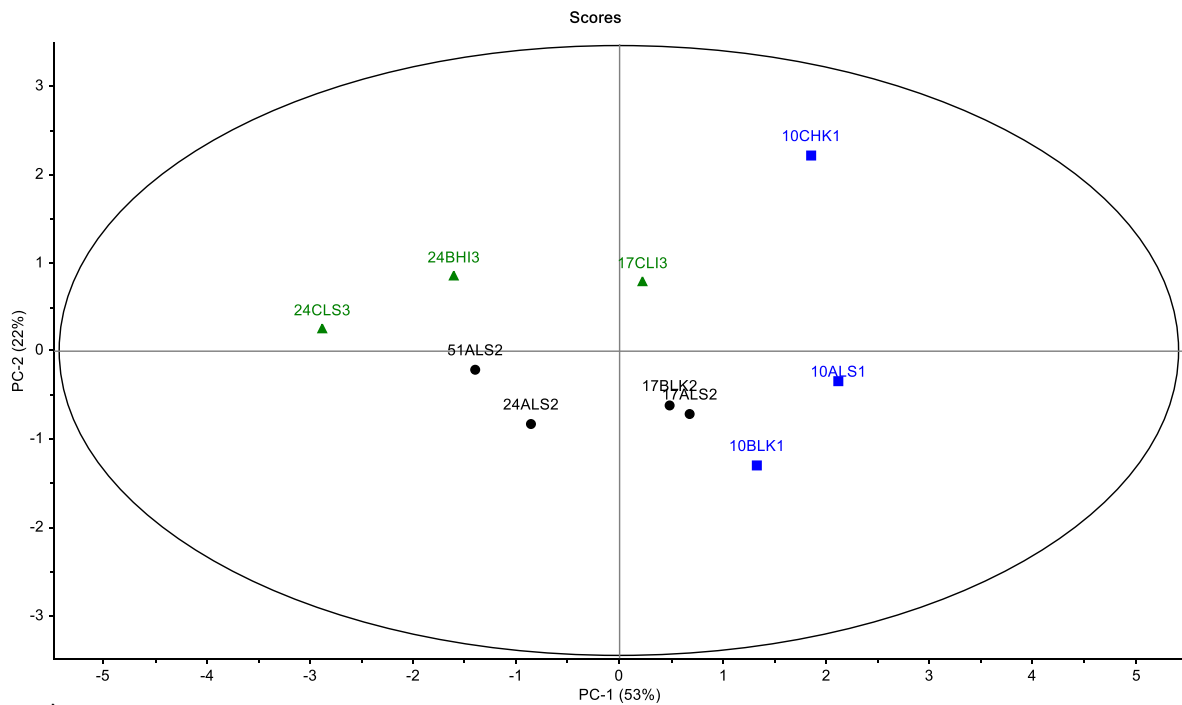
Figur 13 a) viser at melkesyreinnholdet i ferskost varierer fra 90,16 mmol/kg i kar 24CLS3, til 198,61 mmol/kg i kar 10CHK1. Figur 13 b) viser at innholdet av laktose varierer fra 0,07 mmol/kg i kar 10BLK1 til 19,32 mmol/kg i kar 10CHK1. Ferskost fra kar 10CHK1 skiller seg dermed ut da den både har høyest innhold av melkesyre og laktose i ferskost. I ferskost fra ystedag 17 er melkesyreinnholdet ganske jevnt mellom karene, men laktoseinnholdet i ost fra kar 17CLI3 er ca. dobbelt så høyt som i ost fra de to andre karene, på 11,24 mmol/kg. Ferskost fra kar 24ALS2 har høyest melkesyreinnhold denne ystedagen, på 185,52 mmol/kg. Det er høyest laktoseinnhold i ost fra kar 24CLS3, 2,13 mmol/kg, men her er også melkesyreinnholdet lavest for denne ystedagen, 90,16 mmol/kg. Innholdet av restlaktose er lavere i oster fra ystedag 24 og 51, sammenlignet med oster fra ystedag 10 og 17.



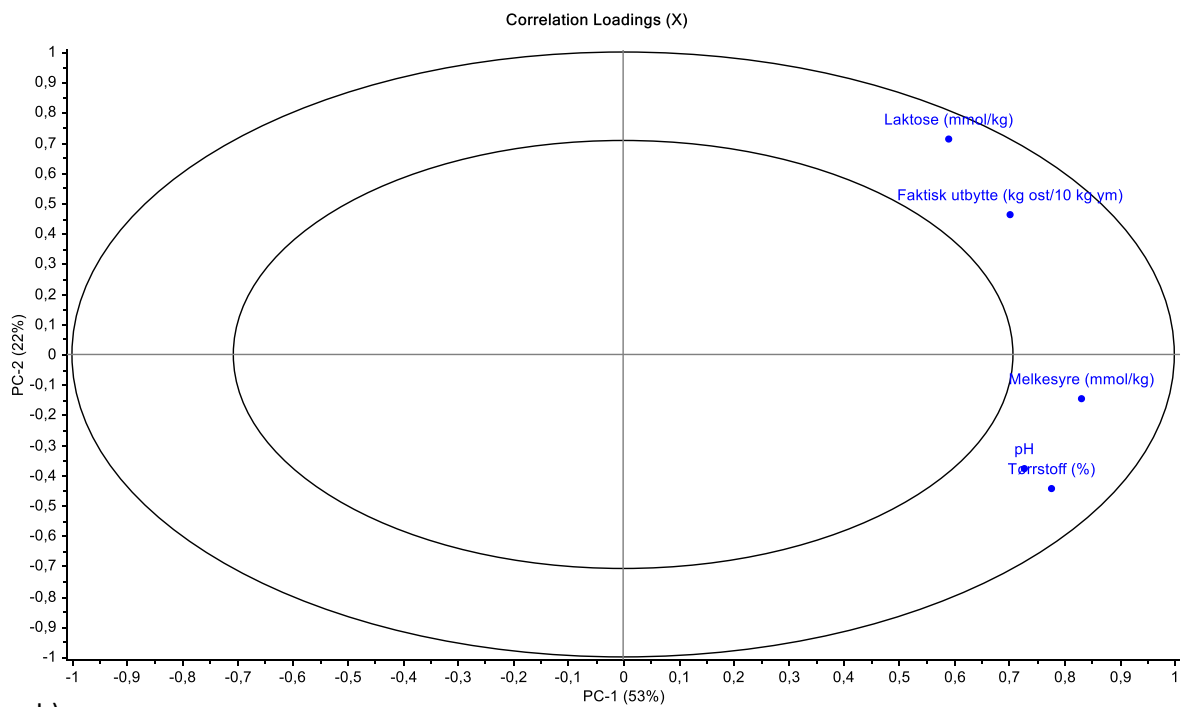
Figur 13: a) innhold av melkesyre og b) laktose (mmol/kg) i 24 timers ost.

### 4.3.3 PCA-plot over 24 timers ost

For å illustrere forskjeller i 24 timers ost, ble resultatene fra de kjemiske analysene satt inn i et PCA-plot, med gruppering etter løpenivå. PCA-plotet vises i figur 14. PC-1 forklarer 53 %, og PC-2 forklarer 22 % av variasjonen i denne analysen. PC-1 forklares av variasjon i pH-verdi i 24 timers ost, hvor det er høyest pH-verdi til høyre i plotet, og lavest pH-verdi til venstre. 24 timers ost fra kar 10ALS1 har høyest pH-verdi, 5,22, og ligger lengst til høyre i plotet. Det er lavest pH-verdi i 24 timers ost fra kar 24CLS3, 4,79, denne ligger lengst til venstre i plotet. PC-2 forklares av variasjonen av laktoseinnhold (mmol/kg) i 24 timers ost. Øverst i plotet ligger kar 10CHK1, hvor 24 timers ost hadde høyest laktoseinnhold, 19,32 mmol/kg. 24 timers ost fra kar 10BLK1 hadde lavest laktoseinnhold, 0,07 mmol/kg og ligger nederst i plotet.



a)



b)

Figur 14: PCA-plot over resultater på 24 timers ost. a) Scores-plot over de ulike karene gruppert etter løpenivå. Blå firkant viser ost med løpenivå 1, sort sirkel viser ost med løpenivå 2 og grønn trekant viser ost med løpenivå 3. b) Correlation-Loadings plot hvor resultater fra pH-måling, faktisk utbytte (kg ost/10 L ystemelk), tørrstoffinnhold (%), samt laktose- og melkesyreinnhold (mmol/kg) i 24 timers ost er tatt med.

#### 4.4 Lagret ost

På 2 uker gammel ost ble det utført analyse av tørrstoffinnhold, aske og pH. På 4 uker gammel ost ble tørrstoffinnhold, pH, organiske syrer og karbohydrater samt innhold av total og løselig nitrogen analysert.

