



BRUK AV LAKTASE OG STANDARDISERT MELK TIL PRODUKSJON AV COTTAGE CHEESE

Mastergradsoppgave i Matvitenskap ved
Institutt for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap
Fakultet for Veterinærmedisin og Biovitenskap
Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet
i samarbeid med TINE SA

av

Linn Funda Karlsen

Forord

Denne masteroppgaven ble utført ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU), Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM), våren 2015.

Masteroppgaven er et bidrag til fremtidig produksjon av Cottage Cheese på Frya Meieriet etter utvidelsen som skal være ferdig i 2016. Arbeidet har således vært en del av et samarbeidsprosjekt mellom TINE og IKBM, Tilpasset fraksjonering, med prosjektleder Anne-Grethe Johansen.

Det er mange som har bidratt til arbeidet med denne oppgaven, både når det gjelder den teoretiske biten, samt den praktiske gjennomføringen. Først vil jeg rette en stor takk til mine veiledere Forsker Anne- Grethe Johansen (TINE) og Professor Judith Narvhus for utmerket hjelp til planlegging, faglig veiledning og motivasjon under arbeidet. Alltid rask tilbakemelding og oppmuntring under arbeidet ble satt stor pris på.

En stor takk til de ansatte i pilotanlegget og laboratoriet ved IKBM, for hjelp til gjennomføringen av oppgaven og for et godt arbeidsmiljø. Jeg ønsker spesielt å rette en stor takk til Geirfinn Lund, Ola Tjåland, Ahmed Abdelghani, May Helene Aalberg, og Kari Olsen, som har hjulpet meg med det praktiske i pilotanlegget eller med kjemiske analyser i laboratoriet. Med hjelp til mikrofiltrering av melk må jeg rette en takk til Tom Hoffmann, Sigrid Svanborg og Camilla Jørgensen, og alle fra TINE FoU Kalbakken. Dere er svært dyktige.

En stor takk også til Stian Hollup - Olsen, Elin Simmonstad Valle, og Stine Knutssøn. Sist men ikke minst, en takk til de ansatte på Frya Meieriet, da spesielt Gudmundur Sigurdjonsson og Thomas Gryttingslien for nyttige innspill til produksjon av Cottage Cheese.

Ellers vil jeg også takke Førsteamanuensis Trygve Almøy og Professor Solve Sæbø for hjelp med statistiske beregninger.

Ås, Norge, 2015.

Linn Funda Karlsen

Sammendrag

Oppgaven omhandler småskalaproduksjon av Cottage Cheese ved bruk av laktase og standardisert melk. Det ble undersøkt effekt av 3 forsøksfaktorer på sammensetning og kvalitet til Cottage Cheese. Målet var å oppnå et laktoseinnhold i Cottage Cheese lavere enn 0.01 %. Det ble undersøkt to alternativer for hydrolyse; hydrolyse i ystemelk og hydrolyse i beger under kjølelagring. Effekt av proteinkonsentrering, ved bruk av mikrofiltrering med 0.1 μm porer, ble også undersøkt.

De tre forsøksfaktorene, henholdsvis konsentrering, laktase i ystemelk og laktase i dressing, hadde to ulike nivåer og det resulterte i produksjon av 8 ulike varianter av Cottage Cheese. Det ble foretatt 3 gjentak med 1 ukes mellomrom, og analyser ble tatt underveis i produksjonen, samt etter 1, 2, 7, 14 og 21 dager etter produksjon. Analysene viste at det var signifikant effekt av forsøksfaktorene på kvalitet og sammensetning til Cottage Cheese. Blant de ulike variantene som ble produsert var det variantene basert på konsentrert ystemelk som hadde best kvalitet og sammensetning. Sensoriske bedømmelser viste at all Cottage Cheese som ble produsert tilfredsstilte kvalitetskravene, men kjemiske analyser viste at enkelte varianter ikke oppnådde ønsket sammensetning. Variantene basert på ukonsentrert melk hadde et altfor lavt tørrstoff i forhold til hva som er minstekravet (20%), og mengde protein var lavere enn normalt, det vil si $< 13\%$. Laktose i Cottage Cheese ble redusert ved bruk av laktase, men derimot ble ingen betydelig forskjell observert i laktose ved bruk av mikrofiltrering. Det ble ikke oppnådd en laktosefri Cottage Cheese under arbeidet, og mengden i varianter tilsatt laktase kunne bare klassifiseres som laktosereduserte ($< 1\%$). Årsaken til at ønsket laktosenivå ikke ble oppnådd kunne være flere, deriblant for liten aktivitet til laktase ved aktuell lagringstemperatur eller pH, og hinnedannelse på ostekorna. Det mistenkes at laktasen som ble brukt ikke var aktiv ved det aktuelle pH området for ostemassen ($\text{pH} < 5.5$), og at en annen type laktase tilpasset surere forhold burde vurderes.

Masterarbeidet viste at variasjonen i ysteråstoffets sammensetning også medførte ulik oppførsel under produksjonen. Økt innhold av kasein gav et med rigid proteinnettverk og en økt bufferkapasitet. pH utvikling gikk noe tregere i konsentrert melk, men til

gjengjeld ble det oppnådd et mye fastere koagel. Dette gav utslag i fastere ostekorn, mindre myse, og høyere slutt - pH i ostemassen. Ostemassen tålte større mekanisk påkjenning enn ostemasse basert på ukonsentrert melk, samt at osten ble tørrere og krevde mindre mysedrenering. Ostemassen basert på konsentrert melk hadde et høyere fettinnhold i utgangspunktet, og absorberte dessuten mer dressing. Dressinginnblanding i forhold til mengde dressing og fettjustering burde tilpasses heretter. Ved bruk av konsentrert melk må den tradisjonelle produksjonsprosessen endres, da ikke alle aspekter er like godt tilpasset de nye prosessfunksjonalitetene. Dette gjelder spesielt skjæringstidspunkt, som antagelig bør foretas ved en høyere pH enn slik det normalt gjøres i dag.

Abstract

This thesis deals with small-scale production of Cottage Cheese using lactase and standardized milk. The effect of three experimental factors on the composition and quality of Cottage Cheese was studied, and the aim was to achieve a lactose content in Cottage Cheese lower than 0.01 %. This was achieved by examining two options for hydrolysis: hydrolysis of lactose during cheesemaking and hydrolysis following packaging during storage. The effect of the concentration of protein using microfiltration with 0.1 μm pores was also examined.

The three experimental variables, respectively concentration, lactase in cheese milk and lactase in dressing, each had two different levels. This resulted in the production of 8 different types of Cottage Cheese. 3 replicates were conducted during this work, and analyses were performed during the production and 1, 2, 7, 14 and 21 days after production. Analysis showed that there were significant effects of the experimental variables on the quality and composition of Cottage Cheese. Among the different types produced, ones based on concentrated cheese milk showed the best quality and the most optimal composition. Sensory evaluations showed that all Cottage Cheese that were produced, met the quality requirements, but chemical analysis showed that some types did not achieve the desired composition. The types based on non-concentrated milk had a too low dry matter in relation to the minimum requirement (20%), and the amount of protein was less than 13 %. The amount of lactose in Cottage Cheese was reduced by the use of lactase, but on the other hand there was no significant difference observed in lactose using microfiltration. A lactose free Cottage Cheese was not achieved during this work, and the contents of the types with added lactase could only be classified “lactose – reduced” types (< 1%). Several reasons can explain why lactose did not reach the desired level, including too low enzyme activity of lactase at current storage temperature or pH, and skin formation around the cheese curd. It is assumed that the type of lactase used was not active at the relevant pH range of the curd (pH < 5.5), and that another type of lactase adapted to acidic conditions should be considered.

This work shows that the variation in milk - composition leads to different behaviour during production of Cottage Cheese. Increased casein content gave a gel network that

was more rigid and it also increased the buffering capacity. pH development was somewhat slower in concentrated milk, but in return, a much firmer coagulum was achieved. This resulted in firmer cheese curd, less whey, and higher final pH in the curd. The curd tolerated greater mechanical stress than curd based on non- concentrated milk, and it was drier and required less whey drainage. The curd based on concentrated milk also had an initially higher fat content, and absorbed more dressing. When it comes to the incorporation of the dressing, it is important that the amount of dressing and thus fat adjustment should be adapted hereafter. When using concentrated milk, the traditional production process must be modified, since not all the aspects are equally well adapted to the new processing functionalities. This applies particularly to cutting time, which presumably should be performed at a higher pH than as it is normally done today.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	1
2 Teoridel	3
2.1 Cottage Cheese	3
2.2 Melkens sammensetning	4
2.2.1 Melkeproteiner.....	5
2.2.2 Laktose.....	7
2.2.3 Melkefett.....	8
2.3 Fremstilling av Cottage Cheese	10
2.3.1 Råstoff (ystemelk).....	10
2.3.2 Syrning.....	11
2.3.3 Løpetilsetning.....	12
2.3.4 Skjæring.....	12
2.3.5 Ettervarming.....	13
2.3.6 Skylling.....	14
2.3.7 Dressing.....	14
2.4 Kvalitetskriterier og vanlige kvalitetsfeil for Cottage Cheese	15
2.5 Laktosefrie produkter	17
2.6 Laktoseintoleranse	18
2.7 Redusering av laktose	19
2.7.1 Enzymatisk hydrolyse av laktose.....	19
2.7.2 Kjemisk hydrolyse av laktose ved bruk av syre.....	20
2.8 Membranfiltrering	20
2.8.1 Generelt.....	20
2.8.2 Produksjon av proteinkonsentrert melk.....	23
2.8.3 Reduksjon av laktose ved bruk av membranfiltrering.....	23
3 Materialer og metoder	25
3.1 Prøveysting	25
3.1.1 Produksjon av Cottage Cheese under innledende forsøk.....	26
3.1.2 Tillagning av dressing.....	28
3.2 Hovedforsøk for småskalaproduksjon av Cottage Cheese	29
3.2.1 Behandling av melk.....	29

3.2.2	Mikrofiltrering	30
3.2.3	Produksjon av Cottage Cheese	30
3.2.4	Tillagning av dressing	33
3.3	Analyser	33
3.3.1	pH målinger	33
3.3.2	Prøveuttak og prøvepreparering	33
3.3.3	Kjemiske analyser.....	34
3.3.4	Konsistensmålinger	38
3.3.5	Sensorisk analyse.....	39
3.4	Statistiske analyser	40
4	Resultater	41
4.1	Resultater fra innledende forsøk	41
4.1.1	Syrning	41
4.1.2	pH under produksjon	41
4.1.3	Utbytte	42
4.1.4	Kjemiske analyser.....	43
4.1.5	Analyser av konsistens	44
4.2	Resultater fra hovedforsøk	46
4.2.1	Syrning	46
4.2.2	pH under produksjon	46
4.2.3	Produksjonstid	47
4.2.4	Utbytte	49
4.2.5	Analyser av tørrstoff	49
4.2.6	Analyser av karbohydrater og organiske syrer	51
4.2.7	Analyser av protein.....	55
4.2.8	Analyser av fett.....	56
4.2.9	Analyser av konsistens	58
4.2.10	Sensoriske analyser	60
5	Diskusjon	63
5.1	Innledende forsøk	63
5.2	Hovedforsøk	65
5.2.1	Effekt av konsentrering	65
5.2.2	Effekt av laktase	77
5.3	Milkoscan analyser i forhold til andre kjemiske analyser	80
5.4	Veien videre	81

5.5 Konklusjon	83
6 Referanser	84
Vedlegg	1
Sammensetning av Cottage Cheese basert på kjemiske analyser	1
Statistiske analyser	2
1. Variansanalyse av gjentak.....	2
2. Variansanalyse av sensoriske data	3
3. Variansanalyse for kjemisk sammensetning av Cottage Cheese	4

1 Innledning

Det er viktig for en næringsmiddelprodusent å tilpasse seg forbrukernes behov og ønsker. Siden dette stadig er i endring er det viktig å alltid holde seg oppdatert på trender og utvikling i spisevaner hos forbrukere. Generelt de siste årene har det vært et økt fokus blant forbrukere på sunt kosthold, med interesse for høyt innhold av protein, og lavere innhold av mettet fett, sukker og laktose. Denne interessen blant forbrukere har gjort at matvarer som inneholder lite kalorier, lite mettet fett og mye proteiner har blitt veldig populært. Etterspørselen etter meieriprodukter slik som Cottage Cheese har økt betraktelig i salg, og prognosene viser at denne tendensen ikke stopper med det første (Tine Kommunikasjon, 2013). TINE har på et nåværende tidspunkt utfordringer med å møte etterspørselen, da kapasiteten på Frya Meieriet, der all produksjonen av Cottage Cheese foregår, ikke er stor nok (Gryttingslien, 2015; Hollup- Olsen, 2015). Det er derfor av TINE sin interesse å kunne øke produksjonen for å møte etterspørselen, så vel som å finne mer optimale alternativer til den tradisjonelle produksjonen. Det er allerede satt i gang en utbygging av Frya som forventes å være ferdig i løpet av 2016, og som skal øke kapasiteten og gi nye teknologiske muligheter for produksjon av Cottage Cheese (Håland, 2014; Skala AS, 2015).

Denne masteroppgaven er tilpasset de nevnte fremtidige utsiktene for Cottage Cheese og de nye mulighetene som kommer med utbyggingen av Frya Meieriet. Siden Cottage Cheese allerede er et produkt med mye proteiner og lite fett, er det ønskelig å også kunne gjøre produktet fritt for laktose. Formålet med oppgaven var dermed å oppnå en laktosefri Cottage Cheese ved bruk av enzymet laktase, og samtidig undersøke bruk av proteinstandardisert melk til Cottage Cheese produksjon. Oppgaven skulle ta for seg produksjon av laktosefritt produkt ved enzymatisk hydrolyse, det vil si bruk av laktase, og det var et fokus på å minimere mengden laktase som ble brukt, da det fra TINE sin side er et ønske om å redusere de kostnadene som er knyttet til laktasebruken.

For å redusere laktasemengden var det ønskelig å vurdere to ulike alternativer for hydrolyse, nemlig (1) å tilsette laktase i ystemelken (hydrolyse i prosess) og (2) å tilsette laktase i dressing (hydrolyse i beger). Alternativ 1 er den mest anvendte for

enzymatisk hydrolyse til laktosefritt produkt, og brukes allerede for produksjon av blant annet laktosefri melk, yoghurt og kesam (Hollup- Olsen, 2015). En ulempe med dette alternativet er at det krever mer laktase enn alternativet med laktase kun i dressing, siden mengde råstoff er større og dermed også høyere innhold av laktose. Alternativ 2 omfatter hydrolyse i ferdig produkt, og vil muligens kreve mindre laktase da mengde råstoff er mindre og laktosemengden også er lavere.

TINE FoU har i samarbeid med Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU) et fraksjoneringsprosjekt gående, med mål om å øke kunnskapen rundt mikrofiltrering av melk og bruken av fraksjonert melk. Denne masteroppgaven er ment som et bidrag til dette samarbeidet, derfor ble det i tillegg sett på effekten av mikrofiltrering på sammensetningen til ost. Det ble ystet med både skummetmelk og konsentrert melk (MF retentat), der melken ble konsentrert opp 1.5 ganger, med mål om å ha en proteinkonsentrasjon på om lag 5 % i retentat. Dette resulterte i et forsøksoppsett med 3 ulike faktorer, hvor hver faktor hadde 2 ulike nivå. Det gav i alt 8 ulike varianter av Cottage Cheese, slik det fremstår i Figur 2.1.1 for forsøksoppsettet.



Figur 2.1.1. Forsøksoppsett for produksjon av laktosefri Cottage Cheese.

For å vite effekten av forsøksfaktorene, ble det tatt ut prøver underveis i produksjonen, samt jevnlig under lagring i opptil 3 uker. Det ble foretatt kjemiske analyser av laktose, fett og protein i melk, myse og ost, med og uten dressing. I tillegg ble det utført teksturanalyser og sensoriske analyser på ferdig Cottage Cheese. Hensikten med disse analysene var å se om faktorene hadde noe betydning for kvaliteten til Cottage Cheese, og eventuelt i hvilken grad, samt om man klarte å oppnå en tilfredsstillende produkt.

2 Teoridel

2.1 Cottage Cheese

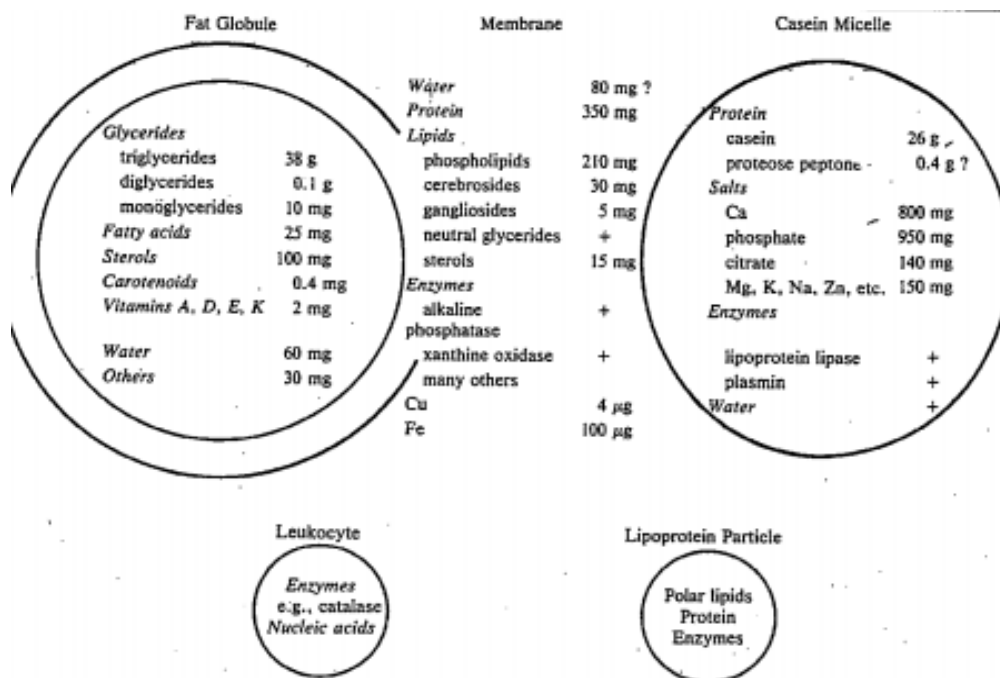
Cottage Cheese (CC) er et produkt med lavt fettinnhold og relativt høyt innhold av protein. Grunnet dette, er CC ansett av mange som et sunt produkt som bør inkluderes i kosten til enhver som er opptatt av et sunt kosthold. CC kjennetegnes som små osteterninger omgitt av en fløtedressing, og er en ferskost, det vil si at osten ikke har gjennomgått noen form for modningsprosess. Smaken av osten er mild og bruksområdet er derfor bredt. I tillegg til å spises som den er, kan CC brukes i salater, desserter, bakst, og sunnere varianter av middagsretter slik som lasagne og pai. CC er en ferskvare og selv om melken og dressingen som brukes til produksjon av CC er pasteurisert, er det et produkt med kort holdbarhet, eksempelvis 21 dager hvis det tilsettes konserveringsmiddel og lagres ved 4 °C.

CC produseres av skummetmelk og er en såkalt syrefelt ost, noe som betyr at ostemassen fremstilles ved koagulering av melk ved bruk av syre. Det kan i mange tilfeller produseres ved bruk av en kombinasjon av syre og løpe, slik det gjøres for andre typer oster. Selve surgjøring av skummetmelk kan skje ved bruk av starterkultur eller direkte tilsetning av syre slik som fosforsyre eller glukono-delta- lacton (GDL) (Fox et al., 2004). Løpetilsetning foretas med den hensikt å føre til en sterkere gel som tåler mer fysisk påkjenning, slik som røring og oppvarming (Fox et al., 2004). Dette vil bli nøyere omtalt i senere avsnitt.

I Norge finnes CC som mager (2 % fett) eller original (4.3 % fett) variant, i tillegg til smakstilsatt variant (Eple, pære og vanilje) med 1.7 % fett. Disse produktene har hatt en stigende popularitet, og både etterspørselen og produksjonen av CC har økt betraktelig de siste årene. I følge årsrapport fra TINE i 2011, hadde CC alene en volumvekst på 23.5 % sammenlignet med 2010, og det er rapportert større konsum de påfølgende årene. I år 2012 var konsumet av CC 0.99 kg per person og året etter (2013) lå konsumet på 1.29 kg per person.

2.2 Melkens sammensetning

Melk er et flytende næringsmiddel som bidrar med energi i form av fett, proteiner og karbohydrater, samt essensielle næringsstoffer som vitaminer og mineraler. Den nøyaktige sammensetningen varierer noe mellom ulike arter, men generelt for kumelk er andelen henholdsvis 87.1 % vann, 4.0 % fett, 4.6 % laktose, 3.3 % proteiner og 0.7 % mineraler (Ca, P, Mg, Na, K)/ aske (Walstra et al., 2006). Melkens hovedkomponenter kan sies å være organisert i 3 faser, nemlig fettkuler, kaseinmiceller og serum. Serumet består hovedsakelig av vann og oppløste stoffer slik som laktose, myseproteiner (α -lactalbumin, β -lactoglobulin), immunoglobuliner, og enzymer (lactoperoksidase, fosfatase). De komponentene som derimot ikke er vannløselige, herunder fett og fettløselige vitaminer, foreligger i all hovedsak i egne fettkuler (Walstra et al., 2006). De resterende proteinene, som utgjør den største andelen proteiner i melken er kaseiner, og av disse finnes det fire ulike typer. De fire kaseinmolekylene α_{s1} , α_{s2} , β og κ danner egne komplekser sammen med mineraler som kalsium og fosfat, såkalt kaseinmiceller. Se Figur 2.2.1 for oversikt over melkens sammensetning og fordeling av komponenter.



Figur 2.2.1 Melkens sammensetning og organisering av komponenter. Omtrentlige mengder oppgitt for 1 kg melk (Walstra et al., 2006).

2.2.1 Melkeproteiner

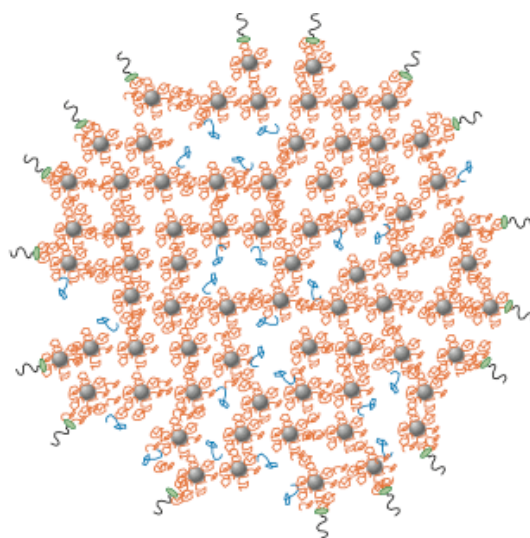
Når det kommer til proteiner i kumelk, utgjør de omtrent 3.3 % av melkens totale innhold av komponenter. Det foreligger enten som stabile proteinbaserte partikler, kjent som kaseinmiceller, eller løselige proteiner i serumfasen, såkalte myseproteiner.

Kaseiner, med de ulike fraksjonene α -, β - og κ -, utgjør 2.6 % av melken og myseproteiner, deriblant α - lactalbumin, β - lactoglobulin, lactoferrin, utgjør 0.7 % av melken (Walstra et al., 2006).

Kaseiner er en gruppe fosfoproteiner som utgjør ca. 80 % av proteinet i kumelk, og de kjennetegnes ved deres evne til å felle ut av melken ved pH 4.6, som er det isoelektriske punktet til kaseinmicellen. De 4 ulike kaseinmolekylene, hhv. α_{s1} -, α_{s2} -, β - og κ -kaseiner, foreligger i forhold 4: 1: 3.5: 1.5 (Dalglish and Corredig, 2012). α - og β -kaseiner er fosforylerte på enkelte av sine serin aminosyrer, og denne fosforyleringen gjør kaseinene i stand til å binde store mengder kalsiumioner. κ -kasein derimot har bare en fosforylert serin og i tillegg er κ -molekylene glykosylerte (mesteparten på C-terminal ende). Alle kaseiner inneholder betydelige mengder hydrofobe aminosyrer, og noen (spesielt β - og κ -kaseiner) har store hydrofobe områder i sine sekvenser.

Kasein miceller er kolloidale partikler, og selve strukturen til kaseinmicellene har vært omdiskutert lenge. Ulike modeller har vært foreslått (Holt, 1998; DeKruif and Holt, 2003; Horne, 2006; Dalglish and Corredig, 2012; De Kruif et al., 2012), og en modell som har rådet lenge er såkalt submicelle modellen. Her antydes det at kaseiner først danner mindre submiceller (15- 20 molekyler med varierende sammensetning) via hydrofobe interaksjoner, som deretter holdes sammen til en større struktur gjennom bindinger til kolloidalt kalsium-fosfat. Denne modellen forklarer en kaseinmicelle som en hard, kuleformet struktur hvor κ -rike submiceller foreligger på overflaten, og submiceller med avtagende forekomst av κ -kasein fordeler seg i det indre. Modellen ble forkastet etter studier av struktur ved bruk av elektronmikroskop og per dags dato er det størst enighet om dual-binding modellen først foreslått av Holt (1998). Modellen har senere blitt utviklet videre og nå tyder det på at kaseinmiceller er svamplignende strukturer bestående av kalsiumfosfat knyttet til kaseinclusters ("bunter") (Horne, 2006; Dalglish and Corredig, 2012; De Kruif et al., 2012). Kaseinmicellene har generelt en

diameter i område 150- 200 nm (Dalglish and Corredig, 2012), og har en åpen struktur som gjør at micellene inneholder store mengder vann (63 %). Et stort antall kasein molekyler går med andre ord sammen for å danne bunter, og det er antatt at en typisk partikkel inneholder i overkant av 20 000 individuelle proteinmolekyler. Av de fire kasein molekylerne, er det κ -kasein som er dominerende på overflatene av micellene, mens det indre inkluderer de tre andre kaseinene og kalsiumfosfat (Horne, 2006; Dalglish and Corredig, 2012; De Kruif et al., 2012). Studier antyder at β -kasein kun foreligger i kjernen, og α -kaseinene generelt finnes jevnt over hele strukturen.



Figur 2.2.2. Kasein micelle. α - og β -kaseiner (oransje) er festet til kalsiumfosfat nanoclusters (grå kuler). β -kaseiner (blå) bindes via hydrofobe områder til andre kaseiner. Para- κ -kasein (grønn) og dens C-terminale ende (glykomakropeptid) (sort) er på overflaten (Dalglish and Corredig, 2012)

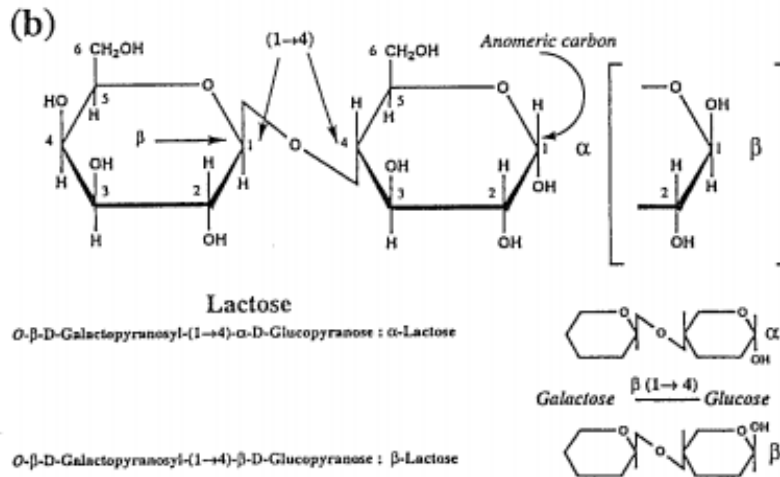
Kaseinmicellene tåler vanligvis en moderat temperaturendring (oppvarming eller nedkjøling) uten betydelig forstyrrelser av struktur, men de blir derimot lett destabilisert enten ved behandling med proteolytiske enzymer eller ved surgjøring for å danne gel (Dalglish and Corredig, 2012). Dette gjør dermed at en forståelse av strukturen er viktig for å forstå dens innvirkning på egenskapene til melk. De fleste av de funksjonelle egenskaper til micellene avhenger av egenskapene til overflaten, og dermed er κ -kaseinet sentralt for stabiliteten. For eksempel bidrar κ -kasein til stabilitet mot aggregering av miceller, fordi en del av dette kaseinet (glykomakropeptidet) danner et beskyttende hårete lag rundt partiklene som er negativt ladet. Ved å bruke enzymer som løpe til å hydrolysere κ -kaseinet ved å spalte av glykomakropeptidet, medfører

dette tap av negativ ladning og redusert steriske frastøting mellom kaseinmicellene. Det skjer en såkalt løpeskapt aggregering, som fører til dannelsen av en gel. Når det derimot gjelder kaseinmicellens indre, er dette blant annet av betydning i forbindelse med omorganisering av bindinger etter dannelse av gel, og vil derfor påvirke egenskaper til dannet gel (Dalglish and Corredig, 2012).

2.2.2 Laktose

Laktose, også kjent som melkesukker, er et karbohydrat som forekommer i all melk fra pattedyr, og konsentrasjonen varierer mellom ulike arter. Laktosekonsentrasjon i kumelk ligger på ca. 4.6 %, men dette er igjen avhengig av rase, individuelle faktorer (genetisk), laktasjons stadium, helsetilstand og lignende. Selv om laktose er et sukker, er det kun 1/5 av søthetsgraden til vanlig sukker (sukrose), men bidrar likevel til en noe søtlig smak på melken. Laktose, sammen med natrium, kalium og klor, spiller en viktig rolle i opprettholdelsen av det osmotiske trykket i melkekjertlene, og dermed vil en økning eller reduksjon av laktosekonsentrasjon føre til en økning eller nedgang i løselige salter. Derfor har ofte melk med høy laktose innhold et lavt innhold av aske/mineraler (Fox and McSweeney, 1998).

Laktose, eller 0- β - D- Galaktopyranosyl- (1 \rightarrow 4) - glukopyranose, er et disakkarid bestående av monomerene D-glukose og D-galaktose bundet sammen via en β - 1-4-glykosid binding. Det finnes to former av laktose, nemlig α og β (Fox and McSweeney, 1998). Forskjellen ligger i orienteringen av hydroksyl gruppen (OH) på C1 på glukosedelen, der en orientering av OH- gruppen oppover i forhold til C1 tilsvarer β , mens en orientering av OH gruppen nedover tilsvarer en α . Det varierer med andre ord kun i det såkalte anomere karbonatomet på glukosemonomeren, se Figur 2.2.3.



Figur 2.2.3. Kjemisk struktur til laktose/ β -D-galaktopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glukopyranose (Fox and McSweeney, 1998).

Laktose spiller en viktig rolle ved syring av melk, da det omsettes av melkesyrebakterier til melkesyre. Dette fører til en reduksjon i pH, og kan ved lav nok pH føre til utfelling av kaseiner og dermed gi en tykk melk eller en melk som skiller seg. Reduksjon til pH under 5 fører til endring av kaseinmicellenes struktur (se avsnitt 2.2.1) og dette er avgjørende for blant annet produksjon av oster. Ved ysting er det vanlig at laktosen følger over i mysen, og det gjenværende i ostemassen vil bli omdannet til melkesyre ved nevnt melkesyrefermentering. Dette innebærer at ost naturlig vil ha et lavt innhold av laktose.

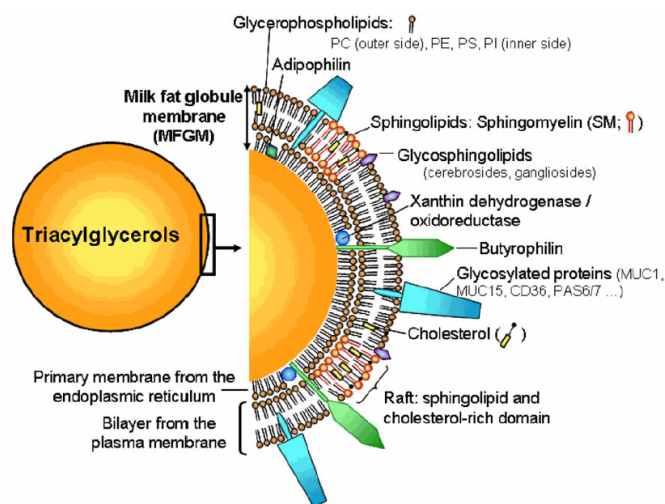
2.2.3 Melkefett

Andelen fett i kumelk er omkring 4.0 %, men det kan variere med faktorer som rase, fôr, årstid, laktasjonsstadium, melketidspunkt, hyppigheten av melking, alder, og helsetilstand. Fettet bidrar ernæringsmessig ved å gi energi, nødvendige fettsyrer og fettløselige vitaminer samt teknologiske effekter som bidrag til tekstur, reologiske egenskaper, smak, holdbarhet, og konsistens (Walstra and Jenness, 1984; Walstra et al., 2006).

De fleste av lipidene i melk er i form av triglyserider (TAG), som utgjør om lag 97-98 % av det totale fett. Triglyserider består av tre fettsyrer og en glyserol, og det er en størst mengde av palmitinsyre (C16:0) og oljesyre (C18:1) (Fox et al., 2000). I tillegg inneholder melkefett fra drøvtyggere en større andel korte fettsyrer som C4, C6, C8 og medium lange fettsyrer, og lite flerumettede fettsyrer (Walstra and Jenness, 1984; Walstra et al., 2006).

Fettet foreligger som nevnt som fettkuler og frie fettsyrer i den kontinuerlige fasen (serum), og melk er derfor en olje- i- vann emulsjon hvor vann er den kontinuerlige (hydrofil) og fett er den diskontinuerlige hydrofobe fasen. Fettkulene har en størrelse på 0.1- 20 μm (snitt 3.5), hvor TAG og andre typer fett er omsluttet av en trelags membran (Lopez et al., 2009). Se Figur 2.2.4.

Det faktum at fettet foreligger som en emulsjon medfører at melkefettet kan destabiliseres ved ulike prosesser som blant annet kan ha innvirkning på fettkulmembranen. For eksempel kan mekanisk behandling forstyrre fettkulmembranen og dermed medføre klumping og dannelse av fritt fett. Også varmebehandling kraftigere enn vanlig pasteurisering kan denaturere proteiner i membranen og dermed ha en destabiliserende effekt på den. Ellers kan forskjell i tetthet mellom fett og serumfase føre til såkalt oppfløting/ kreming av melken, hvor det dannes et fettlag på toppen av melken. Homogenisering er vanlig prosess for å hindre at slik kreming oppstår (Fox and McSweeney, 1998).



Figur 2.2.4. Membranstruktur til en melkefettkule (Lopez et al., 2009).

2.3 Fremstilling av Cottage Cheese

2.3.1 Råstoff (ystemelk)

For fremstilling av Cottage Cheese (CC) bør det brukes skummetmelk av beste kvalitet, da melkens kvalitet er avgjørende for kvaliteten på det endelige produktet. Ved bruk av melk med dårlig kvalitet, herunder melk med høyt bakterietall eller melk med bismak, vil det resultere i kortere holdbarhet og bismak av CC. Foruten sluttkvaliteten, vil kvaliteten av skummetmelk bestemme betingelser under produksjonen, slik som veksten av starterkultur, koaguleringssegenskaper, og deretter det endelige utbyttet (Walstra et al., 2006).

Ubehandlet melk har en mikroflora som normalt domineres av mesofile bakterier, men ved kjølelagring vil denne mikrofloraen endres i retning av flere psykrotrofe bakterier (Walstra et al., 2006). Utfordringen med en dominerende psykrotrof mikroflora er at disse bakteriene produserer varmostabile enzymer som spalter proteiner (proteaser) og fett (lipaser) som blant annet bidrar til uønskede smaker i produktet. Kjølelagring av melken vil også påvirke ysteegenskaper, da sammensetningen av melkens proteiner, herunder kaseiner, endres (Dzurec Jr and Zall, 1985; Walstra et al., 2006). Dette vil påvirke koaguleringstiden, styrken på koagelet og det endelige utbyttet. For det første vil lavere temperatur svekke de hydrofobe kreftene som holder kaseinmolekylene sammen i micellene, og dette vil blant annet medføre at β -kasein diffunderer ut fra micellene. Dette kaseinet vil dermed ikke kunne delta i koageldannelse og utbyttet vil derfor reduseres (Dzurec Jr and Zall, 1985). I tillegg til dette vil også kalsiumfosfat i kaseinmicellene diffundere ut i serum, og dermed vil saltbalansen forskyves samtidig med at pH øker. Koagulering vil derfor ta lenger tid og koagelet som dannes vil bli løsere (Walstra et al., 2006; Dalgleish and Corredig, 2012). Heldigvis vil en enkel varmebehandling gjenopprette de opprinnelige egenskapene til melken. En oppvarming tilsvarende vanlig pasteurisering, det vil si 72 °C i 15 sekunder, vil føre til at kasein i serum vil diffundere tilbake til kaseinmicellene (Walstra et al., 2006). Varmebehandling av melken er med andre ord viktig for å opprettholde gode ysteegenskaper, men det foretas i all hovedsak for å oppnå melk som er helsemessig trygg. Det er lovpålagt

(Mattilsynet, 2008) at melken skal pasteuriseres slik at den blir trygg for konsum og får økt holdbarhet. Varmebehandlingen vil ødelegge forringende bakterier og eventuelle helseskadelige bakterier i melken.

2.3.2 Syrning

Cottage Cheese er hovedsakelig en syrefelt ost, noe som vil si at melken koagulerer ved surgjøring. Selve surgjøring, altså redusering av pH, kan utføres ved hjelp av melkesyreproduserende bakterier eller ved direkte tilsetning av syre (Farkye, 2004).

Ved mikrobiologisk syrning tilsettes det en starterkultur bestående av melkesyrebakterier, og det er normalt en O- kultur som benyttes i fremstilling av CC. En typisk O- kultur inkluderer rent syreproduserende bakterier av typen *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, og *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Den mikrobiologiske syrningen kan foretas på ulike måter, avhengig av podemengde og ystemelkens tilstand. Det skilles mellom short-set, medium-set og long- set, hvor syrningstiden er henholdsvis 5, 8 eller 12-16 timer ved 32, 26.5 og 22 °C (Emmons and Tuckey, 1967; Hui, 2007). Merk at disse tid og temperaturkombinasjonene vil variere avhengig av produksjonsbetingelsene, og er ikke absolutte.

Ved kjemisk syrning blir det tilsatt syre direkte i melken for å nå en ønskelig pH for koagulering av melken. Normalt brukes det først fosforsyre for å senke pH ned til omkring 5.2, for deretter å tilsette Glucono delta- lactone (GDL) som gradvis frigir syre inntil en pH på 4.6- 4.8. Dette er kaseinets isoelektriske punkt, og en koagel vil dannes. En slik kjemisk syrning er raskere enn mikrobiell syrning, og man unngår dessuten problemer tilknyttet starterkulturen, slik som bakteriofagangrep (Walstra et al., 2006). Om bakteriofager er tilstede, vil det ta knekken på bakteriekulturen og dermed hemme fermenteringen. Syreutviklingen vil som følge av dette gå veldig tregt eller ikke forekomme i det hele tatt (Fox et al., 2004). Bakteriofager medfører av denne grunn økonomiske tap for meieriindustrien.

2.3.3 Løpetilsetning

Tilsetning av enzymet Chymosin, bedre kjent som løpe, kan gjøres for å bedre dannelsen av koagel i kombinasjon med syre. Løpe skal i følge flere studier ((Emmons and Tuckey, 1967; Fox et al., 2004) føre til hydrolyse av κ -kaseinet og dermed redusere løseligheten til micellene og dissosiering av kaseinmolekyler. Micellene vil dermed aggregere raskere, slik at det dannes en fast gel som kan skjæres ved høyere pH enn det man normalt må gjøre ved kun en syrefelt gel. Med andre ord vil løpetilsetning redusere tiden det tar før koagelet er klar til å skjæres. Effekt av løpe vil selvfølgelig variere med mengden som tilsettes, men normalt brukes det 1 ml per 454 liter med melk (Emmons and Tuckey, 1967).

2.3.4 Skjæring

Skjæring av koagel gjøres for å oppnå mindre og ensformige ostekorn, og for å frigi myse. Skjæringen er et av de viktigste trinnene i fremstillingen av CC, da det har avgjørende betydning for den endelige kvaliteten av osten. Det vil bestemme utbyttet, fastheten til ostekorna og forholdene videre i produksjonsprosessen. Når gelen skjæres, vil kaseinnettverket trekke seg sammen og skvise ut myse, og hovedfaktoren som bestemmer graden av myseutskillelsen er konsentrasjonen av hydrogen-ion, altså pH. Graden av sammentrekning av nettverk og synerese blir mindre ettersom pH synker. Det er flere måter å bestemme tidspunkt for skjæring, men den metoden som er mest foretrukket er direkte måling av pH i ostemassen (Price et al., 1959). Skjæring bør helst foretas ved pH 4.6- 4.8, hvor 4.8 er vanligst når det er brukt løpe. Foruten om mengde løpe som tilsettes, vil det også være andre faktorer som påvirker pH- verdien der koagelet bør skjæres. Det er faktorer som størrelse på ostekorn, der små korn krever lavere pH enn store korn, og temperatur (Emmons and Tuckey, 1967; Emmons and Beckett, 1984; Fox et al., 2004).

Avstanden mellom knivene på skjæreutstyret kan variere avhengig av størrelsen man ønsker på ostekorna, men den mest benyttede avstanden er på omkring 1 cm (Emmons and Tuckey, 1967). Mindre avstand mellom knivene (< 0.8 cm) vil medføre små ostekorn og dermed høyere grad av synerese. Som et resultat av dette vil små korn være

mye fastere og derfor kunne tåle mer mekanisk påkjenning. Til gjengjeld kan små korn ofte bli for harde under påfølgende ettervarming. Om det skjæres større terninger, vil de store ostekorna være mykere og dermed mer ømfintlige for mekanisk behandling. Større osteterninger vil dermed kreve økt forsiktighet for å unngå ødeleggelse av kornene videre i prosessen (Emmons and Tuckey, 1967).

2.3.5 Ettervarming

Etter skjæring av koagel bør ostemassen hvile i minimum 15 minutter før røring og oppvarming settes i gang. Dette gjøres for at ostekorna skal få tid til å trekke seg sammen og frigi mer myse, altså at ostekorna blir fastere og dermed kan tåle den videre påkjenningen uten å gå i oppløsning. Målet med ettervarmingen er å oppnå ostekorn som er har jevn fasthet gjennom hele kornet, og at alle ostekorna er like faste (Emmons and Tuckey, 1967; Fox et al., 2004).

Det er viktig at ettervarmingen skjer gradvis og jevnt, og at røringen ikke blir for kraftig. Normalt skjer røring og ettervarming over en periode på omtrent 2 timer, hvor temperaturen økes sakte (Farkye, 2004). Det er viktig at det foretas spesiell varsomhet i starten da korna er svært skjøre. Altfor kraftig røring vil ødelegge korna og en for høy temperatur i startfasen vil føre til dannelse av en hinne på overflaten som vil hindre fri utskillelse av myse (Emmons and Tuckey, 1967). Lite myseutskillelse vil dermed kunne gi ostekorn som er altfor bløte i kjernen. Eksempelvis er det vanlig å dele ettervarmingen opp i 2 faser med ulik tempo på temperaturøkningen. For å produsere en CC av god kvalitet er det foreslått av Tuckey (1964) og Emmons og Tuckey (1967) at temperaturen bør økes med 0.11 °C per min i starten og deretter økes med 0.3 °C per min mot slutten av oppvarmingen, slik at en temperatur på 51.6- 54.4 °C nås innen 2 timer (Tuckey, 1964; Fox et al., 2004). Det er viktig at ettervarmingen når en temperatur på 55 °C, og holdes ved denne temperaturen i tilstrekkelig tid. Tidligere studier anbefaler at den kritiske ettervarmingstemperaturen på 55 °C holdes i minst 18 minutter for å ha tilstrekkelig effekt (Collins, 1961; Emmons and Tuckey, 1967; Fox et al., 2004). Dette er for å oppnå tilstrekkelig fasthet og samtidig inaktivere starterkultur og andre psykrotrofe bakterier, samt enzymer. Holdetiden er basert på D- verdier, som for bakteriene *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Pseudomonas*

fragi, *E.coli* ved henholdsvis 55 °C er 4.57, 0.64, 1.88 og 4.3 minutter (Collins, 1961; Fox et al., 2004). Det er ikke helt sikkert om enzymer som løpe (Chymosin) inaktiveres fullstendig ved 55 °C, men det er i enkelte studier vist en effekt, da det er observert reduksjon i enzymaktivitet i enkelte studier (Walstra et al., 2006). Det er derimot kjent at enzymer til psykrotrofe ikke påvirkes av slik varmebehandling (Adams and Moss, 2008).

2.3.6 Skylling

Etter avsluttet ettervarming må ostemassen skylles for å fjerne gjenværende myse og dermed restlaktose. Selve skyllingen er egentlig en kombinert vask og avkjøling av ostemassen, da det vanligvis foretas i flere trinn ved bruk av vann med synkende temperaturer for hvert trinn. Skylling vil derfor føre til en stabilisering av pH verdien i ostemassen når myse (hhv. laktose og melkesyre) fjernes og gradvis avkjøling vil medføre optimal kvalitet og holdbarhet. Nøyaktig prosedyre for skylling vil naturligvis variere noe avhengig av produksjonen, men det er mest vanlig å bruke en tre-trinns skylleprosess, der det brukes vann med henholdsvis 25 °C, 10 °C og 4 °C. Det er viktig at ostemassen holder så lav temperatur som mulig etter det siste skylletrinnet for å oppnå optimal kvalitet og holdbarhet (Emmons and Tuckey, 1967; Fox et al., 2004).

Ofte er det skyllevannet som er kilde til kontaminering av ostemassen, og derfor er det viktig at kvaliteten på vannet er god. Man må sørge for at vannet er tilstrekkelig behandlet i forhold til å fjerne forringende mikroorganismer, og dette kan gjøres ved for eksempel filtrering av vannet, å varmebehandle vannet eller klorere det. Også surhetsgraden, det vil si pH til vannet er viktig og bør ligge mellom 5.5- 6.0 slik at det ikke påvirker løseligheten til kaseinet og dermed påvirker konsistensen til ostekorna (Walstra, 1990; Fox et al., 2004).

2.3.7 Dressing

Etter skylling blir ostemassen drenert. Deretter blandes den tørre ostemassen med en dressing, som typisk består av pasteurisert fløte og skummetmelk (til omtrent 15 % fett)

og 0.5- 1.0 % salt. Forholdet mellom mengde ostekorn og dressing må justeres i henhold til å oppfylle krav til fettinnhold i sluttproduktet (Codex Alimentarius, 1968), for eksempel 4.3 % fett som brukes for original Cottage Cheese produsert av TINE. Dette vil tilsvare om lag 40-42 % dressing i forhold til mengde ost (Sigurdjonsson, 2015). Ved tilsetning av dressing vil ostekorna svulle, da de absorberer dressingens serum, og denne prosessen kan foregå over flere dager. Fettkulene vil samtidig feste seg til overflaten til ostekorna og gjenværende serum, såkalt "fri" dressing, er med på å omslutte de. Tilsetning av dressing har flere formål. Først og fremst tilsettes dressing for å justere fett og tørrstoff i CC, for å møte regulerte standarder (Codex Alimentarius, 1968). Dressing vil også bidra med smak og konsistens, samt øke den ernæringsmessige verdien til produktet. Dressingen vil samtidig føre til en økning i pH, som igjen vil føre til mykgjøring av ostekorn (Emmons and Price, 1960). Kaseinmicellene vil svulle ved høyere pH (>5.0) samtidig som kasein bli mer løselig og dette resultere i svakere gel (Fox et al., 2000; Walstra et al., 2006). Dessuten vil pH kunne bli lavere enn 5.0 uten dressingtilsetning, noe som også vil resultere i videre myseutskillelse (Fox et al., 2004). Tidligere studier har vist at tørrstoffinnholdet til ostekorna har betydning for hvor mye dressing som blir absorbert, og det er sett en tendens til at jo høyere tørrstoffet er, desto mer absorberes av ostekorna (Emmons and Price, 1960; Emmons and Tuckey, 1967). pH verdien vil også ha effekt på mengde absorbert dressing, da lavere pH fører til mindre absorpsjon siden det gir altfor harde korn (Emmons and Price, 1960). Andre faktorer som påvirker grad av absorbering og dermed mengden av "fri"- dressing, er faktorer slik som mengde dressing, tid etter tilsetning av dressing, viskositeten til dressing, grad av ødelagte ostekorn og størrelse på ostekorn (Emmons and Price, 1960; Emmons and Tuckey, 1967). Alt dette må tas i betraktning for å kunne oppnå Cottage Cheese som er lik fra gang til gang.

2.4 Kvalitetskriterier og vanlige kvalitetsfeil for Cottage Cheese

Målet med fremstilling av CC er å oppnå et produkt som tilfredsstillende forventningene som stilles av forbrukerne, og at CC er relativt lik fra gang til gang. For å møte de kravene som stilles til produktet er det satt opp kvalitetskriterier som produsentene kan rette seg etter. Den internasjonale standarden for Cottage Cheese er fastsatt i CODEX Alimentarius (1968) og beskriver produktet som;

”Ferskost med hvit/ kremhvitt farge og granulær tekstur bestående av myke ostekorn med forholdsvis jevn størrelse, fra omtrent 3 til 12 mm, avhengig av om små eller store ostekorn er ønskelig, og eventuelt dekket med en kremaktig blanding”.

Det stilles med andre ord krav til både utseende og konsistens, og når det gjelder lukt og smak er dette gitt i en mer detaljert beskrivelse av United States Department of Agriculture (USDA, 2001). Her beskrives det at den ideelle CC skal ha en lukt/smak relativ lik fersk, ren melk eller fløte (hvis dressing) og en svak syrlig, salt smak. En svak aromatisk smak grunnet diacetyl kan forekomme hvis det er brukt en aromatisk syrekultur. I denne beskrivelsen legges det også vekt på at partiklene skal være melkehvite og ha en jevn og ensformig størrelse (uavhengig av type). Ved tilsetning av dressing, skal den være jevnt fordelt rundt ostekorna med minimalt mengde fri dressing. Eventuell overflødig dressing bør være viskøs (ikke myse-liknende eller vannaktig).

Siden CC er en ferskost, forutsetter dette at produktet lagres ved kjøletemperatur på 4°C. Da kan man forvente en holdbarhet på opptil 21 dager, når produktet er tilsatt konserveringsmiddel som for eksempel sorbat i dressing (Emmons and Tuckey, 1967). Mest vanlig forringelse innenfor denne perioden skyldes kontaminering av psykrotrofe bakterier, mugg og gjær og dette vil gjerne medføre bitter smak på produktet. Som det allerede er kommet inn på under kvalitetskriteriene, kan det forekomme noen defekter ved CC tilknyttet tekstur, farge, smak, og generelt utseende. De aller vanligste er (1) smaksdefekter slik som bitterhet, malt, muggen og- uren smak grunnet vekst av kontaminerende mikroorganismer, (2) teksturdefekter som melen, slimete, seig eller deigaktig ostekorn grunnet forhold under fremstillingen og (3) generelle defekter på utseende slik som overflødig dressing/ lite dressing, myseutskillelse, ostestøv/ ujevn størrelse og form på korn, matthet, og slimete overflate (Emmons and Tuckey, 1967; Fox et al., 2004).

2.5 Laktosefrie produkter

Markedet for laktosereduserte meieriprodukter har vokst jevnt og trutt de siste årene, hovedsakelig på grunn av en økt bevissthet blant forbrukere omkring laktoseintoleranse og matintoleranser generelt (Prescott, 2012; Timonen, 2013). Både den reelle- og oppfattede laktoseintoleranse blant forbrukerne har betydning for meieriindustrien da det utgjør potensielle markeds tap. Den økte kunnskapen og fokuset på intoleranser vil føre til at meieriindustrien risikerer å miste potensielle melkeforbrukere som begynner å unngå produkter med laktose i, i frykt for ubehag. Samtidig vet man at det allikevel er et ønske blant personer med laktoseintoleranse å få mulighet til å innta meieriprodukter, i forhold innhold av mineraler som kalsium og jod, vitaminer og proteiner (Lomer et al., 2008). Flere meieribedrifter har derfor økt innsatsen for å utvikle produkter som ville tilfredsstille laktoseintolerante forbrukere, noe som tydelig gjenspeiler seg i deres produktporteføljer (Valle, 2013; Winther, 2013; Arla Foods, 2014; Tüschchen, 2014).

For å hevde at produktene er laktosefrie har grenser for innhold av restlaktose blitt satt av myndighetene i de skandinaviske (nordiske) landene til mindre enn 10 mg per 100 g av produktet, det vil si < 0.01% (Nordisk Ministerråd, 1993; EFSA and NDA, 2010; Mattilsynet, 2012). Det eksisterer imidlertid ikke noen felles internasjonale grenser for påstanden "laktosefri" på et nåværende tidspunkt.

Selv om forekomsten av laktoseintoleranse i Norge (ca. 3 %) er forholdsvis lavt i forhold til forekomsten på internasjonal basis, er problemet imidlertid vesentlig på grunn av det høye forbruk av melk (årlig forbruk på ca. 147 kg/l per person). I følge tall publisert i Norge i 2013 (Melk.no) varierer andelen laktose mellom ulike meieriprodukter, noe som gjør at personer med laktoseintoleranse kan tåle enkelte produkter.

2.6 Laktoseintoleranse

Laktose intoleranse er som navnet tilsier, en nedsatt toleranse for melkesukkeret laktose. Laktoseintoleranse skyldes redusert aktivitet til fordøyelsesenzymet laktase i tynntarmen. Ved nedsatt laktaseaktivitet vil ikke all laktose man inntar blir fordøyd i tynntarmen og dermed passerer videre til tykktarmen hvor det fermenteres av bakterier. Fermenteringen, altså omsetning av laktose, i tykktarmen produserer gasser som vil gi ubehag som oppblåsthet og magekramper. Laktose i tykktarmen vil også føre til at mer vann trekker inn i tarmen og dette kan skape symptomer som diaré (Lomer et al., 2008; Landaas, 2012; Helland-Kiegen, 2013).

Det kan være flere grunner til at laktaseaktiviteten er redusert, og på bakgrunn av dette kan man dele laktoseintoleranse i tre hovedtyper. Disse er henholdsvis primær-, sekundær- og genetisk laktoseintoleranse. Primær laktoseintoleranse er den vanligste formen på verdensbasis, og skyldes en gradvis reduksjon i laktaseaktivitet de første leveårene. Normalt tåler alle laktose fra fødselen av, da dette blir inntatt gjennom morsmelken, men etter ammeperioden vil denne evnen bli dårligere. Det er faktisk en unik genetisk tilpasning hos befolkninger i Nord- Amerika og Nord-Europa, herunder Norge, som gjør at man selv i voksen alder har normal laktaseaktivitet. Det er bare 2-3 % av Norges befolkning som har laktoseintoleranse, og på verdensbasis er det antatt at forekomsten er så høyt som 70 % (Swallow, 2003; Lomer et al., 2008; Helland-Kiegen, 2013). Når det kommer til den sekundære typen, er laktoseintoleransen normalt en følge av en annen tilstand, slik som sykdom eller skade i tarmen. Siden enzymet laktase forekommer i slimhinnen i tynntarmen vil dens aktivitet reduseres hvis slimhinnen skades. Sekundær intoleranse er mer eller mindre en midlertidig intoleranse og kan gå over etter endt sykdom eller når slimhinnen er leget. Utbredelsen av sekundær laktoseintoleranse er ikke kartlagt. Den genetiske varianten av laktoseintoleranse forekommer sjeldent, og det er en medfødt intoleranse mot laktose, da det innebærer en fullstendig mangel på enzymet laktase (Helland-Kiegen, 2013).

Generelt sett kan en person med laktoseintoleranse tåle opptil 12 gram laktose (Lomer et al., 2008; Landaas, 2012) om dagen, noe som tilsvarer ett glass vanlig melk (ca. 2

dl). Laktoseinnholdet i andre produkter som er fermentert, slik som Cottage Cheese, vil være lavere og kan inntas i noe større mengder. En boks Cottage Cheese, som tilsvarer 300 gram, vil bidra med omtrent 4.5 gram laktose, så en laktoseintolerant person kan i prinsippet innta litt i overkant av 2 bokser. Dette er vel og merke fordelt jevnt utover dagen, og hvordan man reagerer vil kunne variere mye fra person til person.

2.7 Redusering av laktose

Utvikling av meieriprodukter med svært lavt innhold av laktose har, som allerede nevnt, blitt viktigere de siste årene, og ulike metoder har blitt tatt i bruk for å redusere eller fjerne laktosen. Melken kan modifiseres ved bakteriell fermentering eller membranfiltrering, eller ved hydrolyse av laktose. Det er hovedsakelig enzymatisk hydrolyse som brukes for å bli kvitt laktose i meieriprodukter, da det ellers har liten påvirkning på smak og konsistens til produktene. Det er også rapportert en kombinasjon av membranfiltrering og hydrolysing av laktose (Harju et al., 2012). Hydrolyse av laktose vil si at laktosen spaltes til de to sukkerenhetene (monosakkaridene) glukose og galaktose, og dette kan utføres ved bruk av et enzym eller en kjemisk prosess som bryter bindingen mellom de to monosakkaridene. Det er den førstnevnte metoden, altså enzymatisk spaltning av laktose, som er mest vanlig i dag.

2.7.1 Enzymatisk hydrolyse av laktose

Enzymer er spesifikke biologiske katalysatorer som er velkjent og utbredt i næringsmiddelindustrien, da de kan reagere under milde betingelser både med hensyn til pH og temperatur (Damodaran et al., 2008; Nelson and Cox, 2008). Enzymer er foretrukket fremfor kjemikalier, da det av forbrukere anses som naturlige når de er hentet fra planter, dyr eller mikrobielle kilder. Enzymatisk hydrolyse av laktose omfatter en omdannelse av laktose til dens bestanddeler (monosakkarider) glukose og galaktose ved bruk av enzymet β -galactosidase, ofte omtalt som laktase (Harju et al., 2012). Siden de første kommersielle laktase enzymene ble tilgjengelig (1970 tallet), er løselige preparater med enzymene nå brukt for å hydrolysere mer enn 80 % av laktosen i melken til glukose og galaktose (Jelen and Tossavainen, 2003). Denne metoden er

relativt enkel og krever ingen spesialutstyr i meierianlegget (Harju et al., 2012), så ekstrautgifter på laktosereduserte produkter relateres kun til kostnadene på enzym. Totalt sett vil en laktosereduksjon ved bruk av enzymer være relativt dyrt, noe som gjenspeiles av de mye høyere prisene på laktosehydrolyserte produkter på markedet (Jelen and Tossavainen, 2003). Dette kan ha en negativ effekt på forbrukernes kjøp, men også bedriftenes fortjeneste på produktene. Det brukes normalt laktase av mikrobiell opprinnelse, som tilsettes direkte i melken etter varmebehandling (Harju et al., 2012), og en rekke laktase enzymer er kommersielt tilgjengelige fra enzymleverandører som for eksempel Novozymes og Chr. Hansen.

2.7.2 Kjemisk hydrolyse av laktose ved bruk av syre

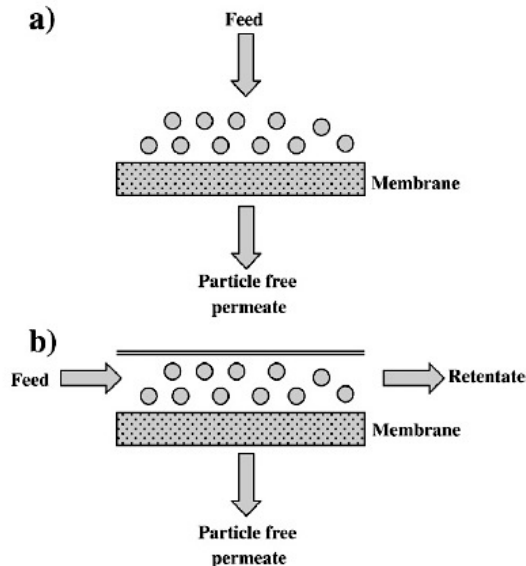
Laktose er relativt motstandsdyktig mot syre hydrolyse i forhold til en rekke andre disakkarider, slik som blant annet sukrose, og vil for eksempel ikke hydrolyseres av organiske syrer under forhold som normalt hydrolyserer sukrose. Dermed brukes det heller fortynnede løsninger av sterke syrer, slik som HCl eller H₂SO₄ for å hydrolysere laktose, og det er nødvendig med pH så lavt som 1.5 (Gänzle et al., 2008). Syre kan enten tilsettes direkte og da brukes det temperaturer rundt 90°C, eller det kan benyttes ionebytte kolonner ved temperaturer rundt 150° C. Disse forholdene, både når det gjelder den lave pH verdien som trengs, samt de høye temperaturene, gjør at syre hydrolyse er lite anvendt metode i meieriindustrien (Gänzle et al., 2008).

2.8 Membranfiltrering

2.8.1 Generelt

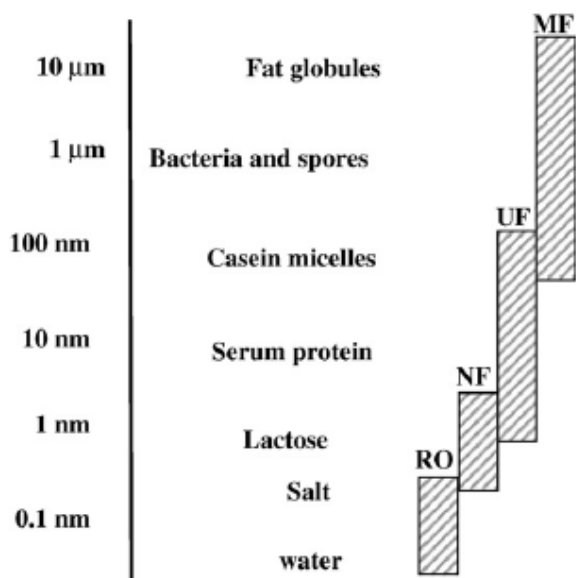
Membran teknologi har blitt mer og mer vanlig i næringsmiddelindustrien i løpet av de siste 25 årene, hvorav omtrent 20 - 30 % av dagens verdensomsetning av membraner brukes av næringsmiddelindustrien (Kumar et al., 2013). Hovedforbruket av membraner er i meieriindustrien, og membranteknologien ser ut til bidra i større grad til utvikling av nye meieriprodukter (Kumar et al., 2013). Membranfiltre brukes som alternativ til enkelte enhetsoperasjoner som omfatter en eller annen form for separasjon (Fellows, 2009). Membranteknologi er et bra verktøy for melk grunnet melkens unike sammensetning av komponenter som kasein miceller, myseproteiner, laktose og

mineraler. Det er nemlig en bred variasjon i partikkelstørrelse av disse komponentene, fra salter på 1 nm til fettkuler på 20 μm (Brans et al., 2004), og mange av bestanddelene kan derfor separeres med hensyn til størrelse. Se Figur 2.8.2 for en størrelsesfordeling og tilhørende membranprosesser.



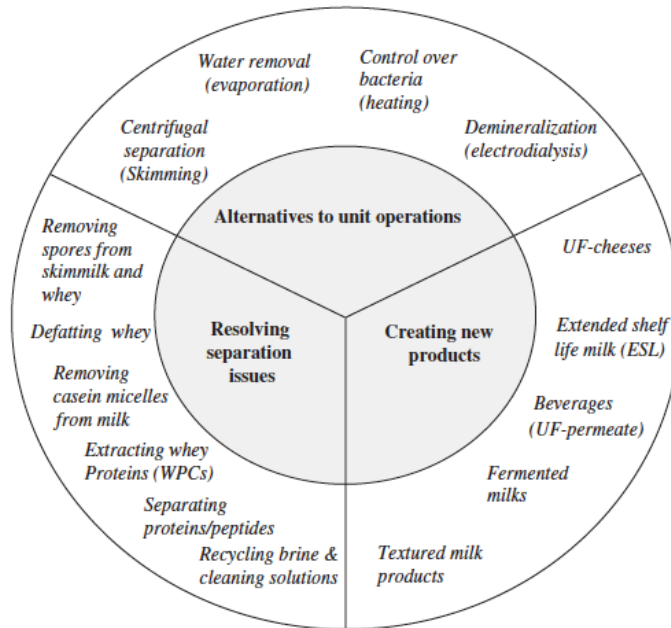
Figur 2.8.1. Prinsipp med filtrering: a) normal "dead-end" filtrering, b) Cross-flow filtrering (Saxena et al., 2009).

Figur 2.8.1 viser prinsippet med membranseparering (b), hvor væsken føres langs en semipermeabel membran og splittes i to separate strømmer, kalt retentat og permeat. De komponentene som holdes tilbake av membranen, da de er for store til å trenge igjennom porene, foreligger i retentat og væskestrømmen som trenger igjennom membranen er permeatet. Separeringen styres av trykk og selve transporten av komponenter drives av en konsentrasjonsgradient på tvers av membranen. Dette er den vanligste formen for membran separasjon, såkalt "Cross-flow" eller kryss-strømning. Fordelen med kryss-strømning (b) i forhold til dead - end filtrering (a), er at det reduserer dannelsen av et kakelag på toppen av membranoverflaten, som vil påvirke effektiviteten av filtreringen etterhvert.



Figur 2.8.2. Melkens komponenter: størrelse og tilhørende type membranfiltrering (Saxena et al., 2009).