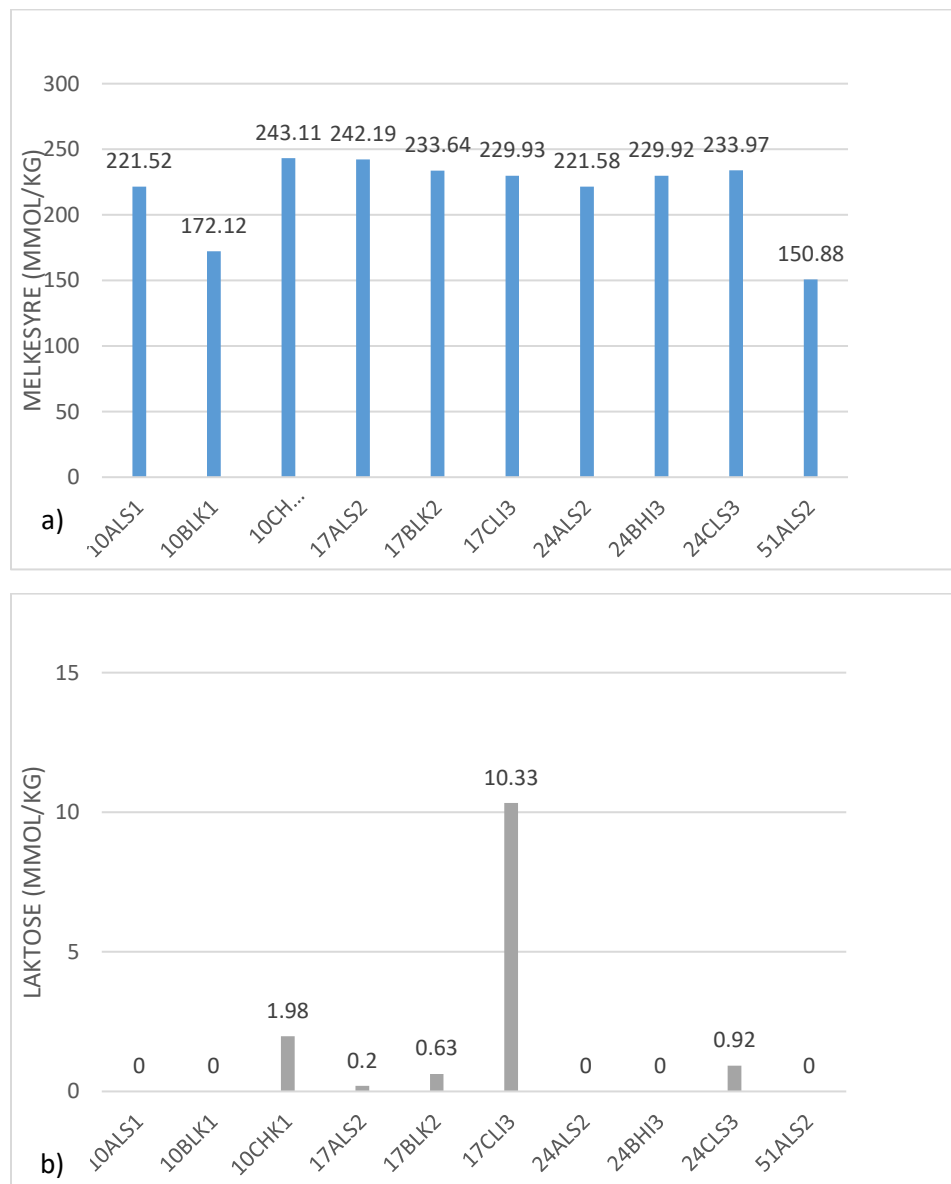
Hovedfokuset i denne oppgaven var hvordan ystemelkas sammensetning og ysteteknikk påvirket ferskost. Lagringsbetingelsene i forbindelse med pilotanlegget ved KBM/NMBU var ikke optimale, da det ikke finnes eget modningsrom eller modningsskap for lagring av Camembert. Relativ luftfuktighet for lagring av Camembert bør være rundt 85 % (Spinnler & Leclercq-Perlat 2007). I dette forsøket ble osten lagret ved 65 % relativ luftfuktighet. Camembert emballeres vanligvis etter at mugglaget bestående av *P. camemberti* dekker hele overflaten av osten. I dette forsøket ble det ikke benyttet mugg, dermed ble osten emballert tidligere enn normalt. Ost fra ystedag 10 ble emballert med folie to dager etter produksjon, og ost fra ystedag 17 og 24 ble emballert med folie 5 dager etter produksjon. Ost fra ystedag 51 ble emballert i vakuumposer en dag etter produksjon grunnet vekst av uønsket mugg på ost fra ystedag 10, 17 og 24.

Variasjonen i emballeringstidspunkt og emballasje mellom ystedagene gjør det vanskelig å sammenligne resultater fra kjemiske analyser gjort på lagret ost i dette forsøket, da variasjonen påvirker vanninnholdet i de lagrede ostene. Dette vil igjen påvirke de kjemiske analysene som ble gjort av lagret ost, da disse tar utgangspunkt i prosentandel av mengde innveid ost.

På bakgrunn av dette vil kun resultater for innhold av laktose og melkesyre i 4 uker gammel ost bli presentert i dette kapitlet, da dette er hovedfokus i oppgaven. Resultater for tørrstoff- og askeinnhold finnes i vedlegg 8 og resultater for protein, total og løselig nitrogen i vedlegg 9.

#### 4.4.1 Laktose og melkesyre

Figur 15 viser at melkesyreinnholdet i 4 uker gammel ost varierer fra 150,88 mmol/kg i ost fra kar 51ALS2 til 243,11 mmol/kg i ost fra kar 10CHK1. Det ble ikke detektert laktose i oster fra kar 10ALS1, 10BLK1, 24ALS2, 24BHI3 eller 51ALS2. I ost med restlaktose varierer innholdet fra 0,20 mmol/kg i ost fra kar 17ALS2 til 10,33 mmol/kg i kar 17CLI3. Laktoseinnholdet i ost fra kar 17CLI3 er svært høyt i forhold til oster fra de resterende karene.