De ulike typene av membranfiltrering inkluderer mikrofiltrering (MF), ultrafiltrering (UF), nanofiltrering (NF) og omvendt osmose (RO), hvor porestørrelsen reduseres fra $MF > UF > NF > RO$, slik det er vist i Figur 2.8.2. (Saxena et al., 2009). Det benyttes trykk for å føre væsken langs membranoverflaten, og det nødvendige trykket vil være høyere jo mindre porestørrelsen er. De viktigste bruksområdene for membranfiltrering er for eksempel knyttet til konsentrasjon av melk før osteproduksjon, alternativ teknologi for å utvide holdbarhet på melk eller modifisere den ernæringsmessige verdien (Pouliot, 2008). Figur 2.8.3 viser mange av bruksområdene til membranteknologi. Membranteknologi representerer en av de mest lovende teknikkene i meieriindustrien, siden det kan brukes til å utvide produktutvalget av meieriprodukter, samt bidra til verdiøkning av melk.



Figur 2.8.3. Noen anvendelser av membranfiltrering i meieriindustrien (Pouliot, 2008).

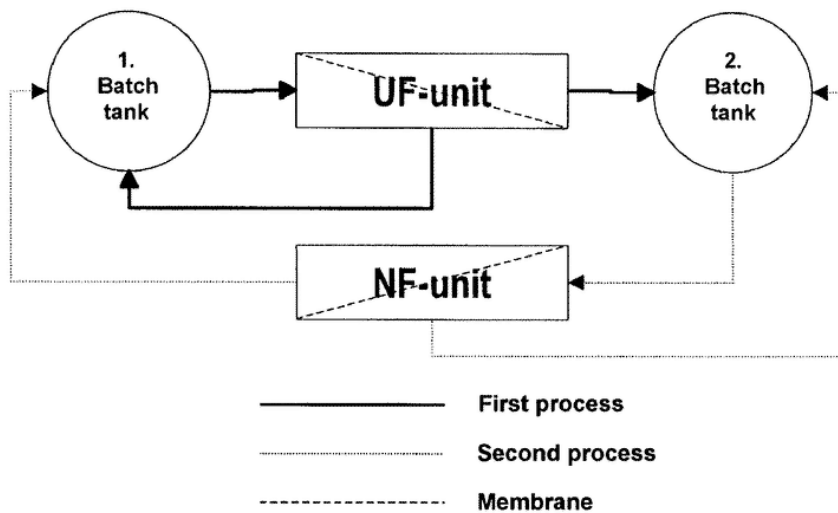
2.8.2 Produksjon av proteinkonsentrert melk

De mest aktuelle metodene for separering av proteiner har vært knyttet til bruk av MF og UF. Spesielt MF membraner med porestørrelser i området fra 0.05 til 0.2 μm gjør det mulig å fraksjonere melk på bakgrunn av type proteiner, herunder kaseiner og myseproteiner. Dette kan brukes for å separere skummetmelk til permeat bestående av laktose, native myseproteiner og mineraler, og et kaseinrikt retentat.

2.8.3 Reduksjon av laktose ved bruk av membranfiltrering

I nyere tid er det utarbeidet metoder i industrien som tar i bruk membranfiltreringsteknikker for å redusere innholdet av laktose i produkter, dette gjelder spesielt bruk av membranfiltrering slik som ultrafiltrering (UF) eller nanofiltrering (NF) for å endre sammensetningen i melken (Harju et al., 2012). UF membraner slipper igjennom vann, laktose, ikke-protein nitrogen (IPN), og løselige mineraler, mens fett og de fleste av proteiner (både kasein eller myseproteiner) ikke passerer gjennom (Pouliot, 2008). Et UF retentat, det vil si væske som holdes tilbake av en UF membran, vil likevel kunne bestå av noe laktose (McSweeney and Fox, 2009).

Ved bruk av en spesiell form for UF, såkalt diafiltrering, der ekstra vann tilsettes, kan man oppnå en enda bedre separering av laktose (Marella et al., 2013). Diafiltrering fører til at flere komponenter skylles gjennom membranen, noe som resulterer i en enda bedre reduksjon av laktose i retentat. For å oppnå et laktosefritt produkt kan den resterende laktosen hydrolyseres ved tilsetning av enzymet laktase (Lange, 2005; McSweeney and Fox, 2009). Nyere teknikker er også utarbeidet for å unngå tilsetning av vann (diafiltrering), og en slik alternativ metode er å kombinere vanlig UF som etterfølges av NF (Holst and Lauritzen, 2009). Som vist i Figur 2.8.4 kan retentat fra UF og permeat fra NF blandes, og restlaktosen i blandingen kan hydrolyseres enzymatisk.



Figur 2.8.4. Prosess for produksjon av laktosefri melk ved bruk av UF og NF (Holst and Lauritzen, 2009).

I denne sammenheng bør også bruken av mikrofiltrering (MF) omtales, da det er vanlig for separering av kaseinmiceller og native myseproteiner og dermed brukes i økende grad i osteproduksjon (Saboyainsta and Maubois, 2000). Siden et MF retentat vil være konsentrert på kasein vil det gi økt osteutbytte ved bruk som ysteråstoff sammenlignet ved skummetmelk, og studier har vist at det også kan ha en reduserende effekt på laktoseinnholdet (Rizvi and Brandsma, 2003; Ardisson-Korat and Rizvi, 2004).

3 Materialer og metoder

3.1 Prøveysting

Det ble gjennomført to prøveystinger i forkant av hovedforsøket, hvor den første ble utført i 10 liters ystekar (Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet, Norge) plassert i vannbad med temperaturregulering, og røring måtte skje manuelt ved bruk av en liten spade. Siden produksjonen av Cottage Cheese innebærer mye røring, og dette vil ha avgjørende betydning for sluttkvaliteten, var det ønskelig å gå over til automatisert røring for å fjerne variasjonen som oppstår ved manuell røring. Derfor ble det i den andre runden med prøveysting oppskalert til 200 liters ystekar (0-9372, Paasch & Silkeborg, Silkeborg, Danmark) med automatisert røreverk. Det var den siste prøveystingen som ble brukt som utgangspunkt for hovedforsøket. Hensikten med prøveystingen var å bli kjent med produksjonen av Cottage Cheese og prøvetaking, så vel som å justere diverse produksjonsfaktorer i forhold til best mulig tilretteleggelse til dagens produksjon i industrien. Det var ønskelig å vurdere mengde syrekultur og løpe med hensyn til ønsket syringstid og skjæretidspunkt, i tillegg til tempo på temperaturøkning frem til 55 °C og antall trinn i skylleprosessen. Produksjon av Cottage Cheese i industrien foregår ofte ved en short-set metode, som vil si en syringstid på rundt 6 timer, og skjæring rundt $\text{pH } 4.8 \pm 0.05$. Produksjonen skjer kontinuerlig og lukket, og ostemassen pumpes i rør gjennom hele prosessen fra ystekar via skylletårn, til dreneringstrommel og tilslutt en blandingstank (Gryttingslien, 2015). Selve skylleprosessen, som foregår i skylletårn over en periode på 45 min, var mest utfordrende å finne en god tilpasning til i småskalaproduksjonen i piloten. Ostemassen blir ført over i tårn med vann som holder en temperatur på 4-8 °C, samtidig som kaldt vann blir sirkulert i veggene for å holde temperaturen nede. Det ble bestemt å utføre en skylleprosess som tok tilsvarende lang tid, og en justering av metode for skylling som har vært brukt i tidligere masterarbeid ved instituttet (Nilsen, 1998). Dette innebærer en skylleprosess med tre intervaller, hvor myse tappes av inntil tre ganger og vann med synkende temperatur tilsettes de ulike trinnene.

3.1.1 Produksjon av Cottage Cheese under innledende forsøk

Oppsettet for produksjonen i det innledende forsøket er vist i påfølgende Figur 3.1.1. Dette gjelder for den andre runden etter oppgradering til 200 liters kar.

Skummetmelk *2,3,4,5	Pasteurisering 72 C i 15 sek Tempereres til 31-32 C
Syrekultur	DVS, CHOOZIT MC70 (Danisco Cultures, Paris, Frankrike) (1/50 av posens innhold per 100 l) tines i 30 min før tilsetning i kar. 31- 32 C i 6-7 t
Løpe	320 ul/ 100 L Chymax Plus (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark) Aktivitet 200 IMCU/ ml
Laktase	1.2 ml/L Ha- Lactase 5200 (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark)
Skjæring	Knivavstand 12 mm pH 4.8 +/- 0.05
Hvile	20 min
Røring og oppvarming	Røreverk settes på hastighet 400 rpm 1 t fra 32- 42 C Røreverkt settes på hastighet 700 rpm 0.5 t fra 42-55 C
Ettervarming *2,3,4,5	20 min ved 55 C
Vanntilsetning 1	70 l pasteurisert vann ved 4 C Holdes i 15 min
Myseavtapping 1	100 L Sett på kjøling i karet (7 C)
Vanntilsetning 2	100 L pasteurisert vann ved 4 C Holdes i 15 min
Myseavtapping 2	100 L
Vanntilsetning 3	100 L pasteurisert vann ved 4 C Holdes i 15 min
Myseavtapping 3	Fullstendig avtapping (100 %)
Drenering *1,2,3,4,5	Overføring av ostemasse til dreneringskar i 1.5 time
Tilsetning av dressing *1,2,3,4,5,6	Cottage Cheese med 4.3 % fett og 0.4 % salt En variant med laktase

Figur 3.1.1. Flytskjema for innledende forsøk i små- skala produksjon av Cottage Cheese.

* analyseprøver tas ut 1) fasthet, 2) tørrstoff, 3) laktose, 4) protein, 5) fett, 6) sensorisk.

Mengde dressing, samt det totale osteutbyttet ble veid ut ved bruk av vekt fra Sartorius AG (Goettingen, Tyskland).

Første runde med prøveysting ble det brukt 10 liter BIB (Bag-in-Box) skummetmelk (TINE, Oslo, Norge) som ble temperert til 32°C i vannbad. Brukskultur med CHOOZIT MC70 (Danisco Cultures, Paris, Frankrike) ble tilsatt i en mengde tilsvarende 5 % (500 ml) og melken ble rørt noen ganger for hånd (5 ganger frem og tilbake), før løpetilsetning Chymax Plus (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark). 20 µl løpe ble fortynnet i 5 ml destillert vann. Melken ble igjen rørt (5 ganger frem og tilbake), før karet ble dekket med aluminiumsfolie og sto i ro slik at koagulering kunne skje (omtrent 6 timer). Det ene karet ble i tillegg tilsatt 12 ml Ha- Lactase 5200 (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark). Koagel ble skjært ved pH 4.8 ± 0.05 , med tilpasset skjæregrind med 1.2 cm avstand (Norges Miljø- og Biovitenskapelige universitet, Ås, Norge). Deretter sto koagelet i ro i 20 min, før forsiktig røring (manuelt) og temperaturøkning. Prosessen ble avsluttet ved dette trinnet, grunnet ufullstendig koageldannelse, og vil ikke bli videre omtalt.

3.1.2 Tillagning av dressing

Ferdig Cottage Cheese skal inneholde 4.3 % fett og omtrent 0.4 % salt. Dressingen blandes inn for å oppnå ønsket fettprosent i produktet og den skulle ha 15 % fett. Den ble laget ved å blande pasteurisert skummetmelk og fløte.

Mengde dressing (X) og salt (A) som var nødvendig ble beregnet ved bruk av følgende formler for å oppnå ønsket sammensetning:

- I. Fettlikning: $(\text{kg ostemasse} + X + A) \cdot 4.3 \% = X \cdot 15 \%$
- II. Saltlikning: $(\text{kg ostemasse} + X + A) \cdot 0.6 \% = A$

Deretter ble dette brukt til videre beregning av mengde skummetmelk (Z) og fløte (Y) som skulle blandes. Følgende to likninger ble benyttet:

- III. $X = Y + Z$
- IV. $(\text{Fett \% i fløte} \cdot Y) / 100 + (\text{Fett \% i skummetmelk} \cdot Z) / 100 = (15 \cdot X) / 100$

Ferdig beregnet mengde pasteurisert fløte -og skummetmelk ble veid opp (Sartorius AG, Goettingen, Tyskland) og blandet i et 10 l melkespann. Fettprosjenter ble kontrollert ved bruk av Milkoscan (FT1, Foss, Hillerød, Danmark). Dressingen ble varmet opp til 50°C i en oppvarmingstank med dobbel-kappe (Norges Miljø- og Biovitenskapelige universitet, Ås, Norge) koblet til damp og kaldt vann, før den ble homogenisert (4580/71, Rannie Machine Works Ltd, Albertslund, Danmark) øyeblikkelig ved 150 bar. Dressingen ble deretter avkjølt og tilsatt salt (finraffinert, Norsal, Norge) og kaliumsorbat (5118, Merck, Darmstadt, Tyskland) og rørt kraftig. Det ble brukt kaliumsorbat (Merck) tilsvarende 2.05 g/ l og saltmengde (A) fra likning (0.4 %). Halvparten av dressingen ble tilslutt overført til et nytt melkespann, og tilsatt laktase (5200, Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark). Laktasemengde 1.2 ml/ l dressing.

3.2 Hovedforsøk for småskalaproduksjon av Cottage Cheese

Metoden som ble testet i det innledende forsøket ble justert noe for enkelte trinn i produksjonen, og det nye oppsettet for produksjon av Cottage Cheese med ukonsentrert skummetmelk er vist i flytskjemaet i Figur 3.2.1. Endringene som ble gjort var i forhold til temperaturer som ble brukt under syring og ved skylleprosessen. Når det gjelder metode for ysting med mikrofiltrert melk, altså konsentrert melk, ble det foretatt noen endringer i forhold til skjæretidspunkt. Skjæring ble utført ved $\text{pH } 4.9 \pm 0.05$, med den hensikt å gjøre skjæring mulig, da koagelet ellers ville bli altfor fast. Flytskjema for bruk av mikrofiltrert melk er vist i Figur 3.2.2.

NB. Skjæring av koagel under første ysting med konsentrert melk ble foretatt ved $\text{pH } 4.8 \pm 0.05$, men pH ble justert opp for de andre gjentakene.

3.2.1 Behandling av melk

Råmelk, som var maksimum 3 dager gammel, ble hentet fra universitetets egen besetning (norske røde storfe). Melken ble separert (SA 1-01-175, Westfalia Separator AG, Oelde, Tyskland) til skummetmelk ved 63°C, og ubehandlet skummetmelk ble enten pasteurisert eller mikrofiltrert. All melk ble midlertidig samlet opp i et dobbel-O kar (Landteknikk A / L, Trondheim, Norge) før videre prosess. Melk som ble

pasteurisert, gjennomgikk en varmebehandling ved 72 °C i 15 sekunder ved hjelp av en platevarmeveksler (A3-HRB, Alfa Laval, Lund, Sverige), og melk som skulle mikrofiltreres ble justert til temperatur ved $50 \pm 2^\circ\text{C}$.

Fløten fra separeringen av råmelken ble pasteurisert ved 76 °C i 15 sekunder ved hjelp av platevarmeveksler (A3-HRB, Alfa Laval). Ferdig pasteurisert fløte ble overført til melkespann og satt til avkjøling ved 4 °C.

3.2.2 Mikrofiltrering

Skummetmelk ble filtrert i MF pilotanlegg (MF pilot MTCUU 3-25, Membranteknikk, Flekkefjord, Norge) med et uniform transmembran trykk system (UTP).

Filtreringstemperatur varierte mellom 55 - 58 °C, og filtrering ble utført ved bruk av 0.1 µm graderte keramiske membraner (Orelis, Salindres, Frankrike). De to første gjentakene ble utført med modul bestående av 2 staver, og siste gjentak ble utført med 3 staver. Membranene de to første gjentakene var av typen KLMBWM7 (Orelis) med 90 % zirkonium, og ved siste gjentak ble det brukt KBW 100 % zirkonium membran (Orelis). Målet var å produsere et MF retentat med gjennomsnittlig konsentrasjonsfaktorer på 1.5.

3.2.3 Produksjon av Cottage Cheese

Ferdig behandlet melk ble overført til ystekar og satt på kjøling ved 7 °C inntil poding, som ble foretatt ca. 9- 10 timer senere. Prosedyre for produksjon er vist i påfølgende skjemaer, Figur 3.2.1 for ukonsentrert melk og Figur 3.2.2 for konsentrert melk.

Skummetmelk *2,3,4,5	Pasteurisering 72 C i 15 sek Tempereres til 30-31 C
Syrekultur	DVS, CHOOZIT MC70 (Danisco Cultures, Paris, Frankrike) (1/50 av posens innhold per 100 l) Tines i 30-45 min før tilsetning, syrnes ved 30- 31 C i 6-7 t
Løpe	320 ul/ 100 l Chy-max (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark) Aktivitet på 200 IMCU/ml
Laktase	1.2 ml/l Ha-Lactase 5200 (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark)
Skjæring	pH 4.8 +/- 0.05 Knivavstand 12 mm
Hvile	20 min
Røring og oppvarming	Røreverk settes på hastighet 400 rpm i 1.5 t fra 30- 42 C Røreverket settes på hastighet 700 rpm ved temp. 50 C. Tempo 0.75 t fra 42-55C
Etterving *2,3,4,5	20 min ved 55 C
Myseavtapping 1	70 l
Vanntilsetning 1	70 l pasteurisert vann, 10 C Holdes 15 min
Myseavtapping 2	70 l
Vanntilsetning 2	100 l pasteurisert vann ved 4 C Holdes i 15 min
Myseavtapping 3	70 l
Vanntilsetning 3	100 l pasteurisert vann ved 4 C Holdes i 15 min
Fullstendig avtapping	
Drenering *1,2,3,4,5	Overføring av ostemasse til dreneringskar 2 timer
Tilsetning av dressing *1,2,3,4,5,6	Cottage cheese med 4.3 % fett og 0.4 % salt To ulike varianter (laktase +/-)

Figur 3.2.1. Flytskjema for produksjon av Cottage Cheese med ukonsentrert melk.

* analyseprøver tas ut 1) fasthet, 2) tørrstoff, 3) laktose, 4) protein, 5) fett, 6) sensorisk.

Skummetmelk	Pasteurisering 72 C i 15 sek Mikrofiltreres til 5% protein med keramisk membran 0.1 um porer (Orelis, Salindres, Frankrike)
MF retentat *2,3,4,5	Tempereres til 30-31 C
Syrekultur	DVS, CHOOZIT MC70 (Danisco Cultures, Paris, Frankrike) (1/50 av posens innhold per 100 l) Tines i 30-45 min før tilsetning, syrnes ved 30- 31 C i 6-7 t
Løpe	320 ul/ 100 l Chy-max (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark) Aktivitet 200 IMCU/ ml
Laktase Skjæring	1.2 ml/l Ha-Lactase 5200 (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark) Knivavstand 12 mm pH 4.9 +/- 0.05
Hvile	20 min
Røring og oppvarming	Røreverk settes på 400 rpm 1.5 t fra 30- 42 C Røreverket settes på 700 rpm ved temp. 50 C 0.75 t fra 42-55 C
Etttervarming *2,3,4,5	20 min ved 55 C
Myseavtapping 1	70 l
Vanntilsetning 1	70 l pasteurisert vann, 10 C Holdes 15 min
Myseavtapping 2	70 l
Vanntilsetning 2	100 l pasteurisert vann ved 4 C Holdes i 15 min
Myseavtapping 3	70 l
Vanntilsetning 3	100 l pasteurisert vann ved 4 C Holdes i 15 min
Fullstendig avtapping	
Drenering *1,2,3,4,5	Overføring av ostemasse til dreneringskar 2 timer
Tilsetning av dressing *1,2,3,4,5,6	Cottage Cheese med 4.3 % fett og 0.4 % salt To ulike varianert +/- laktase

Figur 3.2.2 Flytskjema for produksjon av Cottage Cheese med konsentrert melk.

* analyseprøver tas ut 1) fasthet, 2) tørrstoff, 3) laktose, 4) protein, 5) fett, 6) sensorisk.

3.2.4 Tillagning av dressing

Tillagning av dressing ble gjort på samme måte som beskrevet under innledende forsøk.

3.3 Analyser

3.3.1 pH målinger

Måling av pH utviklingen under ystingen ble foretatt ved bruk av et pH- meter Orion perpHect LogR meter, modell 320 (Thermo Fisher Scientific, Beverly, USA) som på forhånd var kalibrert. Til kalibreringen ble det brukt to ulike bufferløsninger (Merck, Darmstadt, Tyskland) ved pH 4 og 7, og mellom hver måling sto pH- elektroden i en KCl- løsning (Merck, Darmstadt, Tyskland). pH- meteret ble ikke kalibrert med hensyn til temperatur. Det ble tatt ut omtrent 10 ml prøve for hver måling ved bruk av en pipette.

3.3.2 Prøveuttak og prøvepreparering

Ostemasse, både med og uten dressing, ble pakket i yoghurt beger (500 ml)(TINE, Norge) eller rømmebeger (250 ml) (TINE, Norge) og satt på kjøling ved 4 °C inntil riktig analysetidspunkt. For kjemiske målinger ble prøvene (fra et og samme beger) rørt opp og deretter overført til plastpose for videre mosing og blanding. Når en jevn og homogen blanding var oppnådd, dannet dette utgangspunkt for videre analyser.

Flytende prøver, henholdsvis melk, fløte, myse og dressing, ble tappet i små ola-begre (SKALA, Norge) underveis i produksjonsprosessen, og satt på kjøling ved 4 °C inntil analysetidspunkt. Prøver som ble analysert for protein og fett, ble fryst ved -18 °C fram til analysetidspunkt. Dette skyltes problemer med analyseinstrumentene de to første ukene, som resulterte i nedfrysning av de første prøvene inntil alt var i orden.

3.3.3 Kjemiske analyser

3.3.3.1 Analyser av karbohydrater og organiske syrer

Innhold av karbohydrater, spesielt med fokus på laktose, glukose og galaktose, ble analysert i melk, myse, dressing, og ost med og uten dressing. Analysen av ost med dressing ble foretatt både på ferske prøver (etter 1 døgn) og lagrede prøver etter 2,7,14 og 21 døgn. Analysen av karbohydratinnholdet i melk, myse, dressing og ost med og uten dressing ble utført ved bruk av high pressure liquid chromatography (HPLC) i henhold til metode av Marsili et al. (1981) som beskrevet av Narvhus et al. (1998) med noen modifikasjoner. Metoden er beskrevet i sin helhet nedenfor.

Det ble veid ut 1.00 g ferdig opparbeidede prøver i syrevaskede 10 ml Belcorør, som deretter ble tilsatt 2.5 ml ionebyttet vann, 200 µl 0.5 M H₂SO₄ (Merck, Darmstadt, Tyskland) og 8 ml acetonitril (Merck). Etter tilsetning av acetonitril ble prøvene vendt et par ganger for hånd, slik at eventuell lekkasje ble sjekket for, før prøvene ble de satt til vending i en MultiRS-60 BIOSAN vendemaskin (Montebello Diagnostics A/S, Oslo, Norge) i 30 min. Deretter ble prøvene sentrifugert i 15 minutter ved 3400 rpm (1917 *x* G) i en Kubota 2010 sentrifuge (Kubota Corporation, Tokyo, Japan). Videre bearbeiding ble utført i avtrekkskap, hvor cirka 5 ml av supernatanten ble tatt opp i en 10 ml steril sprøyte (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) med en engangskanyle på 0.8 x 40 mm (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania). Omtrent 1 ml av prøven ble deretter filtrert med 0.2 µm PTFE Membran (Acrodisc CR 13 mm Syringe Filter, PALL, Storbritannia) over i et HPLC-rør (Agilent Technologies, USA) og tilslutt forseglet med Chromacol 8-SV plastkork med Chromacol 8-ST101 septa. Det ble injisert 25 µl av den opparbeidede prøven i HPLC-instrumentet. De opparbeidede prøvene så analysert ved hjelp av en Aminex HPX-87H kolonne (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA) som ble oppvarmet til 32 °C. For å beskytte kolonnen mot eventuell rusk som ikke var blitt filtrert bort, ble prøvene først kjørt gjennom en forkolonne av typen Cation-H refill (Bio Rad Laboratories). Kolonnen var koblet til en Perkin Elmer serie 200 pumpeystem (Perkin Elmer, Waltham, MA), en Perkin Elmer Series 200 autosampler (Perkin Elmer) og en Perkin Elmer LC 101 kolonneovn (Perkin Elmer). Det ble brukt en 5 mM H₂SO₄ (Merck) som mobil fase og hastigheten var på 0.4 ml per min.

Standardløsningene som ble brukt til kalibrering ble utarbeidet på samme måte som de prøvene som ble analysert, og bestanddelene i prøvene ble identifisert og kvantifisert på bakgrunn av retensjonstid sammenlignet med standardløsningene. Karbohydrater benyttet til standardløsning var laktose, glukose og galaktose (Merck) og av organiske syrer ble sitronsyre, orotinsyre, pyrodruesyre, eplesyre, ravsyre, melkesyre, maursyre, eddiksyre, urinsyre, propionsyre og pyro-glutaminsyre (Sigma-Aldrich, Kina) benyttet til standardløsninger. Karbohydratene ble detektert ved hjelp av en Perkin Elmer Serie 200 RI-detektor, mens organiske syrer ble detektert ved hjelp av en Perkin Elmer Serie 200 UV/VIS-detektor.

3.3.3.2 Protein analyser

Proteininnhold ble analysert ved bruk av Kjeldahl- prinsippet som beskrevet av Skeie (2015). Det ble analyser for mengde total nitrogen (TN), løselig nitrogen (LN) og TCA-løselig nitrogen (TCA- LN) i ost med og uten dressing, og total nitrogen (TN), ikke-protein nitrogen (IPN) og ikke-kasein nitrogen (IKN) i flytende prøver som melk, myse og dressing. De benyttede metodene for analyse av total nitrogen i ost er basert på IDF standard 20A (2014), og analysemetode for mengde løselig nitrogen og TCA løselig nitrogen er basert på metode beskrevet av Sode- Mogens (1947). Eneste avvik fra metoden var i forhold til prøveopparbeidelse av ost, hvor 12.5 g most ost kun ble kjørt i omnimikser (OMNI International, Kennesaw, USA) én gang ved hastighet 4.

Til analyse av flytende prøver ble følgende prosedyrer fulgt for analyse av total nitrogen (TN), ikke - protein nitrogen (IPN) og ikke - kasein nitrogen (IKN). Prosedyrene er i henhold til IDF standard 20 (IDF, 2014).

For total nitrogen (TN) ble det veid ut 0.5 g melk direkte i Kjeldahl-røret.

For ikke-protein nitrogen (IPN) ble 10 g løsning veid i 50 ml erlenmeyerkolbe, og vekt notert (L). Deretter ble det fortynnet med cirka 40 g av 10 % trikloredikksyre (TCA) (Merck), og ny vekt notert (V). Det skulle være omtrent 50 g totalt med løsning etter fortynning. Denne løsningen ble deretter filtrert ved bruk av hvitt 150 mm diameter

Whatman™ filter (White ribbon 589/2, Gmbh, Dassel, Tyskland) plassert i en plasttrakt. Tilslutt ble 5 g av filtratet veid i Kjeldahl- rør og endelig vekt notert (F).

For analyse av ikke- kasein nitrogen (IKN) ble det veid ut 40 g av løsning i en erlenmeyerkolbe og vekt ble notert (L), før 40 ml destillert vann ble tilsatt. Løsningen ble satt i 35 °C varmebad og tilsatt 4 ml 10 % (w/v) eddiksyre (Merck), med en pipette. Etter 5 - 10 min ble det tilsatt 4 ml 1 M natriumacetat (Merck). Blandingen ble avkjølt i isvann til romtemperatur før pH måling (PHM92, Radiometer Analytical S.A., Lyon, Frankrike). pH måtte videre justeres etter noen minutter slik at den endelige pH lå rundt 4.6 ± 0.05 . Justeringen ble gjort ved å tilsette enten 10 % (w/v) eddiksyre (Merck) eller 1 M natriumacetat (Merck), og overført til en ny erlenmeyerkolbe. Prøven ble veid, og kolben ble skylt med destillert vann til omtrent 100 g. Tilslutt ble prøven filtrert med hvitt 150 mm diameter Whatman™ (Gmbh) filter og 2 g filtrat ble veid opp i Kjeldahl-rør. Vekten ble notert (F).

Alle løsningene ble tilsatt en kjeltablett (Kjel tabs Auto, Thompson & Capper Ltd. Cheshire, England) og 3 ml 96 % svovelsyre (Merck, Darmstadt, Tyskland) i Kjeldahl-røret for opparbeidelse. Prøvene ble opparbeidet ved bruk av Tecator™ Digestor 20 Auto (Foss, Höganäs, Sverige) og analysene ble utført med bruk av Kjeltec™ 8400 analyser unit (Foss, Höganäs, Sverige).

Total protein (TP) ble beregnet ved å trekke IPN fra TN. Kasein (K) ble beregnet ved å trekke IKN fra TN. Native myse proteiner ble beregnet ved å trekke IPN fra IKN. De oppnådde verdiene ble multiplisert med en Kjeldahlfaktor på 6.38 for å beregne innholdet av proteinkomponentene (McSweeney and Fox, 2009; Jørgensen et al., 2015).

3.3.3.3 Fett analyser

Fettprosenten i melk, dressing, ost med dressing ble bestemt ved hjelp av metoden angitt i Meierienes analysebok, henholdsvis "Fett i melk (Gerber)- metode nr. 602", og "Fett i hvitost - metode nr. 706" (1989a). Metodene følger IDF standarder for fettanalyse av ost (IDF, 2004a) og melk (IDF, 2008). Metodene er beskrevet i sin helhet i påfølgende avsnitt.

For analyse av fett i osteprøver, ble det veid ut omtrent 4.00 g prøve i et melkebutyrometer (Funke Gerber, Berlin, Tyskland), og det ble brukt en vekt av typen Mettler PH 480 Delta Range (Mettler- Toledo, Greifensee, Sveits). Hver prøve med ost ble tilsatt 1 ml amylalkohol (Merck) ved hjelp av automatpipette, og det ble deretter tilsatt en blanding av 7.5 ml vann og 10 ml konsentrert svovelsyre (Merck) som på forhånd ble blandet i et 100 ml begerglass. Butyrometrene (Funke Gerber, Berlin, Tyskland) ble forseglet med tilhørende korker og ristet godt for å sikre god oppløsning av ost. Uoppløste prøver ble satt med korken opp i vannbad (Funke Gerber, Berlin, Tyskland) ved 65 °C i 5 min. Deretter ble de snudd og sto i ytterligere 1-2 min i vannbad før prøvene ble satt i en oppvarmet sentrifuge i 10 minutter (Funke Gerber, Berlin, Tyskland). Korken ble vridd på et par ganger for å justere fettsøylen til nærmeste strek på skalaen og verdien på butyrometeret ble lest av. Fettprosenten ble beregnet ved å gange tallet på butyrometeret med 11 og deretter dele på mengde innveid prøve i gram.

For analyse av flytende prøver med forventet fettprosent mellom 0-7, herunder melk og retentat, ble det ved hjelp av volumetrisk pipette (modell 3431, Funke Gerber) overført 10.73 ml som ble forsiktig overført til et melkebutyrometer (Modell 3153, Funke Gerber) som på forhånd ble tilsatt 10 ml svovelsyre (Merck) ved bruk av automatpipette. Det ble deretter tilsatt 1 ml amylalkohol (Merck) med automatpipette før prøvene ble forseglet med tilhørende kork og ristet kraftig for hånd i omtrent 0.5 min. Prøvene ble satt i oppvarmet sentrifuge (Funke Gerber, Berlin, Tyskland) i 7 min, etterfulgt av 5 min med korken ned i vannbad (Funke Gerber, Berlin, Tyskland) ved 65 °C. Fettsøylen ble justert til nærmeste hele delstrek og fettprosenten ble avlest direkte fra skalaen på butyrometeret.

For analyse av flytende prøver med forventet fettprosent over 10, ble det brukt et fløtebutyrometer (Funke Gerber). Det ble tilsatt 10 ml svovelsyre (Merck), 5 ml destillert vann og 5 ml av prøven før 1 ml amylalkohol (Merck) ble tilsatt. Etter forsegling, ble innholdet blandet ved risting og vending av butyrometeret før sentrifugering i 5 min i oppvarmet sentrifuge (Funke Gerber). Verdien ble lest av etter 5 min temperering i 65 °C vannbad (Funke Gerber).

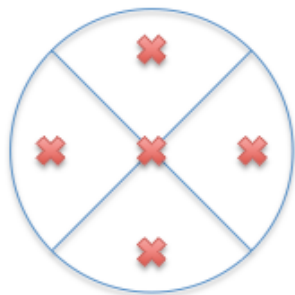
3.3.3.4 Tørrstoffanalyser

Måling av tørrstoff i prøvene ble gjort på ystemelk, ost, myse, dressing og ost med dressing, og dette ble utført i overensstemmelse med beskrivelse i Meierienes analysebok, metode 702 "Tørrstoff i hvitoststoff (1989b)" og metode 608 "Tørrstoff i melk og skummetmelk (1990)". Disse metodene følger IDF standarder for bestemmelse av tørrstoff i ost (IDF, 2004b) og melk- og fløte (IDF, 2010).