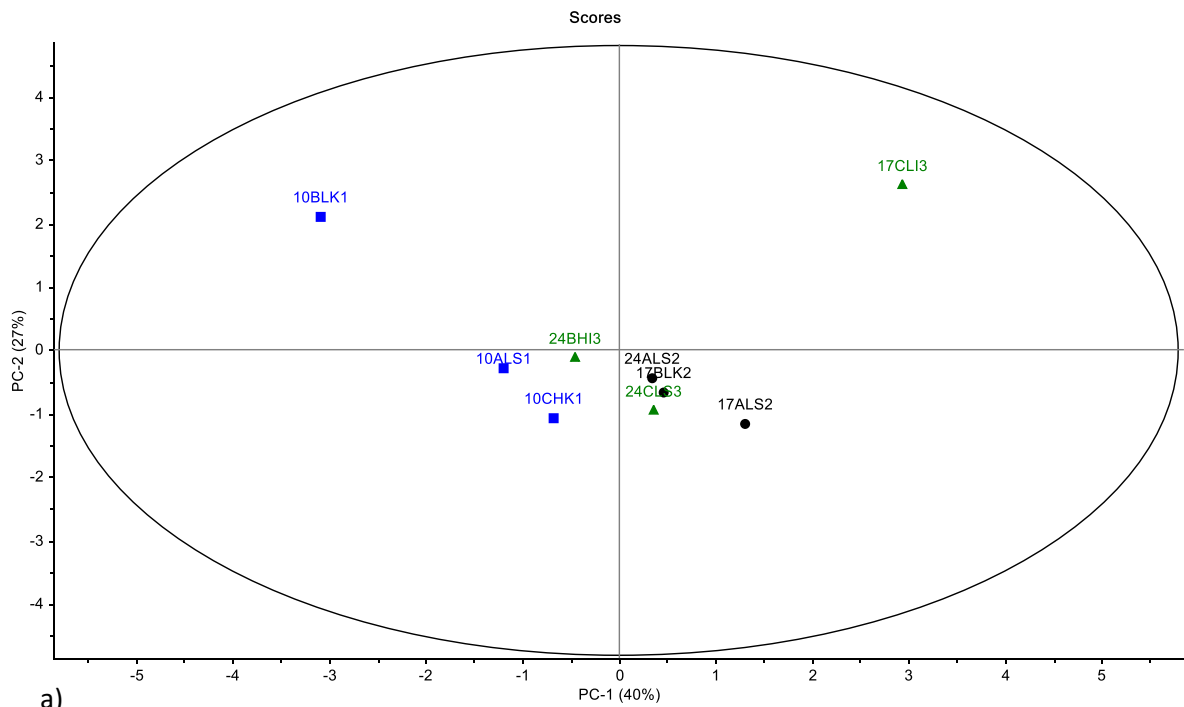


Figur 15: a) melkesyre- og b) laktoseinnhold (mmol/kg) i 4 uker gammel ost

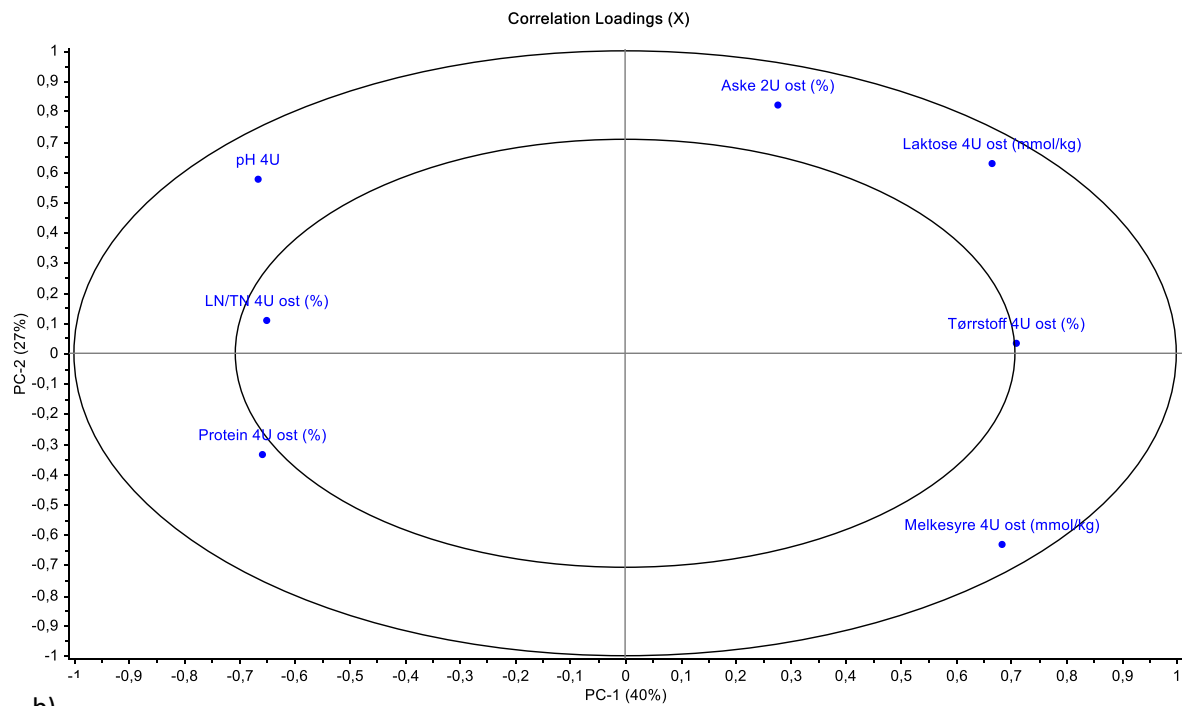
#### 4.4.5 PCA-plot over lagret ost

For å gi et helhetlig bilde på hvordan den lagrede osten ble, er det benyttet et PCA-plot. Her er alle resultater på 4 ukers ost, samt aske på 2 ukers ost tatt med. Ostene fra de ulike karene er gruppert etter løpenivå. PCA-plotet vises i figur 16. PC-1 forklarer 40 % og PC-2 forklarer 27 % av variasjonen i denne analysen. Det er ingen klare grupperinger i plotet, da de ligger ganske i senter av plotet. Unntakene er ost fra kar 17CLI3 som karakteriseres av høyt innhold av laktose (10,33 mmol/kg) og ost fra kar 10BLK1 som karakteriseres av høy pH (4,97).





a)



b)

Figur 16: PCA-plot over resultater på lagret ost. a) Scores plot over de ulike karene gruppert etter løpenivå. Blå firkant viser kar med løpenivå 1, sort sirkel viser kar med løpenivå 2 og grønn trekant viser kar med løpenivå 3. b) Correlation-Loadings plot hvor resultater for aske i 2 ukers ost er med. I 4 ukers ost er resultater for melkesyre-, laktose-, tørrstoff- og proteininnhold samt pH og løselig nitrogen av total nitrogen tatt med i plotet.



## 5. Diskusjon

---

Hensikten med dette forsøket var å yste Camembert med tradisjonell ysteteknikk og mesofil syrekultur, hvor ystemelka var mikrofiltrert (kasein- og laktosejustert). Hypotesen var at forhåndsjustering av laktoseinnholdet i ystemelka skulle gi samme pH i ferskost (5,2), som ved produksjon av stabilisert Camembert.

Forsøksdesignet var planlagt som et strukturelt forsøk med to faktorer på to nivåer. Den første faktoren var konsentrasjonsgrad av kasein inndelt i høy (H) og lav (L). Den andre faktoren var rørringsintensitet, som ble definert som svak (S) eller kraftig (K) og utgjorde henholdsvis 15 eller 30 minutter.

Grunnet ystingstekniske utfordringer, delvis pga. høy kaseinkonsentrasjon i melka, slik som rask koagulering, fast koagel og for lav pH etter første ystingsforsøk (10.01.18) ble forsøksdesignet endret fra det planlagte strukturelle designet til et utviklingsprosjekt hvor målsetning var å komme frem til en ystingsteknikk som kan fungere i forhold til pH-utvikling i osten, samt å unngå for fast koagel. Derfor ble det besluttet at løpemengde og laktosenivå i ystemelka skulle varieres i tillegg til nevnte forsøksfaktorer. Løpemengde ble variert på tre nivåer: Normal løpemengde (1), to tredeler av løpemengde (2) og halvparten av løpemengde (3). Normal løpemengde var 23 mL løpe/100 L ystemelk. Laktoseinnholdet ble justert ned etter hver produksjonsdag. Det ble også besluttet å la være å røre i noen av karene, i et forsøk på å unngå for fast koagel, hvor koden ingen røring (I) ble benyttet.

Ved å benytte mikrofiltrering som en del av melkebehandlingsprosessen, vil ysteprosessen kunne bedres. MF-retentatet som benyttes til ystemelk vil inneholde oppkonsentrert kasein, hvor kaseininnholdet kan standardiseres for ysteprosessen. Dette vil gjøre ysteprosessen og kvaliteten på osten mer lik fra gang til gang. Andel myseprotein i ystemelk vil også reduseres, da dette filtreres ut som permeat. Den native mysen får dermed økt kvalitet som råstoff til videreforedling. MF-retentatet som gir lik mengde ost som ufiltrert ystemelk har mindre volum enn ufiltrert ystemelk, noe som igjen øker kapasiteten under ysting (Skeie 2010, Kelly et al 2008; Heino 2009) Ved å diafiltrere MF-retentat, vil det også være mulig å redusere laktoseinnholdet under melkebehandlingsprosessen, istedenfor under ysting via vanntilsetning eller mysefortynning (Skeie 2010; Walstra et al 2006).

For å undersøke hvordan forsøksfaktorene påvirket osten, ble det foretatt kjemiske analyser av ystemelk, 24 timers ost (ferskost), 2 og 4 uker gammel ost. Det ble ikke foretatt noe sensorisk analyse, da hovedfokuset i oppgaven ble ystemelkas sammensetning og ferskostens egenskaper. I tillegg fikk osten uønsket muggvekst på modningslageret.

### 5.1 Endringer i ystemelkas sammensetning og ysteteknikk

Ystemelka i dette forsøket bestod av MF-retentat, fløte og i noen tilfeller pasteurisert vann.

Pasteurisert vann ble tilsatt for å justere innholdet av melkas bestanddeler, da melka benyttet i dette forsøket av logistikkmessige årsaker, var tilpasset et annet forsøk. Ystemelkas sammensetning, ystingsteknikk og løpemengde ble endret for hver ystedag, basert på erfaringer fra forgående ystingsforsøk. Formålet med dette var å forsøke å overkomme de ystingstekniske utfordringene som oppstod underveis i forsøket. For å undersøke om ønsket sammensetning i ystemelka var oppnådd, ble den analysert med FTIR. Ved siste ystingsforsøk var melka som ble benyttet tilpasset dette forsøket, og bestod av dobbel diafiltrert MF-retentat og fløte.

Første ystedag (10) var forsøksfaktorer høy (H) og lav (L) kaseinkonsentrasjon samt rørringsintensitet (S, K). Hva gjelder ystemelkas sammensetning denne dagen, var det viktig å se om riktig kaseinkonsentrasjon ble oppnådd i de ulike karene. I kar 10ALS1 og 10BLK1 var det ønskelig med lav kaseinkonsentrasjon, derfor ble det tilsatt pasteurisert vann for å justere ned kaseinnholdet. Som følge av vanntilsetningen ble også innholdet av fett og laktose lavere. I kar 10CHK1 ble det ikke tilsatt pasteurisert vann, da det var ønskelig med høy kaseinkonsentrasjon, dermed var også konsentrasjonen av fett og laktose høyere enn i de andre karene på ystedag 10. Kombinasjonen av ysteteknikk og ystemelkas sammensetning denne dagen resulterte i for fast koagel i alle kar. Ønsket pH (5,2) ble kun oppnådd i ferskost fra kar 10ALS1, og pH-måling to uker etter produksjon viste at det hadde vært ettersyrning i samtlige oster. Ettersom ettersyrningen ikke ble oppdaget før etter neste produksjonsdag (17), var hovedfokuset denne produksjonsdagen å bedre teksturen i koagelet.