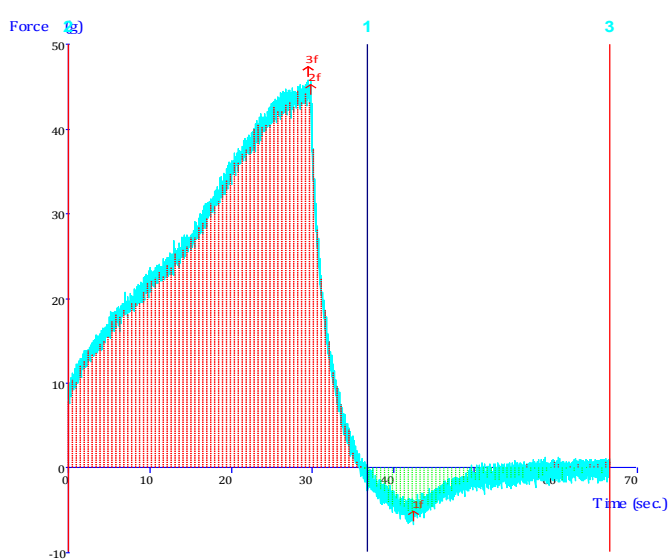
Omtrentlige mengder prøve, herunder 2 g flytende prøver eller 5 g ost, ble veid ut i aluminiums skåler med diameter 60 mm, og deretter satt i tørkeskap av typen TS4000 (Termaks, Norge) ved 102 °C i 4 timer (flytende) eller 20 timer (ost) etter utveining. Det ble benyttet en vekt av typen Mettler PH 480 Delta Range (Mettler- Toledo, Greifensee, Sveits). Prøvene ble avkjølt 30 min i eksikkator før innveining av tørr prøve. Forholdet mellom vekten før og etter tørking var utgangspunktet for beregning av mengde tørrstoff i prøvene.

3.3.4 Konsistensmålinger

Konsistensen av osten ble målt ved bruk av instrumentet *Texture Analyser* (XT2i, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England), med en 25 kg lastecelle. Versjonen på programvaren var 7.13. Osten, både med og uten dressing, ble målt direkte i 500 ml eller 250 ml plast beger (TINE, Norge) etter 1 døgn, 1 uke, 2 uker og etter 3 uker. Ost ble tatt fra kjøleskapet (4 °C) og plassert under en 25 mm sylindrisk probe (SMS P/0.5) kort tid etterpå. Proben ble beveget med en hastighet på 1 mm s⁻¹ til overflaten og det ble brukt en utløserkraft på 10 g. Proben ble innstilt til å penetrere prøven til en dybde på 30 mm, og ble presset ned i 5 ulike områder i begeret, slik det er vist i Figur 3.3.1. Resultatene fra målingene ble vist grafisk, der tilført kraft (g) ble vist som funksjon av tid (sek). En macro ble kjørt etter hver enkelt måling, og punktene som ble registrert er vist i Figur 3.3.2 . Toppunktet (2f) på grafen, indikerte fastheten der proben var 30 mm ned i prøven, og det er denne verdien som blir brukt som indikasjon på fastheten til prøvene i denne oppgaven.



Figur 3.3.1. Punkter i begeret der målinger ble utført av teksturanalysatoren.



3f: Bruddpunkt i gel

2f: Gelstyrke ved satt probedybde

1f: Klebelighet

1,2,3= ankerfeste for beregning av areal

Figur 3.3.2. Eksempel på opparbeidet graf ved bruk av Texture Analyzer. Kraft (g) som funksjon av tid (sekunder).

3.3.5 Sensorisk analyse

Prøver av Cottage Cheese ble profilert ved TINE FoU av fem til syv dommere en uke etter hver produksjon. All data ble samlet inn og analysert ved hjelp av dataprogrammet EyeQuestion™ (versjon 3.18.1, Logic8 BV, Nederland).

Det ble utført en kvalitetsbedømmelse av prøvene før profileringen, med den hensikt å sjekke at prøvene kunne karakteriseres som Cottage Cheese. Testen ble gjort som fellesbedømmelse med to dommere. Prøvene ble bedømt etter utseende, konsistens og lukt/smak, og disse egenskapene ble bedømt på en 5-poeng skala der 5 poeng var i

henhold til sensorisk spesifikasjon for Cottage Cheese. Når man gav 3 poeng eller lavere skulle avviket fra sensorisk spesifikasjon være tydelig og man måtte rapportere hvilken feil man hadde trukket for.

Selve profileringen ble gjennomført med standard sensorisk prosedyre. Et trent sensorisk panel (antall dommere mellom 5-7 per gang) bedømte produktenes egenskaper samt intensitet til de utvalgte egenskapene på en 9 poengs intensitetsskala. De 13 utvalgte egenskapene var farge, kornstørrelse, fordeling av kornstørrelse, dressingmengde, kremethet dressing, konsistens til korn, saftighet til korn, syrlighet, aromatisk smak, besk smak, mysesmak, oksidert smak og bismak.

Det ble utført en kalibrering, eller en såkalt pretest, av panelet før hver profilering ble gjennomført. I pretesten fikk hver dommer utlevert en prøve med Cottage Cheese og ble bedt om å bedømme denne opp mot de 13 egenskapene. Etter gjennomføringen av pretesten ble resultatene gjennomgått i fellesskap, og de forskjellige egenskapene til prøven ble oppsummert og drøftet. Formålet var å oppnå enighet om hvordan egenskapene til prøvene skulle bedømmes.

All den sensoriske analysen ble gjennomført med god sensorisk praksis, det vil si bruk av standardisert mengde prøve og temperatur, nøytralt serveringsutstyr og lokale, og bruk av tilfeldige tresifrede koder. Hvert produkt ble vurdert 2 ganger og prøvene ble servert i en tilfeldig og balansert rekkefølge. Både nummereringen av prøvene og serveringsrekkefølgen ble utarbeidet og oppgitt av dataprogrammet EyeQuestion™ (Logic8 BV, Nederland).

3.4 Statistiske analyser

Dataene ble analysert ved hjelp statistikkprogrammet R (versjon 3.1.1 GUI 1.65, R Development Core -teamet; <http://www.r-project.org>). Det ble foretatt tosidet t-test, variansanalyse (ANOVA), både type 2 og type 3 (med interaksjon), samt post hoc parvis test (Tukey) og dimensjonsanalyse (PCA) Det ble brukt et signifikansnivå på 5 % på alle analysene i hovedforsøket. Signifikansnivå på 10 % ble brukt på innledende forsøk og for Milkoscan analyser.

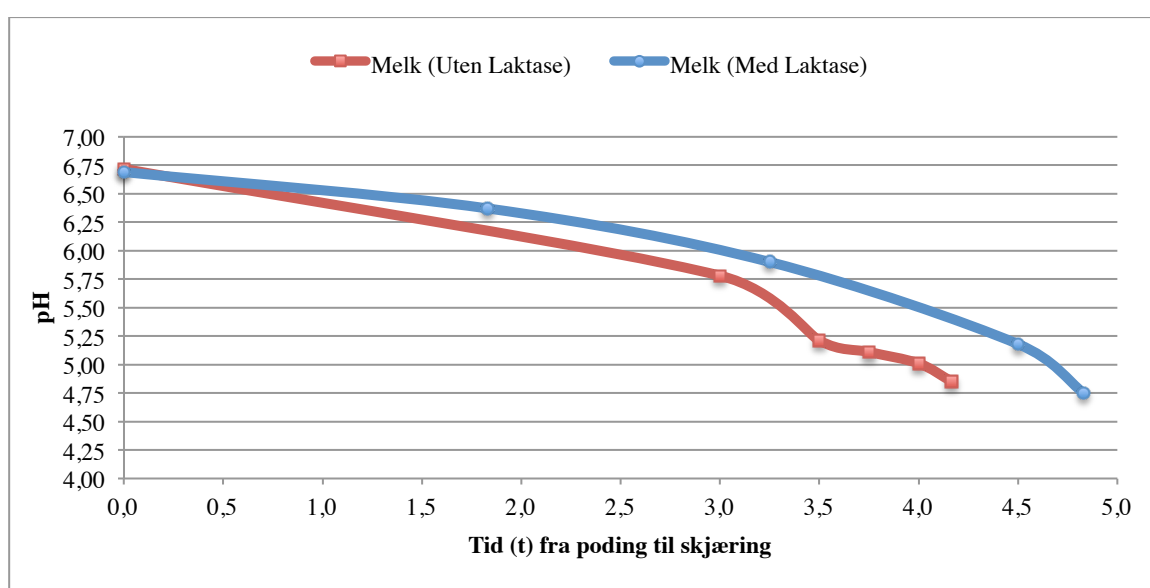
4 Resultater

Ulike prøver er behandlet separat med hensyn til statistiske analyser.

4.1 Resultater fra innledende forsøk

4.1.1 Syrning

Det ble foretatt målinger av pH underveis i syrningen av ystemelken, og resultatet fra målingene er vist i Figur 4.1.1 nedenfor.

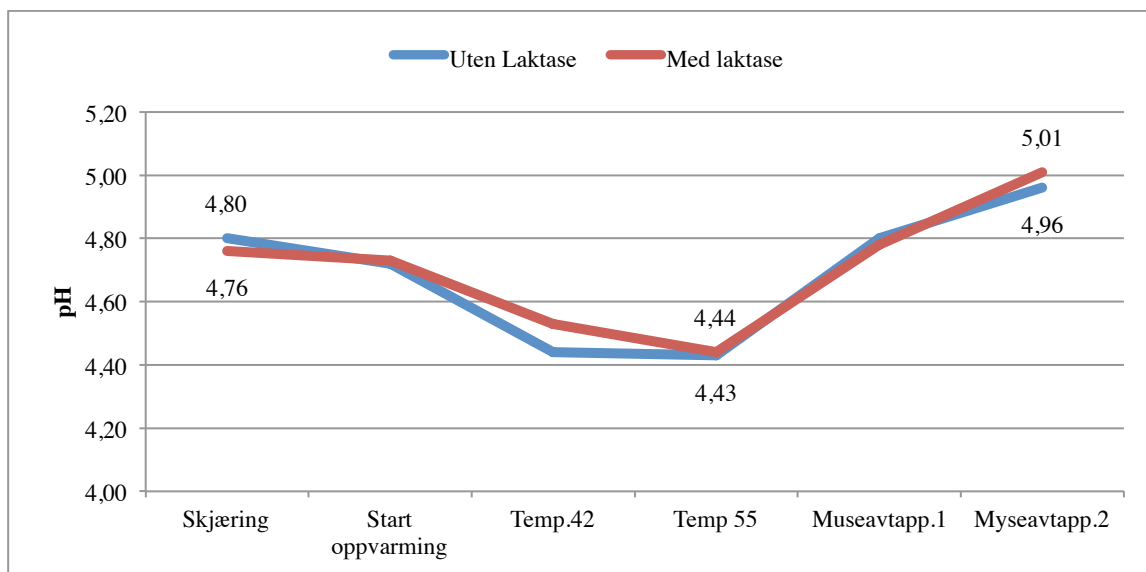


Figur 4.1.1. Syrningsforløp for ukonsentrert melk med laktase og melk uten laktase ved 32 °C.

Som det er vist i Figur 4.1.1 brukte melk med laktase og uten laktase henholdsvis 4.8 timer og 4.4 timer for å nå ønsket pH rundt 4.8 ± 0.05 .

4.1.2 pH under produksjon

Det ble foretatt pH målinger underveis i produksjonen i det innledende forsøket, og resultatene er oppsummert i påfølgende Figur 4.1.2.



Figur 4.1.2. pH ved ulike trinn i produksjon av Cottage Cheese i innledende forsøk. Ysting med ukonsentrert melk.

pH ble redusert gradvis frem til slutten av ettervarmingstrinnet på 55°C. Deretter økte pH ved påfølgende vanntilsetninger og myseavtappinger. Slutt- pH var høyest i ostemasse ystet med laktase.

4.1.3 Utbytte

Ferdig drenert ostemasse ble overført til plastkasser og veid. Resultatene er vist i Tabell 4.1.1.

Tabell 4.1.1. Utbytte per 100 liter melk fra ysting i innledende forsøk for ukonsentrert melk med eller uten laktase.

Kar	Uten laktase	Med laktase
Vekt (kg)	26.7	30.2

Det ble et større utbytte av ysting med melk tilsatt laktase. Dreneringen var vel og merke ikke helt optimal. Det var mye myse igjen i ostekorna, hvorav ost fra kar med laktase hadde en høyere myseandel enn ost fra kar uten laktase.

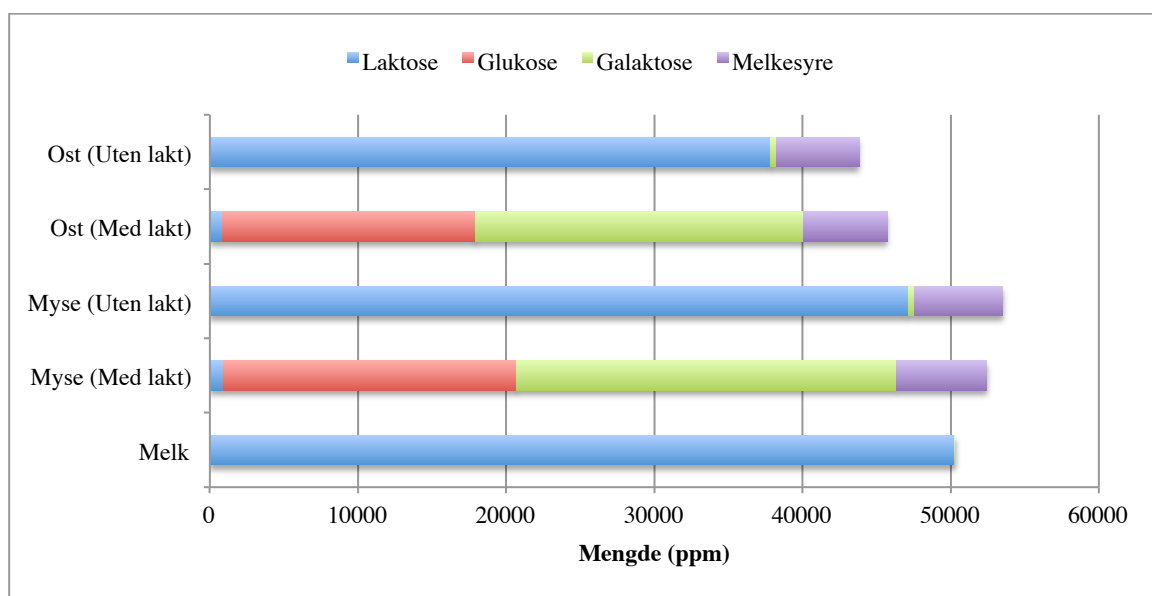
4.1.4 Kjemiske analyser

4.1.4.1 Analyse av karbohydrater og organiske syrer

Innholdet av ulike karbohydrater og organiske syrer ble analysert ved bruk av HPLC.

Det ble utført analyse på ulike prøver tatt underveis i produksjonen, henholdsvis ystemelken, myse og ostemasse før tilsetning av dressing. Resultater fra disse målingene er vist i Lakt = laktase

Figur 4.1.3. Resultater for analyse av ferdig ost med tilsatt dressing (Cottage Cheese) er vist i Figur 4.1.4.

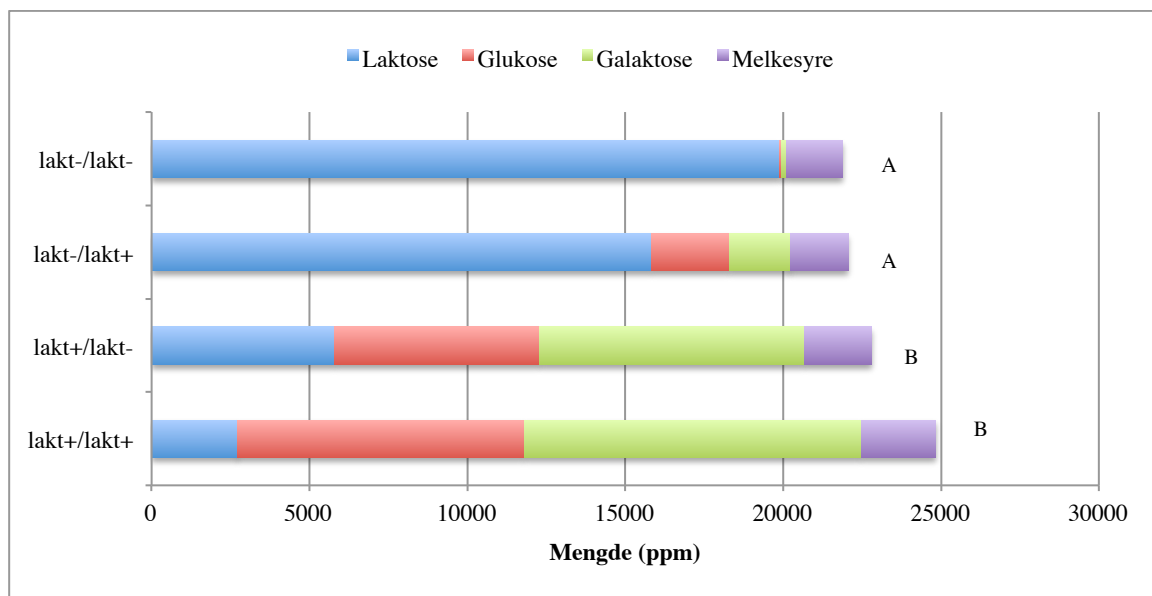


Lakt = laktase

Figur 4.1.3. Innhold av utvalgte karbohydrater og melkesyre i prøver fra innledende forsøk.

Som vist i Lakt = laktase

Figur 4.1.3 ble mengde laktose redusert i løpet av ysteprosessen, samtidig som mengde melkesyre økte. Prøver med laktase inneholdt mindre laktose enn prøver uten laktase, henholdsvis mellom 800 – 900 ppm, og konsentrasjonen av både glukose og galaktose var mye større i prøver tilsatt laktase. Forekomst av melkesyre var ganske likt mellom prøver med laktase og uten laktase, henholdsvis mellom 5600 – 6000 ppm.



Lakt= laktase, med (+), uten (-), i melk/ dressing. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell ($P < 0.1$).

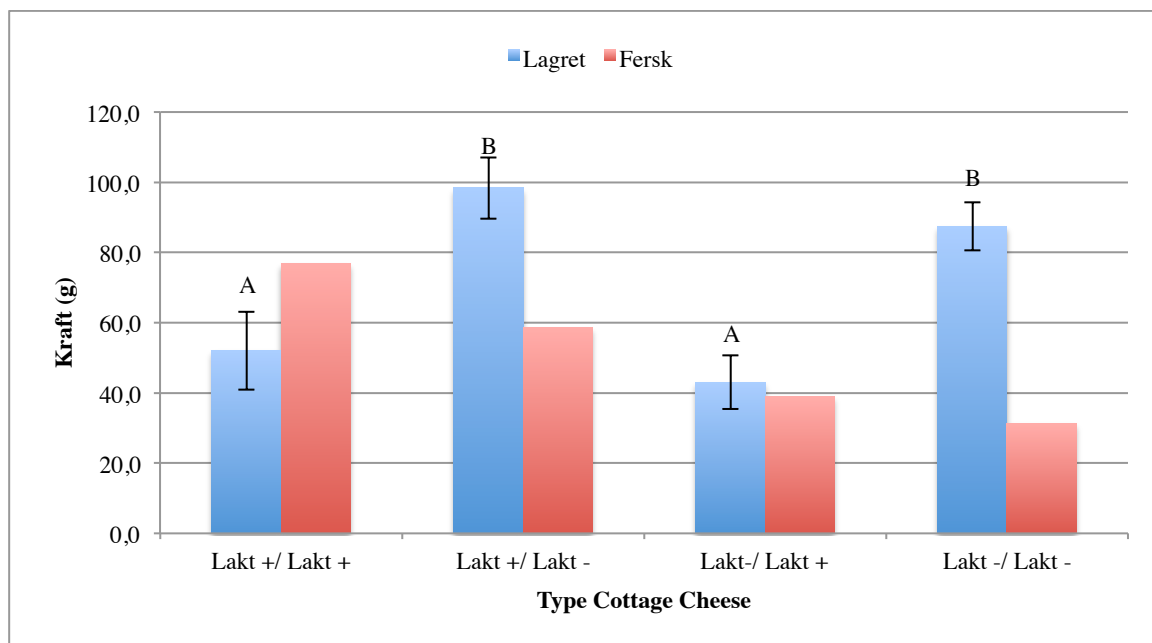
Figur 4.1.4. Mengde laktose, glukose, galaktose og melkesyre i Cottage Cheese basert på ukonsentrert melk i innledende forsøk.

Det var signifikant mindre laktose, og signifikant høyere forekomst av glukose og galaktose i prøvene med laktase tilsatt melk. Cottage Cheese med laktase i melk og dressing (lakt+ /lakt +) hadde minst laktose, henholdsvis 2714 ppm, og mest laktose ble målt i Cottage Cheese uten laktase i melk eller dressing (lakt-/lakt-), henholdsvis 19874 ppm. Mengden melkesyre var noe høyere for variantene med laktase i ystemelk sammenlignet med variantene uten laktase i ystemelk, henholdsvis 2300 ppm og 1800 ppm.

4.1.5 Analyser av konsistens

Fastheten til de fire variantene med Cottage Cheese, som ble produsert under det innledende forsøket med ukonsentrert melk, ble målt etter produksjon, samt etter lagring i 3 uker. Resultatene er vist i Lakt = laktase, med (+), uten (-), i melk/ dressing. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell ($P < 0.05$)

Figur 4.1.5 nedenfor.



Lakt = laktase, med (+), uten (-), i melk/ dressing. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell ($P < 0.05$)

Figur 4.1.5. Fasthet til Cottage Cheese produsert i innledende forsøk med ukonsentrert melk, etter 1 dag og 3 ukers kjølelagring.

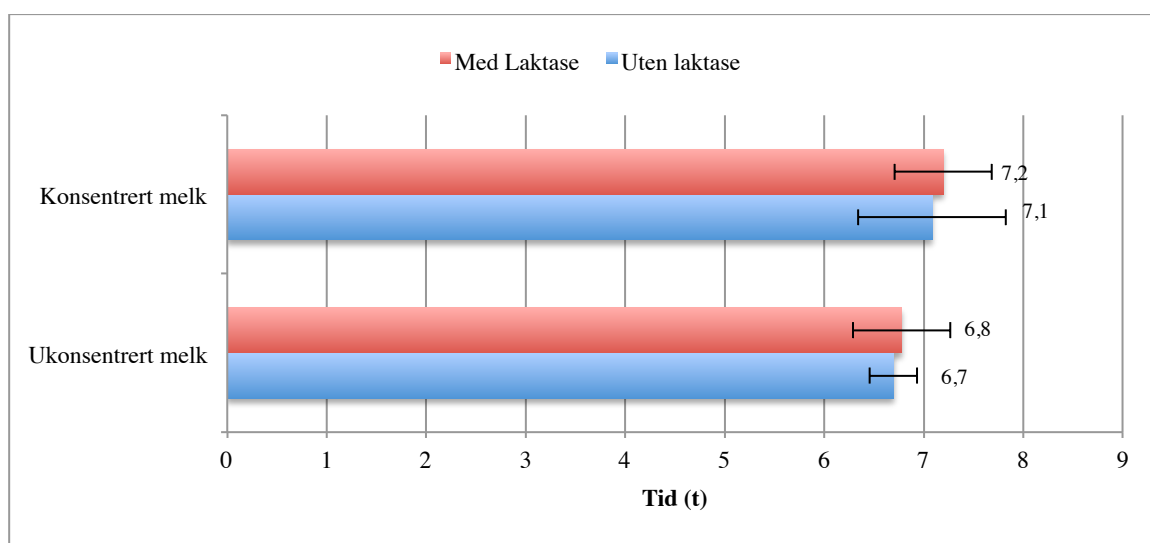
Grunnet for få antall målinger var det ikke mulig å utføre statistiske beregninger av fasthet på ferske prøver. Målingene av ferske prøver viste at Cottage Cheese ystet med melk tilsatt laktase var fastere enn Cottage Cheese uten laktase i melken, og laktase i dressing så også ut til å gi økt fasthet. Fastheten endret seg under lagring og fastheten varierte mellom de ulike variantene. Det var ingen signifikant forskjell mellom melk med og uten laktase, men det var signifikant forskjell mellom lagrede typer med og uten tilsetning av laktase i dressing, hvor variantene uten laktase i dressingen var fastere enn de med laktase i dressing. Det virket som fravær av laktase i dressing bidro til større økning i fasthet under lagring.

4.2 Resultater fra hovedforsøk

4.2.1 Syrning

Tid fra karet ble podet med syrekultur til skjæring av koagel ble målt for hver ysting, og resultatene er oppsummert i $n=3$

Figur 4.2.1. Verdiene er gjennomsnitt av 3 gjentak.



$n=3$

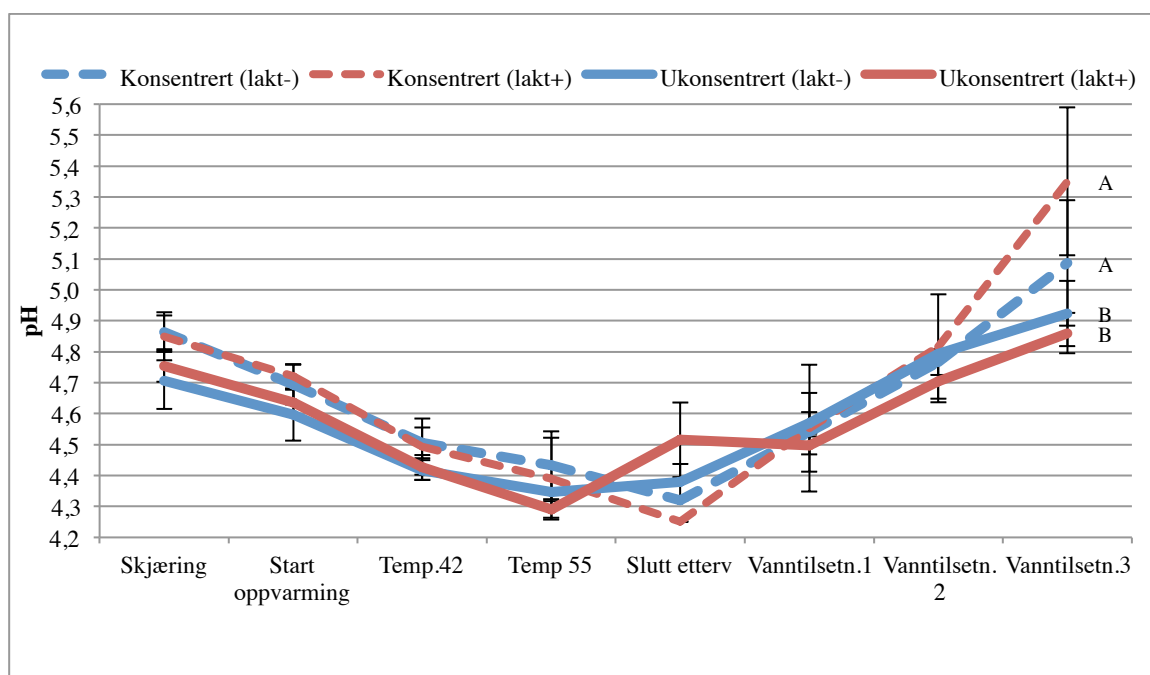
Figur 4.2.1. Gjennomsnittlig syrningstid for ystemelk med ulik proteinkonsentrasjon, med og uten laktase tilsatt.

Selv om figuren viser at syrningen tok lenger tid ved bruk av konsentrert melk i forhold til syrning av ukonsentrert melk, var ikke forskjellene signifikante. Heller ikke forskjellen observert mellom syrningstider ved bruk av laktase var signifikant.

4.2.2 pH under produksjon

Det ble målt pH gjennom hele produksjonsprosessen for å vite pH ved sentrale trinn slik som skjæring, ettervarming, og skylling (Her: omtalt som vanntilsetning). Resultater av målingene er vist i Figur 4.2.2 for ysting med ukonsentrert melk og konsentrert melk.

Verdiene er basert på gjennomsnitt av 3 gjentak.



n = 3. Lakt= laktase. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell (P < 0.05).

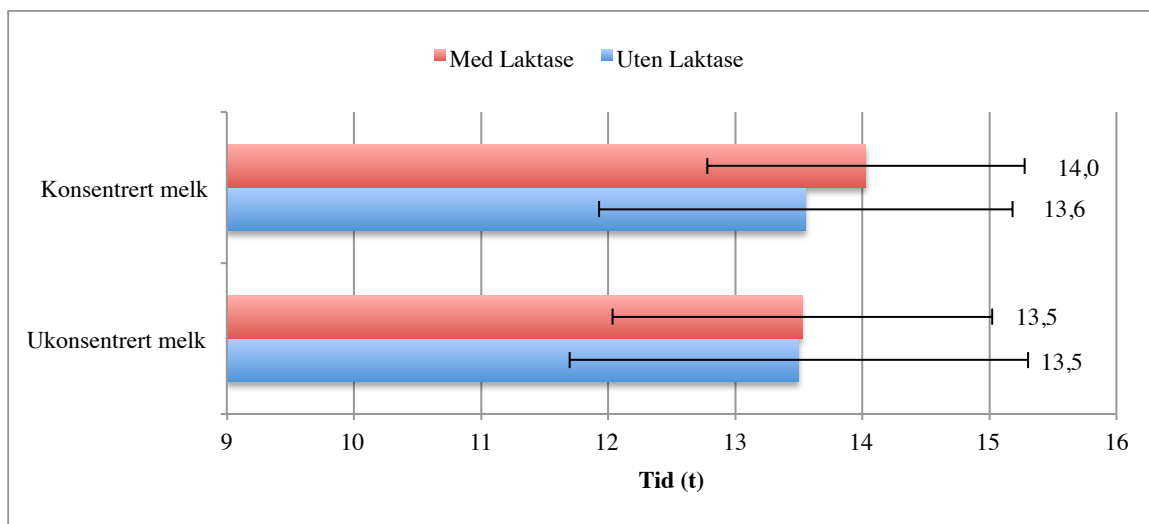
Figur 4.2.2. pH ved ulike trinn i produksjon av Cottage Cheese basert på ukonsentrert og konsentrert melk.

Som vist i Figur 4.2.2. ble skjæring av koagel fra ukonsentrert melk foretatt rundt 4.7, for melk uten laktase og 4.75 for melk med laktase, og skjæring av konsentrert ble foretatt rundt 4.85. Etter skjæring sank pH i ukonsentrert jevnt frem til ettervarmingen, mens pH i konsentrert sank frem til slutten av ettervarmingen. Deretter å økte pH gradvis, da skyllingen ble satt i gang. Slutt - pH var signifikant høyere for ost av konsentrert melk enn ost av ukonsentrert melk, og forskjell mellom kar uten laktase og karet med laktase var ikke signifikant.

4.2.3 Produksjonstid

Tiden fra tilsetning av syrekultur til ystemelken frem til tilsetning av dressing i ostemassen ble registrert, og resultater er oppsummert i n = 3

Figur 4.2.3 nedenfor. Dreneringstid var på 2 timer uavhengig av tilstand. Dreneringen var fast for at alle gjentakene skulle behandles likt.



n = 3

Figur 4.2.3. Total produksjonstid (timer) for produksjon av Cottage Cheese. Tid er inkludert syrning (short-set) og frem til innblanding av dressing.

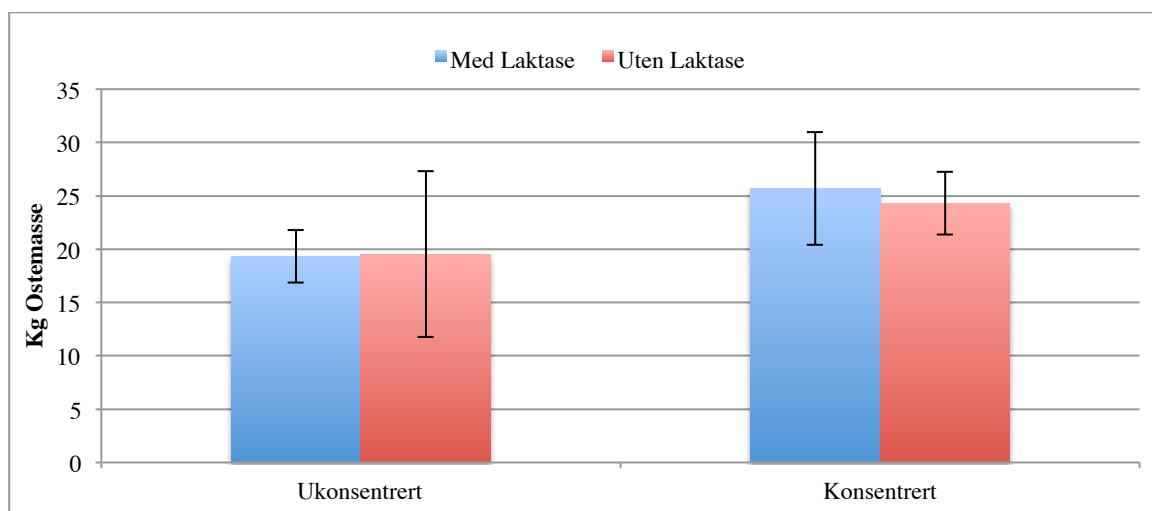
Slik det fremstår i $n = 3$

Figur 4.2.3 var det ingen signifikant forskjell i produksjonstid mellom ysting med to ulike utgangspunkt i proteinkonsentrasjon ($P > 0.05$). Selv om det ikke var signifikant forskjell kan det likevel poengteres at det var en tendens til forskjell mellom ysting med og uten laktase for ysting med konsentrert melk, da ysting med laktase brukte i snitt 28 min lenger tid.

Det er verdt å merke seg at det var problemer med oppvarming og varmeregulering på ystekarene, og tidsbruken ble noe ulik for hvert gjentak. Ystekaret med melk uten laktase var mye mer ustabil når det gjaldt temperaturregulering, noe som resulterte i lenger oppvarmingstid enn det andre karet de to første gjentakene. Det siste gjentaket var det derimot trøbbel med varmejusteringen på karet med laktase, noe som resulterte i lenger oppvarmingstid for å nå ønsket temperatur. Dette påvirket den totale produksjonstiden.

4.2.4 Utbytte

Ostemasse ble veid etter drenering i 2 timer, og vekt (kg) er oppsummert i Figur 4.2.4.



n = 3

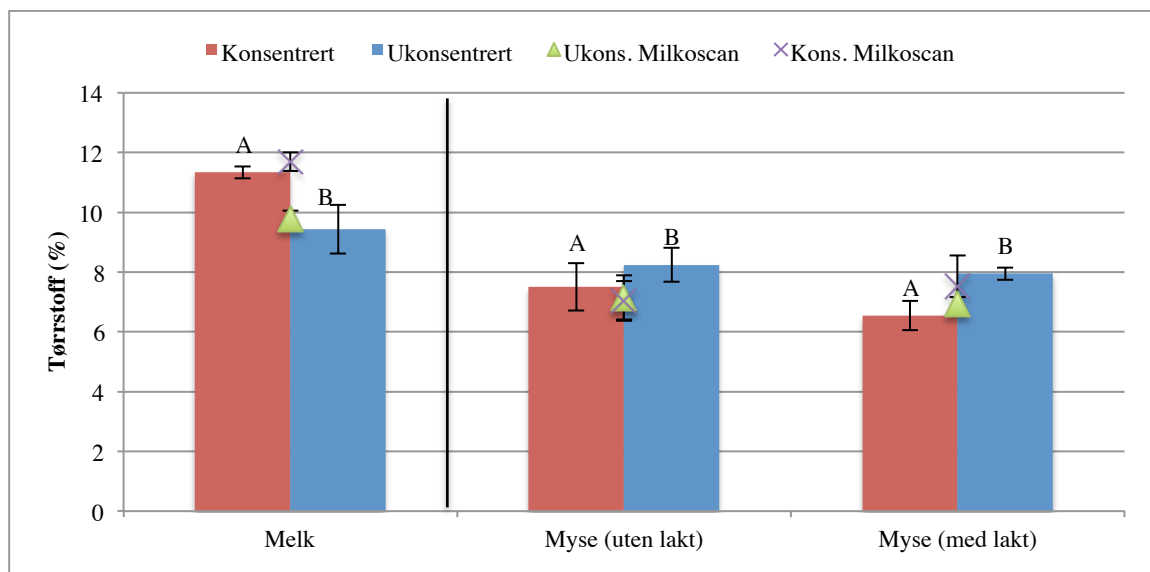
Figur 4.2.4. Utbytte av ostemasse (kg) per 100 l ystemelk, enten ukonsentrert eller konsentrert melk, med eller uten laktase tilsatt.

Som vist i $n = 3$

Figur 4.2.4 viste statistiske analyser ingen signifikant effekt ($P > 0.05$) av konsentrering eller bruk av laktase. Ostekorna var bløte, og de ukonsentrerte virket mindre faste enn de konsentrerte.

4.2.5 Analyser av tørrstoff

Tørrstoffanalyser av flytende prøver, herunder ukonsentrert og konsentrert melk, og myse, ble utført dagen etter produksjon, og resultatene er vist i Figur 4.2.5.

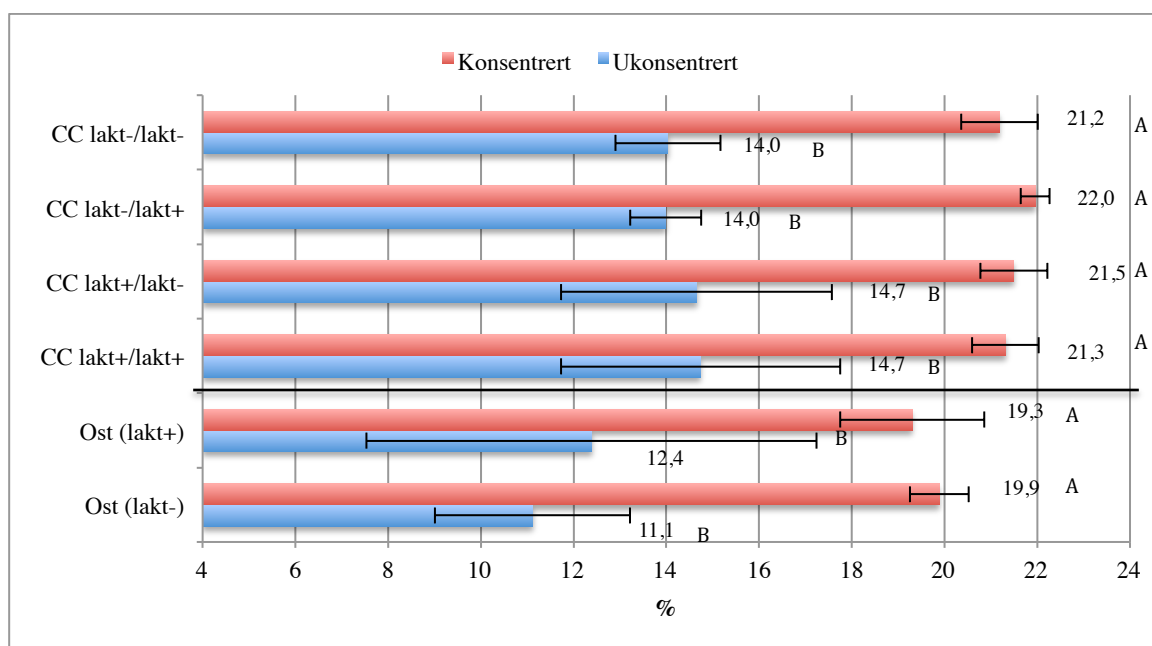


n = 3, med unntak av myse basert på ukonsentrert melk, der n = 2. Lakt = laktase. Melk og myse ble statistisk sett behandlet hver for seg. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell ($P < 0.05$).

Figur 4.2.5. Samlet tørrstoff (TS %) for flytende prøver basert på standard prosedyre og Milkoscan.

Konsentrert melk hadde signifikant høyere TS enn ukonsentrert melk. TS i myse fra konsentrert melk var signifikant lavere enn TS i ukonsentrert myse. Det var ingen signifikant forskjell mellom mysevariantene med laktase og de uten laktase. Det var ingen signifikant forskjell mellom verdier oppnådd med standard prosedyre og Milkoscan.

Det ble foretatt tørrstoffanalyser av ost med og uten dressing, og resultatene er oppsummert i påfølgende Figur 4.2.6. Det ble ystet med to typer ystemelk, henholdsvis en ukonsentrert melk (U) og en konsentrert melk, (K) som enten var med laktase (lakt +) eller uten laktase (lakt -). Det ble brukt to ulike typer dressing med laktase (lakt +) eller uten laktase (lakt -). Det ble derfor fire ulike ostemasser, og åtte ulike varianter av Cottage Cheese som dermed ble analysert.



n = 3. CC= Cottage Cheese, Lakt = enzymet laktase, Melk/ dressing, med (+), uten (-). Ost og CC ble statistisk sett behandlet hver for seg. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell ($P < 0.05$).

Figur 4.2.6. Samlet tørrstoff (TS%) for ost med og uten dressing.

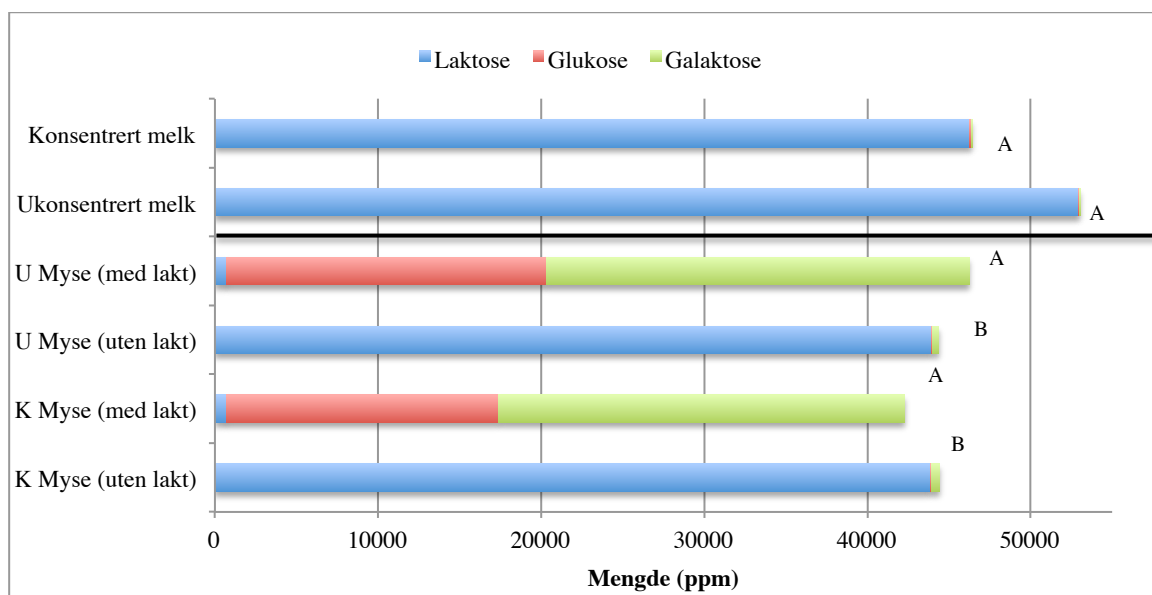
Det er tydelig at TS % øker med tilsetning av dressing til osten. Ost basert på konsentrert melk, både med og uten dressing, hadde signifikant høyere TS enn ost som var ystet med ukonsentrert melk. Cottage Cheese basert på konsentrert melk hadde signifikant høyest TS, sammenlignet med Cottage Cheese basert på ukonsentrert melk. Standardavviket var større for Cottage Cheese basert på ukonsentrert melk, enn de konsentrerte. Det var ikke noen signifikant forskjell i TS for varianter ystet med laktase eller uten laktase.

4.2.6 Analyser av karbohydrater og organiske syrer

Det ble foretatt målinger av laktose, glukose, galaktose og melkesyre i ystemelk, myse og ost med og uten dressing. Målinger av Cottage Cheese ble foretatt jevnlig utover en periode på 3 uker, med uttak 1-, 2-, 7-, 14- og 21 dager etter produksjon.

Karbohydratinnholdet i flytende prøver er vist i Figur 4.2.7 og mengde melkesyre i flytende prøver er vist i Figur 4.2.8. Mengden og fordelingen av karbohydrater i fersk Cottage Cheese (1 dag etter produksjon) er vist i Figur 4.2.9 basert på ukonsentrert melk

og konsentrert melk. Utvikling av laktosemengde i Cottage Cheese er vist i Figur 4.2.10.

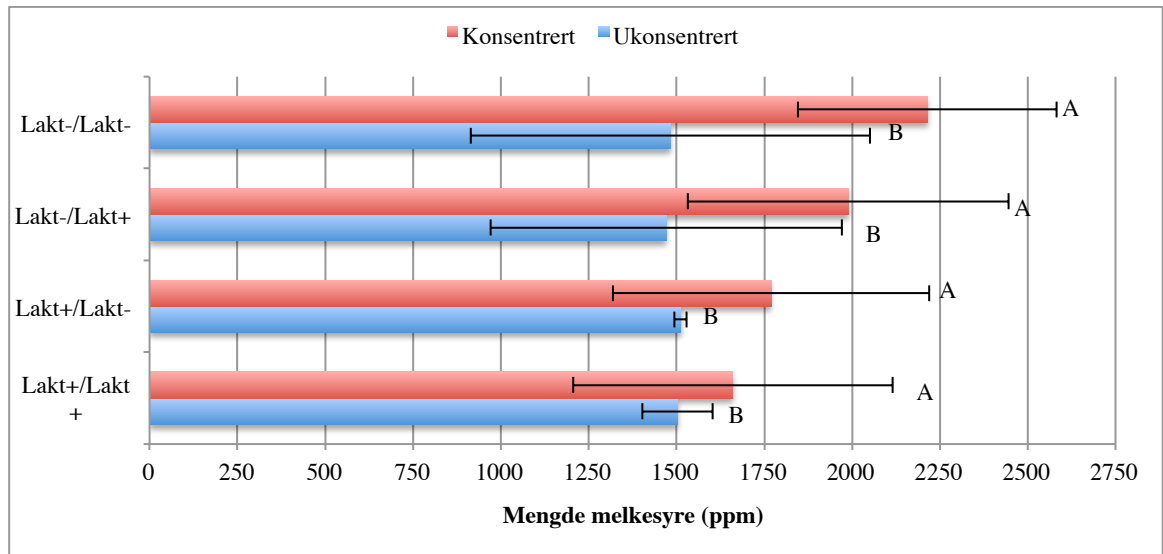


n = 3, med unntak av myse (med lakt) og myse(uten lakt) der n = 2. K= konsentrert, U= ukonsentrert, lakt= laktase. Melk og myse ble statistisk sett behandlet hver for seg. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell (P < 0.05).

Figur 4.2.7. Mengden og fordelingen av karbohydrater i ystemelk (ukonsentrert eller konsentrert melk) og myse med og uten laktase.

Figur 4.2.7 viser at laktose var dominerende karbohydrat i flytende prøver uten laktase. Prøver tilsatt laktase hadde et signifikant høyere innhold av glukose og galaktose og signifikant lavere innhold av laktose enn prøver uten laktase. Figuren viser en tendens til at mengden laktose ble noe redusert ved mikrofiltrering, men konsentrerte prøver hadde ikke signifikant mindre laktose enn ukonsentrerte prøver.

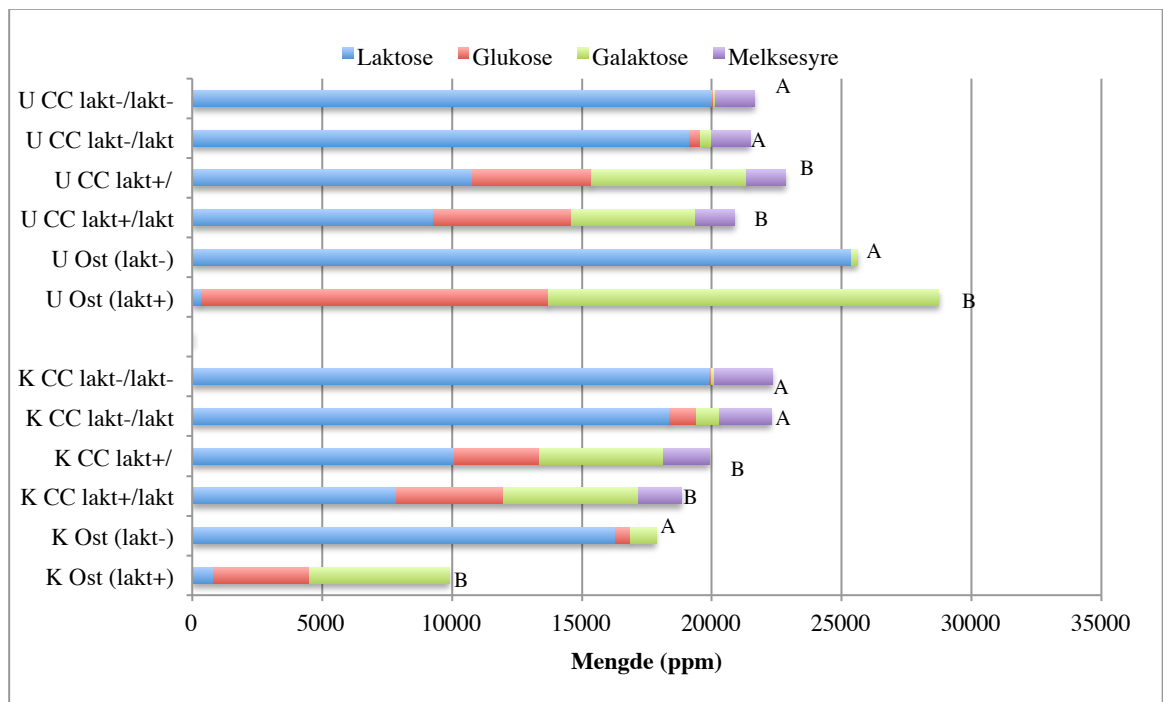
Innholdet av melkesyre i ferske prøver av Cottage Cheese er vist i Figur 4.2.8.



n = 3. Lakt= laktase, i melk/ dressing, med (+), uten (-). Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell (P < 0.05).

Figur 4.2.8. Melkesyre i ferske prøver av Cottage Cheese.

Figur 4.2.8 ovenfor viser at innholdet av melkesyre var signifikant høyere i variantene basert på konsentrert melk i forhold til variantene basert på ukonsentrert melk.

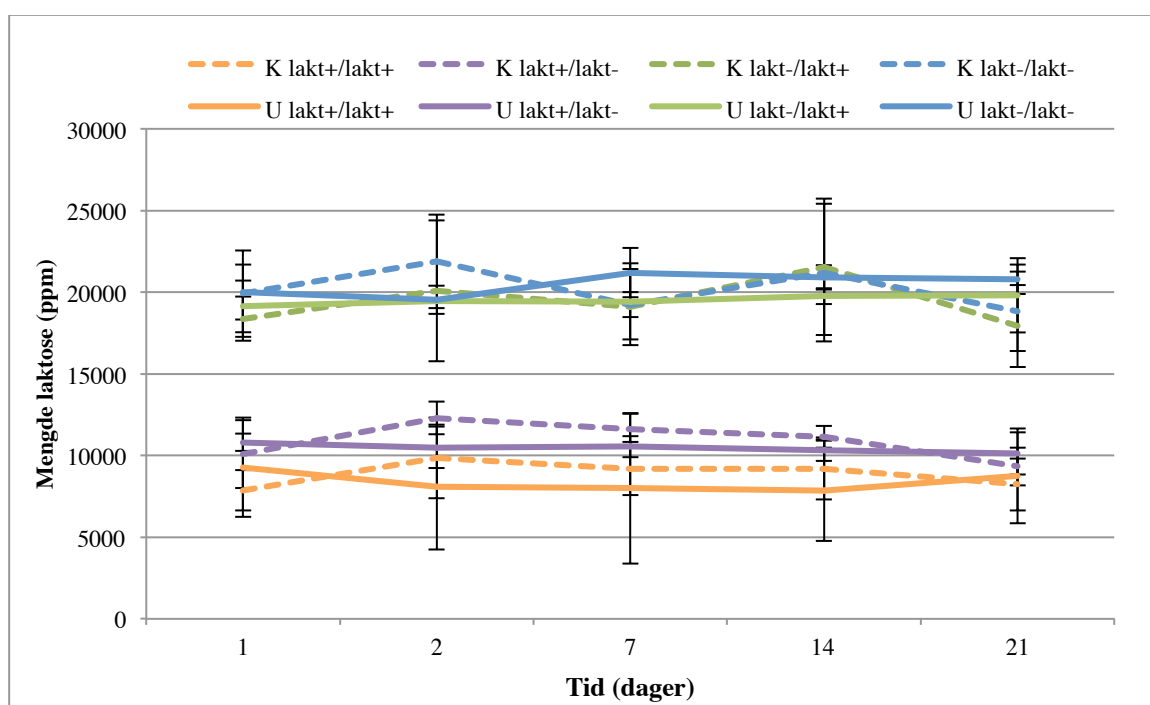


n = 3. CC= Cottage Cheese, Lakt= laktase, i melk/ dressing. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell (P < 0.05).

Figur 4.2.9. Mengden og fordelingen av karbohydrater i fersk ost med og uten dressing, basert på ukonsentrert (U) og konsentrert (K) melk.

Som vist i Figur 4.2.9 hadde konsentrering ingen signifikant effekt på sammensetningen til karbohydrater i ost. Det var signifikant forskjell i prøver med og uten laktase, da prøver med laktase hadde større forekomst av glukose og galaktose og mindre av laktose sammenlignet med prøver uten laktase. Når det gjaldt de ulike variantene av Cottage Cheese, var laktoseinnholdet signifikant høyest i Cottage Cheese uten laktase i melk og dressing (CC lakt-/lakt-), og signifikant lavest i Cottage Cheese med laktase i melk og dressing (CC lakt +/ lakt +).

Laktosemengden i Cottage Cheese som ble lagret (4 °C) i inntil 21 dager er vist i påfølgende Figur 4.2.10 for prøver basert på ukonsentrert - og konsentrert melk.



n = 3. Lakt= laktase, i melk/ dressing, med (+), uten (-).

Figur 4.2.10. Laktoseinnhold i ulike Cottage Cheese varianter basert på ukonsentrert (U) melk og konsentrert (K) melk fra 1 til 21 dager etter produksjon.

Laktoseinnholdet i hver enkelt Cottage Cheese endret seg lite i løpet av lagringsperioden, og variansanalyse viste at forskjellene som forekom ikke var av signifikant størrelse ($P > 0.05$).

4.2.7 Analyser av protein

Beregning av total protein (TP), kasein (KN) og myseproteiner (MP) i prøvene er vist i Tabell 4.2.1. TP verdier både fra Kjeldahl analyser og Milkoscan analyser er vist. Verdiene er gjennomsnitt av 3 gjentak.

Tabell 4.2.1. Proteininnhold (%) i ukonsentrert melk (U) og konsentrert melk (K).

	TP	TP Milkoscan	KN	MP
Konsentrert melk	5.14 ± 0.06 ^A	5.42 ± 0.08 ^A	4.47 ± 0.06 ^A	0.67 ± 0.01 ^A
Ukonsentrert melk	3.53 ± 0.04 ^B	3.75 ± 0.10 ^B	3.01 ± 0.03 ^B	0.53 ± 0.01 ^B
U Myse lakt -	2.00 ± 0.44 ^A	1.29 ± 0.47 ^{A*}	1.52 ± 0.44 ^A	0.47 ± 0.02 ^A
U Myse lakt +	2.10 ± 0.39 ^A	0.76 ± 0.14 ^{A*}	1.53 ± 0.28 ^A	0.57 ± 0.10 ^A
K Myse lakt -	1.11 ± 0.24 ^B	1.39 ± 0.16 ^{B*}	0.49 ± 0.25 ^B	0.62 ± 0.02 ^B
K Myse lakt +	0.84 ± 0.14 ^B	1.36 ± 0.02 ^{B*}	0.28 ± 0.07 ^B	0.56 ± 0.06 ^B

n =3. Total protein (TP), kasein (KN), myseproteiner (MP). Lakt= laktase, med (+), uten (-). Melk og myse er statistisk sett behandlet hver for seg. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell (P < 0.05). * Signifikant effekt (P < 0.1).

Analyse av proteininnhold i ukonsentrert melk og konsentrert melk viste at det ble oppnådd 1.5 ganger konsentrasjon av protein ved mikrofiltrering, da protein økte fra om lag 3.5 til 5.1 %. Økningen i melkens proteininnhold var signifikant. Det var signifikant høyere innhold av protein i myse fra ysting med ukonsentrert melk i forhold til ysting med konsentrert melk.

Tabell 4.2.2 nedenfor viser proteininnholdet i de 8 ulike typene Cottage Cheese, basert på konsentrert eller ukonsentrert systemelk, med eller uten laktase i melk og/ eller dressing.

Tabell 4.2.2. Proteininnhold (%) i Cottage Cheese (CC) basert på ukonsentrert (U) og konsentrert (K) ystemelk.

	TP	KN	MP
CC U lakt+ / lakt+	8.47 ± 1.07 ^{AB}	8.27 ± 1.19 ^{AB}	0.20 ± 0.07 ^{AB}
CC U lakt+ / lakt-	8.15 ± 2.13 ^{AB}	7.97 ± 2.05 ^{AB}	0.18 ± 0.11 ^{AB}
CC U lakt- / lakt +	7.46 ± 1.78 ^B	7.35 ± 2.05 ^B	0.11 ± 0.16 ^B
CC U lakt- / lakt-	7.56 ± 3.03 ^B	7.47 ± 0.92 ^B	0.09 ± 0.06 ^B
CC K lakt+ / lakt+	9.97 ± 3.97 ^{AB}	9.64 ± 5.10 ^{AB}	0.32 ± 0.10 ^{AB}
CC K lakt+ / lakt-	13.25 ± 2.70 ^C	12.98 ± 2.98 ^C	0.27 ± 0.04 ^C
CC K lakt- / lakt +	12.27 ± 2.85 ^{AC}	12.03 ± 3.27 ^{AC}	0.24 ± 0.09 ^{AC}
CC K lakt- / lakt-	14.79 ± 4.88 ^C	14.54 ± 2.99 ^C	0.26 ± 0.24 ^C
Ost U lakt -	11.48 ± 3.30 ^A	11.33 ± 3.20 ^A	0.15 ± 0.12 ^A
Ost U lakt +	11.97 ± 4.42 ^{AB}	11.67 ± 4.38 ^{AB}	0.30 ± 0.05 ^{AB}
Ost K lakt -	16.39 ± 2.92 ^B	16.08 ± 2.91 ^B	0.31 ± 0.27 ^B
Ost K lakt +	16.64 ± 3.51 ^B	16.36 ± 3.70 ^B	0.28 ± 0.20 ^B

n = 3. Total protein (TP), kasein (KN), myseproteiner (MP). Lakt= laktase, i melk/ dressing, med (+), uten (-). Ost og CC er statistisk sett behandlet hver for seg. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell (P < 0.05).

Slik det kommer frem i Tabell 4.2.2 var proteininnholdet signifikant høyere i Cottage Cheese basert på konsentrert melk, hvor Cottage Cheese uten laktase i melk og dressing hadde det signifikant høyeste proteininnholdet. Det signifikant laveste proteininnholdet var i Cottage Cheese ystet med ukonsentrert melk uten tilsatt laktase i melk og med laktase i dressing.

Det var liten forskjell i fordelingen mellom kaseiner og myseproteiner i Cottage Cheese basert på ukonsentrert melk og Cottage Cheese basert på konsentrert melk. Det var signifikant høyere forekomst av kaseiner enn myseproteiner i Cottage Cheese ystet med konsentrert melk i forhold til i Cottage Cheese ystet med ukonsentrert melk.

4.2.8 Analyser av fett

Resultater for analyse av fett i flytende prøver, herunder ystemelk, fløte og dressing, er oppsummert i Tabell 4.2.3. Fettinnholdet (%) i de 8 variantene av Cottage Cheese er vist i Figur 4.2.11.

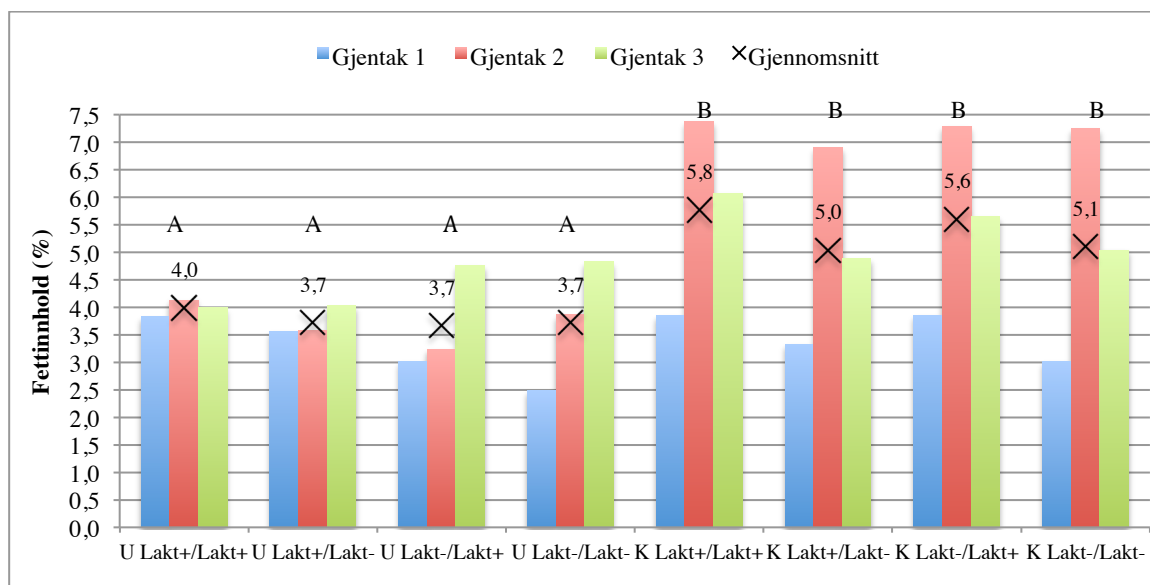
Det er viktig å bemerke at det var problemer med noen av fettanalysene, grunnet feil konsentrasjon av svovelsyre. Ved det første gjentaket, både for prøver basert på konsentrert og ukonsentrert melk, ble det brukt en 95- 97 % svovelsyre med spesifikk vekt på 1.84, noe som var høyere enn det burde vært. Dette gjorde avlesning vanskelig og verdiene er derfor usikre. De siste gjentakene derimot ble det byttet til 90- 91 % svovelsyre med en spesifikk vekt på 1.825.

Tabell 4.2.3. Fettinnhold (%) av flytende prøver. Resultater fra Gerber analyser og Milkoscan.

Prøve	Gerber	Milkoscan
Ukonsentrert melk	0.30 ± 0.35 ^A	0.20 ± 0.03 ^A
Konsentrert melk	0.68 ± 0.88 ^A	0.50 ± 0.40 ^A
Dressing	13.0 ± 1.0 ^A	14.4 ± 0.4 ^A
Fløte	39.0 ± 3.5 ^A	40.2 ± 6.8 ^A

n = 3. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell (P < 0.05).

Fettinnhold i konsentrert melk virket høyere enn i ukonsentrert melk, men denne forskjellen var ikke av signifikant størrelse. Oppnådd fettprosent i dressing var noe lavere enn ønsket nivå, som var 15 %.



n = 3. Lakt= laktase, i melk/dressing, med (+), uten (-). Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell (P < 0.05).

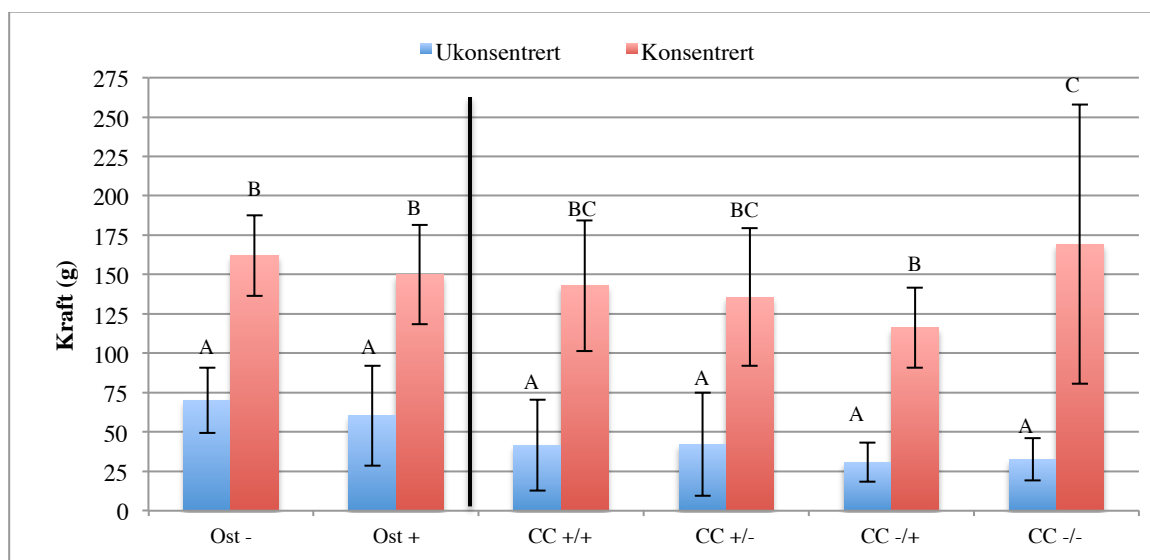
Figur 4.2.11. Fettinnhold (%) i Cottage Cheese basert på konsentrert (K) og ukonsentrert (U) melk.