På ystedag 17 ble ystemelkas sammensetning og ysteteknikk endret fra ystedag 10. Det ble kun ystet av MF-retentat med lav (L) kaseinkonsentrasjon. Løpenivå (2 og 3) og røringsintensitet (I, S, og K) ble variert. Disse endringene ble gjort for å unngå for fast koagel. Ettersom pH i ferskost fra kar 10BLK1 og 10CHK1 ved forrige produksjon var for lav, ble det tilsatt pasteurisert vann til ystemelka for å justere ned laktoseinnholdet noe. Disse endringene resulterte i bedret tekstur i koagelet i samtlige kar. pH i 24 timers ost ble lavere enn 5,2. Fokuset ble heretter å senke laktosenivået ytterligere i ystemelk ved neste ystedag.

På ystedag 24 ble det ystet to kar med lav (L) kaseinkonsentrasjon, og et kar med høy (H) kaseinkonsentrasjon. Andre faktorer var røringsintensitet (S og I) og løpemengde (2 og 3). Ystemelk fra kar 24BHI3 ble definert som høy (H) kaseinkonsentrasjon, men i realiteten hadde dette karet omtrent samme kaseinkonsentrasjon som kar 10ALS1 og 10BLK1 fra ystedag 10. Det ble tilsatt pasteurisert vann i alle kar for å justere laktoseinnholdet til et lavere nivå enn ved ystedag 17. Som følge av dette ble også fett- og kaseinkonsentrasjonen lavere. Endringer i ystemelkas sammensetning og ysteteknikk resulterte i en pH som var lavere enn 5,2 i samtlige kar. På ystedag 51, ble det kun ystet et kar hvor MF-retentatet var dobbel diafiltrert for å justere ned laktoseinnholdet, men også her ble pH i 24 timers ost lavere enn 5,2. Disse ostene hadde også ettersyrning. På lageret fortsatte ostene å skille ut en del myse etter emballering, og etterhvert ble det også oppdaget uønsket muggvekst i overflaten av ostene.

Oppsummert resulterte endringer som ble gjort i ystemelkas sammensetning og ysteknikk til bedring av koagelfasthet i løpet av forsøksperioden, men med for lav pH i ferskost, samt ettersyrning av ostene. Det er derfor behov for ytterligere forsøk der fokus er på melkas laktoseinnhold for å komme frem til en riktig syrningskurve.

## 5.2 For fast koagel

Det første problemet som oppstod, var dannelse av for fast koagel i samtlige kar fra ystedag 10. Koagelet var spesielt fast i kar 10CHK1. Umiddelbare tanker om årsaker til dette var den høye kaseinkonsentrasjonen, grad av røringsintensitet og løpemengde. Kaseinkonsentrasjonen var definert som høy (H) i kar 10CHK1 og lav (L) i kar 10ALS1 og 10BLK1. Ettersom koagelet var mest fast i karet med høyest kaseinkonsentrasjon, ble det besluttet å ha lav kaseinkonsentrasjon i alle kar ved neste produksjonsdag (17).

Ved produksjon av tradisjonell Camembert er det vanlig å ikke røre i koagelet, og generelt behandle det forsiktig. Årsaken til dette er at den lave pH-verdien i koagelet fører til en demineralisering av osten, slik at ionebindinger og andre kjemiske bindinger mellom kaseinene svekkes (Spinnler & Leclercq-Perlat 2007; Walstra et al 2006).

Derfor ble det lagt til et nivå av røringsintensitet, ingen røring (I) i et av karene på ystedag 17, for å se om dette ga et mindre fast koagel. Ved produksjon av stabilisert Camembert er det vanlig å tilsette mindre løpe enn det tilsettes i tradisjonell Camembert (Lawrence et al 1987). Det ble derfor besluttet at løpenivået skulle varieres på ystedag 17 og videre i forsøket.

Etter disse endringene var ikke for fast koagel et problem lenger. Mest sannsynlig er lavere løpemengde hovedårsaken til at koagelet ikke lengre var for fast (Walstra et al 2006), ettersom koagelet ble for fast med både lav (L) og høy (H) kaseinkonsentrasjon, og med svak (S) og kraftig (K) røringsintensitet på ystedag 10. Det ble ikke gjort noen gjentak med så høy kaseinkonsentrasjon som ble benyttet i kar 10CHK1 med redusert løpemengde, så det er uvisst om det er en begrensning på hvor høyt man kan gå i kaseinkonsentrasjon før koagelet blir for fast. Dette kan eventuelt testes ut ved å variere løpemengde i kar med høy kaseinkonsentrasjon.

### 5.3 For lav pH i ferskost og ettersyrning av ostene

Alle oster som ble produsert i dette forsøket fikk for lav pH i ferskost og ettersyrning. Unntaket er ferskost fra kar 10ALS1 som hadde ønsket pH (5,22), men denne fikk også ettersyrning. I ferskost fra kar 10BLK1 var pH 5,02. Hovedforskjellen mellom disse karene, var rørringsintensitet, hvor ønsket pH ble oppnådd i ferskost hvor det var svak rørringsintensitet (S). Det ble ikke foretatt store endringer hva gjelder laktoseinnhold i ystemelk på ystedag 17, da det ble antatt at en svak justering ville øke pH i ferskost til 5,2. Laktoseinnholdet i ystemelk var ca. 3,6 % i 10ALS1 og 10BLK2, og ca. 3,5 % i ystemelk i kar fra ystedag 17. Dette viste seg å ikke være tilstrekkelig for å få pH 5,2 i ferskost. Laktosenivået ble videre justert til 3,2 og 3,3 % ved ystedag 24. Dette var heller ikke tilstrekkelig, da pH i 24 timers ost endte på rundt 4,8 og 4,9. På ystedag 51 var ystemelka dobbel diafiltrert og laktoseinnholdet var på 2,76 %, pH i ferskost ble 4,89.

Ettersyrningen som skjedde i dette forsøket kan forklares av innhold av restlaktose i ferskost og lagret ost. Ved produksjon av tradisjonell Camembert er det normalt at det er restlaktose i ferskost, da den lave pH-verdien (4,4-4,8) ved slutten av dreneringsfasen hemmer melkesyrebakteriene i å metabolisere resten av laktosen som er tilstede. Restlaktosen og melkesyren blir ikke metabolisert før under modning av osten når pH øker. Ved produksjon av stabilisert Camembert kan restlaktose fjernes ved å vaske koagelet med ystevann etter skjæring (Spinnler & Leclercq-Perlat 2007). I dette forsøket var det restlaktose i all ferskost. Innholdet av restlaktose i ferskost minker på ystedag 24 og 51, da laktoseinnholdet i ystemelka var betydelig lavere. I lagret ost (4 uker gammel) finnes det også restlaktose i flere av ostene. Det ble ikke detektert laktose i lagret ost fra ystedag 24 og 51, med unntak fra kar 24BHI3. Disse resultatene tyder på at laktoseinnholdet i ystemelka var for høyt for å oppnå riktig pH i ferskost samt unngå ettersyrning.

### 5.3.1 Røringsintensitet

Røringsintensiteten ble variert på 3 nivåer, ingen (I), svak (S) og kraftig (K). Det er kjent at mer intens røring gir fastere koagel, som igjen gir en fastere ost. Grunnen til dette er at syneresen blir sterkere, slik at mer myse slippes ut av koagelet. Synerese vil også øke om koagelet skjæres i mindre terninger. Laktose og melkesyre vil også forsvinne ut av koagelet sammen med mysen (Walstra et al 2006). Økt synerese i ostekoagelet vil derfor være fordelaktig i en situasjon med for lav pH i ferskost. Men samtidig vil ostens tørrstoff øke.

Kraftig røring ble benyttet som forsøksfaktor på ystedag 10 og 17, men pH ble ikke som ønsket. Sammenligner man ystemelk fra kar 10ALS1 og 10BLK1, har denne nærmest lik sammensetning. Røringsintensitet var den eneste forsøksfaktoren som skilte disse fra hverandre. Her ser det ut til at røringsintensiteten har hatt effekt på laktoseinnhold i ferskost, da det var lavest innhold av laktose i ferskost fra kar 10BLK1, som hadde kraftig røringsintensitet. Allikevel var pH som ønsket (5,22) i ferskost fra kar 10ALS1, og lavere enn ønsket (5,02) i ferskost fra kar 10BLK1. Ettersom pH-resultatene var raskt tilgjengelig sammenlignet med resultater fra HPLC (melkesyre- og laktoseinnhold), ble det lagt størst vekt på pH-verdien i ferskost under vurdering om hvilke ystingsteknikker som skulle endres til neste produksjonsdag. Av denne grunn ble det besluttet at det skulle fortsettes med gjentak på svak røring (S), da ost fra kar 10ALS1 oppnådde riktig pH. Denne avgjørelsen ble også begrunnet med dannelse av for fast koagel, da kraftig røring (K) var en av de antatte årsakene til dette.