Verdi for gjennomsnitt er vist i figur.

Resultatene fra Figur 4.2.11. viser at fettprosenten i Cottage Cheese basert på konsentrert melk generelt var høyere enn fettprosenten til Cottage Cheese basert på ukonsentrert melk, og forskjellen var signifikant. Det var ingen signifikant forskjell mellom variantene med samme konsentrasjonsnivå. De små variasjonene som forekommer i Cottage Cheese fra ukonsentrert ystemelk skyldes innblanding av mengde dressing. Det første gjentak ble det blandet litt for lite dressing i forhold til mengde ostemasse. Som vist i Figur 4.2.11. varierte fettinnholdet (%) en del mellom de ulike gjentakene basert på konsentrert melk. Fettet i den konsentrerte ystemelken for andre gjentak var høyere enn resten. Avviket skyldtes problemer med separatoren som resulterte i ystemelk med høyere fettinnhold. Dette gav utslag i mengden fett i Cottage Cheese basert på konsentrert melk, da fettprosenten ble nesten det dobbelte enn ønsket på 4.3 %.

4.2.9 Analyser av konsistens

Konsistensmålinger ble utført på ferske prøver og lagrede prøver ved bruk av instrumentet Texture Analyzer. Det ble regnet gjennomsnitt av alle målingene fra gjentakene og resultater er vist i Figur 4.2.12.

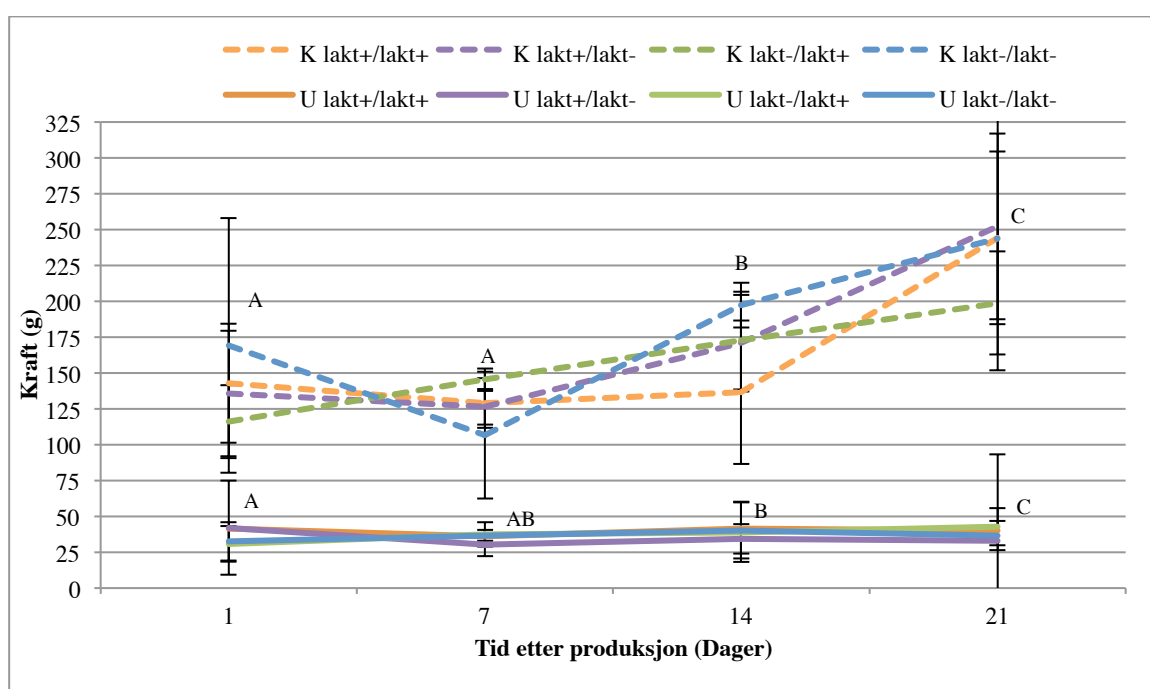


CC= Cottage Cheese, som er ost med tilsatt dressing. + (pluss)= Med laktase, - (minus) = Uten laktase, i melk/ dressing. Ost og Cottage Cheese er statistisk sett behandlet separat. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell, $P < 0.05$.

Figur 4.2.12. Fasthet til ferske prøver av ulike varianter ost, med og uten dressing.

Det ble foretatt statistiske analyser for å avdekke forskjellene mellom Cottage Cheese ystet med ukonsentrert og konsentrert melk, og forskjellene var signifikant for alle variantene. Resultat viste at fersk ost basert på konsentrert melk ble signifikant fastere enn de som var ystet med ukonsentrert melk. Det var ingen signifikant forskjell mellom ferske prøver med laktase (+) og prøver uten laktase (lakt-).

Utvikling av konsistensen i lagringsperioden (opptil 21 dager) er vist i Figur 4.2.13.



n = 3. Lakt= laktase, i melk/ dressing, med (+), uten (-). Cottage Cheese basert på konsentrert og ukonsentrert melk ble statistisk sett behandlet hver for seg. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell, $P < 0.05$.

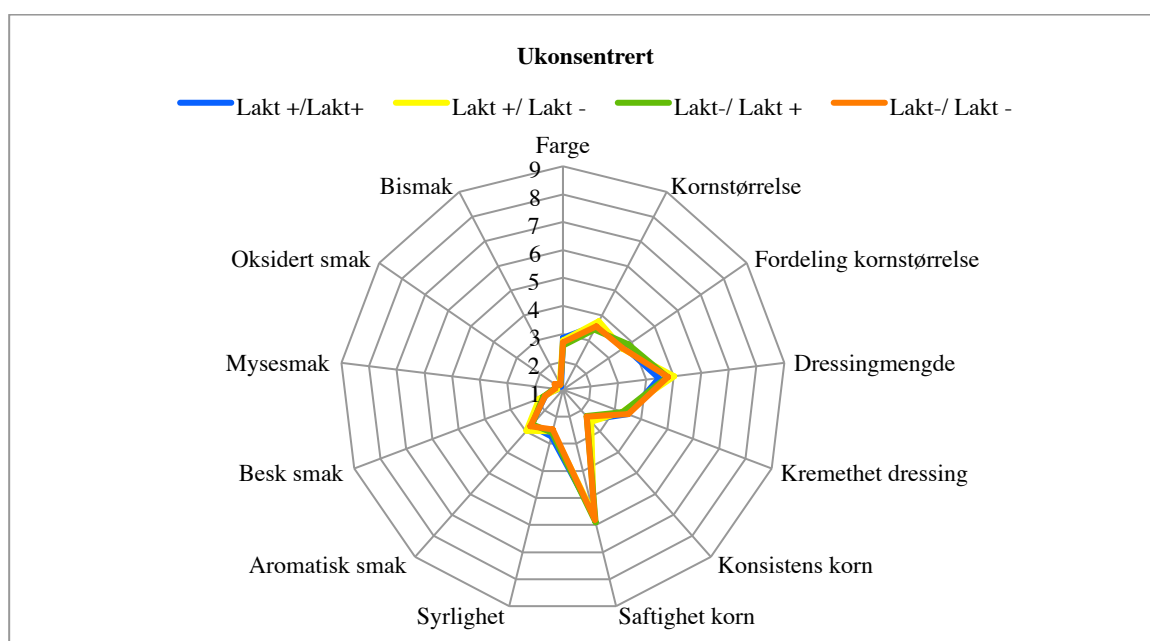
Figur 4.2.13. Utvikling av fasthet (mål i kraft) i periode fra 1 til 21 dager i Cottage Cheese ystet med ukonsentrert (U) og konsentrert (K) melk.

Som vist i Figur 4.2.13. var det en signifikant endring i fasthet med lagringstid, og det var tilfellet for alle variantene av Cottage Cheese. Det var signifikant større økning i fasthet i Cottage Cheese ystet med konsentrert melk enn de som var ystet med ukonsentrert melk. Her var det ingen signifikant forskjell mellom prøver med laktase i dressing i forhold til prøver uten laktase i dressing. Figuren viste at endringene fra dag 1 til dag 21, og dag 7 til dag 21 var av signifikant størrelse for alle prøvene.

4.2.10 Sensoriske analyser

Sensoriske analyser ble utført av et sensorisk panel ved Tine FoU en uke etter hver produksjon. Det ble foretatt kvalitetsvurdering, og alle prøvene kunne karakteriseres som Cottage Cheese. Enkelte av prøvene fikk anmerkninger i forhold til størrelsesfordeling på korn, mykhet på korn eller fri væske.

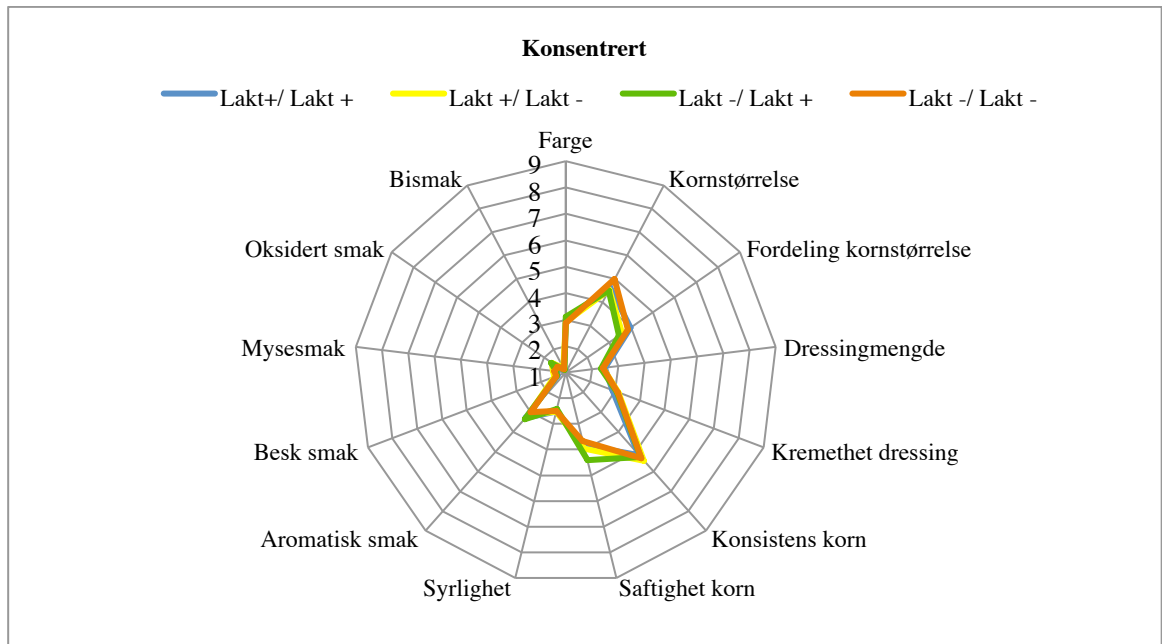
Gjennomsnittet fra dommernes bedømmelser av alle egenskapene er vist i Figur 4.2.14. for Cottage Cheese ystet med ukonsentrert melk, og i Figur 4.2.15. for Cottage Cheese ystet med konsentrert melk.



n = 3. Lakt= laktase, i melk/dressing, med (+), uten (-).

Figur 4.2.14. Gjennomsnitt av alle dommernes bedømmelse av egenskaper til Cottage Cheese ystet med ukonsentrert melk (1). Intensitetsskala fra 1-9, der 1 er minst intensitet av egenskapen og 9 er maks intensitet.

Cottage Cheese basert på ukonsentrert melk kunne karakteriseres som myk og saftig, med passe mengde dressing.

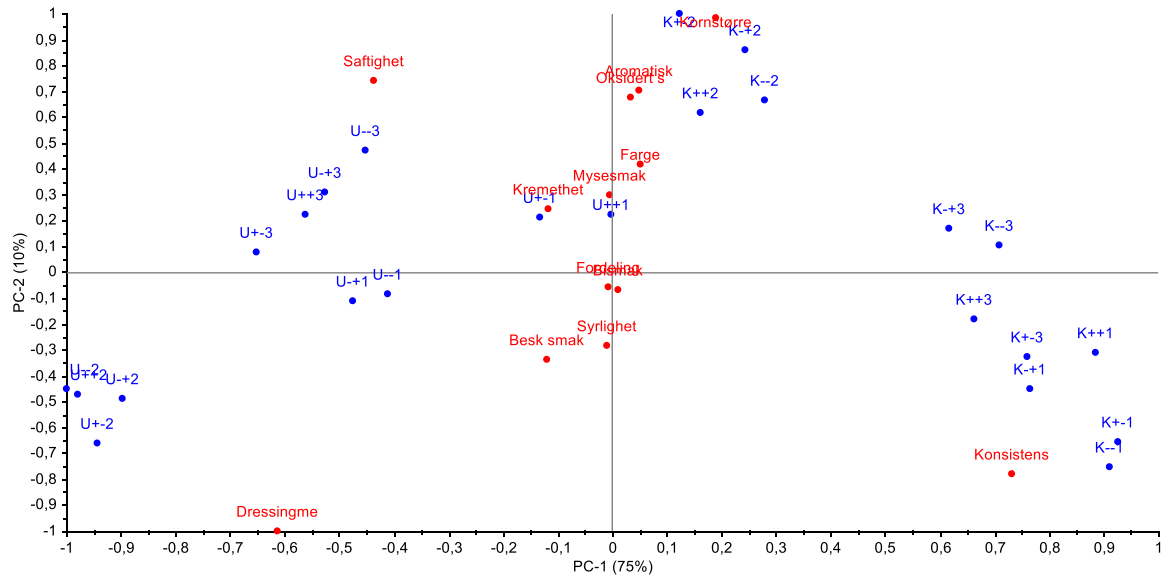


n = 3. Lakt= laktase, i melk/dressing, med (+) og uten (-).

Figur 4.2.15. Gjennomsnitt av alle dommernes bedømmelse av egenskaper til Cottage Cheese ystet med konsentrert melk. Intensitetsskala fra 1-9, der 1 er minst intensitet av egenskapen og 9 er maks intensitet.

Cottage Cheese basert på konsentrert melk hadde fast konsistens og var passe saftig, med lite forekomst av dressing.

Alle prøvene ble satt i et PCA diagram for å sammenligne hvordan variantene var bedømt i forhold til de gitte sensoriske egenskapene. Dette er vist i påfølgende Figur 4.2.16.



5 Diskusjon

5.1 Innledende forsøk

Det innledende forsøket ble foretatt med ukonsentrert melk, og hadde til hensikt å undersøke om de valgte produksjonsfaktorene fungerte. Dermed skulle det danne et utgangspunkt for de senere forsøkene. Først og fremst viste det innledende forsøket at melken syrnet raskere enn forventet ved 32 °C, da det brukte i underkant av 5 timer istedenfor den forventede tiden på 6 timer (Emmons and Tuckey, 1967). Det er kjent at det kan føre til uheldig effekter når melk syrner raskt, da det blir mindre tid for de aggregerte kaseinmicellene til å danne bindinger med hverandre i nettverk, og resultatet blir færre bindinger og dermed svakere nettverk (Farkye, 2004; Walstra et al., 2006). Ved skjæring var det trolig at dette var tilfellet, da koagelet var løs, og tatt disse observasjonene i betraktning ble det derfor bestemt å justere temperaturen ned 1°C. Ved justering av temperaturen til hovedforsøket ville det si at melken skulle syrnes ved 30-31°C i stedet, og dette var for å oppnå et mer akseptabelt syrningsforløp som forhåpentligvis skulle resultere i en mer stabil koagel (Walstra et al., 2006). Det kunne også vært gjort en justering i forhold til podemengde, da mindre podemengde ville gitt færre bakterier og naturligvis ført til noe saktere syreproduksjon. Også en justering av løpemengde kunne vært utført, hvor en fastere koagel kunne vært oppnådd ved å tilsette mer løpe (Farkye, 2004). Både podemengden og mengde løpe som ble brukt i forsøket var tilpasset de mengdene som brukes i dagens produksjon av Cottage Cheese i industrien (Gryttingslien, 2015), og disse mengdene ble valgt på bakgrunn av å få en best mulig tilpasning til storskalaproduksjonen. Med ønske om en best mulig tilnærming til industrien, ble det derfor valgt å beholde mengden løpe og starterkultur i de videre forsøkene.

De påfølgende trinnene etter skjæring av koagel tok lenger tid enn forventet, da ostekorna var svært skjøre og krevde ekstra varsom røring og oppvarming, i tillegg til at ettervarmingstemperaturen på 55 °C måtte holdes dobbelt så lenge for karet med laktase. Årsaken til at dette ble foretatt, var for å oppnå akseptabel fasthet på ostekorna før skyllingen. Lenger oppvarming vil i teorien medføre økt synerese og fastere ostekorn (Emmons and Tuckey, 1967). Ønsket grad av synerese ble allikevel ikke oppnådd, og den endelige ostemassen forble myk og skjør. En mulig grunn til dårlig synerese, til tross for at skjæringen ble foretatt ved ønsket pH på 4.8 ± 0.05 , kunne være

den altfor raske syrningen. Antagelig fikk ikke løpen nok tid til å hydrolysere all glykomakropeptidet fra κ -kasein, slik at bindingene mellom enkelte miceller ble svake. Mindre grad av κ -kasein hydrolysering førte til at avstanden mellom micellene dessuten ville forbli større og dermed resultere i mer vann i strukturen (Walstra, 1990; Dalgleish and Corredig, 2012). I tillegg ville omorganisering innad i nettverket bli mindre grunnet færre antall bindinger mellom kaseinmicellene. Lite synerese til tross for utvidet oppvarming kunne også tyde på at den tilsatte løpemengden var for høy, da andre studier med lignende utfall foreslår dette (Kovalenko and Bocharova, 1973; Dejmeik and Walstra, 2004). Selv med utvidet ettervarmingstrinn var det antydning til at det fremdeles var mye myse tilstede i ostekorna ved veing av ostemasse, og dette resulterte i en mer grøtete Cottage Cheese, sammenlignet med Cottage Cheese produsert uten bruk av laktase. En mer grøtete ostemasse, altså en bløt og myk ostemasse, var forventet å gi lavere verdier for fasthet (deMan, 1968), men målingene av fasthet samsvarte ikke med forventningene. Prøven med størst fasthet viste seg å være Cottage Cheese basert på melk med laktase, og den prøven med minst fasthet var Cottage Cheese basert på melk uten laktase. Det er usikkert hva årsaken var til at den bløtteste ostemassen hadde tendens til fastere konsistens. Det var vel og merke altfor få målinger til å beregne noe signifikans for fasthetsmålingene på de ferske prøvene, og dermed var det en mulighet for at denne forskjellen ikke var av stor betydning. Derimot var det signifikant effekt av laktase i dressing etter lagring i 3 uker, da prøver med laktase i dressing hadde signifikant mindre økning i fasthet enn de uten laktase i dressing. Det var mulig at en mindre økning i fasthet i prøvene med tilsatt laktase i dressing kunne tyde på proteolytisk aktivitet til laktase enzympreparatet under lagring.

Det kan tenkes at det første skylletrinnet også kan ha hatt en effekt på den endelige konsistensen til ostemassen, da temperaturen på skyllevannet var relativt lav (4°C) og derfor kunne gi et kulsesjokk (Emmons and Tuckey, 1967). Kulsesjokk kan ha ført til dannelse av hinne på overflaten av korna som hemmet videre myseutskillelse. Grunnen til at det ble valgt å bruke en slik type skylleprosess, der kaldt vann tilsettes direkte for å tynne ut mysa, var for undersøke om det kunne fungere som et alternativ til å tilsette vann med 25 °C etter myseavtapping (Sigurdjonsson, 2015). Det ble foretatt smakstester på ostekorn underveis i prosessen, samt etter avsluttet ysting, og ostekorna fra begge kar var svært syrlige. Av denne grunn ble det vurdert å endre på

skylleprosessen, ved å ha 3 myseavtappinger istedenfor 2, slik at konsentrasjonen av laktose kunne fortynnes enda mer og syreproduksjonen dermed kunne avta. Med hensikt å redusere den tydelige syrligheten til ostemassen, og antagelig også redusere muligheten for kuldesjokk, ble det derfor bestemt at første skylletrinn skulle justeres til hovedforsøket slik at myse først skulle tappet av (70 %) og etterfølges av tilsetning av tilsvarende mengde vann. Temperaturen på vannet i første skylletrinn ble økt til 10 °C, men de to påfølgende skylletrinnene ble beholdt som de var.

Analyse av laktose i ferske prøver viste at bruk av laktase reduserte laktoseinnholdet betydelig. Det var imidlertid fremdeles mulig å påvise laktose i mengder som var over grenseverdien for laktosefrie produkter, som er satt til 0.01 g/100 g (Nordisk Ministerråd, 1993). Ostemasse etter ysting med laktase (før innblanding av dressing), viste en laktosemengde på 0.08 g/100 g, og det indikerte at laktasen ikke hadde klart å hydrolysere all laktosen i ystemelken. Det kunne skyldes at mengden laktase ikke var tilstrekkelig og at laktasen behøvde lenger virketid. I tillegg ble restlaktosen antagelig igjen i ostekorna siden graden av synerese ikke var stor nok. Siden masterarbeidet skulle fokusere på minimalt brukt av laktase var det ikke ønskelig å øke mengden laktase til hovedforsøket utover det som brukes i industrien i dag. Det ble heller valgt å fokusere på å oppnå god myseutskillelse i produksjonen, og at den bestemte laktasemengden dermed skulle være tilstrekkelig i påfølgende gjentak.

5.2 Hovedforsøk

Effekten av forsøksfaktorene, henholdsvis konsentrering og laktase, ble vurdert på bakgrunn av tre gjentak, og det ble observert forskjeller underveis i produksjonen så vel som fra analyser. Det viste seg at konsentrering bidro mest til forskjeller mellom de ulike variantene av Cottage Cheese som ble produsert, og i påfølgende vil effekten av forsøksfaktorene og deres bidrag til disse forskjellene omtales nærmere.

5.2.1 Effekt av konsentrering

5.2.1.1 Protein

Ved konsentrering var det ønskelig å oppnå en høyere andel protein i ystemelken og den proteinkonsentrerte ystemelken ville dermed kunne danne et nytt utgangspunkt for produksjon av Cottage Cheese. Sammensetningen til ystemelken vil påvirke

ysteegenskapene, og selve behandlingen av ystemelken, dannelsen av et koagel, videre pH utvikling og fysisk behandling ville være avgjørende for hvor mye protein produktet ville inneholde ved slutten av produksjonsprosessen. Protein er et viktig aspekt ved Cottage Cheese, da det er hovedkomponenten i produktet (Farkye, 2004), og under produksjonen av Cottage Cheese var det tydelig at endring i protein hadde betydning for prosessfunksjonaliteten og den endelige kvaliteten til produktet. Flere av analysene viste at konsentrering hadde signifikant effekt på de forskjellene som ble observert og målt.

For å kunne ta noe stilling til om det var effekt av proteinkonsentrasjon var det i første omgang viktig å analysere om riktig konsentrering av skummetmelk var oppnådd, hvor store forskjellene var mellom de to typene ysteråstoffer, og i hvilken grad det påvirket sammensetningen til den endelige ostemassen. Skummetmelken var forventet å ha et proteininnhold rundt 3.3 %, og med en ønsket oppkonsentrering på 1.5 ganger var det forventet en konsentrert melk med 5 % protein. Analysene viste at de ønskede konsentrasjonene ble oppnådd, da proteininnholdet henholdsvis var 3.5 % og 5.1 %. Med hensyn til at det ble brukt membraner med 0.1 µm porestørrelse, stemte det godt overens med at det hovedsakelig var mengde kaseiner som hadde økt (Espina et al., 2008). Vanlig fordeling av kaseiner (KN) og myseproteiner (MP) i skummetmelk er 80 % kasein og 20 % myseprotein, og basert på de kjemiske analysene av skummetmelk utgjorde andelen KN 85.1 % og MP 14.9 %. Forholdet KN og MP av det totale proteininnholdet i konsentrert melk var på 87.0 % og 13.0 %, altså hadde andelen kasein økt på bekostning av myseproteiner. Selve effekten av oppkonsentrering var først og fremst forventet å se i ysteegenskaper og osteutbytte (Covacevich and Kosikowski, 1978; Kosikowski et al., 1985; Walstra et al., 2006). Økt proteinkonsentrasjon resulterte i høyere bufferkapasitet. Dette var mulig å observere siden økt bufferkapasitet førte til en større mengde melkesyre i det konsentrerte råstoffet for å nå den ønskede pH verdien for skjæring, samt at pH verdien generelt lå høyere for ostemassen basert på konsentrert melk enn ostemassen basert på ukonsentrert melk. Det var en tendens til at syringstiden økte ved bruk av konsentrert ysteråstoffer, noe som også kunne antas på bakgrunn av økt bufferkapasitet (Walstra et al., 2006), men den tendensen var ikke signifikant. Det faktum at den observerte forskjellen i syringstid ikke var signifikant er positivt i forhold til bruk i industrien, da det ikke vil bidra til utvidet produksjonstid og samtidig vil gi fordeler ved at osteutbyttet blir større. Siden en større andel av

ysteråstoffet blir bestående av nettverksdannende komponenter kan det dermed produseres mer Cottage Cheese per ysting. Spesielt med hensyn til TINE sin begrensede kapasitet for Cottage Cheese produksjon for øyeblikket (Gryttingslien, 2015; Hollup- Olsen, 2015), kan økt utbytte per ysting være med på å løse kapasitetsproblemene. Resultatene fra forsøkene viste at det ble oppnådd større mengder ostemasse ved ysting med konsentrert melk sammenlignet med ysting med ukonsentrert melk. Det er likevel vanskelig å estimere hvor stor endringen i utbytte blir ved å bruke konsentrert ystemelk i forhold til ukonsentrert melk på bakgrunn av de resultatene som ble oppnådd i dette arbeidet. Estimeringen vil ikke bli riktig på grunn av at ostemassene antakelig inneholdt mye vann, og at mengden ikke ble målt (Cordes, 1959).

Med økt mengde KN i ystemelken kom det ikke som noe overraskelse at koagelet som ble oppnådd var mye fastere, og de resulterende ostekorna ble tørrere og hardere enn de som ble oppnådd med ukonsentrert ystemelk. Proteinkonsentrering gav med andre ord forskjeller under produksjon, som igjen sannsynligvis var ansvarlig for de egenskapene som ble observert i ostekorna og i ferdig Cottage Cheese. Analyse av proteinsammensetningen til ferdig ostemasse basert på konsentrert eller ukonsentrert ystemelk viste klare forskjeller. Tørr ost (: uten dressing) basert på ukonsentrert melk hadde et totalt proteininnhold (TP) på 11.5 -12 % sammenlignet med tørr ost basert på konsentrert melk med TP på 16.4 -16.6 %. Det var vanlig å forvente en proteinkonsentrasjon i tørr ostemasse på 15 - 17 % når det ble ystet med ukonsentrert melk som råstoff (Farkye, 2004), og ved bruk av ysteråstoff med høyere andel protein, var det forventet at også prosentvis andel protein i ost kunne øke noe. Forventet økning i ostens prosentvise proteinandel var blant annet basert på erfaringer oppnådd i andre studier ved bruk av oppkonsentrert ystemelk (Cordes, 1959; Covacevich and Kosikowski, 1978; Emmons and Beckett, 1984; Kosikowski et al., 1985). De oppnådde verdiene for TP var likevel lavere enn det burde ha vært, og det kan tenkes at dette avviket skyldtes forhold under produksjonen som førte til tap av protein til mysen, slik som for eksempel mekanisk behandling (Everard et al., 2008). Analysene av proteinkonsentrasjon i myse viste at dette antagelig var tilfellet, siden mysen fra ysting med ukonsentrert melk inneholdt dobbelt så mye protein enn det som er vanlig. Normalt inneholder myse mellom 0.8- 1.0 % TP, der rundt 0.6 % er MP (Walstra et al., 2006; Blaschek et al., 2007; Tsakali et al., 2012), og TP i myse fra ukonsentrert melk hadde

2% TP. Mengden MP var rundt 0.5 % og mengden KN lå på 1.5 %, noe som dermed gjorde det tydelig at KN gikk tapt i mysen. Tap av KN resulterte naturligvis i redusert utbytte og tapet var også synlig da mengden ostestøv i mysen var relativt stor (mysen var hvit og uklar). Årsaken til mye ostestøv skyltes ødeleggelse av ostekorna ved røring. Mer eksakt, var det mulig at røringen under oppvarmingen var altfor kraftig, eller at røring ble startet på et for tidlig tidspunkt slik at korna var for skjøre til å tåle den mekaniske behandlingen. En løsning på dette problemet kunne dermed ha vært å starte oppvarming som normalt, men ikke la røreverket gå før temperaturen hadde økt med oppimot 10 °C, siden korna ville tåle svært mye mer da (Sigurdjonsson, 2015). Det kunne eventuelt blitt rørt litt manuelt i ny og ne for å hindre at ostemassen klumpet seg sammen, istedenfor en rolig kontinuerlig røring. Når det gjaldt TP i myse fra konsentrert melk, var det ikke noe unormalt høye eller lave verdier. Her kunne heller vanninnholdet i osten hatt en påvirkning på det noe lavere proteininnholdet i ostemassen. Som nevnt tidligere var vanninnholdet i osten høyere enn normalt, og det har nok også gitt utslag på den prosentvise sammensetningen til osten, rettene sagt når mengde vann (%) i ostemassen øker, vil mengden protein (%) i ostemassen reduseres.

En annen forklaring på det unormalt lave proteininnholdet i osten kan være kombinasjonen av pH og temperatur under oppvarmingstrinnet. Det er nemlig studier som har observert at det kan skje en delvis proteolyse av KN hvis pH under oppvarmingen er lavere enn 4.5 når løpe har vært brukt (Tuckey, 1964; Emmons and Tuckey, 1967; Emmons and Beckett, 1984). pH lå mellom 4.4 – 4.3 under oppvarmingen for ystingene både med konsentrert og ukonsentrert melk, og det er derfor rimelig å anta at noe proteolyse kan ha forekommet. Tap av protein kan også skyldes betingelser før ystingen fant sted, slik som avkjøling av melken. Den ferdig pasteuriserte ystemelken ble nedkjølt i ystekarene til omtrent 6-7 °C i forkant av ystingen, og melken sto kjølig i rundt 9-10 timer før den gradvis ble varmet opp til en syringstemperatur på 30-31 °C. Det er kjent (Dzurec Jr and Zall, 1985; Walstra et al., 2006; Dalglish and Corredig, 2012) at slike lave temperaturer vil påvirke beta (β)-kasein i melken, som blir enda svakere bundet til kaseinmicellene siden de hydrofobe interaksjonene reduseres ved lave temperaturer. Kjølelagringen av melken før poding kan dermed ha ført til lekkasje av β -kasein ut i serumet. For å unngå tap av β -kaseinet burde ikke melken vært holdt så lenge ved lav temperatur før poding, eventuelt burde

melken blitt varmet opp på nytt til temperatur over 62-65 °C i 20 sekunder for å reversere denne prosessen (Walstra, 1990; Bylund, 1995). Det ideelle ville vært å pasteurisere melken og deretter overføre direkte til ystekar, hvor melken avkjøles til syringstemperatur og tilsettes syrekultur. På denne måten sparer man også tid og energi ved å unngå gjenoppvarming av melken, som ellers må foretas om melken hadde blitt avkjølt til < 7 °C. Dette var vanskelig å gjennomføre på grunn av praktiske hensyn i pilotanlegget.

5.2.1.2 Tørrstoff

Konsentrering av melken, og dermed økningen av proteiner, førte naturligvis til et høyere tørrstoff (TS) i ystemelken. Høyt TS i skummetmelk er generelt sett på som fordelaktig under ysting, da et relativt TS vil være avgjørende for fastheten til koagelet og dermed ostekorna, samt det endelige utbyttet av ost. Ystemelk av god kvalitet burde i følge litteraturen være over 9 % (Farkye, 2004), og TS målingene viste at skummetmelken som ble brukt var tilfredsstillende. TS til den ukonsentrerte melken var på 9.4 %, noe som dermed skulle være et godt utgangspunkt for produksjon av Cottage Cheese med ønsket kvalitet. Med ukonsentrert melk av tilfredsstillende høyt innhold av TS var det derfor interessant å undersøke om en videre økning av TS ved konsentrering fremdeles kunne bli fordelaktig. Oppkonsentrering av melken ved hjelp av mikrofiltrering gav som forventet en konsentrert melk med økt TS på 11.3 %, og dette ville i prinsippet gi økt osteutbytte (Kosikowski et al., 1985; Ardisson-Korat and Rizvi, 2004). TS i TINE sin originale Cottage Cheese er på omtrent 20 %, og målet var å oppnå Cottage Cheese som hadde tilsvarende høyt TS. Målet om å tilpasse sammensetningen av Cottage Cheese til TINE sitt eksisterende produkt var også for å møte regulering til produktet som sier at maksimalt vanninnhold skal være på 80 % (FDA, 2014). Effekten av økt TS i ystemelk var tydelig, siden Cottage Cheese av konsentrert melk hadde høyere TS enn Cottage Cheese av ukonsentrert melk. Analysene viste imidlertid at det kun var variantene basert på konsentrert melk som fikk høyt nok TS til å møte produktkravene, med et snitt på 21.5 % i prøvene. Alle variantene basert på ukonsentrert melk lå unormalt lavt, med et snitt på 14.4 % TS. Det lave innholdet av TS kan ses i samsvar med det lave proteininnholdet som ble målt i disse prøvene.