På ystedag 17 var det lik sammensetning på ystemelk i alle kar. Her er det vanskeligere å se effekten av svak (S) og kraftig (K) røringsintensitet på laktoseinnhold i ferskost. Men det ser ut til at ingen røring (I) hadde effekt på laktoseinnholdet i ferskost fra kar 17CLI3. Ferskost fra dette karet hadde høyere laktoseinnhold sammenlignet med kar 17ALS2 og 17BLK2. Det ble ikke rørt kraftig (K) i noen av karene fra ystedag 24 og 51 hvor laktoseinnholdet i ystemelka var vesentlig nedjustert. Derfor er det vanskelig å se effekt av røringsintensitet på laktoseinnhold i ferskost fra disse ystedagene. Det ville vært hensiktsmessig med kraftig røring (K) i noen av disse karene for å se om det var effekt av røringsintensitet på laktoseinnhold i ferskost. Teoretisk sett er det mulig at ønsket pH i ferskost hadde blitt oppnådd om kraftig røring hadde blitt benyttet i kar fra ystedag 24 og 51 (Walstra et al 2006).



Grad av røringssintensitet vil også påvirke tørrstoffinnholdet i osten, samt utbytte, da den vil inneholde mindre vann grunnet økt synerese. Utbytte har ikke vært fokus i denne oppgaven, men bør absolutt ha økt fokus ved videre arbeid, da dette er en av fordelene ved bruk av mikrofiltrert melk (Heino 2009; Kelly et al 2008). Resultatene i forsøket viste at oster med høyest utbytte hadde lavt tørrstoffinnhold, økt synerese vil derfor føre til lavere utbytte. I Codex standard for Camembert (Codex stan 276-1973) er det definert at en Camembert type ost må ha minimum 30 % fett i tørrstoff. Og at en ost med 30 % fett i tørrstoff må ha minimum tørrstoffinnhold på 38 %. Fettinnhold i ost ble ikke analysert i dette forsøket. Tørrstoffinnholdet i ferskost varierte fra 39,9 til 42,9 %, og ligger noe lavt om man sammenligner med tørrstoffinnholdet i moden Camembert fra TM Dovre, som ligger på ca. 50 % (TINE u.å.a).

Oppsummert vil økt røringssintensitet og/eller mindre størrelse på osteterningene vil være fordelaktig for å oppnå et lavere laktoseinnhold, ønsket pH i ferskost (5,2) og økt tørrstoffinnhold i ferskosten (Walstra et al 2006).

### 5.3.2 Andre metoder for å hemme syring

Ved produksjon av stabilisert Camembert benyttes flere metoder for å bremse syring i osten. Disse metodene er brukt under selve ysteprosessen, i karet og under dreneringsfasen. I karet er det mulig å redusere podeprosent samt drenere bort en andel av mysa etter skjæring av koagelet. Dette fører til at en del av laktosen og melkesyren forsvinner med mysen. Deretter tilsettes ystevann slik at koagelet vaskes. Når vann tilsettes i ystekaret vil laktose og melkesyre trekke ut av koagelet for å opprettholde konsentrasjonslikevekten mellom ostekoagelet og den fortynnede mysa. (Lawrence et al 1987; Fox et al 2017; Spinnler & Gripon 2004; Spinnler & Leclercq-Perlat 2007). I dette forsøket var formålet å regulere laktoseinnholdet i ystemelka under melkebehandlingsprosessen. Derfor ble ikke koagelet vasket/tilsatt vann for å regulere laktose og melkesyreinnholdet.

Det brukes en termofil syrekultur ved produksjon av stabilisert Camembert. Denne kulturens aktivitet kan reguleres ved å senke temperaturen et godt stykke under syrekulturens optimumstemperatur (ca. 42 °C) under dreneringsfasen. Det ble i dette forsøket benyttet en mesofil kultur, som har lavere optimumstemperatur (ca. 30°C) enn en termofil kultur, derfor ville det ikke hatt noe hensikt å senke temperaturen under dreneringstrinnet.

Den lave temperaturen ville også hemmet løpens proteolytiske aktivitet (Lawrence et al 1987; Walstra 2006; Spinnler & Leclercq-Perlat; Fox et al 2017).

Salting kan også hemme den termofile kulturens syreproduksjon, avhengig av dens salttoleranse. *Streptococcus thermophilus* og *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* er eksempler på noen melkesyrebakterier som benyttes ved produksjon av stabilisert Camembert, hvis vekst hemmes av en saltkonsentrasjon (NaCl) på 4 %. Den mesofile kulturen som benyttes under produksjon av tradisjonell Camembert består bl.a. av *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* som er relativt salttolerant, da den vokser ved 4 % saltkonsentrasjon. I dette forsøket ble det benyttet en mesofil syrekultur, salting ville derfor ikke hemmet veksten i stor grad (Fox et al 2017).

### 5.3.3 Laktosefri ost

Et annet aspekt ved dette forsøket, er muligheten for å produsere laktosefri Camembert. Ved videre arbeid med justering av laktoseinnhold i ystemelk og ysteteknikk, vil det være mulig å produsere en laktosefri Camembert.

TINE SA har fra før av tre hvitmuggoster i sin produktportefølje som er deklarerert som naturlig laktosefri. Dette er produktene Snøhetta Camembert, TINE Økologisk Brie og Fryd Brie. Disse ostene er ystet med tradisjonell ysteteknikk. Produktet TINE Camembert er ystet med stabilisert ysteteknikk, og er ikke deklarerert som laktosefri ost. Ved å yste med laktosejustert ystemelk som gir en syrningskurve som stabilisert Camembert, men med tradisjonell ysteteknikk og en mesofil syrekultur, vil dette gi en laktosefri ost. Dette kan være en mulighet for TINE SA til å utvide sin produktportefølje med laktosefrie hvitmuggoster. Dette forutsetter et laktoseinnhold på mindre enn 0,01 g laktose/100 g ost (TINE u.å.a; TINE u.å.b)

#### 5.4 Oppsummering og forslag til videre arbeid

Når det gjelder melkebehandling vil det være fordelaktig å benytte (dobbel) diafiltrert MF-retentat, da produksjon av denne osten krever nøye tilpasset filtrering. På denne måten kan både kasein- og laktoseinnhold i ystemelka justeres til ønsket nivå i forkant av selve ystingsprosessen. Da unngår man tilsetning av pasteurisert vann til ystemelka under ystingsprosessen. Det vil da kun være nødvendig å justere fettinnholdet i ystemelka ved tilsetning av fløte under ysting.

Løpemengde bør være lavere enn normal mengde (23 mL løpe per 100 L ukonsentrert ystemelk, dette tilsvarer 8,90 mL/kg kasein), for å unngå dannelse av for fast koagel.

For å fremme synerese er det mulig å gjøre flere tiltak. Det første er å skjære ostemassen i mindre terninger, ca. 0,7-1,0 cm, istedenfor mellom 1,5-2,0 cm som ble gjort i dette forsøket. Det er også mulig å øke rørringsintensiteten for å øke synerese. Disse tiltakene vil hver for seg, eller sammen, føre til at mer laktose og melkesyre går ut med mysa. Dette gir mindre restlaktose og lavere produksjon av melkesyre i osten. Disse tiltakene kan gjøre osten mindre sur og øke pH til 5,2 i 24 timers ost. Økt rørringsintensitet og mindre osteterninger vil også øke tørrstoffinnholdet i osten, som kan være ønskelig (Walstra et al 2006). Målet bør være å finne en balanse mellom rørringsintensitet, økt pH i ferskost og tørrstoffinnhold i osten.

Det bør også gjøres tiltak for å unngå uønsket muggvekst på overflaten av osten. I dette forsøket ble det ikke tilsatt muggkultur i ystemelka, siden fokus lå på ystingsteknikken og pilotanlegget ved KBM/NMBU ikke har modningsrom for muggoster. Det mest optimale ville imidlertid ha vært å tilsette muggkultur i ystemelka, slik at denne utkonkurrerer uønsket mugg. Dette forutsetter at det er mulig å lagre osten i et modningsskap eller i et modningslager med riktig temperatur og relativ luftfuktighet. I dette tilfelle, burde vakuumpakking av osten vært vurdert, men dette forutsetter at osten blir tilstrekkelig drenert i forkant av emballering.

Det kan også gjøres flere kjemiske analyser for å gi en økt forståelse av ostens egenskaper. For eksempel kunne systemelkas løpeegenskaper undersøkes med formagraf og grad av demineralisering av osten ved hjelp av mineralanalyse. Det kunne også vært interessant å ta elektronmikroskopbilder av gelen fra skjæring til fersk ost for å lettere forstå syneresen. For å se på proteolyse, kan kapillærelektroforese utføres. Ved videre forsøk vil det også være hensiktsmessig å fokusere mer på utbytte. Dette kan undersøkes ved å analysere mysen fra ystekaret for tørrstoff- og proteininnhold samt kapillærelektroforese. Om osten oppnår riktig pH, slik at den modnes, ville det også vært hensiktsmessig å utføre sensoriske analyser.

## 6. Referanseliste

---

- AOAC (1990) *Method 935:42* Official Method of analysis, Volume 2, Association of Chemists, Washington
- Bockelmann W (2007) *Cheeses with secondary cultures: mould-ripened, smear-ripened and farmhouse cheeses I*: Weimer BC (Ed.) *Improving the flavour of cheese* Woodhead Publishing & CRC Press, pp. 494-519, ISBN 978-1-84569-007-6
- Brodkorb A, Croguennec T, Bouhallab S & Kehoe JJ (2015) *Heat-Induced Denaturation, Aggregation and Gelation of Whey Proteins I*: McSweeney PLH & O'Mahony JA (Eds.) *Advanced Dairy Chemistry* 4. Ed., Volume 1B Proteins: Applied Aspects, Springer, pp.155-178, ISBN 978-1-4939-2800-2 (eBook)
- Bylund G (2018) *Dairy Processing Handbook* Tetra Pak Processing Systems AB, Lund, Sverige [www.dairyprocessinghandbook.com] [Lastet ned 120318]
- Codex standard for Camembert (1973) *Codex stan 276-1973*
- Dalgleish DG & Corredig M (2012) *The Structure of the Casein Micelle of milk and Its Changes During Processing* The Annual Review of Food Science & Technology, Issue 3, 2012, pp. 449-467
- Danmarks mejeritekniske selskap (1975) *Membranfiltrering Principper og udnyttelse i mejeribruget* Andelsbogtrykkeriet i Odense
- de Billot (2016) *Initiell mikrobiota i Gouda-type ost fra kaseinstandardisert ystemelk* Master of Science, IKBM, NMBU
- Flornes I (1990) *Ulike faktorerers betydning ved fremstilling av stabilisert Camembert* Hovedoppgave, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag, Norges Landbrukshøgskole
- Fox PF, Guinee TP, Cogan TM & McSweeney PLH (2017) *Fundamentals of Cheese Science* 2. Ed., Springer, ISBN 978-1-4899-7681-9 (eBook)
- Fox PF, Uniacke-Lowe T, McSweeney PLH & O'Mahony JA (2015) *Dairy Chemistry and Biochemistry* 2. Ed., Springer, ISBN 978-3-319-14892-2 (eBook)
- Fox PF & O'Mahony JA (2013) *Milk Proteins: Introduction and Historical Aspects I*: McSweeney PLH & Fox PF (Eds.) *Advanced Dairy Chemistry* 4. Ed., Volume 1A Proteins: Basic Aspects, Springer, pp. 43-85, ISBN 978-1-4614-4714-6 (eBook)

- Grønnevik H, Falstad M & Narvhus JA (2011) *Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage* International Dairy Journal, Volume 21, Issue 9 September 2011, pp. 601-606
- Haugerud F (2017) *Innvirkningen av kasein- og laktosestandardisering av ystemelk på modning av Gouda-type ost*, Master of Science, FKBM, NMBU
- Heino A (2009) *Microfiltration in cheese and whey processing* Academic Dissertation, University of Helsinki, Department of Food Technology, ISBN 978-952-10-5936-0 (PDF)
- Hoffmann T (2011) *Membrane filtration and membrane filtration assembly* TINE SA, PCT/NO2011/000073
- Huppertz T, Gazi I, Luyten H, Nieuwenhuijse H, Alting A, Schokker E (2017) *Hydration of casein micelles and caseinates: Implications for casein micelle structure* International Dairy Journal, Volume 74, November 2017, pp. 1-11
- IDF (1986) *IDF-standard 20A* International Dairy Federation
- IDF (1995) *IDF-standard 50C* Milk and milk products, Guidance on sampling, International Dairy federation
- IDF (2004) *IDF-standard 4* Cheese and processed cheese, Determination of the total solids content (reference method), International Dairy federation
- Jelen P (1991) *Pressure-driven membrane processes: principles and definitions I: New applications of membrane processes* International Dairy Federation, special issue 9201, pp. 7-14, ISBN 92-9098-006-0
- Jelen P (1983) *Whey processing research: where are we and where are we going? I: Energy management and Membrane Technology in Food and Dairy Processing*, American Society of Agricultural Engineers, ASAE Publication 9-83, pp.95-104, ISBN 0-916150-57-7
- Kelly AL, Huppertz T, Sheehan JJ (2008) *Pre-treatment of cheese milk: principles and developments* Dairy Science & Technology 88, pp. 549-572, EDP Sciences
- Lawrence RC, Creamer LK & Gilles J (1987) *Texture Development During Cheese Ripening* Journal of Dairy Science, Volume 70, Issue 8, August 1987, pp. 1748-1760

- Lucey J & Kelley J (1994) *Cheese yield* Journal of the Society of Dairy Technology, Volume 47, No. 1, February 1994, pp. 1-14
- Maubois JL & Mocquot G (1975) *Anvendelse af ultrafiltrering til fremstilling av forskjellige ostetyper I: Danmarks mejeritekniske selskab, Membranfiltrering Principper og udnyttelse i mejeribruget* Andelsbogtrykkeriet i Odense, s.98-103
- McSweeney PLH (2007a) *Preparation of cheesemilk I: McSweeney PLH (Ed.) Cheese problems solved* Woodhead Publishing Limited & CRC Press, pp. 11-28 ISBN 978-1-84569-060-1
- McSweeney PLH (2007b) *Conversion of milk to curd I: McSweeney PLH (Ed.) Cheese problems solved* Woodhead Publishing Limited & CRC Press, pp. 50-69 ISBN 978-1-84569-060-1
- Mistry VV & Maubois J-L (2017) *Application of Membrane Separation Technology to Cheese Production I: Fox PF, McSweeney, PLH Coagan, TM Guinee & T Everett (Eds.) Cheese: chemistry, physics and microbiology* 4. Ed. Volume 1: General Aspects, Academic Press, Oxford, pp. 677-697
- Nystuen IØ (2018) *Effekt av mikrofiltrering og varmebehandling av ystemelk på osteutbytte* Master of Science, FKBM, NMBU
- Pernodet G (1986) *Comparative technology of the different types of curd I: Eck A (Ed.) Cheesemaking Science and Technology* 2. Ed., Lavoisier Publishing, pp. 219-248
- Skeie S (2010) *Characteristics in milk influencing the cheese yield and cheese quality I: Griffith M (Ed.) Improving the safety and quality of milk* Volume 2, Woodhead Publishing, London
- Skeie S, Kieronczyk A, Næss RM, Østlie H (2008) *Lactobacillus adjuncts in cheese: Their influence on the degradation of citrate and serine during ripening of a washed curd cheese* International Dairy Journal, Volume 18, Issue 2, pp. 158-168
- Skeie S (1988) *Ystingstekniske faktorerers betydning for konsistens i Camembert, forsøk med fremstilling av Stabilisert Camembert* Hovedoppgave, institutt for meieri- og næringsmiddelfag, Norges Landbrukshøgskole

Spinnler H-E & Leclercq-Perlat M-N (2007) *White-mould Cheese I*: McSweeney PLH (Ed.)  
*Cheese problems solved* Woodhead Publishing Limited & CRC Press, pp. 269-283 ISBN  
978-1-84569-060-1

Spinnler H-E, Gripon J-C (2004) *Surface Mould-ripened Cheeses I*: Fox PF, McSweeney PLH,  
Cogan TM & Guinee TP (eds.) *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology* 3. Ed.,  
Volume 2, Elsevier Academic Press, pp. 157-171, ISBN 0-1226-3653-1

TINE (u.å.a) *TINE Camembert* [Tine.no]

[<https://www.tine.no/merkevarer/hvitmuggost/produkter/tine-camembert>] [Lastet ned  
250418]

TINE (u.å.b) *Oster for laktoseintolerante* [Tine.no] [<https://www.tine.no/helse/allergi-og-intoleranse/artikler/oster-for-laktoseintolerante>] [Lastet ned 080518]

Walstra P, Wouters J & Geurts T (2006) *Dairy science and technology* 2. Ed., CRC Press,  
Taylor & Francis



## Vedleggsfortegnelse

---

Vedlegg 1: Sammensetning av ystemelk

Vedlegg 2: Forløp for de ulike produksjonsdagene

Vedlegg 3: Utregning av utbytte

Vedlegg 4: Saltbalanse

Vedlegg 5: pH-målinger

Vedlegg 6: Mikrobiologiske resultater

Vedlegg 7: Organiske syrer og karbohydrater

Vedlegg 8: Tørrstoff- og askeinnhold

Vedlegg 9: Protein, total- og løselig nitrogen

**Vedlegg 1:** Mengde MF-retentat, fløte, pasteurisert vann og løpe i ystemelk.

---

<b>Ystedag</b>	<b>Kode</b>	<b>MF-retentat (L)</b>	<b>Fløte (L)</b>	<b>Pasteurisert vann (L)</b>	<b>Ystemelk (L)</b>	<b>Løpe (mL)</b>
10	10ALS1	67	11	22	100	34
	10BLK1	67	11	22	100	34
	10CHK1	44	6	-	50	21
17	17ALS2	21	2.5	1.5	25	3.8
	17BLK2	21	2.5	1.5	25	3.8
	17CLI3	43	4.5	3	50	5.7
24	24ALS2	23.5	2.5	9	35	5.3
	24BHI3	19.5	3	11	33.5	2.2
	24CLS3	23.5	2.5	9	35	4
51	51ALS2	40	4.8	-	44.8	6.9