Grunnen til at TS ble såpass lavt kan skyldes flere faktorer under produksjonen, da spesielt det som gav utslag på myseutskillelsen. For det første ville pH ved

skjæringstidspunktet være avgjørende, siden det bestemte graden av synerese videre i prosessen (Emmons and Beckett, 1984; Everard et al., 2008). Prøvene med lavest TS var de basert på ukonsentrert melk som ble skjært ved en pH på 4.6- 4.7, altså hadde syrningen gått litt for langt i enkelte av karene. Det var ikke uventet at disse inneholdt mer myse, siden det er kjent kunnskap at lav pH ved skjæring reduserer synerese i ostemasse under oppvarmingsprosessen (Emmons and Beckett, 1984; Dejmek and Walstra, 2004). Årsaken til dette var trolig tap av kalsium- fosfat (CCP) ved lavere pH og dermed mindre kryssbindinger (Walstra, 1990; Dalgleish and Corredig, 2012). Når geldannelse i tillegg har foregått over lenger tid slik at det har blitt en økning i elektrostatiske interaksjoner mellom kasein molekylene, har det ført til en tettere struktur, noe som naturligvis gjorde at mindre myse ble skilt ut (Dejmek and Walstra, 2004; Mishra et al., 2005). Ostekorna ville av denne grunn inneholde mer væske, og dette gjenspeilet seg i lavere TS i sluttproduktet opparbeidet ved ysting med ukonsentrert melk. Bløte ostekorn er gjerne mer skjøre, og som nevnt i tidligere avsnitt ved tap av proteiner, viste resultatene at tap i form av ostestøv forekom fordi korna var mer følsomme for ødeleggelse ved røring. Dette tapet av TS var årsaken til at den resulterende mysen fra ysting med ukonsentrert melk hadde høyere tørrstoff enn normalt, henholdsvis rundt 8 % mot normalen på 6.5-7.2 % (Walstra et al., 2006; Blaschek et al., 2007; Tsakali et al., 2012). En annen grunn til lite synerese, og dermed lavt TS i ostemassen, kan skyldes selve oppvarmingstrinnet, ved at tempoet på økningen av temperatur var for rask (Castillo et al., 2006b). Dette kan ha ført til dannelse av en hinne på overflaten av korna, altså en vesentlig reduisering av permeabiliteten. For å produsere en Cottage Cheese av god kvalitet er det foreslått at temperaturen bør økes med 0.11 °C per min i starten og deretter økes med 0.3 °C per min mot slutten av oppvarmingen, slik at en temperatur på 55 °C nås innen 2 timer (Emmons and Tuckey, 1967). Tempoet på temperaturøkningen under ystingen var en økning med 0.5 °C per 5 min fra en temperatur på 30 °C opptil 48 °C, noe som var fint innenfor det anbefalte tempoet. Det var derimot trolig at det påfølgende tempoet på temperaturøkningen, som var på rundt 2 °C per minutt, kan ha vært for raskt og heller burde vært fulgt etter at temperatur på 55 °C var nådd siden hinne likevel ble dannet. Siden temperaturreguleringen under produksjonen var utfordrende, da mengde damp i kappen ikke lot seg styre, hendte det at varmen plutselig steg rask før deretter å falle betraktelig. Selv om temperaturen ble nøye regulert utenom disse hendelsene var det tydelig at

denne variasjonen i temperatur likevel har vært uheldig og gav en oppvarming som ikke var optimal i forhold til nevnte anbefalinger. En mer stabil og varsom temperaturøkning hadde vært ønskelig for å få det mer eller mindre ideelt for å hindre nettopp hinnedannelse. Problemer grunnet varmereguleringen i ystekarene medførte en del variasjon mellom gjentakene, men denne utfordringen er trolig lite aktuell i industrien med større og mer stabilt produksjonsutstyr. Det var trolig at ostemassens høye vanninnhold også kunne skyldes selve skjæreavstanden som ble benyttet (Everard et al., 2008). I litteraturen (Emmons and Tuckey, 1967; Farkye, 2004) blir det presisert at jo større avstand som benyttes ved skjæring av koagel, desto mer væske vil ostekorna inneholde. Store ostekorn, det vil si ostekorn mellom 0.95 - 1.27 cm, vil av den grunn være mykere enn små ostekorn på omtrent 0.64 cm. Den benyttede skjæreavstanden var i utgangspunktet på 1.2 cm og tilsvarte nokså store ostekorn (Farkye, 2004), men det viste seg å være mindre optimalt, da skjæreutstyret i tillegg hadde varierende avstand mellom knivene. Avstanden mellom knivene i midten av skjæregrinden var tre ganger så store som resten, og dette gav veldig store ostekorn (> 3 cm). De store ostekorna utgjorde omtrent 1/3 av den totale ostemassen, og bidro dermed til mye mer væske i ostemassen. De store korna som ikke ble oppløst under røringen ville ikke bli kvitt nok væske under oppvarmingstrinnet i forhold til de mindre korna. Forekomsten av de større ostekorna resulterte i bløtere ostemasse enn hva det i utgangspunktet ville blitt om alle ostekorna faktisk var 1.2 cm fra skjæringstidspunktet. Basert på disse erfaringene bør skjæreavstanden reduseres, slik at en ostemasse med lavere vanninnhold oppnås.

Det er tydelig at TS innholdet kunne vært høyere i Cottage Cheese om bedre synerese hadde vært oppnådd. I forhold til variantene basert på konsentrert melk kan det tenkes at bedre synerese kunne vært oppnådd dersom skjæring ble foretatt på et enda tidligere tidspunkt, henholdsvis høyere pH. Ved en høyere pH vil nemlig koagelet være mindre rigid, og dermed gi lettere slipp på væske (Tuckey, 1964; Dejmek and Walstra, 2004; Mishra et al., 2005). Med tanke på koagelet basert på konsentrert ystemelk ville skjæring ved høyere pH også ha vært fordelaktig i forhold til å gjøre skjæring mulig, siden koagelet ble altfor fast ved pH lavere enn 4.8 ± 0.05 . Det ble erfart at jevn skjæring av en altfor fast koagel var vanskelig å oppnå, da ostemassen til tider måtte presses for hånd gjennom knivene. Slik ujevn skjæring gav antageligvis tap (Everard et al., 2008), da disse ostekorna ble ekstra skjøre, og videre behandling burde derfor vært

svært varsom for å ikke briste korna og øke tap av TS til mysen. Dette var likevel vanskelig å unngå, da røringen måtte foretas ved bestemt hastighet for alle gjentakene. Normalt ville en justering etter de faktiske forholdene kunne gjøres for å sikre seg at sluttresultatet blir tilfredsstillende fra gang til gang.

5.2.1.3 Fett

Den økte andelen tørrstoff i de konsentrerte variantene av Cottage Cheese skyldtes ikke bare proteininnholdet, men også fettinnholdet. Både Gerber analyser og Milkoscan viste at det var en tendens til at den konsentrerte melken hadde høyere fettinnhold enn den ukonsentrerte melken, og selv om det ikke var signifikant, kunne det likevel tyde på at det gjorde utslag på ostemassens fettinnhold. Det viste seg at Cottage Cheese som ble produsert med konsentrert ystemelk hadde signifikant høyere fettinnhold enn Cottage Cheese produsert med ukonsentrert ystemelk, da de variantene basert på ukonsentrert melk lå rett i underkant av 4 % mens de variantene basert på konsentrert melk lå mellom 5.0 - 5.8 %. Formålet var å produsere en Cottage Cheese med samme fettprosent som TINE sin originale Cottage Cheese, det vil si 4.3 %. Den målte forskjellen i fett blant de ulike Cottage Cheese variantene har antagelig også vært påvirket av selve egenskapene til korna og dermed korna sine resulterende evne til å absorbere dressing (Emmons and Price, 1960). Det var vel og merke en stor variasjon i fettinnhold mellom de ulike gjentakene, noe som har gjort at det gjennomsnittlige fettinnholdet i variantene av Cottage Cheese ikke er et like godt utgangspunkt å basere seg på. De første gjentakene ble som forventet lavere enn ønsket fettinnhold, siden mengde innblandet dressing ble for lite i forhold til ostemasse. Resultatene fra analysene (både Gerber og Milkoscan) viste at fettinnholdet var mye høyere i ystemelken under 2. gjentak for konsentrert melk, og dette skyldtes trolig for dårlig separering av råmelken som ble brukt. Det ble registrert en fettprosent i ystemelk på 1.3 for det 2. gjentak, og dette fettet ble antagelig inkorporert i proteinnettverket, noe som økte det totale fettinnholdet i ostemassen. Variasjonen i fett som skyldtes konsentrering kunne vært bedre tilpasset ved innblanding av dressing, slik at justeringer kunne vært gjort med hensyn til det økte fettinnholdet. Beregningene av dressingmengde ble nemlig gjort på bakgrunn av likninger som var utviklet for ost ystet med ukonsentrert skummetmelk, og forutsatte at fettprosenten i ostemassen, før dressing, var nær null. Når fettinnholdet i melken derimot var 0.5 - 0.7 % i utgangspunktet, ville ostemassen naturligvis få høyere andel fett enn vanlig, og behovet for dressing ble mindre for å

oppnå samme fettinnhold i Cottage Cheese. Med hensyn til dressinginnblanding var det med andre ord viktig å også ta hensyn til at fett i ostemassen endres når ysteråstoffets sammensetning endres fra det tradisjonelle. Dermed kunne dressingmengde justeres og riktig sammensetningen til det endelige produktet oppnås. For eksempel dersom fettinnholdet i ostemassen før tilsetning av dressing hadde blitt analysert, hadde det vært mulig å ta hensyn til den målte fettmengden når mengden dressing skulle beregnes. På en annen side ville nok dette ført til at en redusert dressingmengde ble tilsatt, som sannsynligvis ville resultere i en for "tørr" Cottage Cheese. I storskalaproduksjon vil sannsynligvis ikke variasjon i fett i konsentrert og ukonsentrert melk være stor siden det antagelig er bedre og stabil separering av råmelk, og dermed er dette av mindre betydning i industrisammenheng.

5.2.1.4 Sensorikk

Generelt forventes det at Cottage Cheese skal være melkehvit til kremaktig i fargen, med saftige ostekorn av jevn størrelse, fordelt i en passelig mengde viskøs dressing (USDA, 2001). Men hensyn til den lille graden av synerese som ble oppnådd i Cottage Cheese som ble produsert i forsøkene, var det forventet at variantene skulle ha høyt utslag på egenskapen saftighet og fasthet, der variantene med høyest vanninnhold skulle være mest saftige og mindre faste (deMan, 1968). Sensoriske bedømmelsene som ble utført på Cottage Cheese samsvarte godt med antagelsene så vel som de andre resultatene fra kjemiske analyser. Konsentreringen gjorde utslag på den kjemiske sammensetningen til Cottage Cheese, og det gav igjen utslag i ostens fysiske og sensoriske egenskaper. Sensoriske bedømmelser av de ferdige produktene viste at forskjellen mellom de 8 variantene var tydeligst mellom de konsentrerte og de ukonsentrerte, og de statistiske analysene viste at disse forskjellene var signifikante. Forskjellene dreide seg hovedsakelig om konsistensen, dressingmengde og saftigheten til korna, hvor de konsentrerte prøvene var fastere enn de ukonsentrerte prøvene og de ble oppfattet som tørrere. Derimot var de ukonsentrerte prøvene mer saftige enn de konsentrerte prøvene, og de ble oppfattet som mykere. Disse egenskapene samsvarte godt med observasjoner fra produksjonen. Cottage Cheese ystet med ukonsentrert melk ente opp med å generelt være bløtere, og dette samsvarte med oppfattelsen av saftighet i korna, i tillegg til at disse hadde en grøtete konsistens som gav oppfattelse av mer dressing. Profileringen viste også at disse korna ble oppfattet som mindre faste, samt at ostekorna var betydelig mindre størrelse enn for de konsentrerte typene. Den økte

graden av ostestøv i disse prøvene, som indikere delvis ødeleggelse av kornene, var antagelig grunnen til at kornstørrelsen var merkbar mindre i variantene basert på ukonsentrert melk. Variantene basert på konsentrert melk ble utsatt for samme behandling som de basert på ukonsentrert melk, men de ble ikke ødelagt i samme grad grunnet mer solid struktur. Alle variantene av Cottage Cheese som ble produsert hadde derimot stor variasjon i størrelsesfordeling, og dette skyldtes ikke bare ødeleggelse av korn i forbindelse med røringen, men også variasjonen i knivavstanden på skjæreutstyret. Profileringen viste også at de konsentrerte variantene av Cottage Cheese hadde mindre dressingmengde, noe som kunne virke motstridende med fettanalysene som viste at fettinnholdet var høyere enn ønsket. For høy fettprosent skulle egentlig tilsi at det var en for stor mengde dressing som var tilsatt. Mengden dressing som ble tilsatt var i henhold til beregninger og skulle i teorien være tilstrekkelig, men det var antagelig tørrere ostemasse for typene ystet med konsentrert melk som medførte at mye mer dressing ble absorbert (Emmons and Tuckey, 1967). Det faktum at korna dessuten var fastere, gjorde at de ikke lå like tett sammen som mykere korn, og mengden luftrom mellom korna var større. Dermed var det nødvendig med mer dressing i den ostemassen basert på konsentrert melk for å fylle mellomrommene mellom ostekorna. De myke ostekorna til varianter basert på ukonsentrert melk fløt mer sammen slik at mindre dressing kunne legge seg innimellom ostemassen, og denne observasjonen er viktig å ta i betraktning i forhold til justering av dressingmengde, samt i forhold til pakking av ferdigblandet ostemasse. Jo fastere ostekorna er desto mer dressing kreves, og de vil oppta et større volum i emballasjen. Som et resultat av fastere korn vil for eksempel vekten være mindre enn tilsvarende volum myk ostemasse, og dette viser betydningen av å oppnå jevn og lik fasthet på ostemassen i kommersiell produksjon av Cottage Cheese, da det er avgjørende for ha kontroll på fettinnholdet og vekt i pakket produkt. En kontroll av fastheten gjør at produktet blir lik fra gang til gang, slik at også forbrukernes forventninger til kremethet og dressingmengde i Cottage Cheese oppfylles.

5.2.1.5 Konsistens

Slik det fremsto i de sensoriske bedømmelsene var det en klar effekt av konsentrering på konsistensen til ostemassen, og dette ble også påvist ved konsistensanalyser. Den analyserte økningen av tørrstoff, protein og fett samstemte med at osten basert på konsentrert melk var minst dobbelt så fast som ost basert på ukonsentrert melk. Allerede under produksjon ble det observert at ostemassen hadde bedre synereose og oppnådde

god spenst (: elastisitet), sammenlignet med variantene ystet med ukonsentrert melk. De statistiske analysene av fasthetsmålinger viste at de observerte forskjellene mellom prøver basert på konsentrert og ukonsentrert melk var signifikante også for konsistensen, og dette var ikke uventet. For å bedre kunne forstå den oppnådde fastheten til prøvene, og årsaken til de observerte variasjonene, burde det ses i lys av det som tidligere er nevnt som årsaker til variasjon i sammensetning. Fastheten til ostemassen er først og fremst direkte avhengig av proteinnettverket og mengde væske som er innesluttet i strukturen (Mishra et al., 2005). Akkurat som de andre målte egenskapene til osten, har derfor konsistensen til ostekorna hatt sammenheng med de sentrale trinnene slik som syring, skjæringstidspunkt og oppvarming. Felles for alle disse trinnene var pH. Den ulike bufferkapasitet mellom ukonsentrert melk og konsentrert melk gav en ulik pH utvikling og slutt-pH i ost, noe som hadde direkte innvirkning på strukturen til kaseinmicellene. pH vil påvirke mengden kalsium i kaseinmicellen (CCP), som er sentral i opprettholdelse av strukturen da CCP er det som holder kaseinmolekylene sammen inne i micellen. Redusering av pH øker løseligheten til CCP, og det kan derfor antas at jo mer pH ble redusert, desto mer kalsium og kasein gikk ut i mysa og micellenes struktur ville forstyrres og endres (Dalglish and Corredig, 2012). Ost basert på ukonsentrert melk mistet antagelig mer kasein i mysa grunnet større reduksjon i pH, og endte med generelt svakere struktur. Dette samsvarte med resultatene oppnådd ved proteinanalysen. Det er dessuten rapportert at høyere pH gir ost som er mer elastisk, mens lavere pH, nær isoelektriske pH, gir ost med en granulær og kort tekstur (Bylund, 1995; Walstra et al., 2006). Siden ost basert på konsentrert melk hadde høyere slutt-pH og høyere utslag på fasthetsmålingene, samsvarte observasjonene godt med de andre observerte tekstureffektene. Den observerte forskjellen kan også komme av ulik pH ved skjæring mellom ysting med ukonsentrert melk og konsentrert melk. Hvilken pH skjæringen foretas ved vil nemlig styre syneresen, noe som har vist seg å påvirke konsistensen betraktelig (Mishra et al., 2005). Skjæringen av koagel ble foretatt i snitt rundt 4.7 for ukonsentrert melk og 4.9 for konsentrert melk, og dermed samstemte det med at de ukonsentrerte ble mykere fordi graden av synerese ble redusert.

Emmons og Tuckey (1967) har skrevet at stor løpemengde kan gi mindre faste ostekorn, da det kan medføre svakere koagel og mindre synerese. Dersom forekomsten av løpe

var for stor, var det større sjanse for at det skjedde en nedbryting av α_{s1} kasein, siden det i følge Fox et al. (2000) har flere løpe (Chymosin) - sensitive bindinger. Deriblant hydrolyse av bindingen Phe₂₃- Phe₂₄ mellom α_{s1} kasein (Walstra et al., 2006) kunne ha uheldig effekt på strukturen til kaseinmicellene, siden α_{s1} kaseiner utgjør en stor del av micellene og generelt er jevnt fordelt i strukturen (De Kruif et al., 2012). Denne effekten av forhøyet løpe ville antagelig ha større utslag i prøver basert på ukonsentrert melk, siden andelen kaseiner var mindre. Det ble brukt en løpemengde som var anbefalt i litteratur (Farkye, 2004) på 1.5 ml per 454 l melk, men det var vel og merke øvre anbefalt grense. Grunnen til at dette ble valgt istedenfor den nedre grensen var at mengden også stemte overens med mengde løpe som brukes i industrien i dag (Gryttingslien, 2015), og det var bestemt at oppgaven skulle være best mulig tilpasset industriens betingelser. Den nedre anbefalte grensen var på 1.0 ml løpe per 454 l melk, og basert på denne hypotesen kan det tenkes at dette nivået hadde vært et bedre alternativ. Om nye forsøk skal utføres burde endring av løpemengde til et lavere nivå vurderes.

Konsistensmålingene viste at ostekorna ble mykere etter tilsetning av dressing, da ostemasse uten dressing var fastere enn ferdigblandet ost. Den økende mykheten som følger av dressingtilsetning var som forventet, siden dressingens skulle bidra til økning i pH og dermed påvirke strukturen til kaseinmicellene (Emmons and Price, 1960; Emmons and Tuckey, 1967; Dalglish and Corredig, 2012). Det er kjent at det vil oppstå en netto negativ ladning rundt kaseinmicellene ved pH over 5.0 (Dalglish and Corredig, 2012), og avstanden mellom dem vil øke. Økt avstand mellom kaseinmicellene vil gi større hulrom og dermed trekke inn mer væske slik at kaseinmicellene "sveller" (Walstra et al., 2006). Dressingens innhold av salt har antagelig også hatt en effekt på vann i strukturen, da salt (NaCl) er kjent for å øke vannbindingen og dermed redusere fastheten til den ferdige osten (Walstra et al., 2006). Med en høyere pH etter dressingtilsetning kunne dessuten løseligheten til kasein øke igjen, og resultere i en enda svakere struktur (Tuckey, 1964). Det ble målt en økning i ostens fasthet med tiden utover en uke, noe som ikke var helt som forventet. I følge litteraturen (Emmons and Price, 1960; Emmons and Tuckey, 1967; Fox et al., 2000) skulle absorpsjon resultere i mykere ostekorn, grunnet økning i pH. I tillegg kunne det tenkes at enzym slik som løpe fremdeles var aktivt og dermed bidro til nedbryting av

proteinnettverket med sin hydrolyse av kasein. Siden observasjonene heller viste det motsatte enn forventet, var det andre årsaker som hadde større utslag på fastheten. En mulig årsak til den observerte økningen i fasthet kunne skyldes omorganisering av bindinger i proteinnettverket som resulterte i økt synerese (Dejmek and Walstra, 2004). Studier har vist at vanninnhold i ostemassen har god korrelasjon med mykhet til osten, der mer vann gir mykere ost (deMan, 1968), så jo større grad av synerese, desto fastere ville osten bli. Denne teorien samsvarte godt med observasjonene da den hardeste ostemassen også var de variantene som hadde høyest TS, altså minst vanninnhold. Det var mulig å se at synerese hadde forekommet til en viss grad under lagring da begeret ble tatt frem før måling, ved at prøvene viste noe fri væske på toppen av ostemassen. Det kunne vel og merke være vanskelig å vite hvor mye myse som var skilt ut av de variantene som i utgangspunktet var veldig grøtete, da det også kunne være overflødig dressing.

5.2.2 Effekt av laktase

5.2.2.1 Laktose

Bruk av laktase både i ystemelken og i dressing var ment til å redusere mengden laktose i Cottage Cheese til et nivå som tilfredsstiller kravene til laktosefrie produkter, nemlig < 0.01 % (Nordisk Ministerråd, 1993). Eventuelle andre effekter på ysteegenskaper og kvalitet til Cottage Cheese var dessuten ønskelig å vite. Analysene av ferske prøver viste at det var tydelig effekt av enzymet laktase på karbohydratsammensetningen, da mengden laktose var betydelig redusert mens mengde glukose og galaktose hadde økt. Resultatene var som forventet i forhold til at Cottage Cheese med laktase i både melk og dressing (lakt+ /lakt +) hadde minst laktose, og Cottage Cheese uten laktase i melk eller dressing (lakt-/lakt-) hadde mest laktose. Bruk av laktase var av stor betydning, og det var tydelig at jo mer laktase som ble brukt, desto større effekt var det på laktosekonsentrasjon. I de variantene som var tilsatt laktase, enten i ystemelk og/ eller dressing, var det ønskelig å oppnå en ostemasse med laktose mindre enn 0.01 g/100 g. Den laveste mengden laktose ble oppnådd i ostemasse basert på ukonsentrert melk med laktase, henholdsvis 0.04 g/100 g, men det var likevel ikke lavt nok. Med andre ord var det ingen av de produserte Cottage Cheese variantene med laktase i melk og/ eller dressing som hadde et lavt nok innhold av laktose til å kunne kalles laktosefritt. Det var

i grunn ikke helt overraskende, siden resultatene fra det innledende forsøket indikerte at laktosenivået ikke klarte å gå langt nok ned. Da laktasemengden ble vurdert etter det innledende forsøket, ble ikke mengde enzym justert grunnet usikkerhet rundt årsaken til den høye laktosekonsentrasjonen. Trolig var det selve produksjonsbetingelsene som var årsaken til at ønsket laktosenivå ikke ble nådd. Videre analyser av ferske prøver underveis i hovedforsøket viste at laktoseinnholdet likevel ikke ble lavt nok selv etter justering av produksjonsprosessen, men da kunne ikke laktasemengden endres, fordi det var ønskelig med sammenlignbare gjentak. Målingene av fersk Cottage Cheese viste en høyere forekomst av laktose enn tørr ostemasse, men dette var grunnet at dressingen som ble tilsatt ikke var hydrolysert på forhånd. Derimot var det forventet en tydelig reduksjon av laktose i løpet av lagringsperioden, og denne forventningen var blant annet basert på resultater fra tidligere studier av laktaseaktivitet ved kjøletemperaturer, som påviste over 98 % hydrolyse av laktose i melk etter 48 timer ved 2 °C (Horner et al., 2011). Resultatene fra analysene som ble utført viste at dette ikke ble tilfellet i ost. For det første var det ingen konsekvente endringer eller spesielle tendenser for de ulike typene. Mengden laktose gikk noe opp etter 2 dager, noe som i teorien ikke er mulig, og deretter ble nivået noe redusert for enkelte typer. Typene med mest endring i laktoseinnhold var de uten laktase, noe som tyder på at endringene som forekom ikke skyldtes laktase, men heller tilfeldig variasjon i prøvetaking. Generelt i løpet av hele lagringsperioden endret laktosenivået seg svært lite, og de forskjellene som ble observert var ikke signifikante. Om det likevel hadde vært signifikante forskjeller etter en 3 ukers periode, hadde det ikke vært av betydning i praktisk sammenheng. Om Cottage Cheese skal kunne selges som laktosefritt, kan man ikke være avhengig av at produktet må stå på lager i flere uker før nivået er lavt nok til å selges. Etter 21 dager har holdbarheten utløpt, og kvaliteten vil ikke være like god lenger. I tillegg vil det selvfølgelig oppta mye lagerkapasitet om det skal stå lagret over en lenger periode.

Det var trolig at den generelt dårlige graden av synerese under produksjon hadde en stor betydning for at det ønskede laktosenivået ikke ble nådd. Siden det er mysen som inneholder laktose, vil større forekomst av myse i ostekorn selvsagt resultere i høyere andel laktose. Dreneringen burde blitt forbedret, enten ved bedre tilpassing eller effektivisering, for å skille ut enda mer myse. Dersom varigheten på dreneringen hadde blitt forlenget og tilpasset tilstanden til ostemassen, istedenfor å være fast på 2 timer,

ville nok resultatene vært annerledes. Effektivisert drenering kunne for eksempel vært å overføre ostemassen på rist. Ellers, kan det tenkes at hinnedannelsen også har hatt en avgjørende betydning for laktosenivået, da det i tillegg til å ha forhindret videre myseutskillelse (Castillo et al., 2006b), også kan ha hindret diffusjon av laktose ut av ostekorna. Dermed er det en mulighet for at laktose har blitt holdt igjen inne i ostekorna og laktasens tilstedeværelse antagelig ble ubetydelig. Med andre ord kan det hende at laktasemengden var tilstrekkelig, men at laktosen i ostekorna ikke diffundererte ut, slik at laktasen faktisk kunne hydrolysere det.

Det var som forventet at bruk av laktase i melk og dressing hadde signifikant effekt på laktosemengden, og det var momentet med bruk av laktase i dressing som var mest usikkert ved oppgaven, og som var ønskelig å se utfallet av. I følge leverandøren av laktase- preparatet, Ha- Lactase 5200 (Chr. Hansen), skulle enzymet være aktivt selv ved temperaturer ned mot 4 °C, men den relative aktiviteten ville til gjengjeld være rundt 10 %. I utgangspunktet skulle det være en ganske liten mengde laktose igjen i ostekorna etter drenering, og 10 % aktivitet ble ikke sett på som et problem for å hydrolysere den resterende mengden. Siden laktosenivået ikke endret seg betydelig i løpet av lagringen, kunne det vært interessant å undersøke om bruk av et annet laktaseenzym med større aktivitet ved kjøletemperatur, såkalt kuldeaktiv laktase (Nakagawa et al., 2006), ville fungert bedre til dette formålet. En annen mulig forklaring på hvorfor ikke enzymet klarte å hydrolysere den resterende laktosen kan ha vært selve pH verdien i osten under lagring, som ikke har vært optimal. Ha- Lactase stammer nemlig fra *Kluyveromyces lactis* gjær som er mest anvendt for hydrolyse av melk, og har pH optimum rundt 6-7 (Chr. Hansen; Husain, 2010). Enzymet ville hemmes betraktelig ved pH verdier lavere enn 5.5, og det er et problem når pH i konvensjonell Cottage Cheese normalt ligger på 5.1 hvis osten i utgangspunktet har pH 4.7 (Farkye, 2004). Under dette arbeidet var pH målt i ostemasse før innblanding av dressing rundt 4.7, men det ble ikke foretatt målinger av pH på lagret ost etter tilsetning av dressing. I ettertid er det tydelig at dette burde vært gjort. Dermed blir dette bare en spekulasjon, og ikke mulig å dra noe videre konklusjon. Dersom det ikke bare skyldtes ugunstig temperatur, men også en ugunstig pH, bør det uansett vurderes å ta i bruk laktase som stammer fra sopp istedenfor gjær (Boon et al., 2000). Laktase fra sopp er

nemlig tilpasset surere forhold og vil ha pH- optimum i området 2.5- 5.4 (Husain, 2010), noe som er mer innenfor aktuell pH i Cottage Cheese.

5.3 Milkoscan analyser i forhold til andre kjemiske analyser

Milkoscan er kalibrert for standard melkeprodukter slik som melk, myse og fløte, og derfor vil prøver med annen balanse mellom komponenter, slik som for eksempel konsentrert ystemelk, kunne føre til misvisende resultater avhengig av hvilket kalibreringsprogram som blir brukt (FOSS A/S 2014). Analysene foretatt med Milkoscan viste en tendens til forskjell i forhold til de benyttede referansemetodene Kjeldahl, Gerber, HPLC og tørkeskap, men ingen av disse forskjellene var av signifikant størrelse. Milkoscan kunne dermed fint brukes i analyser som rettesnor underveis i produksjonen. Det kan likevel nevnes at myseprøvene ikke var godt egnet for Milkoscan analyser grunnet en relativt stor forekomst av ostestøv, som resulterte i at prøvene ikke var homogene. Ujevne prøver gjorde at de oppnådde verdiene ikke ville representere riktig innhold i prøvene (FOSS A/S, 2013), og forekomst av ostestøv førte dessuten til at instrumentet tettet seg hvis mengden ostestøv var for stor.

Laktoseinnholdet som ble målt i melk og myse med Milkoscan var systematisk lavere enn HPLC, men det virket ikke som instrumentet klarte å skille mellom ulike karbohydrater i prøvene. Prøver med tilsatt laktase fikk like høye verdier av laktose som de prøvene uten tilsatt laktase, men HPLC analysene viste at mesteparten av laktosen var hydrolysert i prøvene med laktase. Det var forventet at laktose i flytende prøver med tilsatt laktase skulle være minimal. Det faktum at Milkoscan ikke klarte å detektere forskjell mellom laktose, glukose og galaktose burde være mulig å rette opp ved å kalibrere apparatet med hensyn til ulike suktermolekyler. Leverandøren av instrumentet presiserer selv at flere kalibreringer med hensyn til såkalte lav laktose produkter, altså laktose hydrolyserte produkter, er nødvendig for å kunne gi gode nok resultater (FOSS A/S 2014). Milkoscan gav med andre ord ikke sikre nok resultater til å kunne brukes som eneste analysemetode for sammensetning av prøver, men de oppnådde verdiene kunne brukes til å gi en indikasjon på hva man burde forvente av innhold ved andre analysemetoder.

5.4 Veien videre

Dette masterarbeidet har vist at det fremdeles finnes aspekter ved produksjon av laktosefri Cottage Cheese som bør undersøkes nærmere, og det har også åpnet vei for nye muligheter og løsninger.

En klar utfordring har vært å faktisk produsere en laktosefri ost, noe som ikke ble oppnådd under dette masterarbeidet. For å produsere en laktosefri Cottage Cheese bør man videre undersøke laktasens faktiske aktivitet ved aktuell temperatur og pH. Deriblant kan det videre undersøkes om produksjonen kan bli tilpasset bedre. Laktasen kunne for eksempel fått lenger tid til å hydrolysere laktosen i melken før pH ble for lav og dermed reduserte aktiviteten. Et alternativ som vil gi lenger virketid for laktasen kan være å benytte en long-set metode for produksjon av Cottage Cheese. Ellers kan pH under skjæring og oppvarming, samt optimal varmeregulering, tilpasses bedre. Det er mulig at blant annet for rask temperaturøkning fører til hinnedannelse, og dermed hindrer diffusjon av laktose slik at laktasen ikke får gjort jobben sin. Dersom det for eksempel blir målt for lave pH verdier ($\text{pH} < 4.5$) under oppvarmingen, kunne man innføre tiltak for å justere pH underveis ved tilsetning av vann. Det kan være interessant å se om teorien om hydrolyse under kjølelagring fremdeles kan være et alternativ dersom aktiviteten til laktase er kjent ved ulike temperaturer. Dette arbeidet gav antydning til at Ha-lactase er relativt lite aktiv ved 4 °C. Om enzymet for eksempel er mer aktivt ved noen grader høyere temperatur (6-8 °C?), kunne det vært en mulighet å lagre Cottage Cheese i 1-2 døgn ved denne temperaturen for å se om ønsket laktoseinnhold blir oppnådd. Eventuelt burde dette bli testet med andre typer laktase som er bedre tilpasset temperatur ved 4 °C. Et annet alternativ som burde gjennomføres er å blande dressing og laktase dagen før produksjon, og la dressingen stå kjøling inntil innblanding. Analyser av dressingen etter lagring i ett døgn kan gi en tydelig indikasjon på om laktase enzympreparatet klarer å hydrolysere all laktosen i dressingen ved kjøletemperatur på 4 °C.