**Vedlegg 2:** Forløp for de ulike produksjonsdagene:

---

<b>Kar</b>	<b>Syrning</b>	<b>Løpelegging</b>	<b>Skjæring</b>	<b>Røring</b>	<b>Forming</b>	<b>Snu 1</b>	<b>Snu 2</b>	<b>Snu 3</b>
<b>10ALS1</b>	9.55	12.35	12.50	13.05	13.20	13.30	14.30	-
<b>10BLK1</b>	11.05	13.45	13.50	13.55	14.40	14.50	15.50	-
<b>10CHK1</b>	11.35	14.25	14.40	14.45	15.00	15.10	16.10	-
<b>17ALS2</b>	10.05	12.15	12.37	12.49	14.45	13.05	14.05	15.05
<b>17BLK2</b>	10.35	12.45	13.07	13.17	13.47	13.47	14.47	15.47
<b>17CLI3</b>	11.35	13.45	14.07	14.17	14.20	14.30	15.30	16.30
<b>24ALS2</b>	10.45	12.25	12.40	12.55	13.10	13.15	14.15	15.15
<b>24BHI3</b>	10.15	13.12	13.50	14.00	14.00	14.10	15.10	16.10
<b>24CLS3</b>	11.45	14.02	14.15	14.25	14.40	15.45	16.45	17.45
<b>51ALS2</b>	9.10	9.47	9.57	10.07	10.22	10.30	11.30	12.30

### Vedlegg 3: Utbytte

Reelt utbytte:

Kar	Ystemelk (kg)	Syre-kultur (kg)	Vanninnhold (%)	Totalvekt ost (kg)	Yield actual	MACY (kg ost/100kg ystemelk)	Utbytte (kg ost/ 10 kg ystemelk)
10ALS1	100	2	56.2	21.232	20.8	18.4	1.84
10BLK1	100	2	53.4	18.810	18.4	17.4	1.74
10CHK1	50	1	56.7	11.454	22.5	19.7	1.97
17ALS2	25	0.5	54.8	4.234	16.6	15.2	1.52
17BLK2	25	0.5	54.8	4.168	16.3	14.9	1.49
17CLI3	50	1	57.1	9.260	18.2	15.8	1.58
24ALS2	30	0.6	57.1	4.480	14.6	12.7	1.27
24BHI3	30	0.6	59.8	6.768	22.1	18.0	1.80
24CLS3	30	0.6	60.1	4.692	15.3	12.4	1.24
51ALS2	44.8	0.9	60.1	7.948	17.4	14.0	1.40

Referanseost: Tines Camembert: 49.43 % tørrstoff, 50.57 % vanninnhold

Teoretisk utbytte:

Kar	Tørrstoff, 24 timers ost (%)	Fett, ystemelk (%)	Kasein, ystemelk (%)	Vanninnhold, 24 timers ost (%)	Kg ost/100kg melk)	Kg ost/10 kg melk
10ALS1	43.8	3.41	3.83	56.2	15.7563927	1.575639269
10BLK1	46.6	3.91	3.81	53.4	15.7645923	1.576459227
10CHK1	43.3	5.12	4.83	56.7	21.9205543	2.192055427
17ALS2	45.2	3.79	2.94	54.8	14.0811947	1.408119469
17BLK2	45.2	3.79	2.94	54.8	14.0811947	1.408119469
17CLI3	42.9	3.79	2.94	57.1	14.8361305	1.483613054
24ALS2	42.9	3.3	2.68	57.1	13.1678322	1.316783217
24BHI3	39.9	3.34	3.63	60.1	16.6320802	1.66320802
24CLS3	40.2	3.3	2.68	59.8	14.0522388	1.405223881
51ALS2	39.9	3.51	2.81	60.1	14.973183	1.497318296

## Vedlegg 4: Saltbalanse

---

Kar	Vekt før salting (kg)	Vekt etter salting (kg)	Saltbalanse
10ALS1	7.522	7.478	-0.044
10BLK1	7.560	7.546	-0.014
10CHK1	8.798	8.818	0.020
17ALS2	4.036	4.082	0.046
17BLK2	3.908	3.946	0.038
17CLI3	4.608	4.616	0.008
24ALS2	3.722	3.740	0.018
24BHI3	5.146	5.176	0.030
24CLS3	4.006	4.020	0.014
51ALS2	5.958	5.978	0.020

## Vedlegg 5: pH-målinger

---

Kar	MF-retentat	Ystemelk	Ym. etter syretilsetning	1 time	2 timer	Løpetilsetning	Skjæring	Forming	6 timers ost	24 t ost	2 ukers ost	4 ukers ost
10ALS1	6.79	6.79	-	-	6.5	6.38	6.32	-	-	5.22	4.82	4.68
10BLK1	6.79	6.79	6.69	6.63	6.48	6.41	-	-	-	5.02	4.88	4.97
10CHK1	6.79	6.71	6.62	6.55	6.47	6.39	6.36	-	-	4.87	4.66	4.61
17ALS2	6.64	6.76	6.66	6.59	6.41	6.37	-	6.2	-	4.99	4.79	4.49
17BLK2	6.64	6.76	6.66	6.59	6.42	6.4	6.37	6.17	-	4.95	4.55	4.69
17CLI3	6.64	6.76	6.66	6.59	6.45	6.41	6.3	6.16	-	4.89	4.46	4.62
24ALS2	6.57	6.66	6.57	6.49	-	6.37	6.25	6.22	5.3	4.83	4.57	4.42
24BHI3	6.72	6.79	6.76	6.67	6.55	6.39	6.26	6.23	5.76	4.86	4.61	4.63
24CLS3	6.57	6.66	6.53	6.42	6.31	6.18	6.14	6.08	5.34	4.79	4.68	4.55
51ALS2	6.51	6.58	6.47	6.41*	6.39**	6.37	6.37	6.34	5.07	4.89	4.98	4.91

\*: 30 minutter, \*\*: 35 minutter

## Vedlegg 6: Mikrobiologiske resultater

---

Kar	M17 ystemelk (log)	M17 ystemelk m/syre (log)	M17 24 timers ost (log)	M17 2 ukers ost (log)
10ALS1	-	7.2	-	-
10BLK1	-	6.7	-	-
10CHK1	-	7.2	-	-
17ALS2	2.2	6.7	8.7	6.3
17BLK2	2.2	6.7	8.7	6.6
17CLI3	2.2	6.7	8.7	7.1
24ALS2	3.3	6.6	8.5	7.2
24BHI3	-	6.8	8.7	7.1
24CLS3	3.3	6.8	8.8	6.8
51ALS2	2.7	-	6.1	-

## Vedlegg 7: Organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg)

### Organiske syrer, ystemelk

Prøve	Kar	Citric acid	alfa-ketoglutar	Orotic acid	Pyruvic acid	Succinic acid	Lactic acid	Formic acid	Acetic acid RID	Uric acid	DL-pyroglyta
Ystemelk	10ALS1	8.98	0.13	0.34	0.04	0.00	3.94	0.00	0.23	0.00	0.00
Ystemelk	10BLK1	9.48	0.14	0.36	0.05	0.00	3.44	0.00	0.23	0.00	0.00
Ystemelk	10CHK1	11.79	0.19	0.46	0.04	0.00	4.44	0.00	0.30	0.00	0.00
Ystemelk	17ALS2	9.65	0.15	0.41	0.07	0.00	0.02	0.83	0.27	0.00	0.00
Ystemelk	17BLK2	9.65	0.15	0.41	0.07	0.00	0.02	0.83	0.27	0.00	0.00
Ystemelk	17CLI3	9.65	0.15	0.41	0.07	0.00	0.02	0.83	0.27	0.00	0.00
Ystemelk	24ALS2	7.61	0.12	0.34	0.11	0.00	0.46	1.24	0.22	0.00	0.00
Ystemelk	24BHI3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ystemelk	24CLS3	7.61	0.12	0.34	0.11	0.00	0.46	1.24	0.22	0.00	0.00
Ystemelk	51ALS2	6.43	0.11	0.28	0.20	0.00	0.72	1.66	0.17	0.00	0.00