Bruk av konsentrert melk til produksjon av Cottage Cheese viste seg å ha stort potensiale, da alle gjentak basert på konsentrert melk gav tilfredsstillende produktkvalitet og godt utbytte. Utfordringen ved bruk av proteinkonsentrert melk var i forhold til skjæring av koagel, og når det er optimalt å foreta dette. Forandringer i

råstoff sammensetning har vist at det kreves en tilpasning av produksjonsparametere, og det vil være interessant om bruk av standardisert melk kan kombineres med annen ny teknologi som for eksempel kan måle koaguleringsprosessen og egenskaper til koagel. Det er allerede utviklet ny sensortechnologi som gjør det mulig å basere skjæretidspunkt på målinger av koagelets fasthet istedenfor måling av pH, og dette kan redusere nåværende usikkerhet og variasjon omkring skjæring av koagel. Behovet for å få kontroll over koaguleringsprosessen og kunne foreta skjæring ved riktig tidspunkt er svært aktuelt, og et eksempel på slik lovende teknologi er bruk av lys reflekteringsensor kjent som *CoAguLite*TM, først utviklet av Payne et al. (1997). *CoAguLite*TM kan måle endring i refleksjon av infrarød stråling ved 880 nm, og kan detektere endringer i lysrefleksjon når proteinstruktur endres under koagulering. Dette vil gi mulighet for sanntidsmåling av kaseinaggregering og geldannelse, og gjøre det mulig å bestemme når koagel skal skjæres (Castillo et al., 2006a; Payne and Castillo, 2007). *CoAguLite*TM optisk sensor bør vurderes i produksjon av Cottage Cheese i fremtiden, når melkens sammensetning endres ved membranfiltrering. Bruk av membranfiltrering for å endre sammensetningen til ysterstoffet gjør det mulig å standardisere melk og dermed gi mindre variasjon i produksjon og sluttprodukt. Mulighet for standardisering av sammensetning er et ypperlig utgangspunkt for bruk av slike sensorer, siden sensorene må kalibreres i forhold til bestemte parametere som proteinkonsentrasjon og enzymmengde. Dette arbeidet har vist betydningen av å oppnå riktig grad av synerese for produksjon av Cottage Cheese med ønsket sammensetning og kvalitet, og det er derfor positivt at det også har blitt utviklet teknologi for mål av synerese. En slik lovende og svært aktuell teknologi for Cottage Cheese produksjon er *Large Field-of-View* sensorer (LFV) (Fagan et al., 2008; Mateo et al., 2010; Rovira et al., 2012). LFV sensor er også basert på prinsippet om lysreflektering, og vil gi informasjon som gjør det mulig å styre grad av synerese under produksjonen, som igjen vil kunne forbedre kontroll av tørrstoff (vanninnhold), laktose og mineraler, samt utbytte av produksjonen. Hvis teknologien muliggjør kontroll av synerese, vil dette si at konsistensen og den endelige kvaliteten på produktet kan kontrolleres. Det er fremdeles under utvikling og studier poengterer at det må tilpasses den aktuelle produksjonen (Fagan et al., 2007; Fagan et al., 2008). Uansett, basert på erfaringer i dette masterarbeidet anser jeg et behov for dette, og det vil være spennende å se om denne teknologien kan tas i bruk og testes til produksjon av Cottage Cheese i fremtiden.

5.5 Konklusjon

Det var utfordrende å redusere laktoseinnholdet i Cottage Cheese til mindre enn 0.01 % siden mye tyder på at det ikke bare var den tilsatte laktasemengden, men også selve egenskapene til ostekorna, som hadde betydning for grad av reduksjon. Først og fremst var det avhengig av at laktase i ystemelk fikk tilstrekkelig virketid under optimal pH og temperatur. Videre hydrolyse av restlaktose i ostekorn var avhengig av at myseinnholdet i ikke var for høyt, noe som forutsatte at synerese ble optimal under produksjonen. I tillegg var det vesentlig at ostekornas permeabilitet ble opprettholdt, og erfaringene fra forsøkene viste at produksjonen dermed måtte være mild, spesielt når det gjaldt intervall på temperaturøkning og hastighet på røring.

Tilsetning av laktase i dressingen, slik at hydrolyse kunne skje i beger, viste seg å ha en ubetydelig effekt i dette forsøket, da svært lite endringer i laktoseinnhold ble observert utover lagringsperioden. Det er allikevel ikke grunn til å forkaste forslaget fullstendig, da det fremdeles er usikkerhet knyttet til laktasens aktivitet. Videre undersøkelse av laktasens virkning ved kjøletemperatur bør foretas. Også videre forsøk ved bruk av annen type laktase som er tilpasset surere forhold ($\text{pH} < 5.1$) og/ eller kuldeaktiv laktase bør vurderes.

Bruk av konsentrert ystemelk i Cottage Cheese produksjon viste seg å være fordelaktig, da utbytte ble større og den oppnådde ostemassen ble fastere. I tillegg kom osten basert på konsentrert melk godt ut i sensoriske bedømmelser, og oppfylte dermed kravene til kvalitet. Arbeidet har vist at det er positivt at sammensetningen til ystemelken kan standardiseres, siden det kan sikre bedre kontroll over produksjonen i fremtiden. Det faktum at konsentrering gir fastere ostekorn er en fordel i industrien, da ostekorna vil tåle den store mekaniske påkjenningen bedre uten å gå i oppløsning. Bruk av konsentrert melk forutsetter vel og merke at sentrale produksjonstrinn tilpasses den nye sammensetningen, slik som at skjæring foretas ved en høyere pH, eksempelvis 4.9 ± 0.05 når proteinkonsentrasjonen er på 5 %.

6 Referanser

- ADAMS, M. R. & MOSS, M. O. 2008. Microbiology of Primary Food Commodities. *Food Microbiology*. 3 ed. Cambridge, UK: RSC Publishing.
- ARDISSON-KORAT, A. V. & RIZVI, S. S. H. 2004. Vatless Manufacturing of Low-Moisture Part-Skim Mozzarella Cheese from Highly Concentrated Skim Milk Microfiltration Retentates. *Journal of Dairy Science*, 87, 3601-3613.
- ARLA FOODS 2014. Corporate Responsibility Report. Sønderhøj, Denmark: Arla Foods.
- BLASCHEK, K. M., WENDORFF, W. L. & RANKIN, S. A. 2007. Survey of Salty and Sweet Whey Composition from Various Cheese Plants in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*, 90, 2029-2034.
- BOON, M. A., JANSSEN, A. E. M. & VAN 'T RIET, K. 2000. Effect of Temperature and Enzyme Origin on the Enzymatic Synthesis of Oligosaccharides. *Enzyme and Microbial Technology*, 26, 271-281.
- BRANS, G., SCHROËN, C. G. P. H., VAN DER SMAN, R. G. M. & BOOM, R. M. 2004. Membrane Fractionation of Milk: State of the Art and Challenges. *Journal of Membrane Science*, 243, 263-272.
- BYLUND, G. 1995. *Dairy Processing Handbook*, Lund, Sweden, Tetra Pak Processing Systems AB.
- CASTILLO, M., LUCEY, J. A. & PAYNE, F. A. 2006a. The Effect of Temperature and Inoculum Concentration on Rheological and Light Scatter Properties of Milk Coagulated by a Combination of Bacterial Fermentation and Chymosin. Cottage Cheese-type Gels. *International Dairy Journal*, 16, 131-146.
- CASTILLO, M., LUCEY, J. A., WANG, T. & PAYNE, F. A. 2006b. Effect of Temperature and Inoculum Concentration on Gel Microstructure, Permeability and Syneresis Kinetics. Cottage Cheese-type Gels. *International Dairy Journal*, 16, 153-163.
- CHR. HANSEN Product information: Ha- Lactase 5200. Version: 3 PI-GLOB-EN 03-14-2014 ed. Denmark: Chr. Hansen A/S.
- CODEX ALIMENTARIUS 1968. Codex Standard of Cottage Cheese. *CODEX STAN 273-1968*. Rome: FAO and WHO.
- COLLINS, E. B. 1961. Resistance of Certain Bacteria to Cottage Cheese Cooking Procedures. *Journal of Dairy Science*, 44, 1989-1996.
- CORDES, W. A. 1959. Factors Affecting the Yield of Cottage Cheese. *Journal of Dairy Science*, 42, 2012- 2015.
- COVACEVICH, H. R. & KOSIKOWSKI, F. V. 1978. Cottage Cheese by Ultrafiltration. *Journal of Dairy Science*, 61, 529- 535.
- DALGLEISH, D. G. & CORREDIG, M. 2012. The Structure of the Casein Micelle of Milk and Its Changes During Processing. *The Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 449-67.
- DAMODARAN, S., PARKIN, K. L. & FENNEMA, O. R. 2008. *Fennema's Food Chemistry*, CRC Press.
- DE KRUIF, C. G., HUPPERTZ, T., URBAN, V. S. & PETUKHOV, A. V. 2012. Casein Micelles and Their Internal Structure. *Advances in Colloid and Interface Science*, 171-172, 36-52.

- DEJMEK, P. & WALSTRA, P. 2004. The Syneresis of Rennet- Coagulated Curd. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 3 ed. UK: Elsevier Academic Press.
- DEKRUIF, C. G. & HOLT, C. 2003. Casein Micelle Structure, Functions and Interactions. In: FOX, P. F. & MCSWEENEY, P. L. H. (eds.) *Advanced Dairy Chemistry*. 3 ed. New York.
- DEMAN, J. M. 1968. Cottage Cheese Texture. *Canadian Institute of Food Technology Journal*, 1, 76-78.
- DZUREC JR, D. J. & ZALL, R. R. 1985. Effect of Heating, Cooling, and Storing Milk on Casein and Whey Proteins. *Journal of Dairy Science*, 68, 273-280.
- EFSA & NDA 2010. Scientific Opinion on Lactose Thresholds in Lactose Intolerance and Galactosaemia. *EFSA Journal 2010*. Parma, Italy.
- EMMONS, D. & TUCKEY, S. L. 1967. *Cottage Cheese and Other Cultured Milk Products*, New York, US, Chas. Pfizer & Co.
- EMMONS, D. B. & BECKETT, D. C. 1984. Effect of pH at Cutting and During Cooking on Cottage Cheese. *Journal of Dairy Science*, 67, 2200-2209.
- EMMONS, D. B. & PRICE, W. V. 1960. Observations on Creaming of Cottage Cheese. *Journal of Dairy Science*, 43, 931-944.
- ESPINA, V. S., JAFFRIN, M. Y., FRAPPART, M. & DING, L.-H. 2008. Separation of Casein Micelles from Whey Proteins by High Shear Microfiltration of Skim Milk Using Rotating Ceramic Membranes and Organic Membranes in a Rotating Disk Module. *Journal of Membrane Science*, 325, 872-879.
- EVERARD, C. D., O'CALLAGHAN, D. J., MATEO, M. J., O'DONNELL, C. P., CASTILLO, M. & PAYNE, F. A. 2008. Effects of Cutting Intensity and Stirring Speed on Syneresis and Curd Losses During Cheese Manufacture. *Journal of Dairy Science*, 91, 2575-2582.
- FAGAN, C. C., CASTILLO, M., O'DONNELL, C. P., O'CALLAGHAN, D. J. & PAYNE, F. A. 2008. On-line Prediction of Cheese Making Indices Using Backscatter of Near Infrared Light. *International Dairy Journal*, 18, 120-128.
- FAGAN, C. C., CASTILLO, M., PAYNE, F. A., O'DONNELL, C. P., LEEDY, M. & O'CALLAGHAN, D. J. 2007. Novel Online Sensor Technology for Continuous Monitoring of Milk Coagulation and Whey Separation in Cheesemaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 8836-8844.
- FARKYE, N. Y. 2004. Acid- and Acid/Rennet- curd Cheeses; Part B: Cottage Cheese. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 3 ed. London, England: Academic Press.
- FDA 2014. Part 133 - Cheeses and Related Cheese Products. 21. US: Code of Federal Regulations.
- FELLOWS, P. J. 2009. *Food Processing Technology*, England, Woodhead Publishing.
- FOSS A/S 2013. Milkoscan FT1 Whey Calibrations. *Application Note 62*. Denmark: FOSS Analytical A/S
- FOSS A/S 2014. Milkoscan FT1 Milk Calibrations. *Application Note 63*. Denmark: FOSS Analytical A/S.
- FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M. & MCSWEENEY, P. L. H. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*, Maryland, US, Aspen Publishers Inc.
- FOX, P. F. & MCSWEENEY, P. L. H. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry* UK, London, Blackie Academic & Professional.
- FOX, P. F., MCSWEENEY, P. L. H., COGAN, T. M. & GUINEE, T. P. 2004. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, London, UK, Academic Press.
- GRYTTINGSLIEN, T. 26.01. 2015. RE: Personlig meddelelse.

- GÄNZLE, M. G., HAASE, G. & JELEN, P. 2008. Lactose: Crystallization, Hydrolysis and Value-added Derivatives. *International Dairy Journal*, 18, 685-694.
- HARJU, M., KALLIOINEN, H. & TOSSAVAINEN, O. 2012. Lactose Hydrolysis and Other Conversions in Dairy Products: Technological Aspects. *International Dairy Journal*, 22, 104-109.
- HELLAND-KIEGEN, K. 2013. *Hva er laktoseintoleranse* [Online]. Norway: Melk.no. Available: <http://www.melk.no/laktoseintoleranse/hva-er-laktoseintoleranse/> [Accessed 08.01 2015].
- HOLLUP- OLSEN, S. 2015. *RE: Personlig meddelelse*.
- HOLST, H. H. & LAURITZEN, K. 2009. *Process for Producing Lactose-free Milk*. US patent application 20090092731.
- HOLT, C. 1998. Casein Micelle Substructure and Calcium Phosphate Interactions Studied by Sephacryl Column Chromatography. *Journal of Dairy Science*, 81, 2994-3003.
- HORNE, D. S. 2006. Casein Micelle Structure: Models and Muddles. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 11, 148-153.
- HORNER, T. W., DUNN, M. L., EGGETT, D. L. & OGDEN, L. V. 2011. β - Galactosidase Activity of Commercial Lactase Samples in Raw and Pasteurized Milk at Refrigerated Temperatures. *Journal of Dairy Science*, 94, 3242-3249.
- HUI, Y. H. 2007. *Handbook of Food Products Manufacturing*, Canada, John Wiley & Sons inc.
- HUSAIN, Q. 2010. Beta - galactosidases and Their Potential Applications: A Review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 30, 41-62.
- HÅLAND, O. 2014. *Stor utbygging på Frya* [Online]. Norway: TINE. Available: <http://www.tine.no/presserom/nyheter/stor-utbygging-p%C3%A5-frya> [Accessed 16.03 2015].
- IDF 2004a. Cheese and processed cheese products; Determination of fat content - Gravimetric method (Reference method). *4:2004*. Brussel, Belgium: International Dairy Federation.
- IDF 2004b. Cheese and processed cheese; Determination of the total solids content (Reference method). *4:2004*. Brussel, Belgium: International Dairy Federation.
- IDF 2008. Milk; Determination of fat content (Gerber butyrometers). *105:2008*. Brussel, Belgium: International Dairy Federation.
- IDF 2010. Milk, cream and evaporated milk; Determination of total solids content (Reference method). *21:2010*. Brussel, Belgium: International Dairy Federation.
- IDF 2014. Determination of nitrogen content (Kjeldahl method) and calculation of crude protein content. *20:2014*. Brussel, Belgium: International Dairy Federation.
- JELEN, P. & TOSSAVAINEN, O. 2003. Low Lactose and Lactose-free Milk and Dairy Products- Prospects, Technologies and Applications. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58, 161-165.
- JØRGENSEN, C. E., ABRAHAMSEN, R. K., RUKKE, E.-O., JOHANSEN, A.-G., SCHÜLLER, R. B. & SKEIE, S. B. 2015. Improving the Structure and Rheology of High Protein, Low Fat Yoghurt with Undenatured Whey Proteins. *International Dairy Journal*, 47, 6-18.
- KOSIKOWSKI, F. V., MASTERS, A. R. & MISTRY, V. V. 1985. Cottage Cheese from Retentate - Supplemented Skim Milk. *Journal of Dairy Science*, 68, 541-547.

- KOVALENKO, M. S. & BOCHAROVA, S. G. 1973. Effect of Change in Structural and Mechanical Properties of Milk Coagulum on Syneresis. *Dairy Science Abstracts*, 35.
- KUMAR, P., SHARMA, N., RANJAN, R., KUMAR, S., BHAT, Z. F. & JEONG, D. K. 2013. Perspective of Membrane Technology in Dairy Industry: A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26, 1347-1358.
- LANDAAS, Ø. V. 2012. Laktoseintoleranse (Infohefte). Norway: Astma- og Allergiforbundet.
- LANGE, M. 2005. *Process for making a lactose-free milk and milk so processed*. US patent application.
- LOMER, M. C., PARKES, G. C. & SANDERSON, J. D. 2008. Review Article: Lactose Intolerance in Clinical Practice- Myths and Realities. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 27, 93-103.
- LOPEZ, C., MADEC, M. & JIMENEZ-FLORES, R. 2009. Lipid Rafts in the Bovine Milk Fat Globule Membrane Revealed by the Lateral Segregation of Phospholipids and Heterogeneous Distribution of Glycoproteins. *Food Chemistry*, 120, 22-33.
- MARELLA, C., MUTHUKUMARAPPAN, K. & METZGER, L. E. 2013. Application of Membrane Separation Technology for Developing Novel Dairy Food Ingredients. *Journal of Food Processing & Technology*, 4, 269.
- MARSILI, R. T., OSTAPENKO, H., SIMMONS, R. E. & GREEN, D. E. 1981. High Performance Liquid Chromatographic Determination of Organic Acids in Dairy Products. *Journal of Food Science*, 46, 52-57.
- MATEO, M. J., O'CALLAGHAN, D. J., EVERARD, C. D., CASTILLO, M., PAYNE, F. A. & O'DONNELL, C. P. 2010. Evaluation of On-line Optical Sensing Techniques for Monitoring Curd Moisture Content and Solids in Whey During Syneresis. *Food Research International*, 43, 177-182.
- MATTILSYNET 2008. Forskrift om særlige hygieneregler for næringsmidler av animalsk opprinnelse (animaliehygieneforskriften). FOR-2008-12-22-1624 ed. Norway: Nærings- og fiskeridepartementet, Landbruks- og matdepartementet, Helse- og omsorgsdepartementet.
- MATTILSYNET. 2012. *Anbefalinger om laktosereduserte og laktosefrie produkter* [Online]. Norway: Mattilsynet.no. Available: http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/spesialmat_og_kosttilskudd/laktosefrie_produkter/anbefalinger_om_laktosereduserte_og_laktosefrie_produkter.3017 [Accessed 19.03. 2015].
- MCSWEENEY, P. L. H. & FOX, P. F. 2009. *Advanced Dairy Chemistry: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*. 3 ed.: Springer.
- MELK.NO. 2013. *Laktoseinnhold i meieriprodukter* [Online]. Norway: Melk.no. Available: <http://www.melk.no/laktoseintoleranse/laktoseinnhold-i-meieriproduktene/> [Accessed 10.01 2015].
- MISHRA, R., GOVINDASAMY-LUCEY, S. & LUCEY, J. A. 2005. Rheological Properties of Rennet-Induced Gels During the Coagulation and Cutting Process: Impact of Processing Conditions. *Journal of Texture Studies*, 36, 190-212.
- NAKAGAWA, T., IKEHATA, R., UCHINO, M., MIYAJI, T., TAKANO, K. & TOMIZUKA, N. 2006. Cold-active Acid β -galactosidase Activity of Asolated Psychrophilic-Basidiomycetous Yeast *Guehomyces pullulans*. *Microbiological Research*, 161, 75-79.

- NARVHUS, J. A., ØSTERAAS, K., MUTUKUMIRA, T. & ABRAHAMSEN, R. K. 1998. Production of Fermented Milk Using a Malty Compound-Producing Strain of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, Isolated from Zimbabwean Naturally Fermented Milk. *International Journal of Food Microbiology*, 41, 73-80.
- NELSON, D. L. & COX, M. M. 2008. *Lehninger- Principles of Biochemistry*, New York, USA, W.H. Freeman & Company.
- NILSEN, G. B. 1998. *Betydningen av ulike teknologiske faktorer for kvaliteten og holdbarheten til Cottage Cheese*. Hovedoppgave, Norges Landbruks Høyskole (NLH).
- NORDISK MINISTERRÅD 1993. Dietetiske næringsmidler: Forslag til nordiske retningslinjer for vurdering og regulering. *Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter 1993:557*. Copenhagen, Denmark.
- NORSKE MEIERIER 1989a. Fett i hvitost - Metode nr. 706. *Meierienes Analysebok*. Ås, Norway: NMBU.
- NORSKE MEIERIER 1989b. Tørrstoff i hvitost - Metode nr. 702. *Meierienes Analysebok*. Ås, Norway: NMBU.
- NORSKE MEIERIER 1990. Tørrstoff i melk - Metode nr. 608. *Meierienes Analysebok*. Ås, Norway: NMBU.
- PAYNE, F. A. & CASTILLO, M. 2007. Light Backscatter Sensor Applications in Milk Coagulation. *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*. London, UK: Taylor & Francis.
- PAYNE, F. A., GATES, R. S. & FANNIN, B. L. 1997. Measurement Precision for a Fiber Optic Diffuse Reflectance Sensor. *Transactions of the ASABE*, 39, 2163-2198.
- POULIOT, Y. 2008. Membrane Processes in Dairy Technology- From a Simple Idea To Worldwide Panacea. *International Dairy Journal* 18, 735– 740.
- PRESCOTT, R. 2012. *Lactose-free dairy market is booming, says new report* [Online]. England: Foodbev. Available: <http://www.foodbev.com/news/lactose-free-dairy-market-is-booming-say-.VQwWUy13Yah> [Accessed 19.03 2015].
- PRICE, W. V., SWANSON, A. M. & EMMONS, D. B. 1959. Recent Developments in Cottage Cheese Manufacturing Procedures. *Journal of Dairy Science*, 42, 2005-2008.
- RIZVI, S. S. H. & BRANDSMA, R. L. 2003. Microfiltration of Skim Milk for Cheese Making and Whey Proteins. Google Patents.
- ROVIRA, S., GARCÍA, V., FERRANDINI, E., CARRIÓN, J., CASTILLO, M. & LÓPEZ, M. B. 2012. Usefulness of a Large Field of View Sensor for Physicochemical, Textural, and Yield Predictions Under Industrial Goat Cheese (Murcia al Vino) Manufacturing Conditions. *Journal of Dairy Science*, 95, 6320-6331.
- SABOYAINSTA, L. & MAUBOIS, J. L.-. 2000. Current Developments of Microfiltration Technology, in the Dairy Industry. *Le Lait*, 80, 541- 553.
- SAXENA, A., TRIPATHI, B. P., KUMAR, M. & SHAHI, V. K. 2009. Membrane-based Techniques for the Separation and Purification of Proteins: An Overview. *Advances in Colloid and Interface Science*, 145, 1-22.
- SIGURDJONSSON, G. 2015. *RE: Personlig meddelelse; Detaljer rundt produksjon av Cottage Cheese*
- SKALA AS. 2015. *TINE har valgt SKALA AS til hovedpartner i Frya-utbyggingen* [Online]. Norway: Skala AS. Available: <http://skala.no/Om-oss/Aktuelt/Skala-AS-er-hovedpartner-i-Frya-utbyggingen> [Accessed 18. feb 2015].

- SKEIE, S. 2015. Analyser av ost. *Øvningsforskrifter og analyseforskrifter*. NMBU, Ås, Norway: Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap.
- SODE- MOGENS, M. T. 1947. Bestemmelse av ostens proteolytiske spaltingsgrad med særlig henblikk på formol-titreringen. *Statens Meieriforsøk*, medd.nr. 21.
- SWALLOW, D. M. 2003. Genetics of Lactase Persistence and Lactose Intolerance. *Annual Review of Genetics*, 37, 197-219.
- TIMONEN, M. 2013. Valio's experience in lactose-free dairy market. *Konferanse Norsk Meieriteknisk Forening 23.Okt*. Valio.
- TINE KOMMUNIKASJON 2013. Årsrapport 2013. Oslo, Norway: Tine SA, .
- TSAKALI, E., PETROTOS, K., ALLESSANDRO, A. D. & GOULAS, P. Review on Whey Composition and the Methods Used for its Utilization for Food and Pharmaceutical Products. International Congress on Food Technology, 03.11 2012 Antalya, Turkey. The Association of Food Technology.
- TUCKEY, S. L. 1964. Properties of Casein Important in Making Cottage Cheese. *Journal of Dairy Science*, 47, 324-326.
- TÜSCHEN, H. 2014. Arla vil booste salg af laktosefri produkter. *FødevarerWatch*. København, Danmark: Watch Medier A/S.
- USDA 2001. Specifications for Cottage Cheese and Dry Curd Cottage Cheese. *Dairy Programs*. US: United States Department of Agriculture.
- VALLE, E. S. 2013. Bakgrunn, status og videre planer for TINE's laktosefrie produktkonsept. *Norsk Meieriteknisk Forening Fagdag 23. Okt 2013*. Brumunddal, Norway: Tine FoU.
- WALSTRA, P. 1990. On the Stability of Casein Micelles. *Journal of Dairy Science*, 73, 1965- 1979.
- WALSTRA, P. & JENNESS, R. 1984. *Dairy Chemistry and Physics*, US, John Wiley & Sons.
- WALSTRA, P., WOUTERS, J. T. M. & GEURTS, T. J. 2006. *Dairy Science and Technology*, US, CRC Press.
- WINTHER, L. 2013. Markedet for laktosefri mejeriprodukter vokser. *Mejeri*, Publisert 03.05.2013.

Vedlegg

For rådata, se eget vedlegg på minnebrikke.

Sammensetning av Cottage Cheese basert på kjemiske analyser

De kjemiske analysene som ble utført på de 8 variantene av Cottage Cheese danner grunnlaget for tabellen nedenfor, som viser sammensetningen i gram per 100 gram produkt.

Tabell 1. Sammensetning av Cottage Cheese basert på ukonsentrert (U) og konsentrert (K) melk. Mengde laktose, fett og protein er oppgitt i g/ 100g.

Type	Laktose	Fett	Protein
U Lakt+/Lakt+	0.9 ± 0.31 ^A	4.0 ± 0.2 ^A	8.47 ± 1.07 ^{AB}
U Lakt+/Lakt-	1.1 ± 0.05 ^A	3.7 ± 0.3 ^A	8.15 ± 2.13 ^{AB}
U Lakt-/Lakt+	1.9 ± 0.16 ^{AB}	3.7 ± 0.9 ^A	7.46 ± 1.78 ^B
U Lakt-/Lakt-	2.0 ± 0.17 ^{AB}	3.7 ± 1.2 ^A	7.56 ± 3.03 ^B
K Lakt+/Lakt+	0.8 ± 0.12 ^{AB}	5.8 ± 1.8 ^B	9.97 ± 3.97 ^{AB}
K Lakt+/Lakt-	1.0 ± 0.21 ^{AB}	5.0 ± 1.8 ^B	13.25 ± 2.70 ^C
K Lakt-/Lakt+	1.8 ± 0.13 ^B	5.6 ± 1.7 ^B	12.27 ± 2.85 ^{AC}
K Lakt-/Lakt-	2.0 ± 0.26 ^B	5.1 ± 2.1 ^B	14.79 ± 4.88 ^C

n = 3. Lakt = laktase, i melk/dressing, med (+) og uten (-). Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell, P < 0.05.

Signifikant effekt av konsentrering av melk for fett og protein i Cottage Cheese.

Signifikant effekt av laktase i melk for laktose i Cottage Cheese.

Statistiske analyser

1. Variansanalyse av gjentak

Det ble brukt følgende modell: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

Y_{ij} = konsentrasjon av komponent (laktose, protein, tørrstoff eller fett)

μ = gjennomsnittlig konsentrasjon av alle prøvene

τ_i = effekt av gjentak, $i = 1, 2, 3$ (= a)

ε_{ij} = tilfeldige feil per observasjon

j = antall replikasjoner = 4 (n)

Hypotesetesting:

H_0 : ingen signifikant forskjell mellom gjentak, $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$

H_1 : Signifikant forskjell mellom gjentak, minst en ulik, $\tau_i \neq 0$

Det ble foretatt variansanalyse (type 2) for å undersøke om det var signifikante forskjeller mellom de gjentakene som ble foretatt. Siden innhold av proteiner, fett og TS var signifikant påvirket av konsentrasjonsfaktor, ble gjentakene sortert på bakgrunn av dette. Det vil si at variansanalysen ble utført med antall replikasjoner på 12 istedenfor 24. Resultatene fra ANOVA er vist i Tabell 2 under.

Tabell 2. ANOVA (type 2) for innhold av komponenter for alle gjentak.

Respons	P- verdi	Type	Gjentak som var sign. forskjellige
Laktose	0.84		
Protein	0.05	Konsentrert	
	< 0.01	Ukonsentrert	1 \neq 2, 3
Tørrstoff (TS)	0.01	Konsentrert	1 \neq 3
	0.03	Ukonsentrert	1 \neq 2
Fett	< 0.01	Konsentrert	1 \neq 2 \neq 3
	0.02	Ukonsentrert	1 \neq 3

n = 3. Ulike bokstaver indikerer signifikant forskjell, $P < 0.05$.

De oppgitte P- verdiene i Tabell 1 viser at det var signifikant forskjell mellom innholdet av TS, fett og proteiner for de ulike gjentakene, da P- verdiene er mye mindre enn akseptabelt signifikansnivå 0.05 (α).

Gjentakene ble parvis sammenlignet (Tukey test) for å finne ut hvilke gjentak som var signifikant forskjellige fra hverandre. Generelt skilte gjentak 1 seg ut fra resten av gjentakene, da innhold av alle komponentene var signifikant forskjellig fra gjentak 2 og/ eller 3. Gjentak 2 og gjentak 3 var ikke signifikant forskjellige fra hverandre med unntak av fettinnholdet i variantene basert på konsentrert melk.

2. Variansanalyse av sensoriske data

Variansanalyse av de sensoriske bedømmelsene viste at det kun var konsentrasjonsfaktoren som var signifikant for effekten på prøvene. Oppkonsentrering av melk hadde signifikant effekt på egenskaper vist i Tabell 3 med tilhørende P- verdier.

Tabell 3. Egenskaper som ble signifikant påvirket av endring i konsentrasjon. Effekt er basert på konsentrert (K) melk i forhold til ukonsentrert (U).

Egenskap	P- verdi	Retning av effekt
Aromatisk smak	0.023	K > U
Besk smak	0.031	K < U
Dressing mengde	< 0.01	K < U
Konsistens	< 0.01	K < U
Saftighet	< 0.01	K < U

n = 3.

Tabellen viser at konsentrasjon av melk hadde signifikant effekt på 5 sensoriske egenskaper. Konsentrering av melk hadde positiv effekt på aromatisk smak, da prøver basert på konsentrert melk var mer aromatisk enn prøver som ikke var ystet med konsentrert melk. Ellers bidro en konsentrasjon til negativ effekt på saftighet, konsistens, dressingmengde og besk smak. Viktig å poengtere at effekten er basert på intensitetsskalaen, så en negativ effekt tilsier en lavere score på skalaen.

3. Variansanalyse for kjemisk sammensetning av Cottage Cheese

Variansanalyse av sammensetningen til de 8 variantene av CC som ble produsert viste at de tre forsøksfaktorene hadde noe signifikant effekt. Dette er oppsummert i Tabell 4.

Tabell 4. Signifikant effekt ($P < 0.05$) av de tre forsøksfaktorene på sammensetning til Cottage Cheese. K= Konsentrert, U= Ukonsentrert.

Faktor	Variabel	P- verdi	Retning av effekt
Laktase i melk	Laktose	< 0.01	Med < Uten
Laktase i dressing	Laktose	0.04	Med < Uten
Konsentrering	Tørrstoff	< 0.01	K > U
	Protein	< 0.01	K > U
	Kasein	< 0.01	K > U
	Fett	< 0.01	K > U

n = 3.

Tabell 4 viser at konsentrering hadde signifikant effekt på flere egenskaper ved Cottage Cheese, henholdsvis tørrstoff, protein og fett. Laktase i ystemelk og laktase i dressing hadde begge signifikant effekt på laktose i Cottage Cheese, hvor laktase i ystemelk hadde mye større effekt på laktoseinnholdet enn det laktase i dressing hadde.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no