### Organiske syrer, myse

Prøve	Kar	Citric acid	alfa-ketoglutar	Orotic acid	Pyruvic acid	Succinic acid	Lactic acid	Formic acid	Acetic acid RID	Uric acid	DL-pyroglyta
Myse	10ALS1	9.87	0.15	0.36	0.06	0.00	11.42	0.00	0.20	0.00	0.00
Myse	10BLK1	10.04	0.15	0.38	0.06	0.00	9.95	0.00	0.20	0.00	0.00
Myse	10CHK1	13.41	0.22	0.52	0.11	0.00	11.56	0.00	0.23	0.00	0.00
Myse	17ALS2	9.81	0.21	0.40	0.15	0.00	9.09	0.83	0.24	0.00	0.00
Myse	17BLK2	9.10	0.19	0.38	0.13	0.00	7.81	0.73	0.24	0.00	0.00
Myse	17CLI3	9.60	0.17	0.40	0.13	0.00	7.68	0.42	0.24	0.00	0.00
Myse	24ALS2	7.63	0.12	0.35	0.16	0.00	6.07	1.13	0.19	0.00	0.00
Myse	24BHI3	7.85	0.12	0.35	0.07	0.00	10.42	0.00	0.21	0.00	0.00
Myse	24CLS3	7.64	0.14	0.34	0.18	0.00	8.57	1.13	0.21	0.00	0.00
Myse	51ALS2	6.17	0.09	0.29	0.23	0.00	4.18	1.51	0.16	0.00	0.00



Organiske syrer, 24 timers ost

Prøve	Kar	Citric acid	alfa-ketoglutar	Orotic acid	Pyruvic acid	Succinic acid	Lactic acid	Formic acid	Acetic acid RID	Uric acid	DL-pyrogluta
24 t ost	10ALS1	0.84	0.10	0.00	0.39	0.00	184.36	1.23	0.00	0.05	0.06
24 t ost	10BLK1	0.56	0.08	0.00	0.54	0.00	184.71	1.63	0.00	0.05	0.06
24 t ost	10CHK1	1.08	0.10	0.01	0.42	0.00	198.61	1.87	0.00	0.05	0.07
24 t ost	17ALS2	0.30	0.18	0.01	0.56	0.00	171.60	0.41	0.02	0.10	0.13
24 t ost	17BLK2	0.27	0.18	0.01	0.54	0.00	170.31	0.60	0.01	0.10	0.13
24 t ost	17CLI3	0.24	0.18	0.03	0.51	0.00	165.29	0.35	0.01	0.10	0.13
24 t ost	24ALS2	0.32	0.09	0.00	0.61	0.00	185.52	0.50	0.02	0.06	0.08
24 t ost	24BHI3	0.25	0.07	0.00	0.43	0.00	105.62	0.45	0.00	0.04	0.05
24 t ost	24CLS3	0.22	0.06	0.02	0.35	0.00	90.16	0.28	0.01	0.05	0.07
24 t ost	51ALS2	0.85	0.13	0.00	0.56	0.00	161.56	0.84	0.00	0.04	0.06

Organiske syrer, 4 ukers ost

Prøve	Kar	Citric acid	alfa-ketoglutar	Orotic acid	Pyruvic acid	Succinic acid	Lactic acid	Formic acid	Acetic acid RID	Uric acid	DL-pyrogluta
4 ukers ost	10ALS1	0.00	0.02	0.00	1.49	0.00	221.52	1.03	0.00	0.05	0.07
4 ukers ost	10BLK1	0.00	0.02	0.00	2.34	0.00	172.12	1.35	0.02	0.13	0.17
4 ukers ost	10CHK1	0.00	0.03	0.00	1.50	0.00	243.11	1.59	0.00	0.04	0.05
4 ukers ost	17ALS2	0.00	0.13	0.00	3.40	0.00	242.19	0.86	0.07	0.07	0.09
4 ukers ost	17BLK2	0.00	0.13	0.01	3.37	0.00	233.64	0.82	0.09	0.07	0.09
4 ukers ost	17CLI3	0.00	0.16	0.02	3.48	0.00	229.93	1.04	0.09	0.06	0.08
4 ukers ost	24ALS2	0.00	0.08	0.01	1.49	0.00	221.58	0.79	0.11	0.07	0.09
4 ukers ost	24BHI3	0.00	0.06	0.00	0.67	0.00	229.92	1.15	0.08	0.07	0.10
4 ukers ost	24CLS3	0.00	0.08	0.02	1.69	0.00	233.97	1.39	0.13	0.06	0.08
4 ukers ost	51ALS2	0.13	0.03	0.00	0.55	0.00	150.88	0.85	0.01	0.05	0.06

Karbohydrater, ystemelk

Prøve	Kar	Lactose	Glucose	Galactose
Ystemelk	10ALS1	99.06	0.00	0.00
Ystemelk	10BLK1	104.44	0.00	0.00
Ystemelk	10CHK1	132.73	0.00	0.00
Ystemelk	17ALS2	108.58	0.00	0.19
Ystemelk	17BLK2	108.58	0.00	0.19
Ystemelk	17CLI3	108.58	0.00	0.19
Ystemelk	24ALS2	85.49	0.00	0.31
Ystemelk	24BHI3	-	-	-
Ystemelk	24CLS3	85.49	0.00	0.31
Ystemelk	51ALS2	68.92	0.00	0.23

Karbohydrater, myse

Prøve	Kar	Lactose	Glucose	Galactose
Myse	10ALS1	101.79	0.00	0.49
Myse	10BLK1	106.07	0.00	0.36
Myse	10CHK1	146.63	0.00	0.51
Myse	17ALS2	111.28	0.00	0.41
Myse	17BLK2	103.14	0.00	0.34
Myse	17CLI3	107.78	0.00	0.41
Myse	24ALS2	90.57	0.00	0.49
Myse	24BHI3	91.56	0.00	0.43
Myse	24CLS3	90.82	0.00	0.68
Myse	51ALS2	73.12	0.00	0.37

Karbohydrater, 24 timers ost

Prøve	Kar	Lactose	Glucose	Galactose
24 t ost	10ALS1	7.84	0.00	3.44
24 t ost	10BLK1	0.07	0.00	2.37
24 t ost	10CHK1	19.32	0.00	2.86
24 t ost	17ALS2	5.27	0.00	2.56
24 t ost	17BLK2	5.53	0.00	2.54
24 t ost	17CLI3	11.24	0.00	2.53
24 t ost	24ALS2	0.86	0.00	2.93
24 t ost	24BHI3	0.30	0.00	1.59
24 t ost	24CLS3	2.13	0.00	2.38
24 t ost	51ALS2	0.12	0.00	1.64

Karbohydrater 4 ukers ost

Prøve	Kar	Lactose	Glucose	Galactose
4 ukers ost	10ALS1	0.00	0.00	0.20
4 ukers ost	10BLK1	0.00	0.00	0.55
4 ukers ost	10CHK1	1.98	0.00	2.44
4 ukers ost	17ALS2	0.20	0.00	2.20
4 ukers ost	17BLK2	0.63	0.00	2.36
4 ukers ost	17CLI3	10.33	0.00	4.18
4 ukers ost	24ALS2	0.00	0.00	1.44
4 ukers ost	24BHI3	0.00	0.00	0.29
4 ukers ost	24CLS3	0.92	0.00	3.60
4 ukers ost	51ALS2	0.00	0.00	0.00

## Vedlegg 8: Tørrstoff og aske

---

Kar	Tørrstoff 24 timers ost (%)	Tørrstoff 2 ukers ost (%)	Tørrstoff 4 ukers ost (%)	Aske 2 ukers ost (%)
10ALS1	43.8	63.4*	49.5	2.74
10BLK1	46.6	63.8*	51.9	3.07
10CHK1	43.3	64.8*	50.7	2.76
17ALS2	45.2	56.5	57.9	2.87
17BLK2	45.2	55.8	57.7	2.81
17CLI3	42.9	55.7	57.5	3.3
24ALS2	42.9	54.2	54.8	2.95
24BHI3	39.9	51	49.1	3.12
24CLS3	40.2	56.3	55.7	2.76
51ALS2	39.9	41.2	42.9	-

\*Her har det skjedd en feil under analysering av tørrstoffinnhold, disse resultatene er ikke tatt med i PCA-plot.

**Vedlegg 9: Innhold av protein, løselig og total nitrogen, samt LN/TN**

---

<b>Kar</b>	<b>Protein (%)</b>	<b>LN (%)</b>	<b>TN (%)</b>	<b>LN/TN (%)</b>
<b>10ALS1</b>	22.81	0.7	3.58	0.2
<b>10BLK1</b>	24.63	0.76	3.86	0.2
<b>10CHK1</b>	24.47	0.68	3.84	0.18
<b>17ALS2</b>	23.71	0.45	3.72	0.12
<b>17BLK2</b>	24.04	0.46	3.77	0.12
<b>17CLI3</b>	21.81	0.43	3.42	0.13
<b>24ALS2</b>	23.16	0.64	3.63	0.18
<b>24BHI3</b>	24.72	0.43	3.87	0.11
<b>24CLS3</b>	23.54	0.6	3.69	0.16



**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway