

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Forord

Denne masteroppgaven ble utført ved Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, Universitet for miljø og biovitenskap, våren 2011.

Masteroppgaven var en del av et 3 års prosjekt i TINE, der Grethe Johansen var prosjektleder. Fraksjoneringsprosjektet skal forsøke å forbedre utnyttningen av ku/geitemelk og kjernemelk, ved hjelp av kjente meieriteknologiske prosesser. Hovedmålet er å etablere nye prosesslinjer som kan lede fram til nye produkter. Jeg vil i denne sammenheng rette en takk til Tom Hoffmann og Camilla Jørgensen for et godt samarbeid og hjelp under masterperioden.

Veiledere for denne oppgaven har vært professor Roger K. Abrahamsen og professor Siv Skeie, som jeg vil rette en stor takk til for hjelp til planlegging, faglig veiledning og gjennomlesning av oppgaven.

Jeg vil videre takke personalet i pilotanlegget og laboratoriet ved Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, for hjelp til gjennomføringen- og rettleiding av oppgaven og for et hyggelig arbeidsmiljø. Jeg ønsker spesielt å rette en stor takk til Ellen Skuterud, Geirfinn Lund, Arnold Olsen, May Helene Aalberg, Kari Olsen, Tone Stokke Molland som har hjulpet meg under ystingene, med kjemiske analyser og/eller ved de sensoriske analysene.

Jeg vil også takke Reider Schüller for rettleiding og hjelp med Texturanalysen. Trygve Almøy ønsker jeg også å takke for hjelp til den statistiske behandlingen av resultatene og for gjennomlesningen av den.

Ås, mai, 2011

Sammendrag

Gräddost har blitt produsert i Sverige, Danmark og Norge i lang tid. I dette prosjektet ble et nytt råstoff for ostefremstilling utviklet. Råstoffet i en tradisjonell Gräddost-produksjon består av pasteurisert skummet melk og pasteurisert fløte. Det nye råstoffet ble til ved at pasteurisert skummetmelk ble mikrofiltrert og retentatet fra mikrofiltreringen ble diafiltrert for regulering av laktoseinnholdet. Retentatet fra diafiltrering samt pasteurisert fløte ble det nye ysteråstoffet.

Det ble lagt opp til fire ysteuker i masteroppgaven, til sammen ble det laget 512 Gräddoster med 2 ulike ystingsmetoder. Den tradisjonelle ystingsteknikken fulgte et standard opplegg for ysting av Gräddost oversendt fra TINE FoU i Stavanger. Den andre ystingsmetoden der råstoffet var retentat, ble produsert etter en nyutviklet oppskrift, der fagfolk og professorer fra IKBM og Tine FoU senter har hatt stor innflytelse. Ved ysting av nytt råstoff ble effekten av to forsøksfaktorer undersøkt; bruk av lagret eller ferskt retentat og med og uten vanntilsetning under ystingsprosessen etter skjæring av koagelet.

Det ble utført mange kjemiske analyser underveis i ystings- og modningsprosessen for å undersøke hvordan det endrete ysteråstoffet påvirket osten. Det ble også utført sensoriske bedømmelser (lukt og smak) og konsistensmålinger av de ulike ostene. Hovedhensikten med de kjemiske og sensoriske analysene og konsistensmålingene var å se på betydningen av forsøksfaktorene for ost ystet av retentat som råstoff.

Resultatene viste at det nye råstoffet skilte seg fra tradisjonelt råstoff til ysting av gräddost. Det nye råstoffet hadde økt innhold av protein og kalsium på grunn av mikrofiltreringen. Ferskt retentat viste seg å ha litt bedre koaguleringssevne enn lagret retentat. Kalsiuminnholdet var også høyere ved ysting av ferskt retentat.

pH-reduksjonen i osten gikk raskere under ysting ved tradisjonell teknikk enn ved ysting med det nye ysteråstoffet. Laktoseinnholdet var også høyere i ysteråstoffet ved tradisjonell teknikk enn ysteråstoffet ystet av retentat.

Det ble ystet tre blokker med oster. pH-utviklingen under ysting for én av blokkene (blokk 3) gikk vesentlig tregere. Årsaken til at pH-utviklingen var tregere i blokk 3 kan skyldes et bakteriofagangrep eller antibiotika i melken, men dette ble ikke undersøkt nærmere. pH målt i ferskost ga også signifikant forskjell med hensyn på lagret retentat.

Det ble ikke funnet noen signifikant variasjon i tørrstoffinnholdet med hensyn på forsøksfaktorene og blokk, til tross for at ettervarmningstemperaturen i blokk 1 og 2 skilte seg ut fra blokk 3.

Teksturen i osten bestemmes hovedsakelig av pH, og siden de ulike ystingene hadde ulik pH-utvikling kan dette bidra til å forklare at ostene fikk forskjellig hardhet. I den statistiske analysen viste det seg at råstoffet var en viktig variabel som bestemte hardhet i osten. I dette forsøket var det også ulikheter under ysting med henhold til ettervarmningstemperatur og pH og disse ulikhetene vil påvirke ostens sammensetning.

Ved sensorisk bedømmelse med både trente og utrente dommere ble ost ystet med retentat vurdert som bedre enn ost ystet ved tradisjonell teknikk. Sensorisk profilering av ost laget av retentat som råstoff ga ingen signifikante forskjeller mellom ostene avhengig av vanntilsetning og ferskt eller lagret retentat. Poengbedømmelsen av ostene, som ble utført av trente dommere fra TINE FoU, kan bekrefte at det var liten forskjell mellom ostene med hensyn til de ulike forsøksfaktorene. Den eneste attributten som tenderte til å variere litt var bitterhet. Hvis lagret retentat gir ost med økt bitterhet er kanskje ikke en osteproduksjon ystet av lagret retentat hensiktsmessig, men dette er selvfølgelig spekulasjon. Den sensoriske profileringen som ble analysert statistisk ble også utført av lite utrente dommere, noe som også er et usikkerhetsmoment.

Konklusjon: Retentat fra mikrofiltrering av melk er egnet til bruk i Gräddostproduksjon. pH-utvikling, hardhet, protein-, kalsium- og laktoseinnhold endres ved bruk av retentat sammenlignet med tradisjonelt råstoff, og dette ser ut til å kunne påvirke den sensoriske analysen i positiv retning.

Abstract

The cheese "Gräddost" has been produced in Sweden, Denmark and Norway for a long time. In this project a new raw material for cheese production was developed. The raw material in a traditional "Gräddost" production consists of pasteurized skim milk and pasteurized cream. The new raw material was microfiltrated pasteurized skim milk, and the retentate from the microfiltration was thereafter diafiltrated to regulate the content of lactose. The retentate from diafiltration and pasteurized cream was the new raw material for "Gräddost" production.

The production of cheese in this project took four weeks, and in total 512 cheeses were made by two different methods of productions. The traditional cheese-making technology followed a standard plan for "Gräddost" sent from TINE FoU in Stavanger. The new production method where the raw material was retentate was produced by a formula, on which professionals and professors from IKBM and Tine FoU Centre had great influence. In cheese production with the new raw material the effect of two experimental factors were studied, use of stored or fresh retentate and with and without addition of water after cutting of the gel network during the cheese production.

Many chemical analysis was performed during the cheese ripening process and to examine how the new material affected the cheese. It was also performed sensory assessments (odor and taste) and texture measurements of the different cheeses. The main purpose of the chemical and sensory analysis and texture measurements was to explore how the experimental factors affected the cheese production with retentate as the raw material.

The results showed that the new raw material differed from the traditional raw material. The new raw materials had increased content of protein and calcium because of the microfiltration. Fresh retentate proved to induce a somewhat better coagulation than the stored retentate. The calcium content was also higher in cheese made of fresh retentate. The pH reduction was faster during the process in cheese made by traditional technique than in cheese made with the new material. Lactose content was also higher in the material made by traditional technique than in the new material.

It was produced three blocks of cheeses. The pH reduction during cheese production for one of the blocks (block 3) was significantly slower. This may be due to a bacteriophage attack or may be caused by antibiotics in the milk, however this was not measured.

The pH measured in the cheese differed significantly between fresh and stored retentate. There was no significant variation in content of dry matter (DM) with respect to the experimental factors and block, despite the fact that the temperature during stirring in block 1 and 2 differed from the temperature in block 3.

The texture of cheese is determined mainly by the pH, and the different pH-development during the various cheese productions may partly explain why the cheeses were different in hardness. The statistical analysis showed that the blocks were an important variable explaining the hardness of the cheese. In this experiment, there were also differences during cheese production regarding to the heating temperature during stirring and pH, and these differences will also affect the cheese composition.

By sensory profiling, made by both trained and untrained judges, the cheese produced from retentate was evaluated as better than the cheese produced by traditional technique. Sensory profiling of cheese made from retentate showed no significant differences between the cheeses depending on addition of water and fresh or stored retentate. Point's evaluation of the cheeses, done by judges from TINE FoU, confirmed that there was little difference between cheeses with respect to the different experimental factors. The only attributes that tended to vary was the bitterness of the cheeses. If stored retentate gives cheeses with increased bitterness, the production of cheese with this material will then be undesirable. The sensory profile which were analyzed statistically were carried out by untrained judges, this is also an uncertainty.

In conclusion, retentate from microfiltration is a suitable raw material for cheese production. Factors like pH, hardness, content of protein, calcium and lactose differs between cheeses made by retentate and by traditional raw material, and this seems to influence the sensory profiling in favour of cheese made by retentate.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	1
2. Teoridel	3
2.1 Fraksjonering.....	3
2.2 Sammensetningen av melk.....	3
2.3 Membranfiltrering	3
2.3.1 Polariseringslag	5
2.3.2 “Fouling”	6
2.3.3 Mikrofiltrering (MF)	6
2.3.4 Retentat og permeat.....	7
2.3.5 Diafiltrering	8
2.4 TINE Gräddost	8
2.4.1 Ystingsmetode for Tine Gräddost	9
2.5 Fraksjoneringsprosjektet.....	10
3. Materialer og metoder	11
3.1 Opplegget rundt forsøket.....	11
3.1.1 Prøveysting.....	11
3.1.2 Hovedforsøket	12
3.1.3 Tillaging av brukskultur	13
3.2 Fremstilling av ost.....	13
3.2.1 Tradisjonell teknikk.....	14
3.2.2 Ostefremstilling av ferskt- og lagret retentat.....	16
3.2.3 Ystingstekniske avvik.....	18
3.3 Analyser under ysting.....	19
3.3.1 Analyser under ysting av tradisjonell teknikk	19
3.3.2 Analyser under ysting av ferskt - og lagret retentat.....	20
3.4 Analyser.....	20
3.4.1 Prøveuttak.....	20
3.4.2 Kjemiske analyser	21
3.4.3 Sensorisk analyse	25
3.4.4 Teksturanalyse.....	27
4. Resultater.....	32
4.1 Kjemiske analyser	32

4.1.1 Prøveysting	32
4.1.2 Hovedforsøket	34
4.2 Konsistensmålinger	51
4.2.1 Effekt av behandling og ost (behandling).....	51
4.2.2 Samspill mellom blokk og behandling	54
4.2.3 Effekt av forsøksfaktorene	57
4.3 Sensoriske analyser	60
4.3.1 Sensorisk profilering	60
4.3.2 Statistisk analyse av profileringsresultatene.....	66
4.3.3 Hedonisk bedømmelse.....	66
5. Diskusjon.....	69
5.1 Ysting	70
5.2 Løpningstid og formagrafmålinger.....	70
5.3 pH og laktose.....	72
5.4 Kalsium	75
5.5 Protein	76
5.6 Tørrstoff.....	77
5.7 Fett og fett i tørrstoff	78
5.8 Fett i mysen	78
5.9 Salt.....	79
5.10 Organiske syrer.....	80
5.11 Konsistensmålinger	81
5.12 Sensorisk analyse	82
5.13 Generell diskusjon.....	84
6. Litteraturliste	86

1. Innledning

Ost og osteproduksjon er under stadig utvikling for å skape det beste produktet ved den beste teknologien. Melken til ost kommer oftest fra ku, geit, sau og bøffel og tusenvis av ostevarianter finnes på markedet i dag.

Gräddost er en gul fløteost som produseres på tradisjonelt vis av kumelk. Gräddost-oppskriften ble utviklet i Sverige av meieriet Boxholm Ost i 1952 (Boxholm Meieri AS). Osten som selges i Norge i dag med navnet TINE Gräddost er en variant av tilsvarende ostetype i Sverige og Danmark.

Ved produksjon av Gräddost blir kumelken først separert i skummetmelk og fløte og deretter blir de hver for seg pasteurisert før tilsetning i ystekaret. Fettprosenten i osten reguleres av mengde fløte tilsatt i ystekaret. Pasteurisert skummetmelk og pasteurisert fløte er den tradisjonelle ystemelken.

I meieriindustrien har koagulering av melk under ysting alltid vært et interessant emne, og det er stort fokus på kaseinmicellene, som er hovedårsaken til koaguleringen i ystekaret. Utvikling av et enda bedre råstoff ved hjelp av fraksjonering av melk er av stor interesse. Mikrofiltrering av melk med en membranstørrelse på 0,1 μm separerer hovedsakelig myseproteiner og kaseinmiceller fra hverandre. Retentatet blir holdt tilbake av den semi-permeable membranen og består hovedsakelig av kaseiner, fett og bakterier. Myseproteiner, laktose, ikke-protein nitrogen (NPN), salt og vann vil gå gjennom den semi-permeable membranen og vil bli permeatet (Heino 2009).

Det er utført flere studier på retentatet og permeatet og deres funksjonelle egenskaper (Maubois et al. 1987). I ulike studier er det foreslått at retentat egner seg enda bedre til osteproduksjon enn melk (Heino 2009), men det har aldri før blitt produsert ost av retentatet som råstoff.

Tine FoU-Senter er godt i gang med et 3-års fraksjoneringssamarbeidsprosjekt med Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM) på Universitet for miljø og biovitenskap (UMB) i Ås. Prosjektets målsetning er å opparbeide økt kunnskap om alle faktorer knyttet til mikrofiltrering av melk og har som hensikt å optimalisere fraksjoneringen av melk i en kaseinrik og i en kaseinfattig del. Den delen av prosjektet som denne masteroppgaven

omfatter, innebærer å fraksjonere melk ved hjelp av membranfiltrering og deretter ta i bruk retentatet til å produsere Gräddost.

For å undersøke hvordan det endrete ysteråstoffet påvirker osten skal det utføres mange kjemiske analyser underveis i ystings- og modningsprosessen. Også sensoriske bedømmelser (lukt og smak) og konsistensmålinger av de ulike ostene vil bli utført.

Ystingsmetoden for det nye råstoffet av retentat involverer også forsøksfaktorer som ysting av lagret retentat i forhold til ferskt retentat og med eller uten vanntilsetning under ystingsprosess. Hovedhensikten med de kjemiske- og sensoriske analysene og konsistensmålingene er å se på betydningen av forsøksfaktorene for ost ystet av retentat som råstoff.

2. Teoridel

2.1 Fraksjonering

Begrepet fraksjonering betyr å separere og i forbindelse med separering av melk vil det si at komponenter i melken blir adskilt fra hverandre.

Separering av melk i veldefinerte fraksjoner vil føre til en mer optimal bruk av melkekomponenter som melkefett, kasein og serum proteiner og man kan bedre utnytte deres funksjonelle egenskaper. Ulike membranfiltreringsteknologier kan fraksjonere melk i mange ulike fraksjoner.

Meieriindustrien har allerede tatt i bruk membranprosesser til for eksempel isolering av serumproteiner fra myse, reduksjon av bakterier og sporer i skummet melk og standardisering av ystemelk, noe som er en stor applikasjon i dag. I 2004 ble konsentrering av kaseinmiceller i melk sett på som en ny separeringsteknologi i fremtiden (Brans et al. 2004b).

2.2 Sammensetningen av melk

Kumelk inneholder vann (86-88 %), fett (3-5 %), proteiner (3,3-3,6 %), laktose (4,5-5,0 %), salter (0,7 %) og enzymer så vel som mange andre mindre komponenter (Heino 2009).

Melkeproteiner er delt inn i kasein og myseproteiner. Hovedmyseproteinene (molekylstørrelse $<0,1 \mu\text{m}$) β -laktoglobulin, α -laktalbumin og bovint serum albumin er 20 % av totalt melkeproteiner. Kaseiner (molekylstørrelse $>0,1 \mu\text{m}$) er hovedproteiner og i ku melk finnes disse på micelleform. Kaseinmiceller er dannet av individuelle submiceller α_{s1} -, α_{s2} -, β -, κ - og γ -kaseiner med kalsiumfosfatklynger (Heino 2009).

2.3 Membranfiltrering

I flere tiår har membranfiltrering blitt brukt ved prosessering av melk og i vår tid er det en av de viktigste prosesseteknologiene i meieriindustrien (Heino 2009).

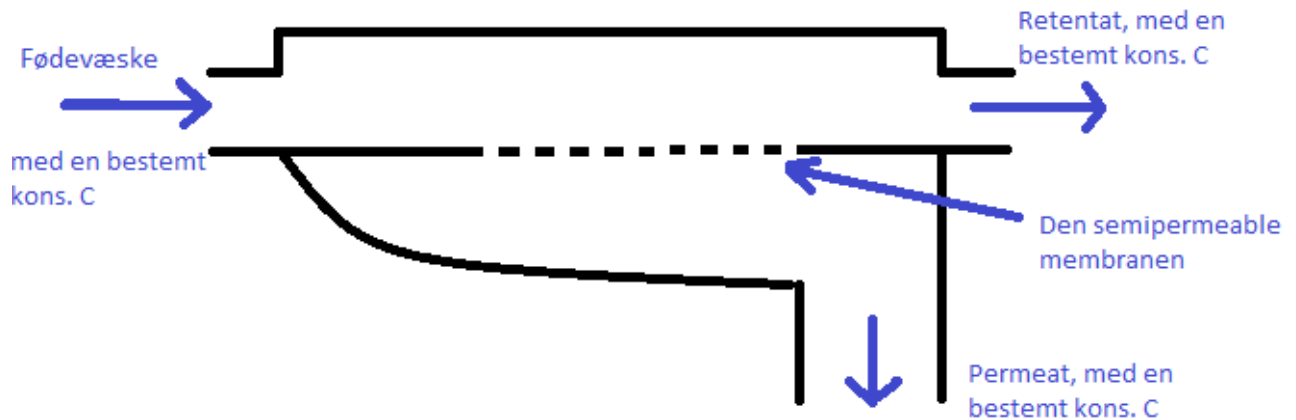
Membranfiltrering er en separeringsprosess som separerer en løsning i to deler ved hjelp av en semi-permeabel membran. Separering ved hjelp av membraner krever lite energi i forhold til andre separeringsmetoder. Løsningen som kommer gjennom det semipermeable filteret kalles permeat og løsningen som blir holdt tilbake av membranen kalles retentat. Hva som blir retentat bestemmes av molekylvekten på molekylene i det som skal filtreres og størrelsen på porene i membranen (Ibarz & Barbosa-Cánovas 2003).

Ved å bruke membraner med forskjellige porestørrelser er det mulig å separere spesifikke komponenter i melk og myse. De spesifikke komponentene er enten konsentrert eller redusert. Membranseparering blir vanligvis delt inn i fire trykkdrevne filtreringsteknologier: Revers osmose, nanofiltrering, ultrafiltrering og mikrofiltrering (Heino 2009).

Revers osmose med en membranporestørrelse på 0,0001 μm holder tilbake molekyler med liten molekylstørrelse. Vann vil gå gjennom membranen, mens salt, laktose, ikke-protein nitrogen (NPN), myseproteiner, kaseiner, fett og bakterier blir holdt tilbake. Nanofiltrering (0,001 μm) slipper vann og noe salt gjennom membranen, mens salt med større molekylstørrelse enn 0,001 μm , laktose, ikke-protein nitrogen (NPN), myseproteiner, kaseiner, fett og bakterier blir holdt tilbake. Ultrafiltrering (0,01 μm) lar vann, salt, laktose og noe NPN gå gjennom membranen, mens molekyler med høy vekt (makromolekyler) som noe NPN, myseproteiner, kaseiner, fett og bakterier blir holdt tilbake av membranen.

Mikrofiltrering med en membranporestørrelse på 0,1 μm slipper hovedsakelig vann, salt, laktose, NPN, myseproteiner gjennom membranen, men vil holde tilbake større molekyler som kaseiner, fett og bakterier (Heino 2009).

Et membranfiltreringsanlegg er gjengitt i figur 2.1. Filtreringsanlegget viser en fødevæske (eksempel melk) med en bestemt konsentrasjon, som strømmer inn i et membranfiltreringsanlegg. Permeatet som går gjennom det semipermeable filteret vil gå ut nede i systemet med en bestemt konsentrasjon. Retentatet, som ikke går gjennom den semi-permeable membranen, vil gå ut oppe med en bestemt konsentrasjon (Ibarz & Barbosa-Cánovas 2003).



Figur 2.1 Prinsippet for et membranfiltreringsanlegg (Ibarz & Barbosa-Cánovas 2003)

2.3.1 Polariseringslag

Polariseringskonsentrasjon skjer når et polariseringslag blir dannet mellom membranen og løsningen som skal filtreres. Tykkelsen på polariseringslaget vil variere for ulike filtreringsmetoder og avhenge av om det er laminær eller turbulent strømning i systemet. Laminær strømning er når væsken beveger seg med lav fart i horisontal retning i systemet, mens turbulent strømning er strømning med høy fart, der mikroskopiske deler av væsken vil kunne bevege seg tversgående av flytretningen, og vil danne virvelstrømmer (Ibarz & Barbosa-Cánovas 2003).

En væske går gjennom en membran og massen blir igjen, og konsentrasjonen av massen vil øke med tiden. Dette er en uønsket situasjon, fordi dette laget vil øke i tykkelse og viskositet og senke proseshastigheten på grunn av osmotisk trykk. Osmotisk trykk er mellom to løsninger med ulik konsentrasjon. Det osmotiske trykket er det trykket som må til for å hindre en løsning med en bestemt konsentrasjon i å komme gjennom membranen til der en løsning med en annen gitt konsentrasjon befinner seg (Ibarz & Barbosa-Cánovas 2003).

Utfelling av stoffer kan skje når konsentrasjonslaget øker i tykkelse. For å hindre dette lar man løsningen være i turbulent bevegelse hele tiden. Men et lite polariseringslag vil uansett dannes på den semipermeable membranen (Ibarz & Barbosa-Cánovas 2003).

2.3.2 “Fouling”

“Fouling” er ikke det samme som polariseringskonsentrasjon. Fouling kan deles inn i reversibel og irreversibel fouling. Reversibel fouling kan bli fjernet under og etter filtreringsprosessen ved spyling av vann eller ved økt turbulens, mens irreversibel fouling er vanskeligere å fjerne fra membranoverflaten og fra porer i membranen (Gesau-Guiziou et al. 1999). Under filtreringen vil membranen holde tilbake store partikler som ikke klarer å komme gjennom membranen. Disse partiklene vil danne en “kake”. Membranfouling er avhengig av permeatflux. Flux er kapasiteten til permeatet i liter per tidsenhet. Dette kakelaget reduserer permeatflux og vil derfor øke membranmotstanden. Permeatflux og retentatkonsentrasjon forklarer motstanden av konsentrasjonspolariseringslaget (Gesau et al. 1995).

Fouling reduserer myseproteinpermeatet, som er en hovedfunksjon av kaseinkonsentrasjonen. Små mengder av myseproteiner ble da funnet i kaseinfraksjonen etter filtreringen (Brans et al. 2004a).

2.3.3 Mikrofiltrering (MF)

Mikrofiltrering av melk der kaseinmiceller blir separert fra serum-myseproteiner er beskrevet for over 20 år siden (Maubois et al. 1987). Fraksjonering av myseproteiner fra melk ble lansert av Kulozik & Kersten (2002).

Mikrofiltrering er en membranfiltreringsprosess, der lavt trykk blir benyttet. Metoden er basert på en membran med en åpen struktur som lar oppløste komponenter passere membranen, mens de fleste uoppløste komponentene går ikke gjennom membranen. I meieriindustrien blir mikrofiltrering brukt for bakteriereduksjon i melk og fettreduksjon i melk og myse. Membranseparering har også blitt brukt i forbindelse med protein standardisering, men det er fremdeles ganske nytt (GEA Prosess Engineering).

Membranfiltrering med en membranporestørrelse på 1,4 µm holder tilbake bakterier, mens komponenter som vann, salt, laktose, ikke-protein nitrogen (NPN), myseproteiner, kasein og fett går gjennom membranen og danner kaller permeatet (GEA Prosess Engineering).

Membranfiltrering med en membranporestørrelse på 0,1 µm holder tilbake bakterier, fett og kasein, mens komponenter som vann, salt, laktose, NPN og myseproteiner går gjennom membranen og danner permeatet. En membranporestørrelse på 0,1 µm ble brukt i denne masteroppgaven.

Det finnes en bred variasjon av membraner for meieriindustrien og normalt deles de inn i to hovedgrupper: polymeriske (organiske) og keramiske (uorganiske) membraner.

Mikrofiltreringsmembraner blir ofte laget av keramiske membraner. Disse har lang levetid med enkle desinfeksjoner, enten med damp eller kjemikalier (Heino 2009).

Fraksjonering av melkeproteiner åpner for nye veier innen produksjon av ost og kasein. Melkeproteiner kan bli fraksjonert i kasein og myseproteiner ved hjelp av mikrofiltrering. Fraksjonert kasein kan bli brukt i produksjonen av høykvalitet kasein og kaseinat eller i produksjon av spesielle kaseinrike melkeprodukter. Hvis ikke melken blir varmebehandlet før mikrofiltrering inneholder biproduktene av fraksjoneringen (permeat) myseproteiner i deres naturlige form, enzymer (løpe) eller bakterier (syrekulturer). Disse biproduktene er spesielt tilpasset for produksjonen av høy-kvalitet flytende stabilisatorer, myseproteinkonsentrat (Whey Protein Concentrate, WPC) og myseproteinisolat (Whey Protein Isolate, WPI) (GEA Prosess Engineering).

2.3.4 Retentat og permeat

Mikrofiltrering av melk med en membranporestørrelse på 0,1 μm gir et retentat som hovedsakelig består av komponenter som bakterier, fett og kasein.

Bruk av mikrofiltrering som en behandlingsmetode av ystemelk vil gjøre det mulig å standardisere sammensetningen av melkeprotein, laktose og aske i melken. Myseproteiner, noe laktose og mineraler blir filtrert bort fra ystemelken før melkekoagulasjon. På denne måten er det mulig å danne en ystemelk (Heino 2009).

Hvis melken ikke er varmebehandlet før filtrering (membranstørrelse 0,1 μm) vil mikrofiltratets permeat inneholde melkemyseproteiner og de kalles native myseproteiner. Denne typen permeat inneholder ikke kaseinmakropeptider, syrekulturer eller løpe. Mysen vil heller ikke inneholde fett eller denaturerte myseproteiner. De native myseproteinene har utmerkede funksjonelle egenskaper, så deres teknologiske og økonomiske verdi er høyere enn standard søt ostemyse. Den naturlige mysen har samme pH som melk, i motsetning til ostemyse som er mer syrlig (Maubois 2002).

Mikrofiltrering i osteproduksjon kan påvirke utbytte, tekstur og sensorisk kvalitet av osten så vel som på koaguleringsegenskapene til melken. Filtreringsprosessen påvirker også ostemysas kvalitet, brukbarhet og dens funksjonelle egenskaper. Ostemysas kvalitet, brukbarhet og deres

funksjonelle egenskaper vil også være endret i forhold til vanlig osteproduksjon med pasteurisert melk som ystemelk (Heino 2009).

2.3.5 Diafiltrering

Diafiltrering er å tilsette vann under filtreringen for å få fjernet enda mer av det som kan gå gjennom membranene fra retentatet. Det vil være en balanse over membranen med henhold til konsentrasjonen av stoffer som kan gå gjennom, ved å tilsette vann forstyrres denne balansen og man får vasket ut mer. Diafiltrering kan gjøres for å redusere laktoseinnholdet i retentatet og dersom man trenger større reduksjon av laktose i retentatet, tilsetter man mer vann under diafiltreringen.

Diafiltrering er en teknikk som bruker filtreringsmembraner til å fjerne, erstatte eller redusere konsentrasjonen av salter eller løsemidler fra løsninger som inneholder proteiner, peptider, nukleinsyrer og andre molekyler. I melk vil diafiltreringen fjerne bakterier, fett, kaseiner, myseproteiner og noe NPN. Det som vil gå gjennom den semi-permeable membranen er vann, salt, laktose og noe NPN, som også her blir kalt permeatet. Diafiltreringen gir også både retentat og permeat (Schwartz 2003).

2.4 TINE Gräddost

Tine Meieriet Verdal er et produksjonsanlegg for Jarlsberg, Gräddost og myseprodukter. Årlig blir det produsert omtrent 9000 tonn ost ved anlegget (SA 2011).

TINE Gräddost er en variant av tilsvarende ostetyper i Sverige og Danmark. Grädde er det svenske ordet for fløte. Fløteosten har en mild, fyldig smak og er ganske myk i konsistensen (SA 2011).

Fløteosten i Verdal blir laget av pasteurisert melk og fløte, salt og løpe. Etter modning bør osten oppbevares kjølig ved 0-4 °C og ostens totalvekt skal være på 380 g. Produktet inneholder per 100 g; 38 % fett, 540 mg kalsium, 19 % protein, 380 mg fosfor, 2,8 mg sink og 300 µg vitamin A. Energiinnholdet skal ligge på rundt 418 kcal per 100 g vare(SA 2011).

Gräddost som blir produsert på Tine Meieriet Verdal følger kjemiske parametere med henhold til innholdet av tørrstoff, fett, fett i tørrstoff og salt. Normen for tørrstoffinnhold er på 61 %, med en nedre tiltaksgrense på 59,5 %. Fettinnholdet etter normen skal være på 38 %, med en øvre tiltaksgrense på 40 %. Innholdet av fett i tørrstoff har en øvre tiltaksgrense på 63 % og alt under 57,5 % er avvik. Saltinnholdet i osten skal være på 1,25 % med en nedre tiltaksgrense på 1,0 % og en øvre tiltaksgrense på 1,5 % (TINE SA 2011).

2.4.1 Ystingsmetode for Tine Gräddost

Melken blir separert i fløte og skummetmelk. Skummetmelken og fløten blir hver for seg pasteurisert ved 72 °C i 15 sekunder.

Fettinnholdet i osten skal være på 38 %, dermed blir mengde fløte regnet ut i forhold til mengden skummet melk som blir tilsatt til ystekaret. Ved tilsetning av den pasteuriserte fløten skal fettinnholdet i ystemelken være på 5,2 %.

Melken blir så temperert til 32 °C før 2 liter syrekultur blir tilsatt under omrøring.

Syrekulturen er en DL-kultur som består av fire ulike arter melkesyrebakterier; *Lactococcus (Lc.) lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* og *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

Forsyrning foregår ved 32 °C i 30 minutter, før 25 ml løpe blir tilsatt. Etter en løpningstid på omtrent 35 minutter blir den koagulerte melken skåret i terninger. Etter skjæring starter en forrøring på 50 minutter. Etter forrøringen blir 45 % myse tappet av, og 35 % pasteurisert vann (omtrent 32 °C) blir tilsatt til ystekaret. Temperaturen i ystekaret heves til 38 °C og røreverkets hastighet blir satt opp, før etterrøring i 20 minutter.

Andre myseavtapping blir så utført og ostemasse oppøses i former. Ostemassen blir fordelt så jevnt som mulig utover osteformer og deretter presset. I en vendevogn blir ostene snudd 3 ganger den første timen. Ostene blir så fraktet til saltingsrommet, der ostene overføres til en mettet saltlake. Etter 3 timer saltetid ved en temperatur på 10-12 °C blir ostene tatt ut av saltlaken. Ostene skal ha en slutt pH på 5,2 etter salting. Ostene blir vakuumpakket i Cryovacposer og merket med koder. Ostene overføres så til en gjæringsbu ved 16 °C i 3-4 uker. pH-verdien, 4 timer etter ysteprosess, skal være på 5,8-5,9. pH verdien etter 24 timer skal være mellom 5,2-5,3. Ostene blir snudd 2 ganger 1. og 2. uka. Senere snus osten en gang per uke (TINE SA 2010).

2.5 Fraksjoneringsprosjektet

Fraksjoneringsprosjektet er et 3 års-samarbeidsprosjekt mellom TINE FoU-Senter og Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM) på Universitet for miljø og biovitenskap (UMB) i Ås. Prosjektleder er Anne Grethe Johansen fra TINE FoU-senter på Kalbakken.

Den delen av prosjektet som denne masteroppgaven omfatter, innebærer å fraksjonere melk ved membranfiltrering og deretter ta i bruk retentatet til å yste ost av. Retentatet regnes å være bedre egnet til osteproduksjon enn pasteurisert melk, hovedsakelig på grunn av høyt innhold av kaseinmiceller.

Prosjektets målsetning er å opparbeide økt kunnskap om alle faktorer knyttet til mikrofiltrering av melk og har som hensikt å optimalisere fraksjoneringen av melk i en kaseinrik og en kaseinfattig del. Formålet med prosjektet er å framstille særegne produkter ved å bruke kaseinkonsentratet, retentatet som oppstår av ved membranfiltrering, som råstoff.

Prosjektet innebærer også å opparbeide kunnskap om egenskapene til kjernemelken, som er permeatet fra membranfiltreringen. Usyrnet myse (kjernemelken) har betydelig bedre funksjonelle egenskaper enn syrnet myse fra osteproduksjon (Maubois 2002).

Osten som skal produseres i forbindelse med denne masteroppgaven, skal lages ved IKBM, UMB. Produksjonen av Gräddost skal testes i liten skala for å spare tid og ressurser og derfor blir pilotskalatestingen gjennomført på UMB.

UMB var også i sin tid en småskalaproduisert av Jarlsbergost, som er blitt utviklet av Professor Ola Martin Ystgaard og masterstudenter fra 1956-1965 (Abrahamsen et al. 2006). Anlegget brukes nå det til forskning og undervisning for studenter på IKBM, hovedsakelig retningslinjen matvitenskap.

I fremtiden håpes det at resultatene fra fraksjoneringsprosjektet, inkludert denne masteroppgaven, kan være med på å utvikle en ny måte å produsere ost på.

3. Materialer og metoder

3.1 Opplegget rundt forsøket

I 4 uker ble det ystet gräddost, der den første uken bestod av en prøveysting. Under prøveystingen, som ble utført i uke 3, ble det ystet 3 kar. I de tre neste ukene, som ble gjennomført i uke 4, 5 og 7, ble det ystet 5 kar, tre kar på tirsdag og 2 kar på torsdag. Det ble gjort noen endringer i forhold til ystingsprosess og uttak til kjemiske analyser etter prøveystingen. Det ble også gjort noen endringer av enkelte analysemetoder før de tre gjentakene ble utført. Gjentakene ble utført på samme måte.

3.1.1 Prøveysting

Prøveystingen ble hovedsakelig gjennomført for å bli kjent med ystingsprosessen og for å få trening til å utføre prøveuttak under ysting. Saltetiden til ostene ble også bestemt under prøveystingen. Det foregikk på den måten at halvparten av hver ostetype skulle saltlakes i 60 min og den andre delen skulle saltlakes i 90 min. Et saltinnhold på 1,5 prosent var ønskelig. Etter prøveystingen ble også enkelte kjemiske analyser bedre tilrettelagt for gräddost. Tabell 3.1 viser forsøksdesignet for prøveystingen.

Tabell 3.1: Forsøksdesign

Ystingsteknikk	Kar	15 % vanntilsetning	Saltetid (min)	Merket
Tradisjonell teknikk	Kar 1		60	18-1-60
			90	18-1-90
Ferskt retentat	Kar 1		60	18-2-60
	Kar 1		90	18-2-90
Ferskt retentat	Kar 2	Vanntilsetning	60	18-3-60
	Kar 2	Vanntilsetning	90	18-3-90

Det ble utført kjemiske analyser under ystingsprosess og på ferskost. Ferskostanalyser ble gjennomført på 6 oster, siden saltetiden skulle bestemmes.

3.1.2 Hovedforsøket

Etter prøveysting ble en saltetid på 80 min bestemt for ost ystet ved tradisjonell teknikk og en saltetid på 45 min bestemt for ost ystet av retentat som råstoff. Gjentakene bestod av ysting med ferskt og lagret retentat. Det ble til sammen ystet 5 kar i hver ystings-blokk. Tabell 3.2 viser forsøksdesignet for hovedforsøket.

Tabell 3.2 Forsøksdesign for hovedforsøket

Blokk	Ystingsteknikk	Kar	15 % vanntilsetning	Merket
1	Tradisjonell teknikk			25-1
	Ferskt retentat	Kar 1		25-2
		Kar 2	Vann	25-3
	Lagret retentat	Kar 1	Vann	28-2
		Kar 2		28-3
2	Tradisjonell teknikk			32-1
	Ferskt retentat	Kar 1		32-2
		Kar 2	Vann	32-3
	Lagret retentat	Kar 1	Vann	34-1
		Kar 2		34-2
3	Tradisjonell teknikk			46-1
	Ferskt retentat	Kar 1	Vann	46-2
		Kar 2		46-3
	Lagret retentat	Kar 1		48-1
		Kar 2	Vann	48-2

I tillegg til at det ble utført kjemiske analyser under ystingsprosess og på ferskost, ble også kjemiske analyser på moden ost utført. Statistiske analyser på blokkene ble gjennomført. Til de statistiske analysene av resultatene ble Minitab 14.20 (Minitab Inc., Pennsylvania, USA) og PanelCheck (Nofima, Norge) benyttet. Minitab ble benyttet til variansanalyse (ANOVA, General Linear Models Procedure).

3.1.3 Tillaging av brukskultur

Før ystingsdagen ble brukskulturen klargjort. I et stort begerglass ble det veid inn 200 g skummetmelkspulver (TINE, Oslo, Norge), som deretter ble rørt ut i 2,0 liter springvann, i tre såer. Vekten som ble benyttet var Mettler PJ3600 Delta Range (Mettler, Greifensee, Sveits). Melkepulveret skulle løse seg fullstendig opp. De tre såene ble så satt i en viskubator og melken ble varmebehandlet ved 90 °C i 30 min. Melken ble automatisk kjølt ned til 21 °C etter pasteurisering.

Når denne temperaturen var nådd ble melken tilsatt bakteriekulturen. Bakteriekulturen som ble benyttet var en mesofil aromatisk kultur (Chr. Hansen 19, Christian A/S, Hørsholm, Danmark). Bakteriekulturen var en DL-kultur, en blandingskultur som bestod av fire ulike arter melkesyrebakterier. Melkesyrebakteriene var *Lactococcus (Lc.) lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetyllactis* og *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

Kulturen var en frysetørket Redi-set kultur og ble oppbevart ved en temperatur på -40 °C. Noen enheter av kulturen ble tilsatt den pasteuriserte melken før den ble inkubert ved 21 °C i 19 timer.

Bakteriekulturen ble skaffet til veie ved Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM), Universitet for miljø og biovitenskap (UMB) i forbindelse med det 3 års lange fraksjoneringsprosjektet med TINE FoU-senter.

Etter inkubasjonen av brukskulturen ble pH-verdien målt for å kontrollere tilfredsstillende syreproduksjon. Før den syrnede melken ble tilsatt ystekaret, ble den rørt godt opp for å bryte gelnettverket for å gjøre melken mindre viskøs. Dette ble utført for at melken lettere skulle kunne blande seg i ystekaret.

3.2 Fremstilling av ost

Ystingsmetode for gräddost i dette fraksjoneringsprosjektet kom fra forsøkssenteret i TINE SA. Ystingsmetoden for retentat som råstoffet, fulgte en utviklet oppskrift ved hjelp av kunnskap, prøving og feiling av professorer og dyktige fagfolk fra Tine FoU og IKBM.

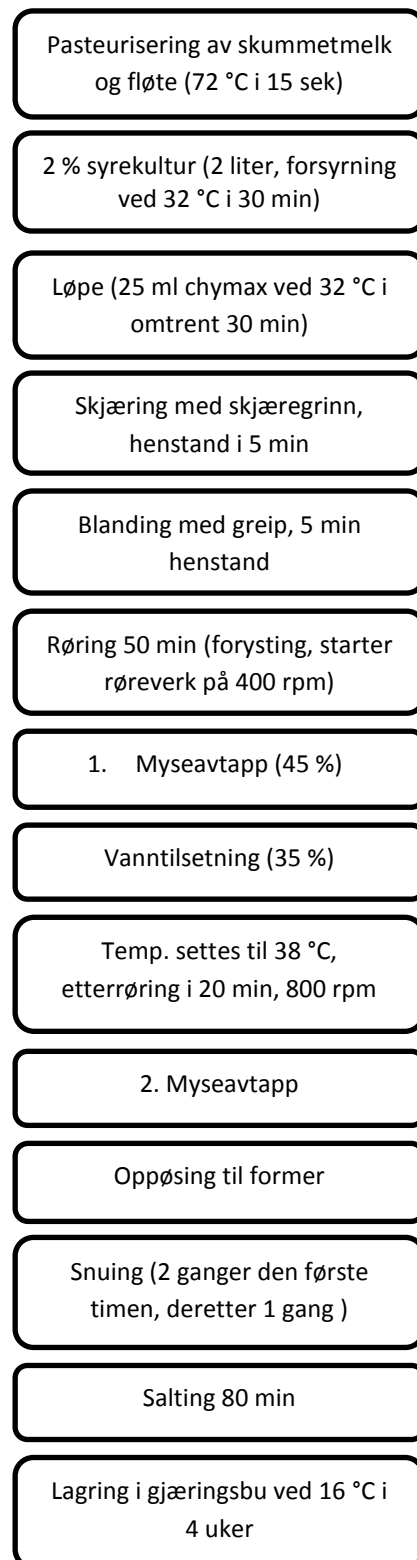
Utstyr som ble benyttet under ystingen ble desinfisert ved bruk av vanndamp og/eller klorvann (omtrent 0,1 %) før bruk.

Melken ble, etter å ha kommet fra fjøset på UMB, separert i fløte og skummetmelk. Skummetmelken ble pasteurisert ved 72 °C i 15 sekunder direkte etter separering. Fløten ble for seg pasteurisert ved samme temperatur og tid før ystingsprosessene.

3.2.1 Tradisjonell teknikk

For å oppnå et fettinnhold på 38 % i osten ble fettinnholdet i fløten målt hver ystingsdag for utregning av riktig tilsetning til den skummede melken. Skummetmelken ble tilsatt til ystekaret og justert til 5,2 % fett ved tilsetning av pasteurisert fløte. Etter fløtetilsetning ble fettinnholdet i ystemelken målt som en tradisjonell teknikk på korrekt fettinnhold. Tilsetning av fløte ble gjentatt hvis fettprosenten ikke var høy nok.

I hvert ystekar ble det benyttet 100 liter ystemelk. Melken ble temperert til 32 °C før 2 liter syrekultur ble tilsatt under omrøring. Forsyning foregikk ved samme temperatur i 30 minutter før 25 ml løpe (chymax Plus, Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Danmark), med en aktivitet på 200 IMCU/ml, ble tilsatt. Formodningen foregikk også under omrøring med ystekarets røreverk. Etter at løpen var tilsatt gikk røreverket 5 slag før det ble slått av og løftet opp av ystemelken. Etter en løpningstid på omtrent 29 (+/-4) minutter ble den koagulerte melken skåret i terninger ved hjelp av en skjæreggrinn og en henstand på 5 min ble innfridd. Skjæring med et greip ble så utført og enda 5 min henstand ble fullført. Røreverket ble satt på igjen og en forrøring på 50 minutter ble startet. Etter forrøringen ble 45 % myse tappet av, og 35 % pasteurisert vann (omtrent 30 °C) ble tilsatt til ystekaret. I løpet av 12 minutter ble temperaturen i ystekaret hevet til 38 °C og røreverkets hastighet ble satt opp underveis fra 400 rpm til 800 rpm, før etterrøring ble utført i 20 minutter. Hastigheten i rpm gikk fra 5 enkelt slag per minutt til 10 enkelt slag per minutt. Andre avtapping av myse ble så utført. Før all mysen ble tappet av, ble ostemassen oppøst i former. Ostemassen ble fordelt så jevnt som mulig utover 16 runde osteformer og presset ned i hver sin form og etter det ble snuing gjennomført. Ostene ble snudd 2 ganger den første timen og deretter en gang i timen. Ostene ble så fraktet til saltingsrommet, der ostene ble overført til mettet saltlake. Etter 80 minutters saltetid ble ostene stående i saltlakerommet til neste dag i en lukket transportkasse. Dagen etter ble de vakuumpakket. Til vakuumering av ostene ble det benyttet en pakkemaskin, Henkelman 300 vakuu systems (Henkel bv, Hertogenbosh, Nederland) med følgende innstillinger: 99 % vakuu i 5 sekunder, uten tilførsel av gass, en forseglingstid på 2,5 sekunder og med 1 sekund softair. Ostene ble merket med koder, som er gjengitt og forklart i tabell 3.1. Ostene ble så satt i en gjæringsbu ved 16 °C i 4 uker. Etter fire uker ble osten analysert på nytt. Flytskjema for ysteprosessen er gjengitt i figur 3.1.



Figur 3.1 Flytskjema for tradisjonell teknikk

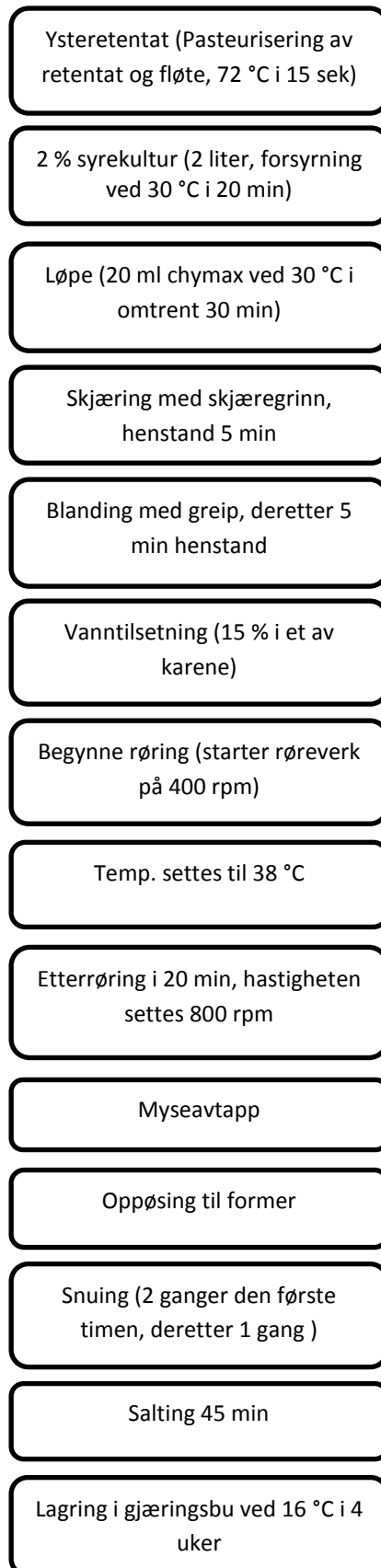
3.2.2 Ostefremstilling av ferskt- og lagret retentat

Det som blir nevnt i denne delen skiller seg ut fra ostefremstillingen for tradisjonell teknikk. Skummetmelken ble først mikrofiltrert. Deretter ble retentatet diafiltrert ved tilsetning av vann. Før ysting ble fløten og diafiltratet pasteurisert. Karene som ble ystet av lagret retentat ble utført på samme måte som for ferskt retentat. Før ystingsprosessen startet ble det lagrede retentatet og fløten pasteurisert for seg ved 72 °C i 15 sekunder.

Skummetmelken ble tilsatt til ystekaret og justert til 7,7 % fett ved tilsetning av pasteurisert fløte.

Melken ble temperert til 30 °C før 2 liter syrekultur ble tilsatt under omrøring. Forsyrning foregikk ved den denne temperaturen i 30 minutter før 20 ml løpe (chymax Plus) ble tilsatt.. Etter en løpningstid på omtrent 28 (+/-4) minutter ble den koagulerte melken skåret i terninger ved hjelp av en skjæregrinn og en henstand på 5 min ble innfridd. Ystekaret med vanntilsetning brukte omtrent 14 min på å komme opp i en temperatur på 38 °C samt at røreverket ble satt opp fra 5 enkle slag per minutt til 10 enkle slag per minutt. Ystekaret uten vanntilsetning brukte omtrent 10 min på å bli hevet til 38 °C, før etterrøring ble utført i 20 min.

Ostemassen ble fordelt så jevnt som mulig utover 32 runde osteformer. Ostene ble lagt in saltlake i 45 min. Flytskjema for ysteprosessen er gjengitt i figur 3.2.



Figur 3.2 Flytskjema for ferskt- og lagret retentat

3.2.3 Ystingstekniske avvik

3.2.3.1 Prøveystingen

3.2.3.1.1 Ysting ved tradisjonell teknikk

Fettprosenten i ystemelken skulle være på 5,2 %. Feilberegning av mengde fløte og skummet melk som skulle tilsettes til ystekaret gjorde at fettprosenten i ystemelken ble 5,9 %.

3.2.3.1.2 Ysting av ferskt retentat

I ystekaret av ferskt retentat uten vanntilsetning varierte forsyningstemperaturen mellom 29,8-30,2 °C. Temperaturen under etterrøring lå mellom 37,7-37,8 °C, derfor en etterrøringstid på 23 min.

3.2.3.2 Hovedforsøket

3.2.3.2.1 Avvik fra ystingsmetode for blokk 1

3.2.3.2.1.1 Ysting av ferskt retentat

Ysting av ferskt retentat ble utført samme dag som ysting ved tradisjonell teknikk.

Fettprosenten i ysterretentatet (ystekar uten vanntilsetning) skulle ligge på 7,7 og ysterretentatet fikk en fettprosent på 7,4. I ystekar 2 med vanntilsetning ble dampen slått av i meierianlegget. Det førte til at temperaturen under etterrøring ble for høy i forhold til planlagt ystingsprosess. De første 10 minuttene var temperaturen i kar 2 på 38,8-39,0 °C, mens de siste 10 minuttene lå temperaturen på 37,6 °C.

3.2.3.2.1.2 Ysting av lagret retentat

I blokk 1 ble ysting av lagret retentat utført 3 dager etter ysting av ferskt retentat. I blokk 2 og 3 ble det lagrede retentatet ystet 2 dager etter ysting av ferskt retentat. Det lagrede retentatet og fløten stod på kjølerom disse to dagene og ble dermed pasteurisert før de ble tilsatt i karene. Fettprosenten ble på 6,95, men mer fløte ble ikke tilsatt til ystekarene. De første 2 min av etterrøringen lå temperaturen på 38,4 °C i ystekaret uten vanntilsetning, men ellers lå etterrøringstemperaturen på 38 °C.

3.2.3.2.2 Avvik fra ystingsmetoder for blokk 2

3.2.3.2.2.1 Ysting av ferskt retentat

Under etterrøring i ystekaret med vanntilsetning ble dampen igjen stengt av. En kraftig etterrøring på kar ble resultatet og temperatur lå rundt 38,5 °C de første 5 minuttene av etterrøringstiden.

3.2.3.2.3 Avvik fra ystingsmetoder for blokk 3

3.2.3.2.3.1 Ysting ved tradisjonell teknikk

Ystemelken i kar for tradisjonell teknikk fikk en fettprosent på 5,6. I forrøringen ble temperaturen ved en feil satt opp til 38 °C og temperaturen ble ikke satt ned til 32 °C før 10 min senere. Forrøringstiden ble derfor redusert til 45 min.

3.2.3.2.3.2 Ysting av ferskt retentat

Ystekaret som skulle tilsettes 15 % vann ble tilsatt 20 % vann ved en feil.

3.3 Analyser under ysting

3.3.1 Analyser under ysting av tradisjonell teknikk

Under ystingen ble det målt pH-verdi i brukskultur, etter forsyning, etter skjæring av koagelet, av mysen og av ostene før salting. Formagrafmåling ble bare utført på ystemelken. Kalsiuminnholdet i pasteurisert skummetmelk, ystemelk og myse ble også analysert. Laktoseinnholdet i pasteurisert skummetmelk, fløte, ystemelk og myse ble også analysert, mens pasteurisert skummetmelk, fløte, ystemelk og myse ble analysert for total nitrogeninnhold. Koliforme bakterier i ystemelken og i mysen ble også analysert. Fettinnhold i skummetmelken, fløten og ystemelken ble også målt. Analysen ble gjort som en tradisjonell teknikk av hygien under ystingen. Etter prøveysting ble det bestemt at fettmåling av mysen skulle bli utført.

3.3.2 Analyser under ysting av ferskt - og lagret retentat

Under ystingen ble det målt pH-verdi i brukskultur, etter forsyning, etter skjæring av koagelet, av mysen og av ostene før salting. Formagrafmåling ble bare utført på ysteretentatet. Kalsiuminnhold og laktoseinnhold i diafiltrert retentat, ysteretentat og mysen ble analysert. Diafiltrert retentat, ysteretentat og mysen ble også analysert for total nitrogeninnhold. Koliforme bakterier i ysteretentat og i mysen ble analysert. Fettinnhold i ysteretentatet ble også målt. Etter forforsøket ble det bestemt at fettmåling av mysen fra ystekarene skulle bli utført.

3.4 Analyser

Ostene fra prøveystingen ble analysert 24 timer etter tilsetning av syrekultur i ystekaret. Ostene, som ble produsert under hovedforsøket, ble analysert 24 timer etter tilsetning av syrekultur i ystekaret og 30 dager etter ystingsdag. Den sensoriske analysen ble utført etter omtrent 35 dager og konsistensmålinger ble utført omtrent 42 dager etter ystingsdag. Til kjemiske analyser ble 2 oster fra hvert kar benyttet. Til den sensoriske analysen ble 3 oster fra hvert kar benyttet. Det ble også sendt 2 oster av hvert kar til måltidets hus i Stavanger. Konsistensmålingene ble utført på 5 oster fra hvert kar første gangen målingene ble utført, mens 3 oster fra hvert kar ble benyttet for de siste to gjentakene. Alle de kjemiske analysene, med unntak av Kjeldahlanalysene, ble opparbeidet på prøveuttaksdagen. Formagrafmåling av ystemelken fra tradisjonell teknikk ble utført 5-6 timer etter prøveuttaket, mens måling av ysteretentatet ble utført direkte etter uttaket.

3.4.1 Prøveuttak

Prøveuttaket ble gjort i henhold til IDF Standard 4-2004 (IDF, 2004). Ostene ble deretter revet opp med en stavmikser. Den revne osten ble blandet godt for hånd før uttak til analyser, for å sikre et representativt prøveuttak.

3.4.2 Kjemiske analyser

Av kjemiske analyser ble pH, tørrstoff, HPLC, saltinnhold og kalsiuminnhold utført ved alle analysetidspunktene, det vi si samme dagen som osten ble revet opp. Kjeldahlanalysene ble utført på maskinen Kjeltex 8400 (Foss, Höganäs, Sverige).

3.4.2.1 Tillaging av Violet Red Bile Agar (VRBD)

Prøveuttaket ble gjort i henhold til IDF-standard 4 (2004). Melken ble sådd ut på petriskåler med 10^0 fortynning og 10^{-1} fortynning. Innholdet av “colony forming units per milliliter” (cfu/ml) blir lest av på petriskålen.

3.4.2.2 High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

Organiske syrer ble analysert ved bruk av HPLC, som beskrevet av Skeie et al. (2008). Følgende endringer er blitt utført: HPLC kolonnetemperaturen var 30 °C med 0,4 ml/ml flow.

3.4.2.2.1 Prøveopparbeidelse av melkeprøver og ost

Prøveuttaket ble gjort henhold til Skeie et al. (2008). Vending av prøven ble utført i 30 minutter av en Multifix vendemaskin WEG württ (Elektromotoren G.m.b.H., Balingen, Tyskland). Etter 30 minutter i vendemaskin ble prøven sentrifugert i 15 min i en Gerbersentrifuge med 7000 rpm og en g-verdi på 350 (Funke-Gerber, Berlin, Tyskland).

3.4.2.3 Formagrafmåling

Koaguleringshastigheten for prøver av ystemelk og ysteretentat ble målt med formagraf (FOSS, Via Belgio, Italia). Følgende verdier ble målt: RCT, tiden frem til utfnocking (min); K20, hvor fort koagelet antar en gitt fasthet på 20 mm (min) og A30, hvor fast koagelet blir etter en gitt tid på 30 min (mm).

Prøven stod i romtemperatur før målingen ble utført. Varmeplaten i formagrafmaskinen holdt en temperatur på 30 °C. Det ble pipettert ut 10 ml i hver brønn fra hver prøve. Blokken, som bestod av 10 brønner, ble varmet opp til en temperatur på 30 °C i 30 minutter. Brønnene ble så satt inn i selve formagrafen, som bestod av pendler som ble satt ned i hver brønn. I hver brønn ble 200 mikroliter med chymax, fortynnet 1-50 med Natrium-acetatbuffer, tilsatt. Formagrafmålingene ble vist på pc-skjermen som var knyttet til formagrafmaskinen (Auld et al. 2001).

3.4.2.4 Salt

3.4.2.4.1 Preparering av prøve

Bestemmelse av salt ble analysert i henhold til IDF Standard 4 (2004). Det ble veid inn 10,00 g (+/- 0,01 g) oppmalt ost i en omnimikser (Omni Mixer homogenizer, OMNI international model 17106, Waterbury CT, USA) og fylt med romtemperert destillert vann opp til 200,00 g. Omnimixeren ble satt i vannbad på 55 °C i 30 minutter. Den ble så homogenisert i 2 minutter på hastighet 4 (4000 rpm). Blandingen ble filtrert gjennom sortbåndfilter (Shleicher & Shuell). De første dråpene ble slått tilbake og filtrert på nytt.

3.4.2.4.2 Kalibrering av saltanalysemaskin

Klorid Meter Standard og blandet syre buffer ble brukt til å kalibrere saltanalysemaskinen, Sherwood Scientific Ltd. MKII, Chloride Analyzer 926 (Cambridge, England). Blandet syre buffer ble overført til et rent begerglass, egnet til saltmaskinen. Bufferen ble tilsatt i begerglasset. Maskinen stod på i 5 minutter før kalibreringen kunne utføres. Begerglasset ble tilsatt 0,5 ml av 200 mg klorid Standard løsningen og “condition”-kappen ble trykket på. Bokstavene CCC indikerte at “conditioning”-prosessen var i gang. Røreverket stoppet og 0,5 ml av 200 mg Cl/l Standard ble igjen pipettert til begerglasset og titreringen kunne så begynne. Hvis en verdi på 200 (+/- 3) ble oppnådd, ble 0,5 ml av 200 mg Cl/l standard løsningen igjen tilsatt til begerglasset og titrert på nytt (2005).

3.4.2.4.3 Saltmåling av ostene

Det ferdige filtratet av osteprøvene ble titrert. 100 µl prøve ble overført og titrert i saltanalysemaskinen. Paralleller av prøven ble kjørt til man fikk samme resultat. Resultatet ble angitt som mg/100 gram prøve avlest og fortynningsfaktoren var $5/100 = 20$. Resultatet i mg ble ganget med fortynningsfaktoren, deretter delt på 1000 mg og tilslutt ganget med 5, som var forholdet mellom 100 µl prøve og 500 µl Cl/l Standard.

3.4.2.5 Kalsiuminnhold

3.4.2.5.1 Tillaging av dinatrium dihydrogenetylen diamin tetra eddiksyre dihydrat (EDTA)-løsning

Det ble løst 4,00 g di-natrium-dihydrogensalt av EDTA i destillert vann med 0,5 g NaOH oppløst i omtrent 3-400 ml. Denne løsningen ble tilsatt 0,1 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ løst i destillert vann. Deretter ble destillert vann fylt opp til 1000 ml merket på kolben.

3.4.2.5.2 Kalsiuminnhold i melk, ystemelk, myse, retentat, ysteretentat og myse-retentat

Denne metoden ble brukt til flytende prøver som skummet melk, ystemelk, myse, retentat, ysteretentat og myse-retentat, og målingene ble utført direkte etter prøveuttak. Endringer som ble gjort i forhold til beskrivelsen var forholdet i fortynningsgrad før titrering, det ble benyttet et mindre volum i utførselen av kalsiummåling i ferskost. Endringene blir beskrevet under.

Det ble overført 5 ml av prøven til en 50 ml målekolbe som ble etterfylt til merket med destillert vann. Til en erlenmeyerkolbe ble 10 ml prøve overført. Det ble tilsatt 40 ml destillert vann, 10 ml NH_4 - buffer og en spatelspiss Erichromesvart T, noen korn til kolben. Før titreringen ble erlenmeyerkolbene satt i et 50 °C vannbad. En magnet ble lagt opp i hver erlenmeyerkolbe og et magnetrør (IKAMAG RH, JANKE & KUNKEL IKA-Labortechnik, Staufen, Tyskland), ble satt under erlenmeyerkolben.

Titrering ble utført ved hjelp av en titreringsmaskin, Metrohm SWISS MADE, 725 Dosimat (Metrohm, Herisau, Sveits). Kalsiuminnhold ble funnet ved hjelp av en beregning (IDF Standard 2004).

3.4.2.5.3 Kalsiuminnhold i fersk ost

Kalsiuminnholdet i ost ble gjort på en annen måte enn i flytende prøve. Karbonet i osteprøven ble forasket først, før titrering.

En porselensdigel ble veid inn av vekten Mettler AE260, Delta Range. Omtrent 5 gram ble veid inn i digelen med 4 desimalers nøyaktighet og 3 paralleller. Osten ble dampet inn til tørrhet og forkullet over en brenner med varmerist i avtrekkskap. Prøvene ble så satt i muffelovn (Carbolite, Sheffield, England) på 600-650 °C hvor alt organisk materiale glødes

bort i løpet av en til to timer. Dersom ikke alt karbonet ble forasket ble digelene fuktet med 3-4 dråper med konsentrert HNO_3 og de ble da forasket på nytt. Prøvene ble kjølt ned i en eksikator og ble veid nøyaktig.

Digel med asken etter askeprøven ble tilsatt 10 ml 1 M HCL. Løsningen ble så overført kvantitativt til en 200 ml målekolbe som ble etterfylt til merket med destillert vann. 25 ml av løsningen ble pipettert over i en erlenmeyerkolbe og 20 ml bufferløsning ble tilsatt. 1 spatelspiss Erichromesvart T ble tilsatt i kolben og innholdet i kolben ble blandet godt.

Prosent kalsium i ost ble funnet slik: $(\text{ml forbruk EDTA} * \text{faktor} * 8 * 100) / \text{mg avveid ost}$. I dette tilfellet, der 1 ml EDTA-løsning tilsvarte 0,4 mg Ca^{2+} og EDTA løsnings styrke ble 2,5, ble faktoren 0,4 (1/2,5) (IDF Standard 2004).

3.4.2.6 Totalt Nitrogen (TN)

Det ble veid inn omtrent 0,5 g prøve direkte i et oppslutningsrør, og innveid mengde ble notert ned. Paralleller ble utført på hver prøve. Type vekt som ble brukt var Mettler PM480 Delta Range. En kjeldahltablett (Kjeltabs Auto, Thompson & Capper Ltd. Cheshire, England; 1,5 g K_2SO_4 og 7,5 mg Se) og 3 ml svovelsyre (H_2SO_4) ble tilsatt til hvert rør.

Oppslutningsrørene ble så satt i en varmeblokk, Foss Tecator (Nerliens Meszansky AS, Höganäs, Sverige), avgassmanifold ble satt på og vannkranen ble åpnet. Prøvene ble varmet opp til 420 °C og kokt i omtrent 45-50 minutter.

Da prøvene hadde blitt gjennomsiktige i oppslutningsrøret, ble rørene tatt ut av varmeblokka og avkjølt. Avgassmanifolden var fremdeles på.

Destillering og titrering ble gjort automatisk i Kjeltec 8400. Omregningsfaktoren 6,38 ble benyttet for melk og retentat ved omregning til prosent protein i prøven.

3.4.2.7 Fett

3.4.2.7.1 Fett i ferskost

Prøveuttaket ble utført i henhold til IDF Standard 5B (1986). Vekten som ble benyttet her var Mettler PH480 Delta Range. Gerberrørene ble under prosedyren satt i et vannbad (Funke Gerber, Berlin-München, Tyskland) ved 55 °C i 30 min. Prøvene ble satt i en sentrifuge i 10 minutter (FUNKE GERBER, Berlin-München, Tyskland). Verdien på bytometeret ble lest av.

Fett % ble regnet ut ved å gange tallet på bytometeret med 11,0 g og deretter dele på innveid mengde ost i gram.

3.4.2.7.2 Fett i melk, ysteretentatet, skummetmelk og fløte

Prøveuttaket ble utført i henhold til IDF Standard 5B (1986). Utførelsen av fettprosent i fløte ble gjort litt annerledes, på grunn av det høye fettinnholdet. Fettprosenten ble lest av direkte på bytometeret på gerberrøret.

3.4.2.8 Tørrstoffinnhold

Prøveuttaket ble utført i henhold til IDF Standard 4 (2004). Prøve ble satt i tørkeskapet Termaks ved 102 °C i 20 timer etter utveiling. Forholdet mellom vekten før og etter tørking la grunnlaget for utregningene av mengde tørrstoff i prøven.

3.4.2.8 pH

3.4.2.8.1 pH i osten

pH-meteret ORION PerpHecT LogR meter model 320 (Bergman, Oslo, Norge) ble benyttet. pH-måling i osten ble utført ved at pH-elektroden ble ført inn i osten. PH-elektroden stod i en lagerløsning med 5 gram KCl/l når pH-målinger ikke ble utført.

3.4.2.8.2 pH-kalibrering og temperaturkalibrering av pH-meter

Veiledning for utførelsen av kalibreringen ble utført i henhold til IDF Standard 6 (2005). Bufferløsninger som ble brukt under pH-kalibreringen var pH 4 og pH 7 (Merck, Darmstadt, Germany).

3.4.3 Sensorisk analyse

Sensorisk analyse av ostene ble utført etter 30 dagers lagring i modningslager ved en temperatur på 16 °C. Gräddost TINE, butikkosten, ble oppbevart ved en temperatur på 16 °C i én time før utførelsen av analysen. De produserte gräddostene fra denne oppgaven lå på modningslager til analysen ble utført. Prøvene ble kuttet i biter på omtrent 2 cm*2 cm*5 cm. Alle prøver ble merket med et tilfeldig tresifret nummer. Alle dommerne hadde tilgang til romtemperert vann. Prøvene ble servert i tilfeldig rekkefølge.

3.4.3.1 Kalibrering

Før profileringen ble tre kalibreringsoster, som skulle representere ytterpunktene i profileringen, smakt på av alle dommerne. En ost ystet ved tradisjonell teknikk, TINE Gräddost og en ost laget av ferskt retentat ble kalibreringsostene under den første sensoriske bedømmelsen.

De ulike attributtene ble bedømt etter en syvpunkts hedonisk skala. Egenskapene som ble bedømt var: åpenhet, trykk, elastisitet, smøraroma, tørrhet, salt, bitterhet, beskhet, syrlighet og deiget. Kalibreringen ble utført slik at dommerne skulle bli enige om karaktersetningen for de ulike attributtene ved ostene. Alle bør ha samme oppfatningen av alle attributtene etter denne delen og ikke være i tvil om hvordan bedømmelsen skulle utføres.

3.4.3.2 Profilering

Profilering er en objektiv bedømmelse av intensiteten til ulike attributter. Egenskapene må være klart beskrevet slik at alle dommerne bruker dem likt. Personene som vurderte ostene ut fra en profileringsmetode fikk ikke lov til å vurdere osten på grunnlag av liker og ikke liker. Dommerne hadde ikke mulighet til å diskutere med hverandre under selve bedømmelsen.

I den første profileringsrunden ble 6 oster vurdert og alle ostene ble utdelt 2 ganger til dommerne. Gräddost fra TINE ble også bedømt og var inkludert i profileringen. Dommerne bedømte 12 oster tilsammen.

Endringer som ble utført etter første profileringsrunde var reduksjon av antall oster som skulle bedømmes. 12 oster ble for mange oster å bedømme. Antallet ble redusert til 9 prøver, der bare 3 av ostene ble gitt 2 ganger.

Den første sensoriske bedømmelsen ble utført av 5 dommere, som bestod av ansatte fra IKBM, UMB med erfaring fra sensorisk profilering av ost og fagfolk fra Tine FoU senter. Ostene 25-1, 25-2, 25-3, 28-2 og 28-3 fra blokk 4 ble bedømt. Gräddosten fra TINE hadde holdbarhetsdato 31. mai 2011.

Den andre sensoriske bedømmelsen bestod av 6 dommere, der ostene 32-1, 32-2, 32-3, 34-1 og 34-2 fra blokk 5 ble vurdert. Gräddosten fra TINE hadde holdbarhetsdato 2. juni 2011.

Den aller siste sensoriske bedømmelsen bestod av 5 dommere og ble gjennomført i blokk 3. Ostene 46-1, 46-2, 46-3, 48-1 og 48-2 ble bedømt, inkludert en Gräddost fra TINE med holdbarhetsdato 20. juni 2011.

Gräddost ble også sendt til Måltidets hus i Stavanger, der trente dommerne utførte sensorisk profilering. Det ble sendt 2 oster av hver ostetype.

3.4.3.3 Hedonisk bedømmelse

Hedonisk bedømmelse av ost skal egentlig skje med trente dommere. Den sensoriske bedømmelse er en god måte å måle et produkt i henhold til en spesifikasjon. Den type hedonisk bedømmelse som ble utført i denne oppgaven kan beskrives som en rask bedømmelse, siden vurderingen ble utført av utrente dommere fra UMB.

Hver kvalitetsbedømmelse bestod av 6 oster, der en av ostene var butikkost. Ostene ble skjært av 1 cm av toppen før dommerne bedømte osten. Ostens indre, konsistens og lukt og smak ble bedømt. Det ble også gjort en hovedvurdering av alle ostene.

3.4.4 Teksturanalyse

Textur profil-analyse (TPA) er en objektiv metode for sensorisk analyse som ble lansert i 1963 av Szczesniak (Szczesniak 1963). Szczesniak definerte noen teksturparametere, som først ble brukt i denne analysemetoden.

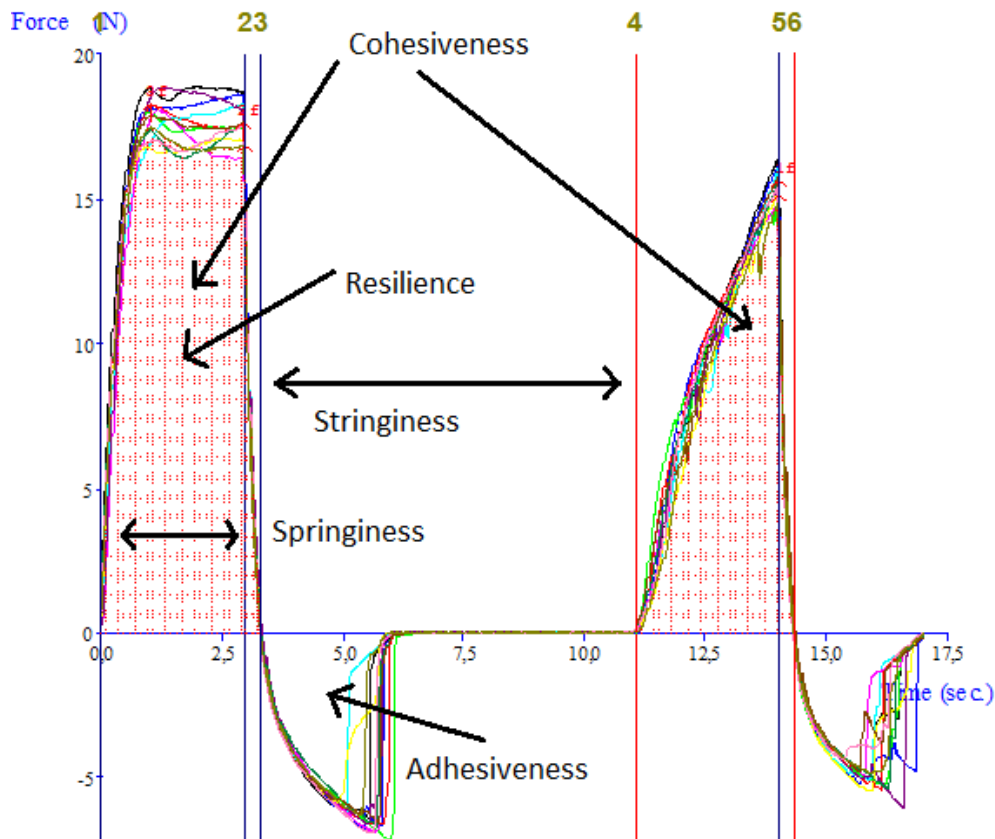
TPA er basert på en gjenkjennelse av tekstur som en fler-parameter attributt. Testen består av å presse en matbit to ganger i en stempelkompressor-bevegelse, som imiterer handlingen av gapet og trekker fra den resulterende kraft-tid kurven, der en rekke tekstur parametere korrelerer godt med sensorisk vurdering av disse parameterne.

Den mekaniske teksturkarakteristikken av matvaren styrer, i stor grad, valg av en reologiske prosedyre. Instrumenter kan deles inn i primære parametere av hardhet, sammenhengighet, elastisitet og klebrevne og skjørhet, tyggemotstand og gummaktighet som er det andre parameteren (Szczesniak 1966).

Hardhet defineres som maksimum topp-kraft under første kompress-sirkel, mens sprøhet ("fracturability") er definert som kraften i det første signifikante bruddet i TPA-kurven. Klebrevnen til osten ("adhesiveness") er det negative kraftarealet for det første trykket på ostebiten og som representerer arbeidet som kreves for å overvinne kreftene mellom

overflaten av osten og overflaten av andre materialer som osten kommer i kontakt med. Den totale kraften er nødvendig for å trekke kompresjonsstempelet bort fra prøven. Elastisiteten til produktet (“springiness”) er knyttet til høyden som osten får tilbake/gjenoppretter i løpet av tiden mellom slutten av det første trykket på ostebiten og starten på det andre trykket av ostebiten. Tyggemotstand (“chewiness”) er definert som et produkt av gummiaktighet og elastisitet, som tilsvarende produktet av hardhet, sammenhengende og elastisitet og er derfor påvirket av endringen til disse parameterene.

Gummiaktighet (“gumminess”) er produktet av hardhet og sammenhengende. Mens ostens evne til å henge sammen (“cohesiveness”) er andelen av det positive kraftarealet i løpet av den første komprimeringen og den andre komprimeringen. Ostens motstandsstyrke (“resilience”) er et mål på hvordan osten kommer seg fra deformingene både i form av fart og avledede krefter. Det er området produsert fra første kompresjon syklus. Stringiness er avstanden produktet er utvidet til under dekompressjonen før separering fra komprimeringsproben. Denne parameteren er ikke fra arbeidet om det originale teksturprofil analysen (Henry & Katz 1969) (Henry et al. 1971). The Stable Mikro Systems er gjengitt i figur 3.4.4. Systemet viser parameterne i forhold til kraft (N) og tid (sekund) som utføres på gräddosten av en probe.



Figur 3.4.4 Utskrift av teksturanalyser av ost vha Textur analyseren Stable Mikro Systems (grafen kom under konsistensmåling).

3.4.4.1 Testing av ulike prober til teksturanalyse

Det ble testet ut ulike prober, for å se hvilken probe som ga best repeterbarhet og graf. Probene som ble benyttet var en radiusdelvin-sylinder, en kon (pyramide) og en kule. En ostebit med en lengde og bredde på 2 cm ble også skåret ut og analysert ved hjelp av konsistensmåleren.

Radiusdelvin, sylinderproben med en diameter på 2 cm ga best resultat og ble derfor proben som ble brukt til videre konsistensmålinger.

Hver ost ble delt i to, der bare den ene halvdel ble brukt til analysen. 7 prøver ble utført på hver ostehalvdel og tre oster fra hvert kar ble undersøkt. På hver ostetype ble det altså kjørt 21 analyser.

Det ble utført konsistensmålinger på alle ysteukene, bortsett fra prøveystingen. Den første gangen ble (3*5) 15 oster analysert. De siste to konsistensmålingene ble utført på (5*5) 25

oster, der 4 målinger ble utført på hver ost og 5 var antall oster per ostetype. Utstyret som ble brukt under preparering av osteprøvene er gjengitt i figur 3.4.4.1.



Figur 3.4.4.1 Utstyret som ble brukt under preparering av osteprøver til teksturanalyse

3.4.4.2 Preparering av prøvene etter valg av utvalgt probe

Ostene ble, som vist ovenfor, skåret av ved hjelp av en sirkel-metall-gjenstand. Deretter ble ostene plassert i gjenstanden ovenfor, til høyre på bildet og skåret av på midten ved hjelp av et skaft med stålstring.

Prøvene var så klare til konsistensmåling. Ostens hardhet ble målt ved bruk av en Textur Profil Analyser TA-HDi TPA (Stable Micro Systems, United Kingdom, 1998).

3.4.4.3 Statistisk analyse for hardhetsmålingene

Resultatene fra hardhetsmålingene i hovedforsøket ble utført ved en avansert statistisk metode, som skiller seg fra annen variansanalyse som ble benyttet i denne oppgaven. Resultatene fra konsistensmålingene fra blokk 1 ble analysert først, for å finne ut hvor stor variasjonen av målingene var innen hver enkelt ost og for å se på variasjonen mellom ostene. Disse resultatene skulle videre bestemme hvor mange oster fra hver ystingsmetode og hvor mange målinger per ost, fra blokk 2 og 3, som skulle bli analysert. Andre grunner til å bruke denne statistiske analysen var å finne ut om type behandling (ystingsteknikk), blokk (råstoff), ost og samspillet mellom blokk og behandling ga noen effekt på hardhetsmålingene.

Variansanalysemodellen som ble benyttet:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + R_j + (BR)_{ij} + O_{ijk}(B_i) + \varepsilon_{ijkl}$$

Y er hardhet (alle dataene blir analysert mht hardhetsmålingene), μ er konstant (skyldes av det jobbes med ost), B_i er behandling, R_j er råstoff (blokk), $O_{ijk}(B_i)$ er ost nøstet i behandling, $(BR)_{ij}$ er samspillet mellom behandling og råstoff og ε_{ijkl} er replikater/ målinger gjentatt på samme ost.

Behandlingen er en fast effekt, mens råstoff og ost er tilfeldige effekter. Det ble antatt at effekten av råstoff (R_j), ost og samspill var normalfordelt.

$R_j \sim N(0, \sigma_1^2)$, $\sigma_1^2 =$ variasjon i hardhet som skyldes variasjon i råstoff

$O_{ijk}(B) \sim N(0, \sigma_2^2)$, $\sigma_2^2 =$ variasjon i hardhet som skyldes variasjon i ost

$(BR)_{ij} \sim N(0, \sigma_3^2)$, $\sigma_3^2 =$ variasjon i hardhet som skyldes effekt av samspill

$\varepsilon_{ijkl} \sim N(0, \sigma_4^2)$, $\sigma_4^2 =$ variasjon i hardhet som skyldes uforklart variasjon (variasjon var blokk)

4. Resultater

4.1 Kjemiske analyser

For å undersøke hvordan det endrete ysteråstoffet påvirker osten ble det gjort mange kjemiske analyser underveis i ystings- og modningsprosessen. Det ble også utført sensoriske bedømmelser (lukt og smak) og konsistensmålinger av de ulike ostene. Hovedhensikten med de kjemiske- og sensoriske analysene og konsistensmålingene var å se på betydningen av forsøksfaktorene for ost ystet av retentat som råstoff. Forsøksfaktorene var ysting med lagret retentat i forhold til ferskt retentat og vanntilsetningen under ystingsprosessene.

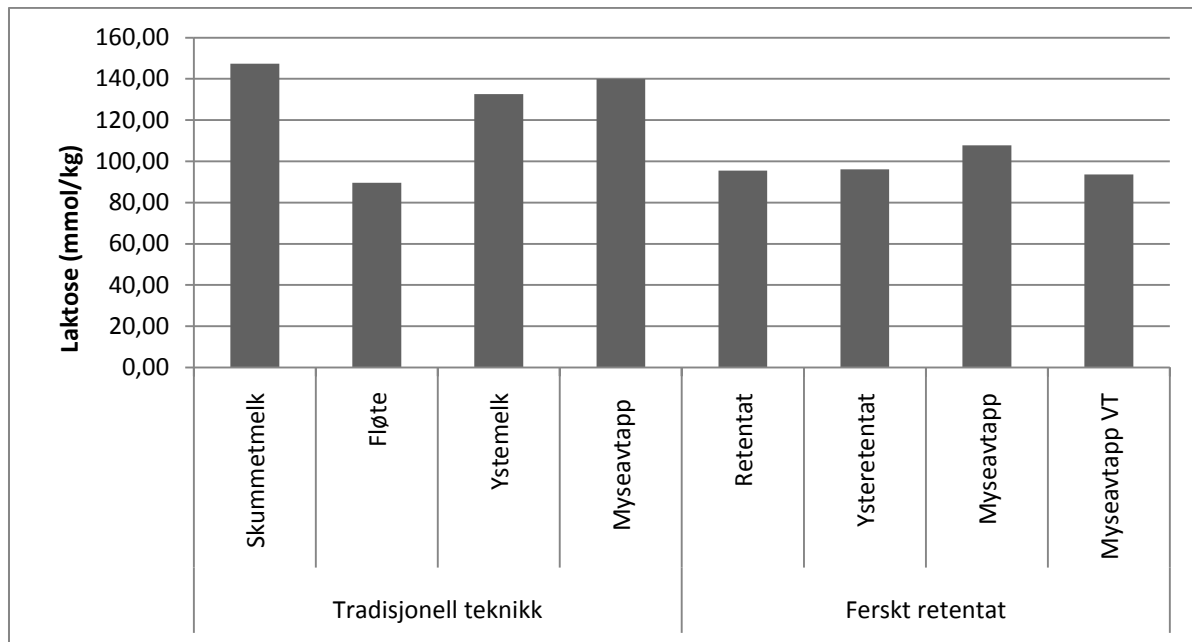
4.1.1 Prøveysting

Kjemiske analyser i prøveystingen bestod av analyser som ble utført under ystingsprosess og analyser som ble gjennomført på ferskost. I prøveystingen skulle hensiktsmessig saltetid for ostene bestemmes. Halvparten av ostene ble saltlaket i 60 min og den andre halvparten saltlaket i 90 min. Resultatene som blir presentert i denne delen er viktig for videre analyser og for ystingsprosessen for både tradisjonell teknikk og der råstoffet var retentat.

Ystemelken, mysen, ysterretentatet, mysen fra kar ystet av ferskt retentat og karet ystet av ferskt retentat med vanntilsetning ble også analysert for koliforme bakterier og resultatet for alle ble <10 cfu/ml.

4.1.1.1 Laktose

Figur 4.1.1 viser innhold av laktose i ost fra prøveystingen. Laktoseinnholdet ble målt i skummetmelk, fløte, ystemelk og myse for tradisjonell teknikk. Retentat, ysterretentat og myse fra et av karene laget av ferskt retentat ble også analysert for laktose. Ysterretentat er retentat med fløte tilsatt. Myse fra karet som ble tilsatt 15 % vann under ystingsprosessen ble også analysert. Vanntilsetning (VT) ble utført etter skjæring av koagelet og skulle gjøre røringen noe lettere og i tillegg redusere laktoseinnholdet i ostemassen.



Figur 4.1.1 Laktoseinnhold i ulike prøver fra ystingsprosessen ved prøveysting.

Skummetmelken hadde høyest innhold av laktose i mmol/kg som vist i figur 4.1.1.

Ystemelken inneholdt litt over 130 mmol/kg, mens mysen fra samme ystekar fikk et høyere innhold. Ysterentatet fra ferskt retentat fikk et lavere laktoseinnhold enn ystemelken fra tradisjonell teknikk.

4.1.1.2 Kjemiske analyser av ferskost fra prøveystingen

4.1.1.2.1 Salt, pH og laktoseinnhold

Analyser av ferskost ble gjennomført på ost lakesaltet både 60 min og 90 min. Ferskost analyser for prøveystingen er gjengitt i tabell 4.1.1.

Tabell 4.1.1 Salt %, pH og laktoseinnhold i ferskost

Type ost	Saltetid (min)	Salt %	pH	Laktose (mmol/kg)
Tradisjonell teknikk	60	1,1	5,00	4,869
	90	1,6	5,35	4,557
Ferskt retentat	60	1,8	5,05	4,085
	90	2,4	5,00	4,035
Ferskt retentat VT	60	2,1	5,31	5,275
	90	2,1	5,27	4,545

Tabell 4.1.1 viser at kar laget av ferskt retentat med og uten vanntilsetning etter skjæring fikk for høyt saltinnhold ved en saltetid på både 60 min og 90 min enn ansett ønsket salt % på 1,5. En saltetid på 60 min for den tradisjonelle teknikken vises å være en for kort saltetid for dette karet.

Ost ystet med tradisjonell teknikk og saltet i 90 min hadde en mye høyere 24 timers slutt-pH enn ost fra samme kar saltet i 60 min. Ostene med en saltetid på 90 min viste seg å ha en høyere pH og et lavere innhold av laktose enn oster av samme ystingsmetode med en saltetid på 60 min.

4.1.2 Hovedforsøket

4.1.2.1 Statistisk analyse av kjemiske analyser

Variansanalyse av ostens kjemiske sammensetning med hensyn til forsøksfaktorene ble gjennomført. Tabell 4.1.1 viser p-verdier for de responsfaktorene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktorene ved den statistiske behandlingen. De kjemiske variablene som ikke ble signifikant påvirket av forsøksvariablene var saltinnhold, tørrstoff, kalsiuminnhold, laktoseinnhold, tørrstoffinnholdet i moden ost, fettinnhold i moden ost og fett i tørrstoff i moden ost.

Tabell 4.1.1 p-verdier fra statistisk behandling av resultatene for kjemisk sammensetning av fersk ost og moden ost. Data viser gjennomsnitt, n=3.

Kjemisk sammensetning av ost	p-verdi		
	Blokk	Lagret retentat	Vanntilsetning
24 timers pH	0,008	0,033	0,716
En måneds pH	0,000	0,113	0,752
Melkesyre i moden ost	0,024	0,222	0,060
Salt % i moden ost	0,417	0,031	0,712

24 timers pH, en måneds pH og melkesyreinnholdet i moden ost var signifikant påvirket (p -verdi $< 0,05$) av blokk og det vil si sammensetning av råstoffet som vist i tabell 4.1.1. 24-

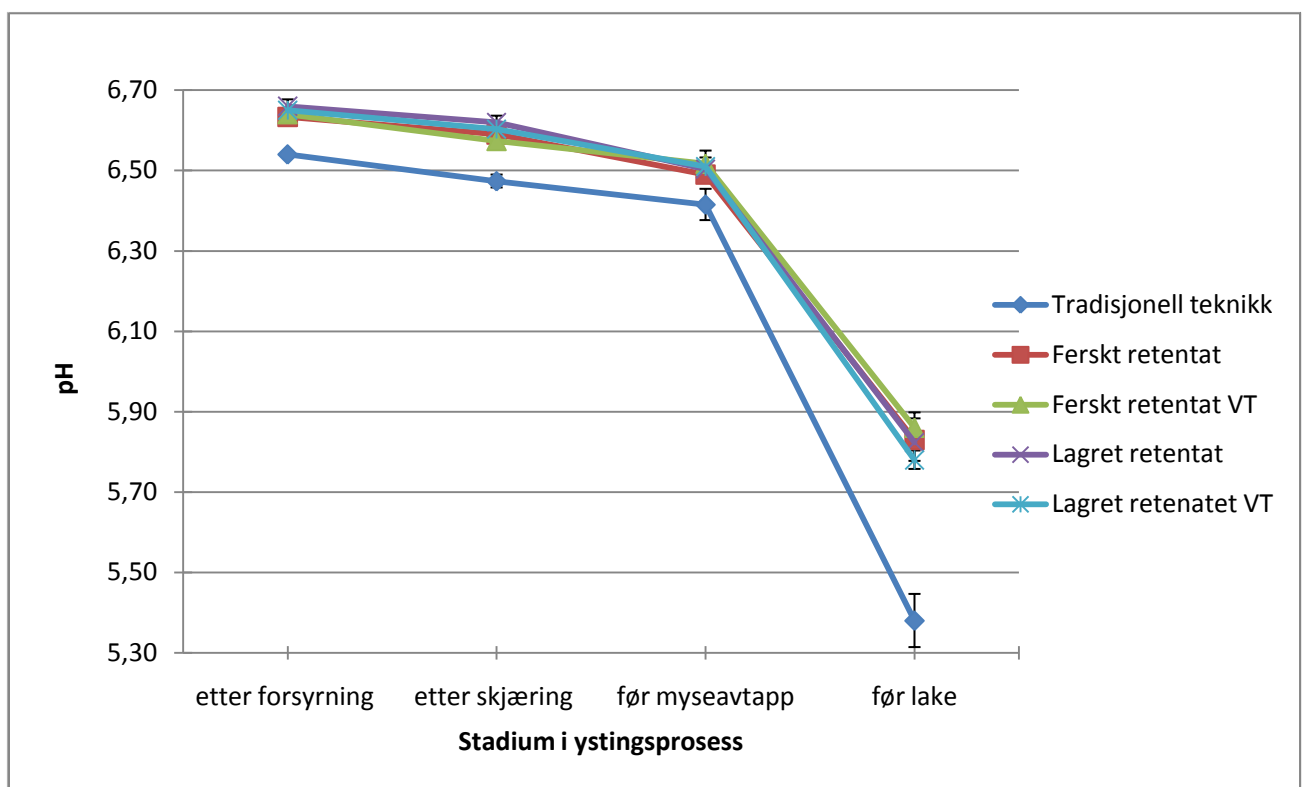
timers pH og saltprosent i moden ost var signifikant påvirket av lagring av retentat. Det var ingen signifikant effekt av vanntilsetning på noen av de kjemiske målingene som ble analysert i ostene. Imidlertid ser man at p-verdien for melkesyre i moden ost er 0,06, det vil si nesten signifikant.

4.1.2.2 Kjemiske analyser under ystingsprosess for hovedforsøket

Hovedforsøket bestod av 3 blokker, der alle blokkene ble utført på samme måte. I hver blokk ble det ystet 5 kar, der et kar ble ystet etter tradisjonell teknikk, et kar ystet av ferskt retentat, et kar ystet av ferskt retentat med vanntilsetning, et kar ystet av lagret retentat og et kar ystet av lagret retentat med vanntilsetning.

4.1.2.2.1 pH

For de 5 ulike karene i hver blokk ble det under ystingsprosess utført pH-målinger. pH-utviklingen for de ulike ystingsmetodene blir gjengitt i figur 4.1.2.



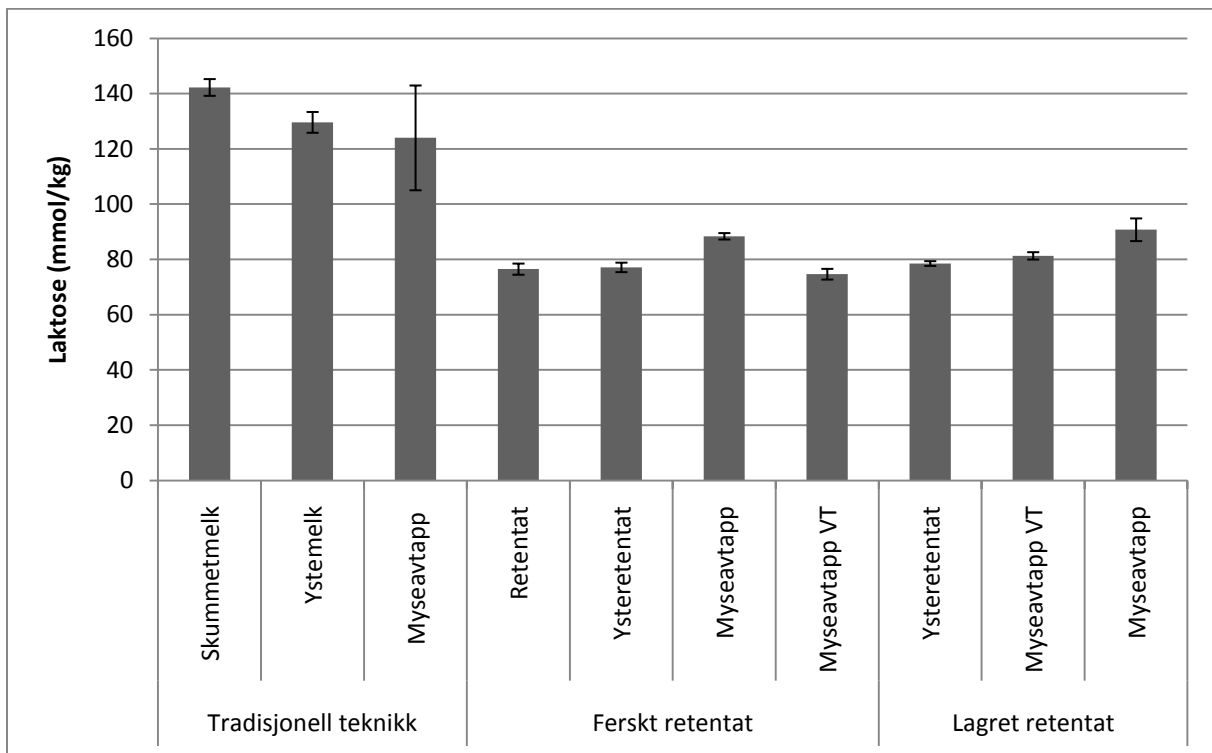
Figur 4.1.2 pH-utvikling under ystingsprosess. Data viser gjennomsnittet +/- SD, n=3.

Gjennomsnittet for de 5 ulike ystingsmetodene blir vist i figur 4.1.2. Ystingsprosessen med tradisjonell teknikk ga en lavere pH gjennom hele ystingsprosessen i forhold til ystingsprosess

med retentat som råstoff. Ystekar med retentat som råstoff hadde tilnærmet lik pH-utvikling under ystingsprosess. pH-utviklingen i blokk 3 for alle ystekarene skiller seg ut fra de andre blokkene med en gjennomsnittlig høyere pH-verdi før osten ble lagt i saltlake.

4.1.2.2.2 Laktose

Figur 4.1.3 viser gjennomsnittet av laktoseinnhold i ulike melkeprøver og myseprøver fra ystingsprosessen. Laktoseinnholdet i skummetmelk, ystemelk og myse fra ystingsprosess ystet ved tradisjonell teknikk vises i figuren sammen med retentat, ysterretentat og myse fra ystingsmetodene der ferskt og lagret retentat var råstoffet.



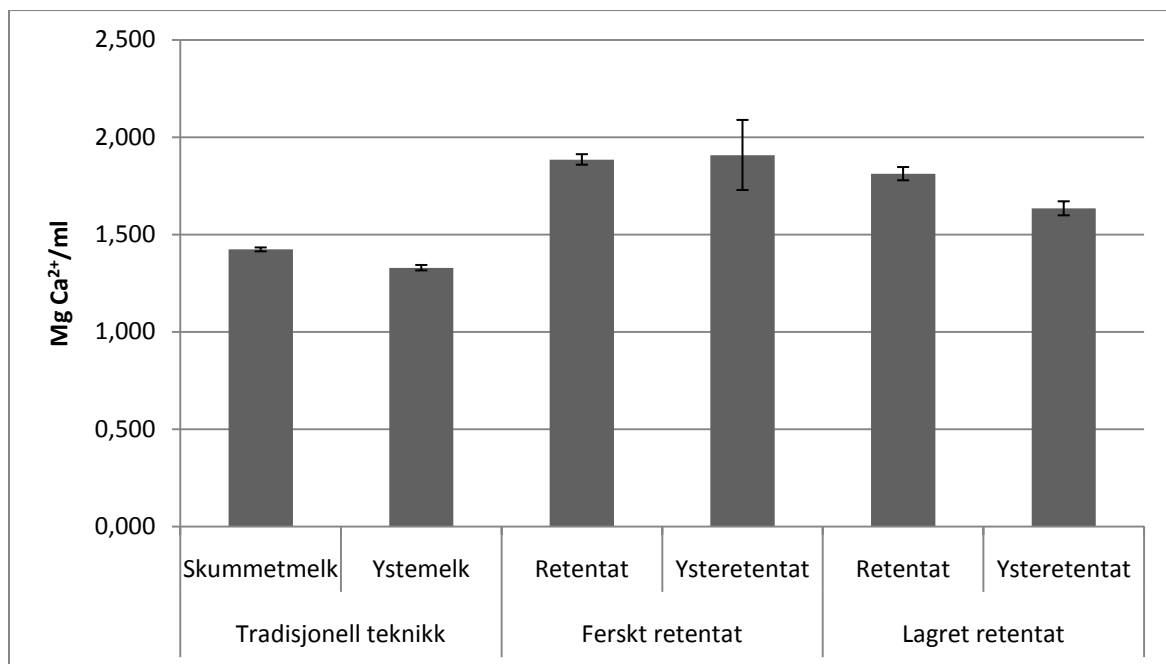
Figur 4.1.3 Laktoseinnhold i ulike prøver i hovedforsøket. Data viser gjennomsnittet +/- SD, $n=3$.

Figur 4.1.3 viser at skummetmelk, ystemelk og myse fra tradisjonell teknikk hadde et høyere laktoseinnhold enn melke- og myseprøver fra ystekar der retentat var råstoffet. Myse fra karene laget av både ferskt og lagret retentat med vanntilsetning viste et lavere laktoseinnhold enn myse fra samme kar ystet uten vanntilsetning. Laktoseinnholdet var tilnærmet likt i ysterretentatet fra kar laget både av ferskt og lagret retentat. Mysen fra ysting ved tradisjonell

teknikk viste det største standardavviket på 123,99 mmol/kg. Dette høye standardavviket skyldes først og fremst av et lavt laktoseinnhold i mysen fra blokk 2.

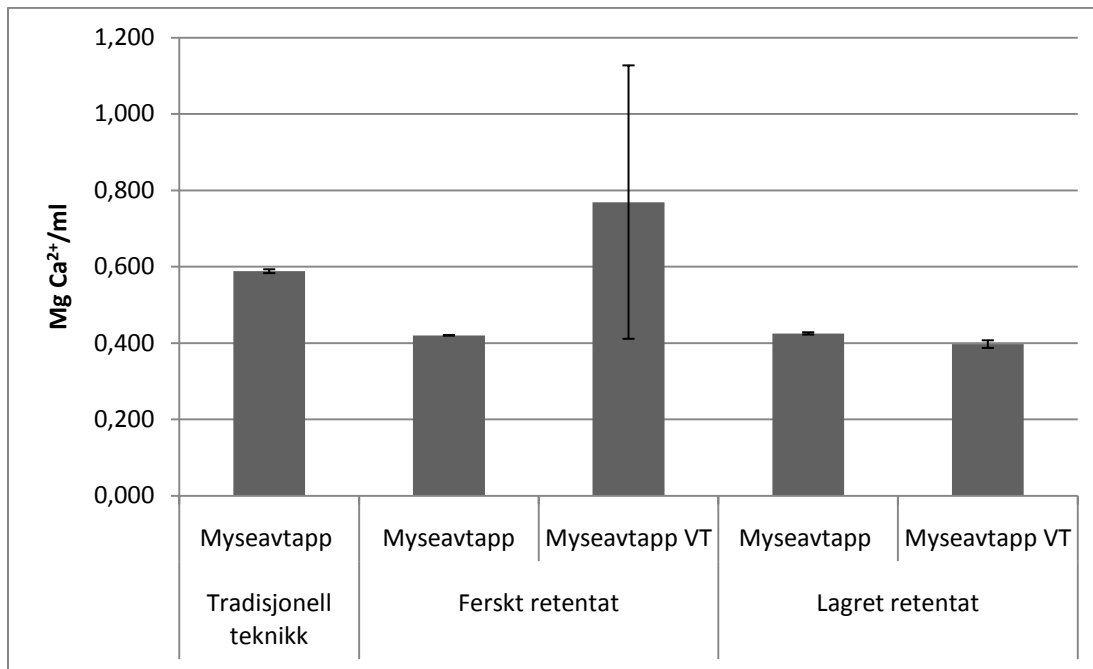
4.1.2.2.3 Kalsium

Kalsiuminnholdet i melk- og myseprøver fra ystingsprosessen i hovedforsøket blir vist henholdsvis i figur 4.1.4 og figur 4.1.5.



Figur 4.1.4 Kalsiuminnhold i skummetmelk, ystemelk, retentat og ysterretentat. Data viser gjennomsnittet +/- SD, n=3.

Figur 4.1.4 viser at høyest innhold av kalsium ble funnet i retentatet og ysterretentatet ystet av ferskt retentat som råstoff. Ysterretentatet fra blokk 3 ystet av ferskt retentat som råstoff hadde et høyere kalsiuminnhold 2,32 mg Ca²⁺/ml enn prøven fra blokk 1 og 2, og ga det høyeste standardavviket.

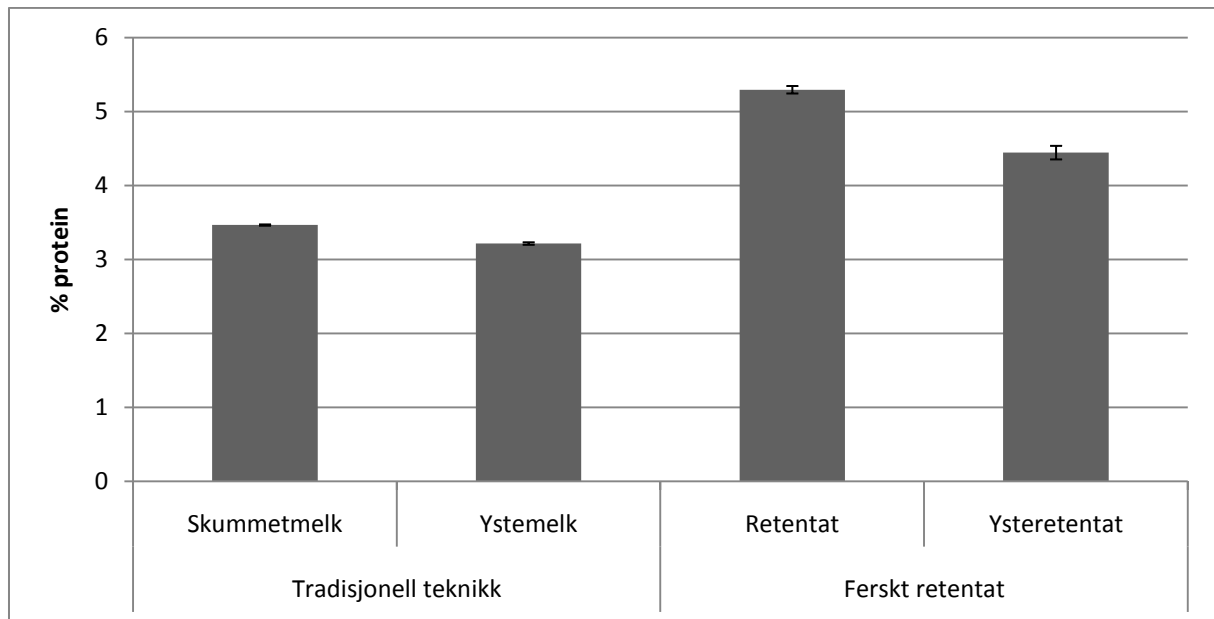


Figur 4.1.5. Kalsiuminnhold i myseprøver. Data viser gjennomsnittet +/- SD, n=3.

Som figur 4.1.5 viser skilte kalsiuminnholdet i myseprøven ystet av ferskt retentat med vanntilsetning seg ut fra de andre myseprøvene. Prøven hadde høyest innhold av kalsium og det største standardavviket. Det høye kalsiuminnholdet i denne prøven kommer av det høye innholdet i blokk 3; 1,596 mg Ca²⁺/ml og gjennomsnittet og standardavviket ble påvirket av dette innholdet. Nest høyest innhold av kalsium ble funnet i ost ystet ved den tradisjonelle teknikken, mens innholdet i mysen ystet av ferskt retentat der ystingsprosessen var uten vanntilsetning, og lagret retentat med og uten vanntilsetning var tilnærmet lik.

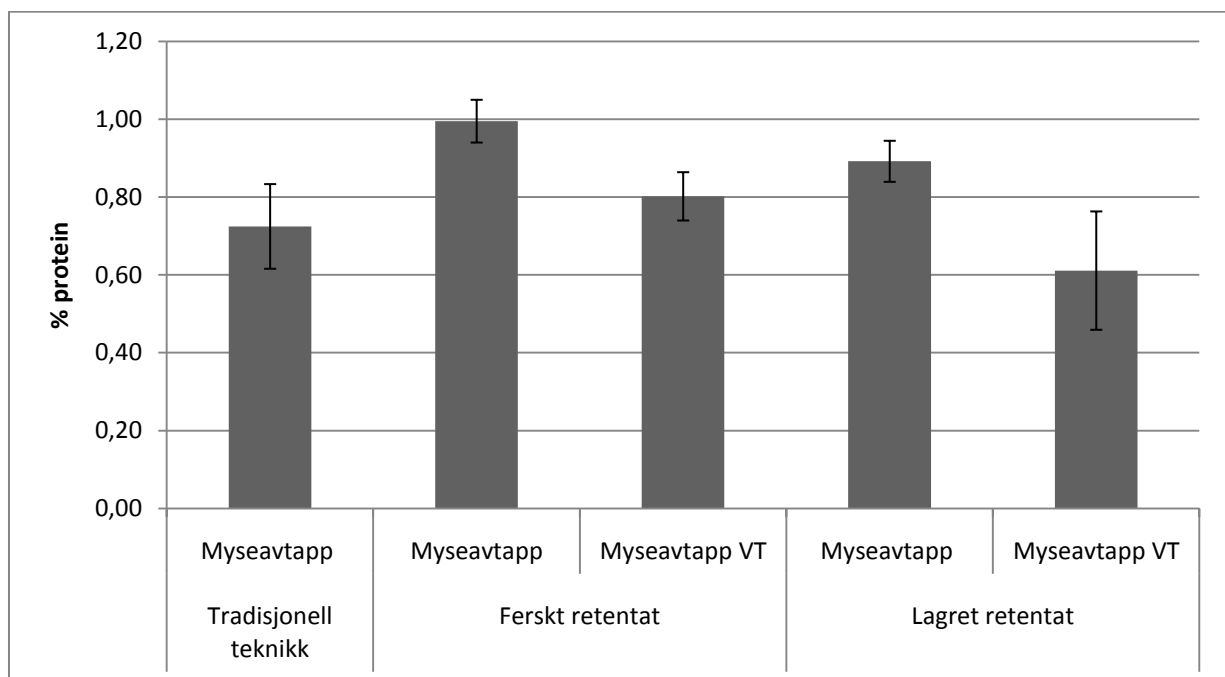
4.1.2.2.4 Protein

Proteinprosent i melk- og myseprøver blir vist i figur 4.1.6 og figur 4.1.7.



Figur 4.1.6 Proteininnhold i skummetmelk, ystemelk, retentat og ysteretentat for ystingsmetodene tradisjonell teknikk og ferskt retentat. Data viser gjennomsnittet +/- SD, n=3.

Som vist i figur 4.1.6 ble ikke innholdet av protein analysert i lagret retentat. Standardavviket for proteinprosent var lavt i alle melkeprøvene.



Figur 4.1.7 Proteinprosent i myseprøver. Data viser gjennomsnittet +/- SD, n=3.

Proteininnholdet i ulike myseprøver fra ystingsprosess, altså gjennomsnittet av blokkene er vist i figur 4.1.7. Gjennomsnittlig var proteininnholdet høyere i myseprøver fra ferskt retentat enn fra lagret retentat. Standardavviket var størst for mysen ystet av lagret retentat med vanntilsetning og verdien var 0,304 %. Her var det prøven fra blokk 3 som skilte seg mest ut med et lavt innhold på 0,26 % protein.

4.1.2.2.5 Koliforme bakterier

Under ystingsprosessene ble det tatt ut prøver til analyse av koliforme bakterier. Prøver av ystemelk og myse fra tradisjonell teknikk ble analysert. Ysteretentatet, mysen fra kar med vanntilsetning og uten vanntilsetning ble også analysert for koliforme bakterier. For alle analyser av koliforme bakterier ble resultatet <10 cfu/ml.

4.1.2.2.6 Løpningstid og formagrafmålinger

Løpningstid, tiden fra løpen ble tilsatt i ystekaret til koagelet ble skåret opp, ble også registrert under ystingsmetode og blir vist i tabell 4.1.2.

Tabell 4.1.2 Løpningstid og formagrafresultater

Ystingsmetode	Løpningstid min gjennomsnitt	Løp.tid st.avvik	RCT min gjennomsnitt	RCT st.avvik	A30 mm gjennomsnitt	A30 st.avvik
Ystemelk tradisjonell teknikk	30,0	0	29,8	2,0	2,7	1,36
Ferskt ysteretentat	28,3	1,03	18,6	0,3	19,2	6,66
Lagret ysteretentat	32,2	1,72	22,3	4,6	16,8	11,22

Gjennomsnittet for løpningstiden i den tradisjonelle teknikken og for kar ystet av ferskt retentat og lagret retentat vises i tabell 4.1.2. Ferskt retentat ga den korteste løpningstiden, mens retentat ga lengst løpningstid. Det høyeste standardavviket blant de ulike ystingsmetodene med hensyn på løpningstidene var ost ystet av lagret retentat. Et stort RCT- og A30-standardavvik ble også funnet for ost ystet av lagret retentat. Blokk 2 var årsaken til det store standardavviket med en RCT på 27,41 min og en A30 på 4,1 mm. Prøven med lagret ysteretentat fra blokk 1 stod på benken i en time før måling og fikk en høy A30 (25,44 mm). Blokk 3 skilte seg ut med en A30 verdi på 26,59 mm og var årsaken til det høye

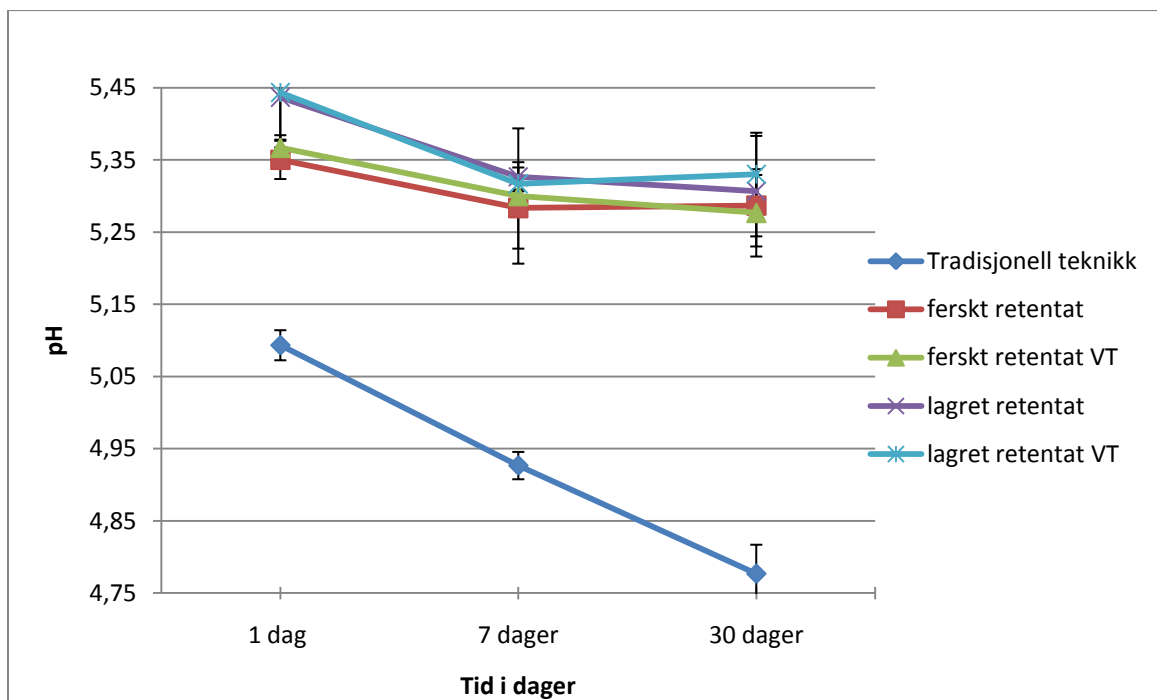
standardavviket. Man ser også at det er et veldig dårlig samsvar mellom ystemelk fra tradisjonell teknikk og formagrafmålingene.

4.1.2.3 Kjemiske analyser på ferskost og moden ost i hovedforsøket

Etter prøveystingen ble det gjort få endringer i forhold til ystingsmetode. Det ble bestemt en laktosereduksjon på 0,5 % for kar ystet av ferskt og lagret retentat. Gjennomføringen ble utført ved å tilføre en større beregnet mengde vann under diafiltrering. Saltetid for tradisjonell teknikk ble bestemt til 80 min. For karene ystet av ferskt retentat ble det bestemt en saltetid på 45 min. Etter prøveystingen og blokk 1 ble det bestemt at det skulle tas ut ekstra prøver fra mysen for hvert kar før myseavtapp, slik at fettprosenten i mysen kunne bli analysert.

4.1.2.3.1 pH

Figur 4.1.8 fremstiller pH-utviklingen under modning av osten fra hovedforsøket.

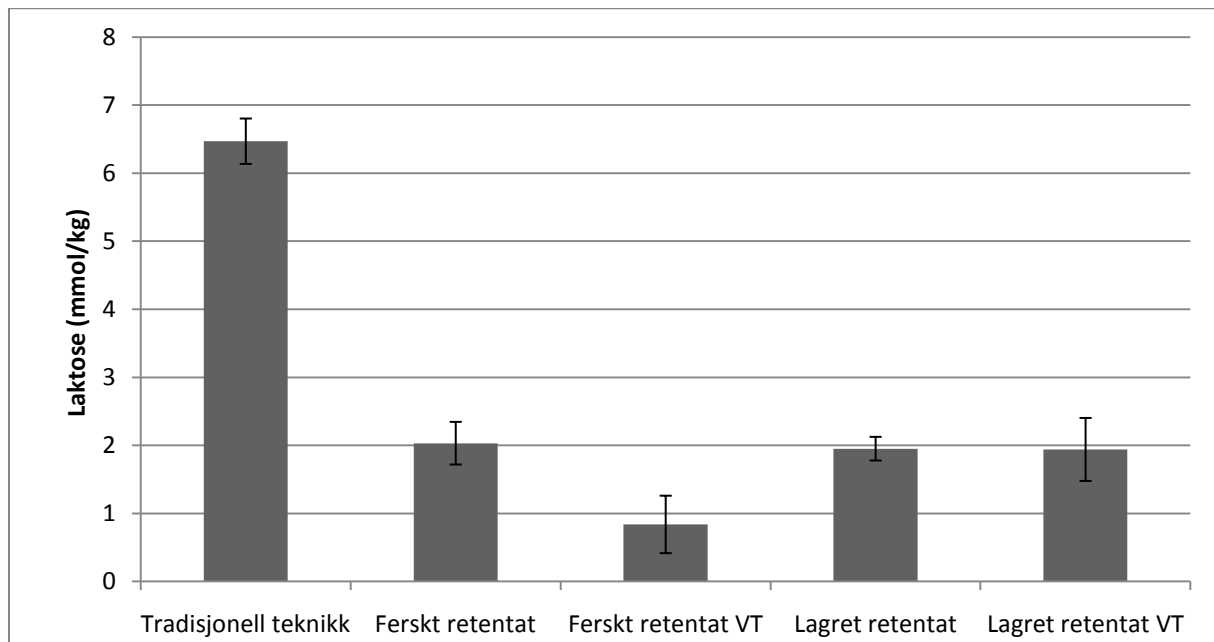


Figur 4.1.8 pH-utvikling i ost under modning. Data viser gjennomsnitt +/- SD, n=3

pH-verdier av ferskost (24-timer), 7-dagers ost og èn-månedes ost for de ulike ystingsmetodene vises i figur 4.1.8. pH i fersk ost var signifikant påvirket av lagring av retentat og blir vist i tabell 4.1.1. pH i ferskost og èn-månedes pH var også signifikant påvirket av blokk. Ost fra tradisjonell teknikk fikk en mye lavere slutt-pH etter ystingsprosessen enn ost ystet av retentat som råstoff, og pH-reduksjonen for ostene fra tradisjonell teknikk fortsatte under modning og

reduksjonen var betydelig mer omfattende enn i oster ystet av retentat. Ost laget av ferskt retentat hadde gjennomsnittlig lavere pH i ferskost og moden ost sammenliknet med ost laget av lagret retentat. Høyest slutt-pH i moden ost hadde ost ystet av lagret retentat med vanntilsetning.

Det gjennomsnittlige laktoseinnholdet i ferskost blir vist i figur 4.1.9.



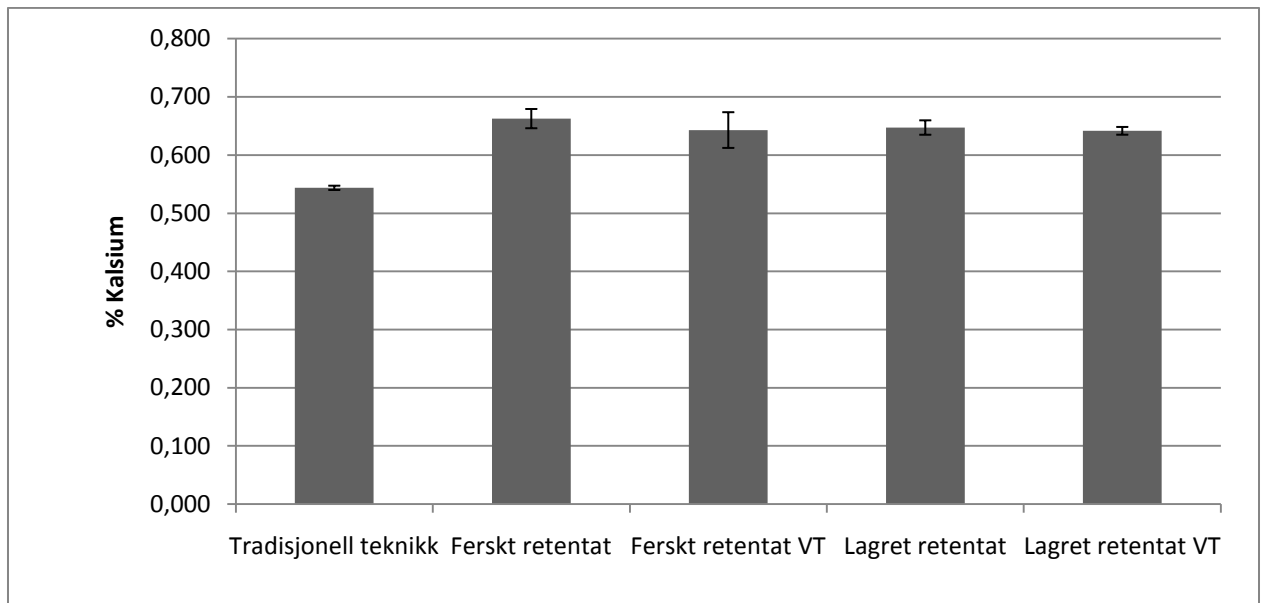
Figur 4.1.9 Laktoseinnhold i ferskost. Dataviser gjennomsnitt +/- SD, n=3.

Figur 4.1.9 viser at ost fra tradisjonell teknikk hadde høyest innhold av laktose.

Gjennomsnittlig lavest innhold av laktose ble funnet i ost ystet av ferskt retentat med vanntilsetning. Størst standardavvik hadde ost ystet av lagret retentat med vanntilsetning med en mmol/kg på 0,925. Laktoseinnholdet i moden ost fra de ulike ystingsmetodene var 0 mmol/kg.

4.1.2.3.2 Kalsium

Figur 4.1.10 viser kalsiuminnholdet i ferskost for de ulike ystingsteknikkene.



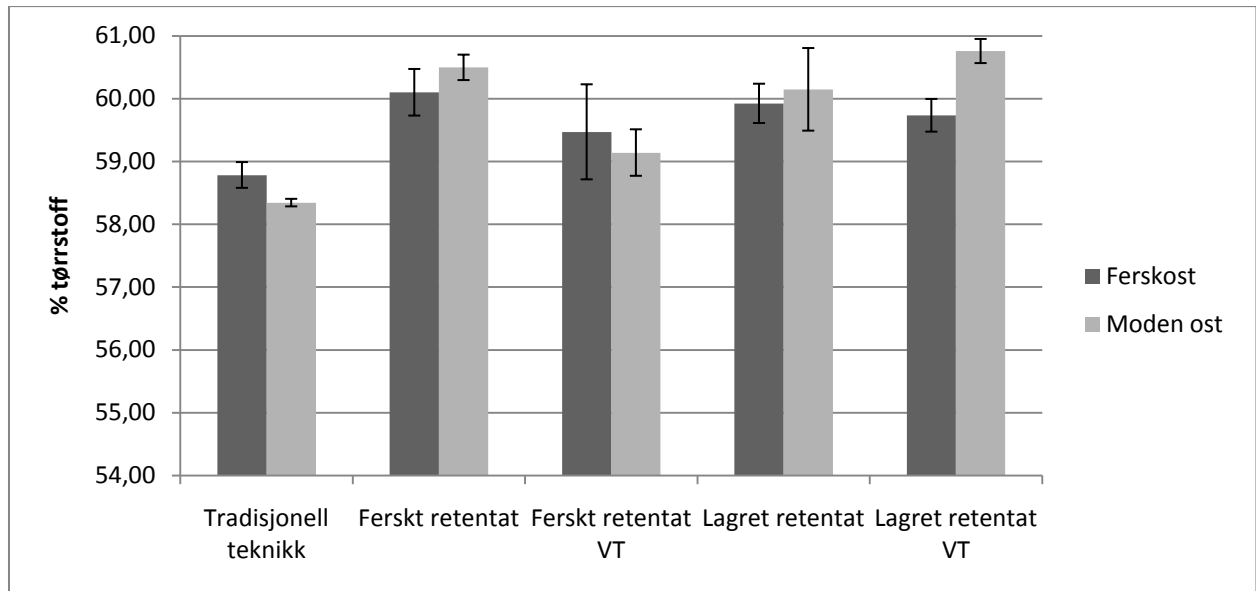
Figur 4.1.10 Kalsiuminnhold i ferskost. Data viser gjennomsnitt \pm SD, $n=3$

Ost ystet ved tradisjonell teknikk hadde lavere innhold av kalsium enn ost ystet av ferskt og lagret retentat som vist i figur 4.1.10. Kalsiuminnholdet i alle ostetyper lå mellom 0,540-0,650 %.

4.1.2.3.3 Tørrstoff

Tørrstoffinnhold i ferskost og moden ost for de ulike ostetypene er vist i figur 4.1.1.

Resultatene i figuren er gjennomsnittverdier av blokk 1, 2 og 3.

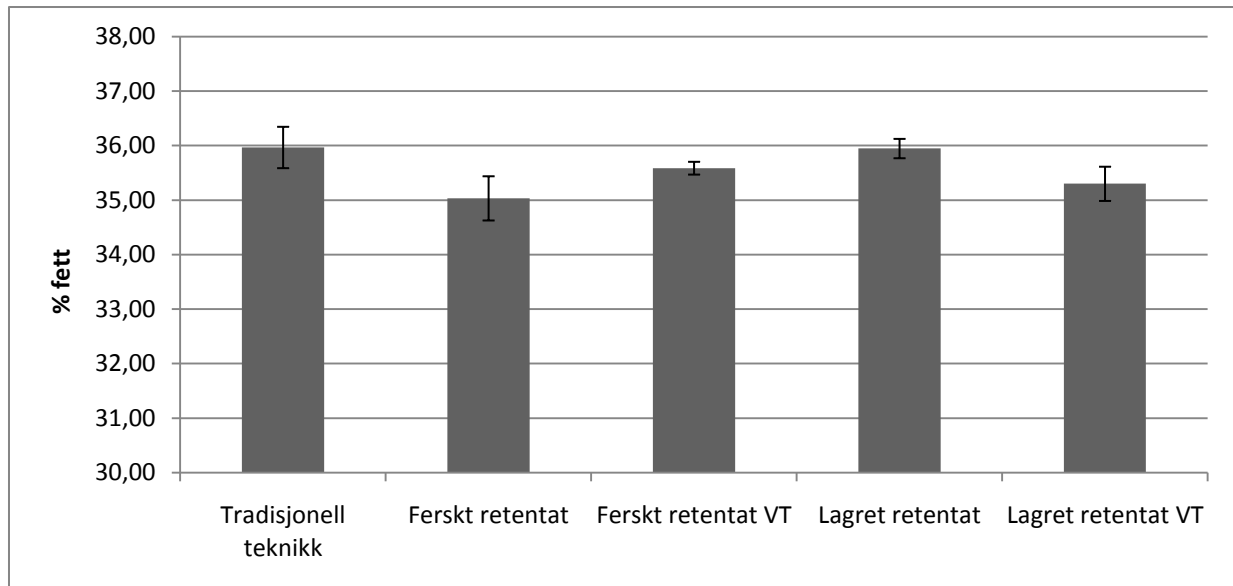


Figur 4.1.11 Tørrstoffinnhold i ferskost og moden ost. Data viser gjennomsnitt \pm SD, $n=3$

Som figur 4.1.11 viser hadde ost fra tradisjonell teknikk et lavere tørrstoffinnhold enn ostene ystet med retentat som råstoff. Ost laget av ferskt retentat, ost laget av lagret retentat og ost laget av lagret retentat med vanntilsetning hadde et lavere tørrstoffinnhold i ferskost enn i moden ost. Ost fra tradisjonell teknikk og ost laget av ferskt retentat med vanntilsetning viser en høyere tørrstoffprosent i ferskost enn i moden ost. Tørrstoffinnholdet i alle ferskostene varierer fra 58,70-60,10 prosent. I moden ost ligger tørrstoffinnholdet på 58,30-60,80 prosent.

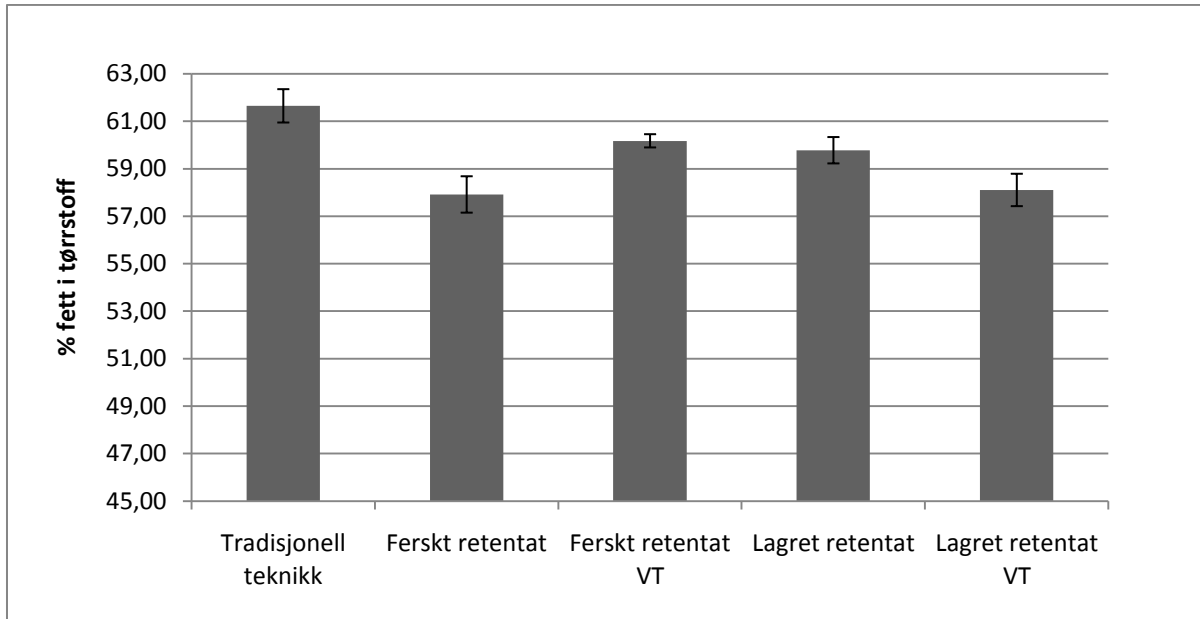
4.1.2.3.4 Fett og fett i tørrstoff

Fettinnholdet i ostene ble analysert både i ferskost og moden ost. Fettinnholdet i moden ost og fett i tørrstoff i ostene vises henholdsvis i figur 4.1.12 og figur 4.1.13.



Figur 4.1.12 Fettinnhold i ost. Data viser gjennomsnitt \pm SD, $n=3$

Figur 4.1.12 viser gjennomsnittet av blokkene for fettprosenten i de ulike ostetypene. Ost fra tradisjonell teknikk og ost ystet av lagret retentat hadde høyest innhold av fett i osten. Figur 4.1.13 viser gjennomsnittet av prosent fett i tørrstoff for de ulike ostetypene.

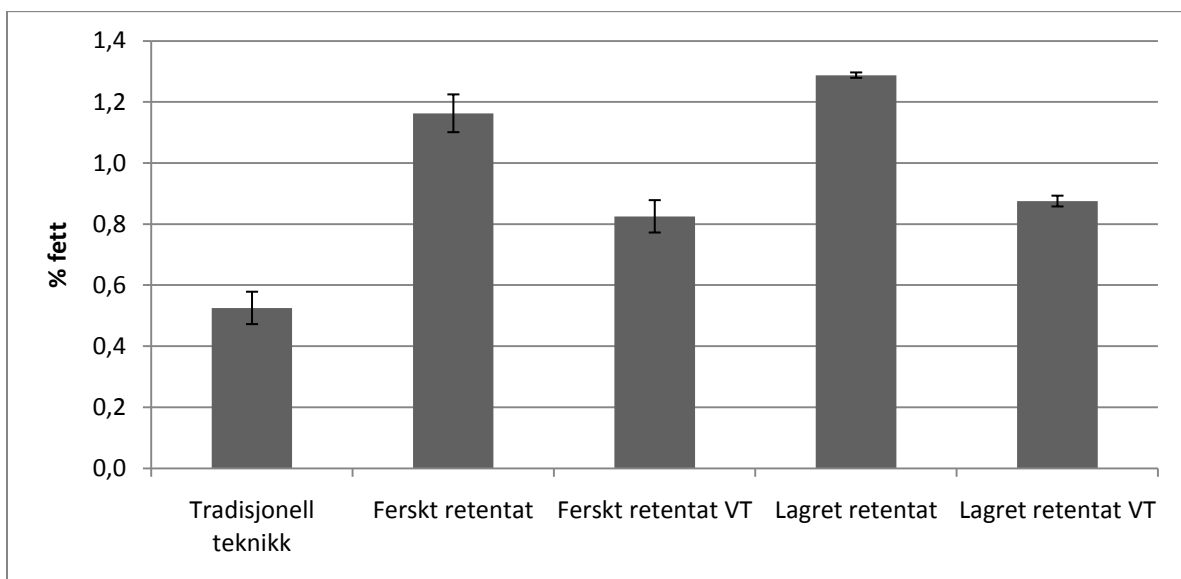


Figur 4.1.13 Fett i tørrstoff i ost. Data viser gjennomsnitt +/-SD, n=3

Figur 4.1.13 viser at ost ystet ved tradisjonell teknikk hadde høyest fett i tørrstoffet. Lavest prosent fett i tørrstoff hadde ost ystet av ferskt retentat og ost ystet av lagret retentat med vanntilsetning.

4.1.2.3.5 Fett i myse

Fettinnhold i mysen for blokk 2 og 3 er vist i figur 4.1.14. Fettinnholdet i mysen for blokk 1 ble ikke målt.

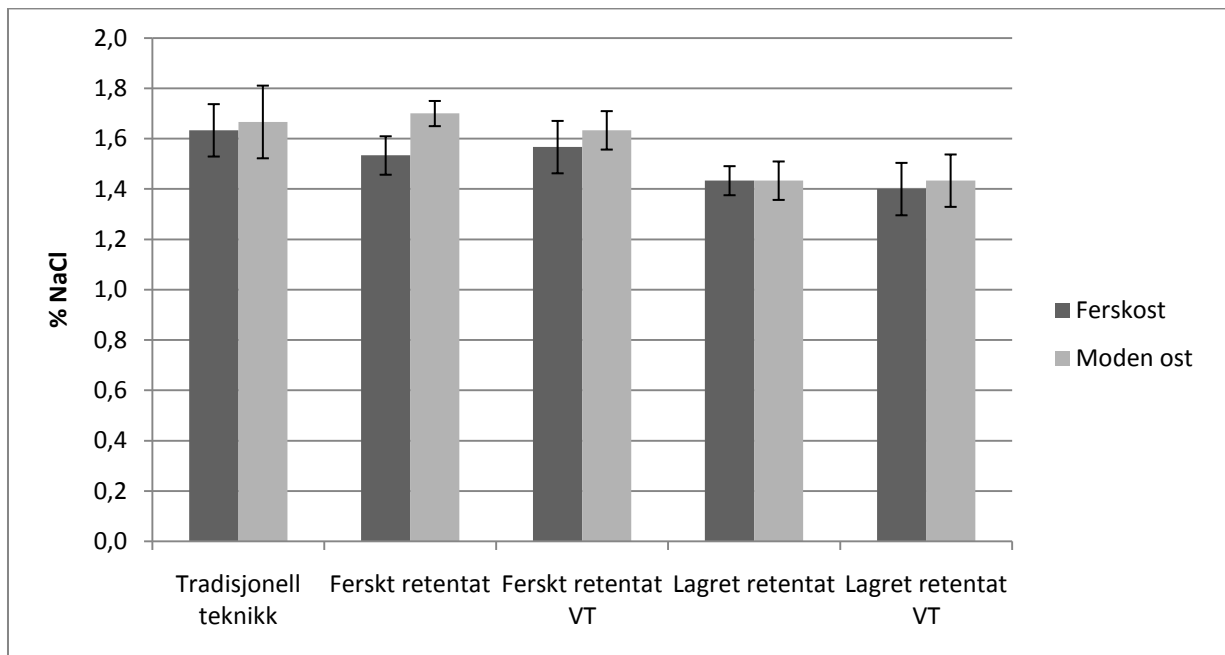


Figur 4.1.14 Fettinnhold i myse. Data viser gjennomsnitt +/-SD, n=3

Fettprosent i mysen for de ulike ystingsteknikkene er vist i figur 4.1.14. Mysen fra ysting med tradisjonell teknikk hadde det laveste innholdet av fett. Fettinnholdet var som forventet lavere i mysen ystet med ferskt og lagret retentat med vanntilsetning enn fettinnholdet fra de samme ystekarene uten vanntilsetning, der fettprosenten var høyere.

4.1.2.2.6 Salt

Saltinnholdet i ferskost og moden ost er vist i figur 4.1.15.



Figur 4.1.15 Saltinnhold i fersk og moden ost. Data viser gjennomsnitt +/-SD, n=3

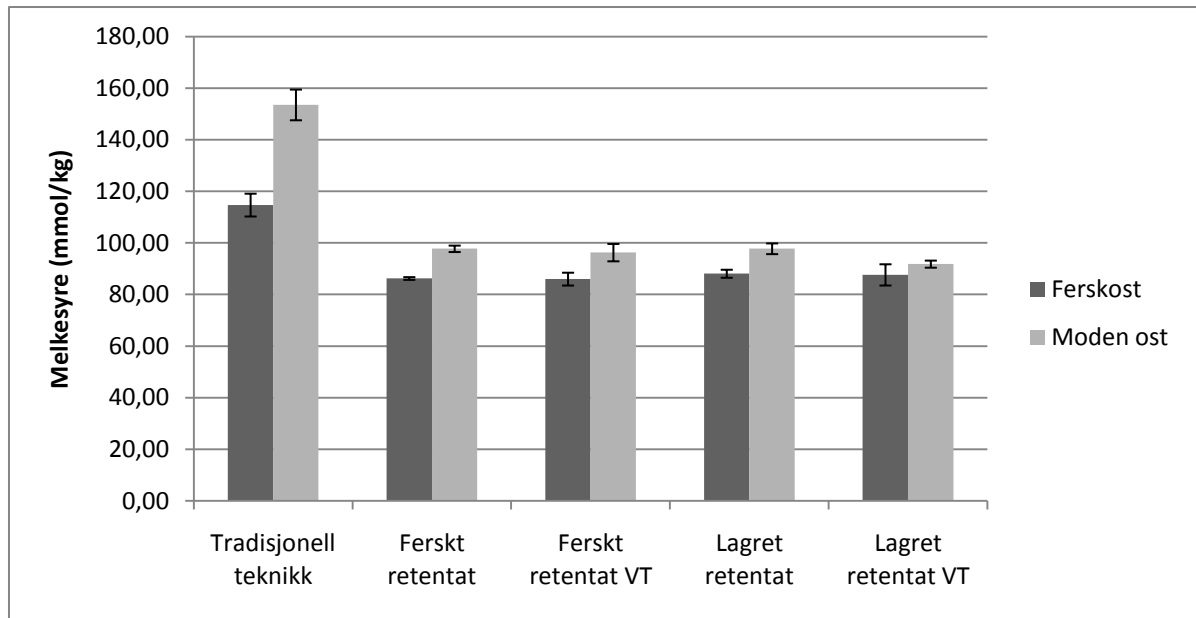
Som figur 4.1.15 viser hadde saltinnholdet i alle ostene økt fra fersk ost til moden ost, unntatt for ost ystet av lagret retentat med vanntilsetning, der saltinnholdet holdt seg stabilt.

Saltinnholdet i moden ost ystet ved tradisjonell teknikk hadde det største standardavviket.

Saltinnholdet i ostetypene varierte mellom 1,4 og 1,7 %. Saltprosent i moden ost var signifikant påvirket av lagring av retentat og ble vist i tabell 4.1.1.

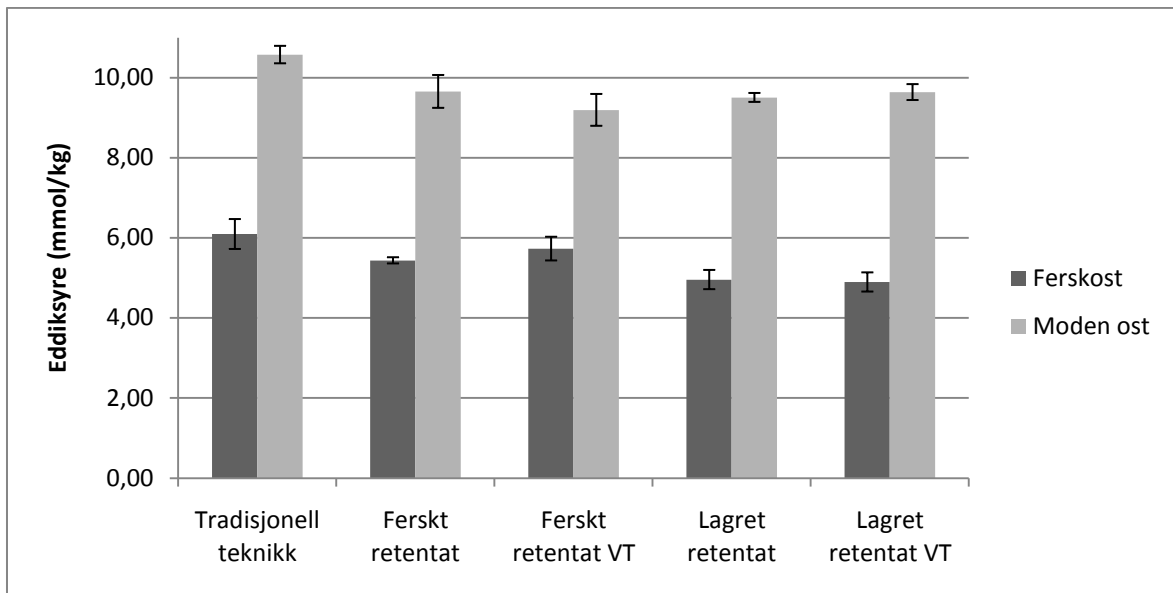
4.1.2.3.7 Organiske syrer

Ferskost og moden ost inneholder organiske syrer på et ulikt nivå og figur 4.1.16 viser innholdet av melkesyre i ost ystet ved de fem ulike ystingsmetodene.



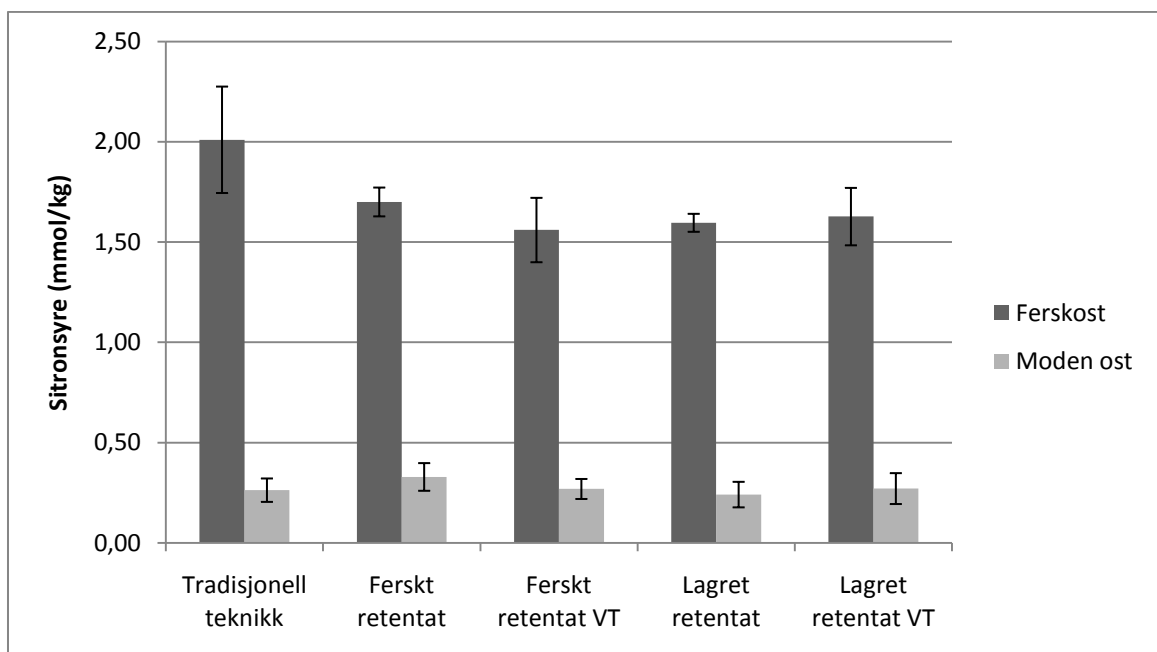
Figur 4.1.16 Melkesyre i ferskt og moden ost. Data viser gjennomsnitt \pm SD, $n=3$

Ost ystet ved tradisjonell teknikk har den største melkesyreendringen fra ferskost til moden ost og blir vist i figur 4.1.16. Melkesyreinnholdet i ferskost ystet ved tradisjonell teknikk var høyere enn i de andre ostene. Figur 4.1.17 viser innholdet av eddiksyre i både ferskost og moden ost for ost ystet ved de ulike ystingsmetodene. Tabell 4.1.1 viste at melkesyreinnholdet i moden ost var signifikant påvirket av blokk.



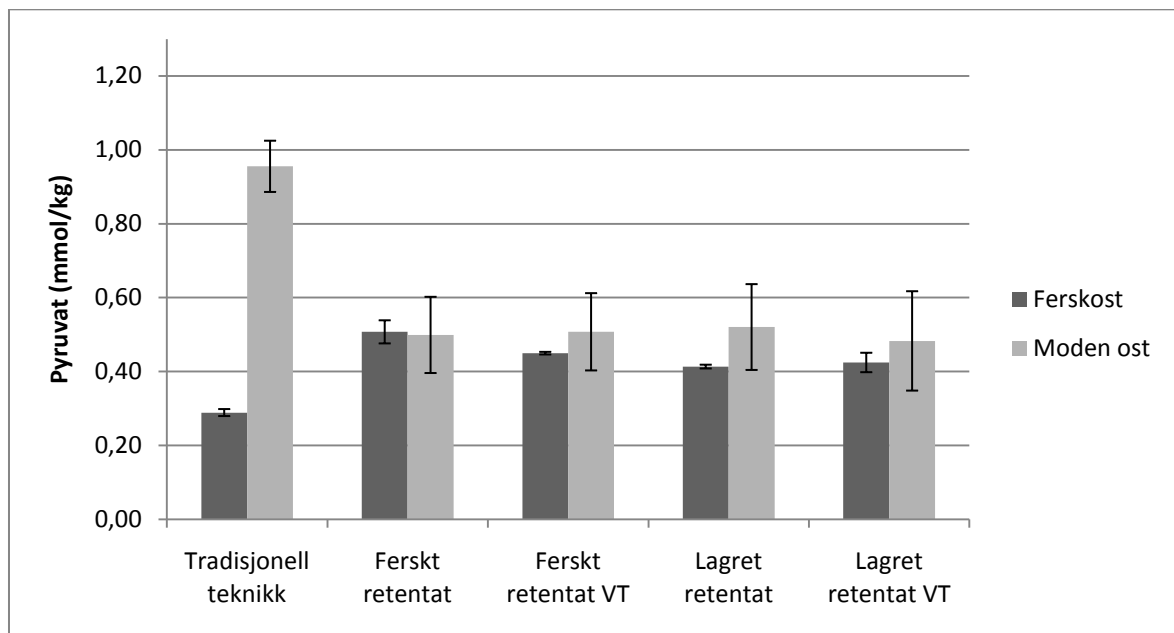
Figur 4.1.17 Eddiksyre i fersk og moden ost. Data viser gjennomsnitt +/-SD, n=3

Innholdet av eddiksyre er ulikt i ferskost og moden ost for de fem ulike ystingsteknikkene og er vist i figur 4.1.17. Eddiksyreinholdet økte i alle ostene under modning. Ost ystet ved tradisjonell teknikk hadde høyere innhold av eddiksyre i ferskost sammenlignet med ost ystet ved hjelp av de andre teknikkene. Figur 4.1.18 viser innholdet av sitronsyre i ferskost og moden ost.



Figur 4.1.18 Sitronsyre i fersk og moden ost. Data viser gjennomsnitt +/-SD, n=3

Som figur 4.1.18 viser var innholdet av sitronsyre høyere i ferskost enn i moden ost for de ulike ystingsmetodene, spesielt ost ystet etter tradisjonell teknikk. Under modning avtok innholdet av sitronsyre for alle ostetyperne til under 0,5 mmol/kg. Figur 4.1.19 viser innholdet av pyruvat i ferskost og moden ost.



Figur 4.1.19 Pyruvat i fersk og moden ost. Data viser gjennomsnitt +/-SD, n=3

Som figur 4.1.19 viser økte innholdet av pyruvat under modning for ost ystet ved tradisjonell teknikk, for de andre ostene var det liten eller ingen endring under modning. Innholdet av pyruvat for de ulike ostene, utenom ost ystet ved tradisjonell teknikk, lå mellom 0,40-0,52 mmol/kg.

4.2 Konsistensmålinger

4.2.1 Effekt av behandling og ost (behandling)

En statistisk modell (variensanalyse) ble utført for å forklare hardhetsmålingene, der den statistiske analysen av målinger fra ostene i blokk 1 lå til grunn for videre konsistensmålinger av ostene fra blokk 2 og 3. Resultatene fra blokk 1 ble analysert først for å finne ut hvor stor variasjonen av hardhetsmålingene var innen hver enkelt ost og for å se på variasjonen mellom ostene. Denne statistiske analysen ble også utført for å finne ut om ystingsteknikk og ostene var like, derfor ble hypotesene slik:

H_{01} = Det er ingen effekt av behandling (ystingsteknikk)

H_{02} = Det er ingen effekt av ost.

Tabell 4.2.1 viser resultatene fra variensanalysen som ble kjørt på hardhetsmålingene for blokk 1 med henhold til type behandling, blokk og hvilken ost som hardhetsmålingene var blitt utført på innen et ystekar.

Tabell 4.2.1 Variensanalyse for hardhetsmålinger med henhold til blokk, behandling og ost for blokk 1.

General Linear Model: Hardhet versus Behandling; Ost

Factor	Type	Levels	Values
Behandling	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5
Ost (Behandling)	random	15	1; 2; 3; 1; 2; 3; 1; 2; 3; 1; 2; 3; 1; 2; 3

Analysis of Variance for Hardhet, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Behandling	4	1102,88	1102,88	275,72	6,17	0,009
Ost (Behandling)	10	447,14	447,14	44,71	24,76	0,000
Error	90	162,52	162,52	1,81		
Total	104	1712,54				

S = 1,34381 R-Sq = 90,51% R-Sq(adj) = 89,03%

Variance Components, using Adjusted SS

Source	Estimated Value
Ost (Behandling)	6,130
Error	1,806

Tabell 4.2.1 viser at behandling ga signifikant forskjell mellom ostene med hensyn til hardhet (p-verdi = 0,009). Dette førte til at H_{01} ble forkastet, siden det var effekt av behandlingen. Det var også signifikant effekt av ost (behandling)(p-verdi = 0,000), dermed ble også H_{02} forkastet. I denne modellen var 90,51 % forklart variasjon mht hardhet, mens resten var uforklart variasjon, som viser at modellen var ganske god. Variasjonen mellom ostene med hensyn til hardhet i blokk 1 fra samme ystekar ble estimert til 6,130. Denne høye verdien uttrykker hvor stor variasjon det var mellom ostene med hensyn til hardhet. De 7 målingene brukes til å estimere variasjonen i hardhet innen en og samme ost og ble estimert til 1,806. Denne verdien viser at det var mindre variasjon mellom målingene innenfor hver ost enn variasjonen mellom de ulike ostene fra samme ystekar.

Disse resultatene ga grunnlag for videre konsistensmålinger for blokk 2 og 3. Det ble fra nå av utført 4 målinger innen hver ost fra samme ystekar og målingene ble utført på 5 oster fra hvert ystekar.

verdiene viser at det nå er omtrent like stor variasjon mellom målingene innen hver ost i forhold til variasjonen mellom ostene det ble utført målinger på fra samme ystekar.

Denne samme type variansanalyse som for blokk 1 og 2 ble kjørt for blokk 3 og her hadde også type behandling en effekt på hardhetsmålingene (p-verdi = 0,000) med en forklart variasjon på 88,85 %. I forhold til hardhetsmålingene fra blokk 2 hadde blokk 3 mindre variasjon både mellom målingene innenfor hver ost og mellom ostene fra samme behandling.

4.2.2 Samspill mellom blokk og behandling

Alle blokkene ble analysert samtidig for å se på samspillet mellom blokk og behandling (ystingsteknikk). H_0 = Det er ingen effekt av samspillet mellom blokk og behandling.

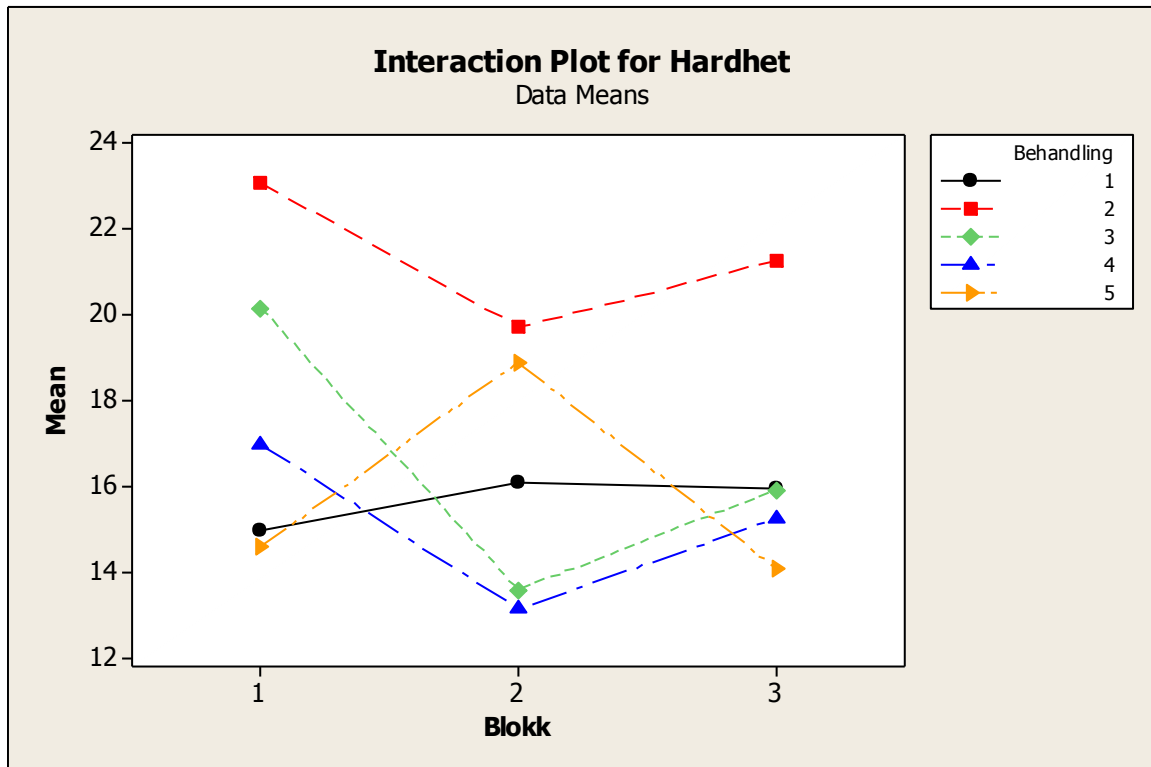
Tabell 4.2.3 viser resultatene fra variansanalysen der samspillet mellom blokk og behandling ble fokusert på.

Tabell 4.2.3 Samspillet mellom blokk og behandling

General Linear Model: Hardhet versus Behandling; Blokk; Ost						
Factor	Type	Levels	Values			
Behandling	fixed	5	1; 2; 3; 4; 5			
Blokk	random	3	1; 2; 3			
Ost (Behandling)	random	25	1; 2; 3; 4; 5; 1; 2; 3; 4; 5; 1; 2; 3; 4; 5; 1; 2; 3; 4; 5; 1; 2; 3; 4; 5			
Analysis of Variance for Hardhet, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Behandling	4	1581,192	1412,142	353,035	3,16	0,061 x
Blokk	2	170,356	127,332	63,666	0,65	0,548
Behandling*Blokk	8	853,498	783,884	97,985	38,71	0,000
Ost (Behandling)	20	350,769	350,769	17,538	6,93	0,000
Error	270	683,487	683,487	2,531		
Total	304	3639,302				
x Not an exact F-test.						
S = 1,59105 R-Sq = 81,22% R-Sq(adj) = 78,85%						
Variance Components, using Adjusted SS						
Source	Estimated Value					
Blokk	-0,3730					
Behandling*Blokk	5,1877					
Ost (Behandling)	1,3050					
Error	2,5314					

Som tabell 4.2.3 viser denne variansanalysemodellen at blokk ikke hadde noen effekt av hardhetsmålingene, siden p-verdien ble 0,548. Behandling hadde ikke signifikant effekt av hardhetsmålingene, men lå ikke langt fra signifikant effekt ($p = 0,061$). Samspillet mellom blokk og behandling hadde en signifikant effekt med en p-verdi på 0,000. En F-verdi på 38,71 viser til samspillseffekten mellom blokk og behandling. P- og F-verdien viser at det er en kraftig samspillseffekt mellom blokk og behandling og derfor forkastes H_0 . Variasjonen i

hardhet som skyldes samspill ble estimert til 5,1877. Error-verdien var stor i denne analysen og viser til den uforklarte variasjonen. Figur 4.2.1 viser samspillet mellom blokk og behandling i et samspillsplott.

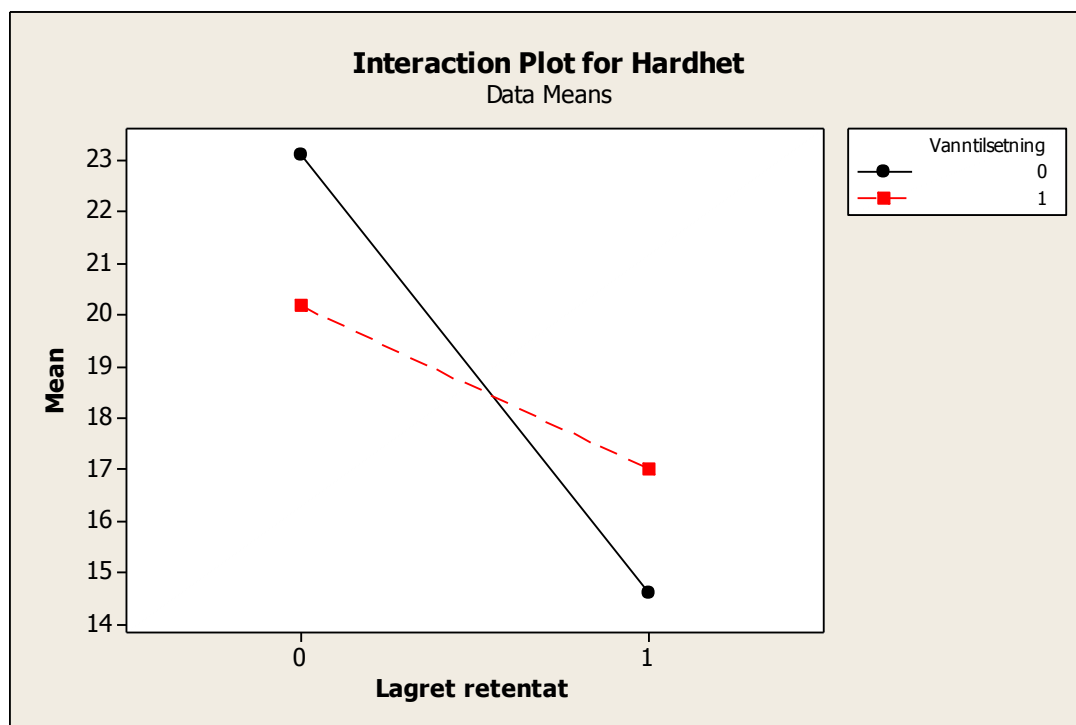


Figur 4.2.1 Samspillplott mellom blokk og behandling. Y-aksen viser gjennomsnittlig hardhet for alle oster i samme blokk-behandlings kombinasjon. Behandling 1 = tradisjonell teknikk, behandling 2 = Ferskt retentat uten vanntilsetning, behandling 3 = Ferskt retentat med vanntilsetning, behandling 4 = Lagret retentat med vanntilsetning og behandling 5 = Lagret retentat uten vanntilsetning

Figur 4.2.1 viser variasjonen i råstoffet for behandlingene fra blokk til blokk. Hardheten for ost ystet ved tradisjonell teknikk viser liten blokkvariasjon i forhold til ost ystet av retentat. Ost ystet av retentat med forsøksfaktorene viser stor variasjon i hardhetsmålingene mht blokk. I blokk 2 viser behandling 2 og 5 at de ga samme hardhet i osten, mens i blokk 1 ga de helt ulik hardhet i osten.

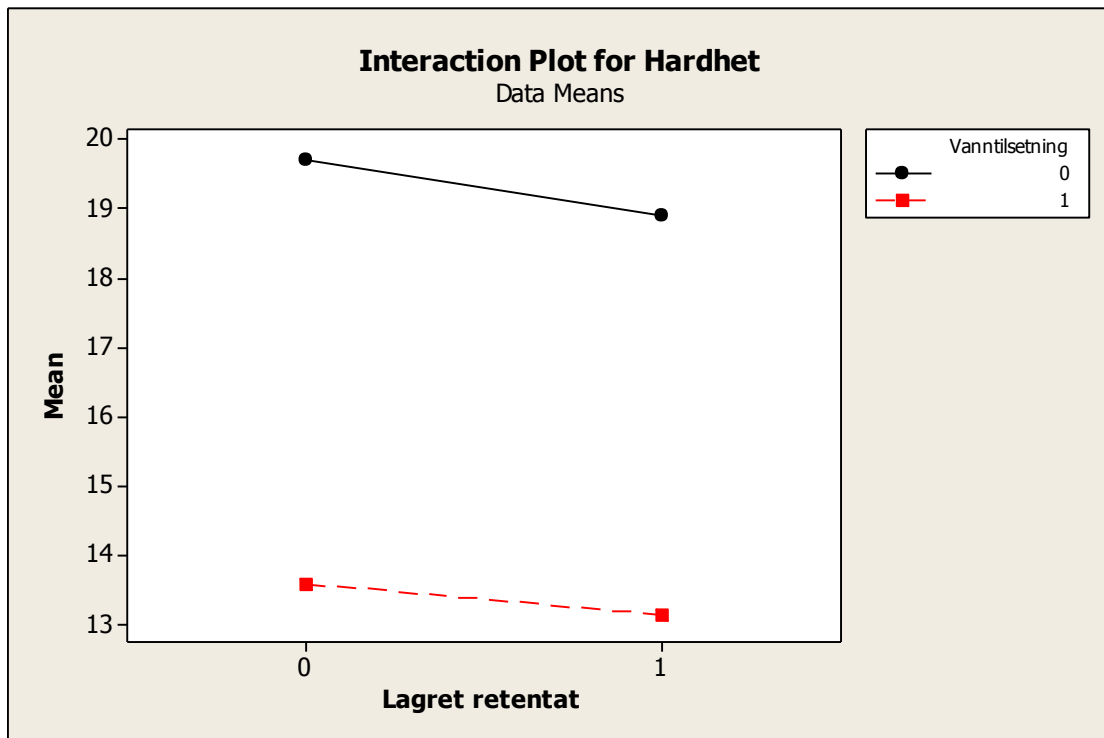
4.2.3 Effekt av forsøksfaktorene

Variansanalysen ble utført for hardhetsmålingene der retentat var råstoffet, uten hardhetsmålingene fra ost ystet ved tradisjonell teknikk. Her ble også blokk for blokk analysert, siden forsøksfaktorene; vanntilsetning og lagret retentat avhenger av en 3. faktor (blokk). Figur 4.1.2 viser effekten av forsøksfaktorene for blokk 1.



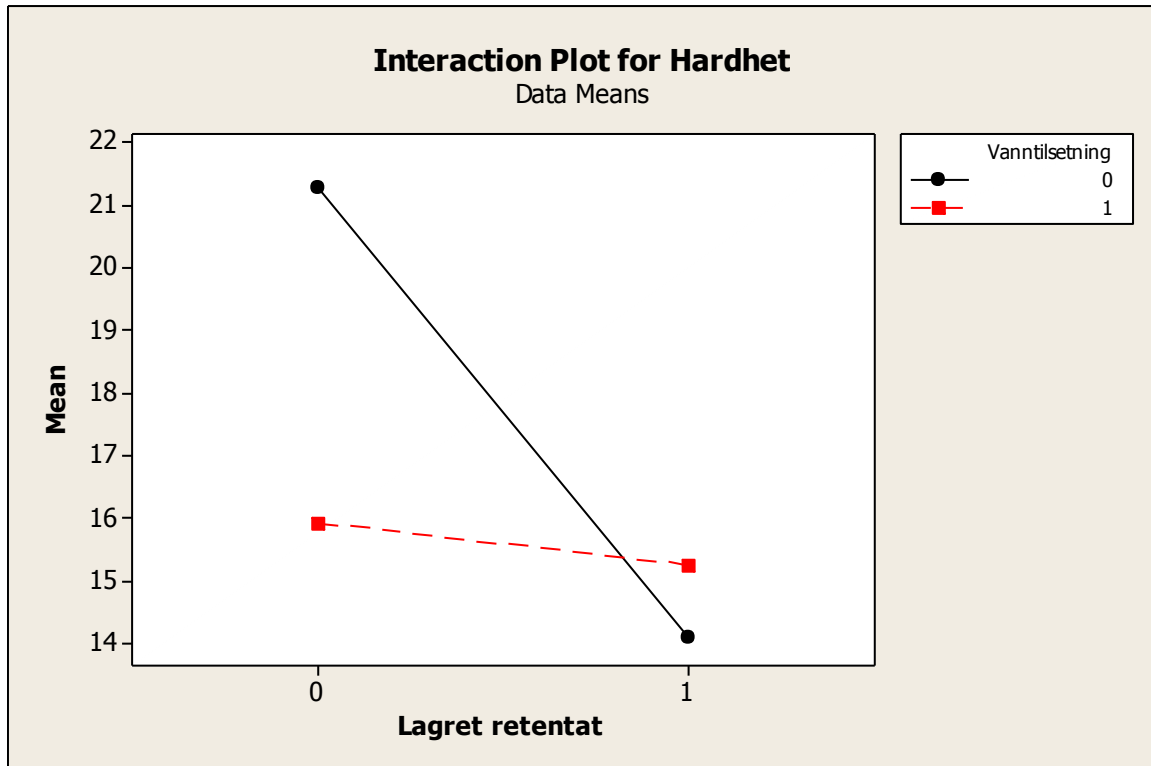
Figur 4.2.2 Effekt av forsøksfaktorene for blokk 1. Y-aksen viser gjennomsnittlig hardhet.

Plottet i figur 4.2.2 viser at det var et samspill mellom ystingsmetode med vanntilsetning og ystingsmetode uten vanntilsetning. Ost ystet av ferskt retentat med eller uten vanntilsetning ble fastere enn ost ystet av lagret retentat med eller uten vanntilsetning mht hardhet. Figur 4.2.3 viser effekten av forsøksfaktorene for blokk 2.



Figur 4.2.3 Effekt av forsøksfaktorene for blokk 2. Y-aksen viser gjennomsnittlig hardhet.

Plottet i figur 4.2.3 viser at ystingsmetode med vanntilsetning for både ferskt og lagret retentat fra blokk 2 ga en bløtere ost enn ost fra ystingsmetode uten vanntilsetning for ferskt og lagret retentat. Blokk 2 viser at vanntilsetning under ystingsmetode hadde mye å si for om osten ble hard eller bløt. Figur 4.2.4 viser effekten av forsøksfaktorene for blokk 3.



Figur 4.2.4 Effekt av forsøksfaktorene for blokk 3. Y-aksen viser gjennomsnittlig hardhet.

Plottet i figur 4.2.4 viser for blokk 3 at ystingsmetode med vanntilsetning for både ferskt og lagret retentat ga en bløt ost, mens ystingsmetode uten vanntilsetning for både ferskt og lagret retentat varierte i hardhet, siden ost ystet av ferskt retentat ga en hardere ost enn ost ystet av lagret retentat. Man kan se at vanntilsetning ikke hadde noe å si for lagret retentat.

4.3 Sensoriske analyser

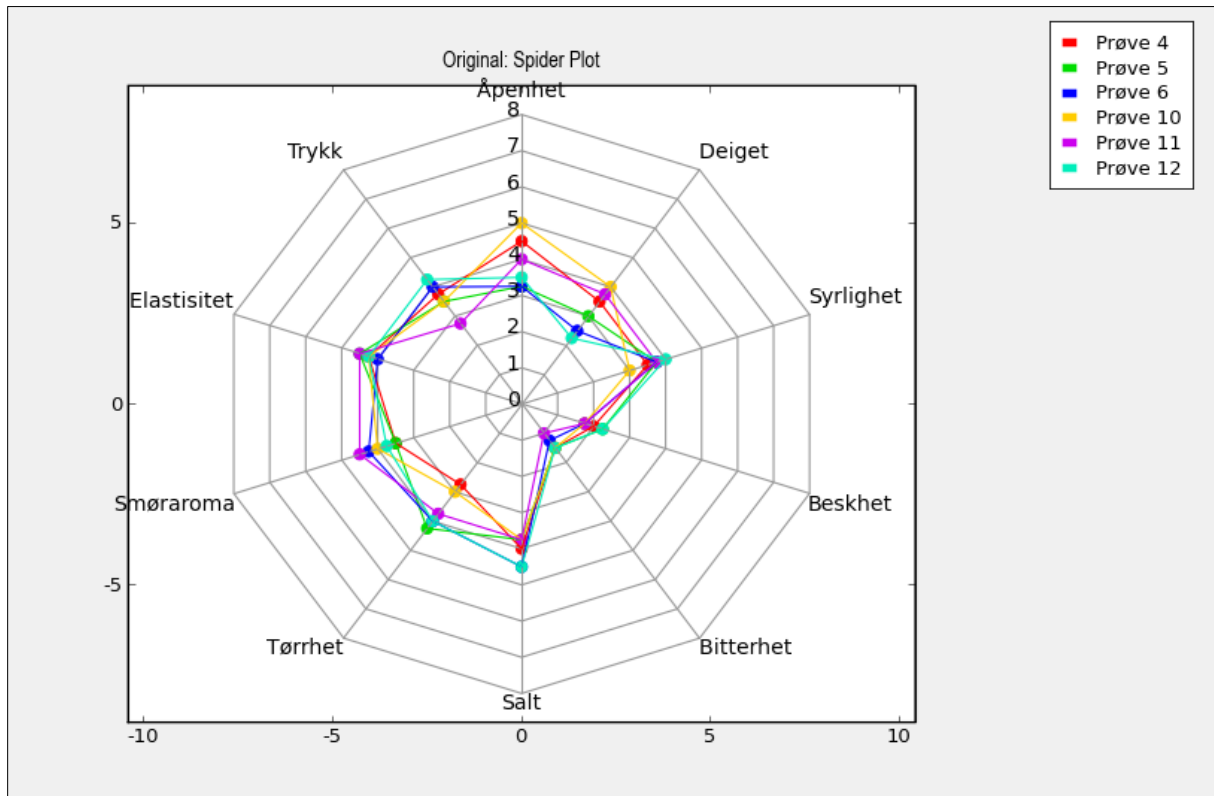
Det ble utført sensorisk profilering av ostene med hensyn på ulike attributter for å kunne avgjøre om forsøksfaktorene hadde noen innvirkning på de sensoriske egenskapene ved osten. Det ble også utført en hedonisk bedømmelse av ostens kvalitet med en poengskala fra 1-5. TINE Gräddost ble også inkludert i de sensoriske analysene. Ostene fra hovedforsøket ble også sendt til TINE FoU ved Måltidets Hus i Stavanger og der en kvalitetsbedømmelse ved bruk av hedonisk skala ble utført med trente dommere.

Det ble utført statistiske analyser av profileringsresultatene med fokus på forsøksfaktorene og blokkvariasjoner, der gjennomsnittet av resultatene fra alle dommerne i hver blokk ble regnet ut før utført variansanalyse. Ost fra tradisjonell teknikk ble fjernet fra datasettet.

4.3.1 Sensorisk profilering

Resultatene av den sensoriske profileringen ble undersøkt ved hjelp av programvaren PanelCheck, som viser hvordan de lite trente dommerne har bedømt ostene ved å se på hver enkelt dommers eller hele panelets prestasjon under den sensoriske analysen. I programvaren ble det valgt å kjøre hver enkel blokk for seg. I Blokk 1 ble resultatene fra en av de fem lite trente dommere utelukket fra testen og i blokk 2 ble resultatene fra en av seks lite trente dommere utelukket. Det ble også utelukket en av seks dommere fra resultatene i blokk 3. Før hver sensorisk profilering ble det utført en kalibrering av oster. Under kalibreringen ble det oppdaget at to prøver fra samme ost kunne være ganske ulike og dette påvirket sannsynligvis i liten eller stor grad dommernes bedømmelse. Vedlegg 1 viser profileringskjemaet som ble brukt under bedømmelsen.

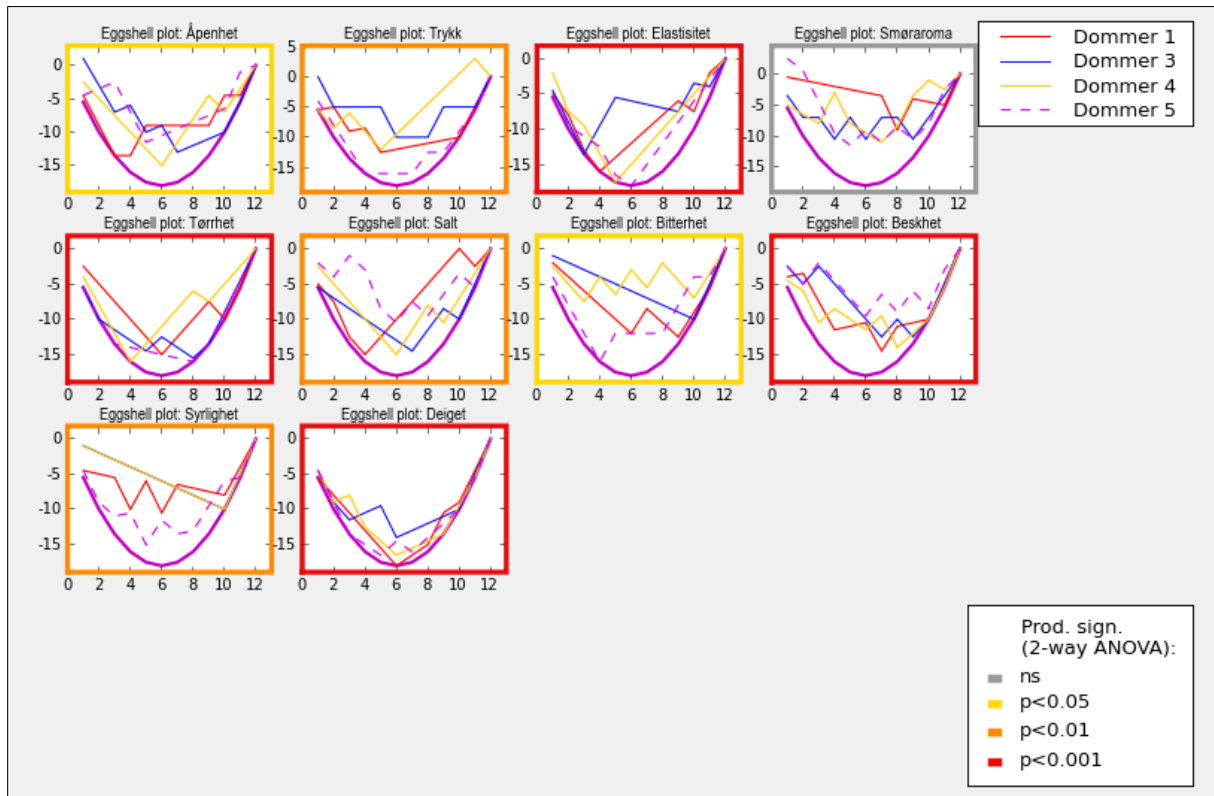
Figur 4.3.1 viser et edderkoppdiagram av de ulike egenskapene fra blokk 1 fra den sensoriske profileringen av henholdsvis ost ystet av lagret retentat med og uten vanntilsetning og TINE Gräddost.



Figur 4.3.1 Edderkoppdiagram av intensiteten til de ulike attributtene målt ved sensorisk profilering av oster ystet av lagret retentat med og uten vanntilsetning og TINE Gräddost. Prøve 4 og 10 = TINE Gräddost, Prøve 5 og 11 = Lagret retentat og Prøve 6 og 12 = Lagret retentat med vanntilsetning.

Resultatene fra bedømmelsen til 4 lite trente dommere vises i figur 4.3.1 og gjennomsnittlig ser det ut som om dommerne har bedømt de like ostene ganske likt, men da hver enkelt dommer ble undersøkt for disse attributtene ble resultatet noe annerledes og dommerne bedømte de like ostene ikke like bra som det ser ut til i figur 4.3.1.

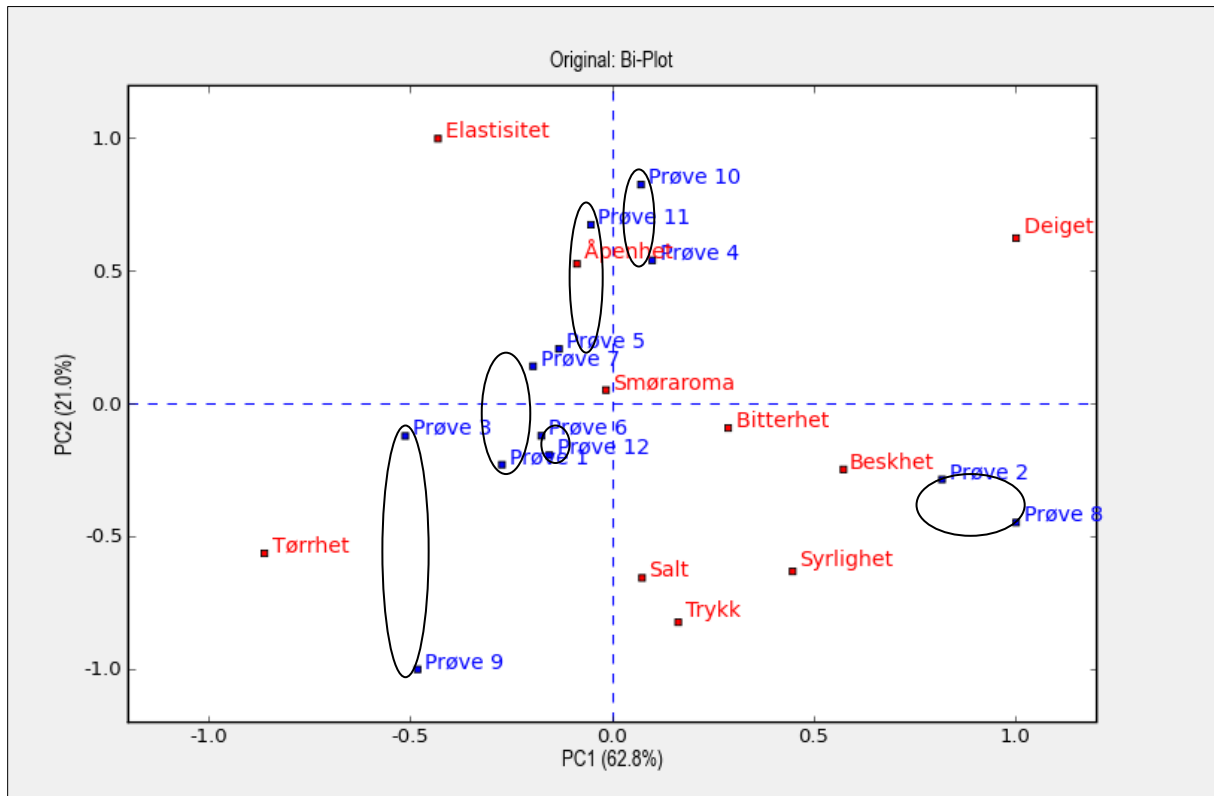
Figur 4.3.2 viser et eggskallplot av de ulike egenskapene fra blokk 1 fra den sensoriske profileringen av ost ystet ved tradisjonell teknikk og av retentat.



Figur 4.3.2 Eggeskall Plot for dommernes bedømmelse fra blokk 1 av de 5 ulike ostetyperne i henhold til attributtene ved sensorisk profilering. Lilla strek indikerer gjennomsnittet av dommernes bedømmelse med hensyn på den enkelte egenskapen i osten. Grå farge på ramme rundt graf indikerer ingen signifikant effekt. Gul, oransje og rød farge indikerer en signifikant forskjell i ulik grad.

Som vist i figur 4.3.2 bruker dommer 3 og 4 skalaen vesentlig forskjellig i forhold til de andre med hensyn på bitterhet. For smøraroma bruker dommerne skalaen veldig forskjellig og egenskapen viser å ha ingen signifikant forskjell mellom dommernes bedømmelse av ostene med hensyn på smøraroma. Dommerne var ganske enig om bruk av skalaen for tørrhet og deiget og disse to attributtene viste å ha en tydeligere signifikant forskjell mellom prøvene.

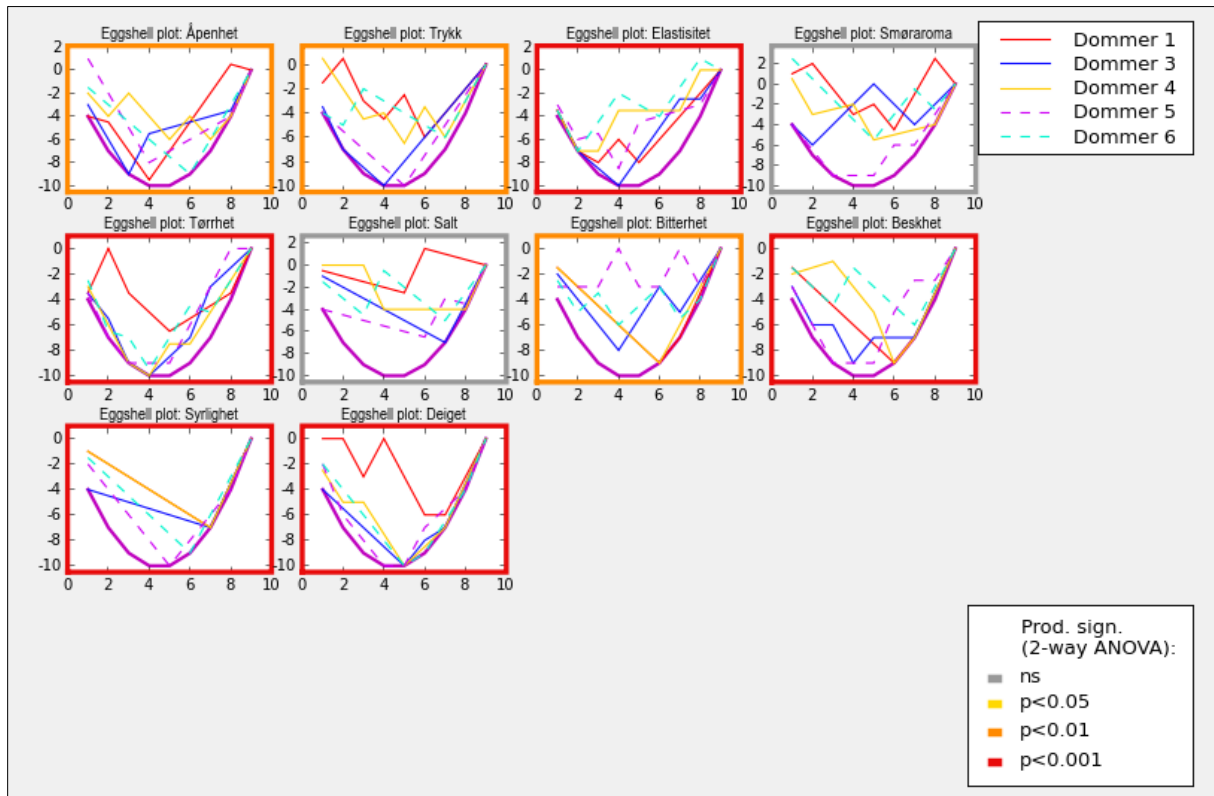
Et prinsippal komponentanalyse (PCA)plot over alle de 12 osteprøvene i forhold til attributtene fra blokk 1 ved sensorisk profilering er vist i figur 4.3.3.



Figur 4.3.3 Prinsippal komponentanalyse plot av osteprøvene og deres attributter for blokk 1. Like prøver er markert med en ring i plottet. Prøve 1 og 7 = Ferskt retentat med vanntilsetning, Prøve 2 og 8 = Tradisjonell teknikk, Prøve 3 og 9 = Ferskt retentat uten vanntilsetning, Prøve 4 og 10 = TINE Gräddost, Prøve 5 og 11 = Lagret retentat uten vanntilsetning og Prøve 6 og 12 = Lagret retentat med vanntilsetning

Figur 4.3.3 viser ostenes posisjon i forhold til attributtene. Ost ystet ved tradisjonell teknikk og gräddosten fra TINE ble bedømt ganske likt av dommerne som vist i figuren, mens ost ystet ved tradisjonell teknikk viser seg også å være ganske ulik de andre ostene, der egenskapene beskhet og syrlighet dominerte. PC1 beskriver de korrelerte attributtene deiget, beskhet, syrlighet, tørrhet og bitterhet, mens PC2 beskriver de korrelerte attributtene elastisitet, åpenhet, salt og trykk. Smøraroma er så nær origo at den egentlig ikke beskrives av noen av komponentene.

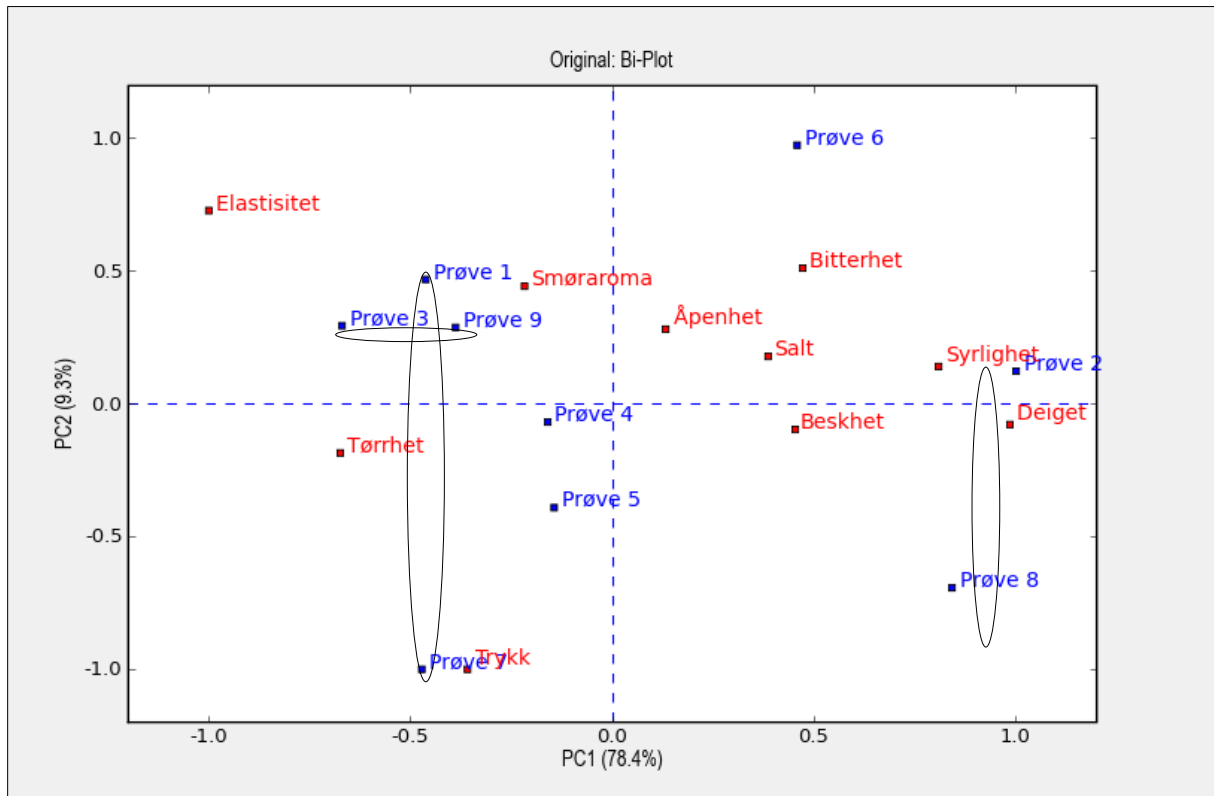
Et eggeskallplot av de ulike egenskapene fra blokk 2 fra den sensoriske profileringen av ost vises i figur 4.3.4. Testene er blitt utført uten dommer 2 som er fjernet fra analysen.



Figur 4.3.4 Eggeskallplot for dommernes bedømmelse i blokk 2 av de 5 ulike ostetypene i henhold til attributtene ved sensorisk profilering. Lilla strek indikerer gjennomsnittet av dommernes bedømmelse med hensyn på den enkelte egenskapen i osten. Grå farge på ramme rundt graf indikerer ingen signifikant effekt. Gul, oransje og rød farge indikerer en signifikant forskjell i ulik grad.

Som vist i figur 4.3.4 for deiget bruker de fleste dommerne unntatt dommer 1 skalaen likt. I forhold til figur 4.3.2 for blokk 1 blir det vist at både for vurdering av salt og smøraroma ikke var signifikant forskjell mellom dommernes bedømmelse, og her har også dommerne brukt skalaen forskjellig.

Et prinspal komponentanalyse (PCA)plot over alle de 9 osteprøvene i forhold til attributtene fra blokk 3 ved sensorisk profilering er vist i figur 4.3.5.



Figur 4.3.5 Prinsippal komponentanalyse plot av osteprøvene og deres attributter for blokk 3. Like prøver er markert med en ring i plottet. Prøve 1 og 7 = TINE Gräddost, Prøve 2 og 8 = Tradisjonell teknikk, Prøve 3 og 9 = Lagret retentat med vanntilsetning, Prøve 4 = Ferskt retentat uten vanntilsetning, Prøve 5 = Lagret retentat uten vanntilsetning, Prøve 6 = Ferskt retentat med vanntilsetning

Som vist i figur 4.3.5 i forhold til figur 4.3.3 viser testen nå større variasjon mellom ostene. Av de ostene som ble bedømt to ganger under den sensoriske profileringen, kan man observere en større usikkerhet, siden de like prøvene befinner seg lengre fra hverandre i dette plottet enn plottet vist i figur 4.3.3, med unntak av ost ystet av lagret retentat med vanntilsetning. PC1 beskriver de korrelerte attributtene deiget, beskhet, syrlighet, tørrhet og salt, mens PC2 beskriver de korrelerte attributtene åpenhet, smøraroma og trykk. Elastisitet og bitterhet beskrives av både PC1 og PC2.

4.3.2 Statistisk analyse av profileringsresultatene

En variansanalyse ble gjennomført på gjennomsnittet av profileringsresultatene fra hovedforsøket. Profileringsresultatene fra ost ystet ved tradisjonell teknikk ble ikke inkludert i variansanalysetesten. Denne statistiske analysen ble gjennomført for å undersøke om forsøksfaktorene påvirker ostens sensoriske egenskaper.

Resultatene fra variansanalysen viste at vanntilsetning og lagret retentat ikke hadde noen signifikant effekt på profileringsattributtene til ostene. Det var en blokkeffekt på attributtene, salt og syrlighet. P-verdien for bitterhet fikk en faktor på 0,054 på hensyn til lagret retentat og er så nær signifikans at den bør legges merke til.

4.3.3 Hedonisk bedømmelse

Det ble utført to hedoniske bedømmelser av ostene, der den ene bedømmelsen ble utført av lite trente dommere og den andre bedømmelsen ble utført av godt trente dommere fra TINE FoU, Måltidets Hus i Stavanger. Bedømmelsen ble utført for å se på likheter og forskjeller mellom ostene og om de sensoriske egenskapene ble påvirket av forsøksfaktorene. Tabell 4.3.1 og tabell 4.3.2 viser henholdsvis en sensorisk poengbedømmelse utført av lite trente dommere og en sensorisk poengbedømmelse utført av godt trente dommere. Vedlegg 2 viser bedømmelsesskjemaet som ble brukt under analysen.

Tabell 4.3.1 Sensorisk poengbedømmelse utført av utrente dommere ved IKBM. Data viser gjennomsnitt, $n=3$

(poengskala fra 1-5, der 1 er dårligst og 5 er best)

Ystingsmetode	Hovedpoeng	Ostens indre (farge, tekstur, mugg)		Konsistens		Lukt og smak	
		Poeng	Kommentarer	Poeng	Kommentarer	Poeng	Kommentarer
Tradisjonell teknikk	2,5	3,3	litt tett, ujern, åpen	2,8	deiget, kort	2,7	besk, sur, salt, bitter
Ferskt retentat	4,0	3,7	ujevn farge, litt åpen	3,8	litt elastisk, tørr, litt fast, grynete	4,2	litt salt, sur, bitter, besk
Ferskt retentat VT	3,3	3,7	litt åpen, ujevn	3,7	smuldrer, usammenhengende, deiget, bløt og klinete	3,7	litt besk, salt, sur
Lagret retentat	3,5	3,8	ujevn farge, blek, åpen, ujevn	3,2	litt deiget, ung, kort, fast, tørr, grynete	3,7	salt, bismak, bitter, besk
Lagret retentat VT	3,5	4,0	ujevn farge	3,5	ung, kort, smuldrer, tørr, kornete, deiget	3,8	salt, besk, sur, smør
TINE Gräddost	3,5	3,8	små piper, åpen, gulere	3,7	løs, deiget	3,2	bismak, oksidert, lite smak, besk, sur

Ost ystet ved hjelp av tradisjonell teknikk fikk gjennomsnittlig den dårligste poengbedømmelsen med hensyn til ostens indre, konsistens, lukt og smak og hovedpoeng, som vist i tabell 4.3.1. Ut fra bedømmelsen til de lite trente dommerne fikk ost ystet av ferskt retentat uten vanntilsetning best hovedpoeng. TINE Gräddost ble bedømt som gulere i forhold til ost ystet av retentat, mer små piper og med en oksidert smak. Ost ystet av retentat som råstoff ble bedømt ganske likt i forhold til hverandre. Ost ystet av lagret retentat med og uten vanntilsetning ble oppfattet som tørrere i forhold til annen ost.

Tabell 4.3.2 Sensorisk poengbedømmelse utført av et trent TINE panel

(poengskala fra 1-5, der 1 er dårligst og 5 er best)

Ystingsmetode	Hovedpoeng	Ostens indre (farge, tekstur, mugg)		Konsistens		Lukt og smak	
		Poeng	Kommentarer	Poeng	Kommentarer	Poeng	Kommentarer
Tradisjonell teknikk	2,5	3,2	tett	3,2	kort, deiget	2,5	sur, besk
Ferskt retentat	3,2	3,3	tett	3,7	litt fast og grynet	3,2	sur, besk, utypisk
Ferskt retentat VT	3,2	3,5	tett	3,5	grynet, tung, melen, fast	3,2	sur, besk, aromabesk
Lagret retentat	3,5	3,5	tett	3,3	grynet, deiget, fast, melen, tungt	3,5	sur, besk
Lagret retentat VT	3,3	3,7	tett	3,2	fast, tung, grynet, deiget melen	3,3	sur, bismak, salt, besk

Tabell 4.3.2 viser at ost ystet ved tradisjonell teknikk ble rangert lavest av de trente dommerne. De trente dommerne kjente mindre forskjell på ostene ystet av retentat som råstoff med hensyn til forsøksfaktorene i forhold til lite trente dommerne. Osten ystet av lagret retentat uten vanntilsetning fikk best hovedpoeng av de godt trente dommerne.

5. Diskusjon

Effekten av nytt råstoff ved ysting av Gräddost ble studert. Pasteurisert skummetmelk ble mikrofiltrert og retentatet fra mikrofiltreringen ble diafiltrert for regulering av laktoseinnholdet. Retentatet fra diafiltrering samt pasteurisert fløte ble det nye ysteråstoffet. Denne nye osteteknologien ble sammenlignet med vanlig tradisjonell osteproduksjon, der pasteurisert skummet melk og pasteurisert fløte var ysteråstoffet. Ystingsperioden foregikk i løpet av en måneds tid i januar og februar, og gräddoster ble produsert av det nye råstoffet samt av råstoffet for tradisjonell ystingsteknikk. Forsøksarbeidet omfattet en prøveysting, som la grunn for videre ystingsteknikk, og et hovedforsøk bestående av tre blokker. Ved ysting av nytt råstoff ble det undersøkt effekten av to forsøksfaktorer; bruk av lagret eller ferskt retentat og med og uten vanntilsetning under ystingsprosess etter skjæring av koagelet.

Den tradisjonelle osteproduksjonsteknikken for TINEs Gräddost skulle være tilnærmet lik ystingsteknikken som blir benyttet ved TINE Meieriet Verdal. Den tradisjonelle ystingsteknikken fulgte et standard opplegg for ysting av Gräddostoversendt fra TINE FoU i Stavanger. Forskjellen på ystingsteknikken som blir brukt for gräddostproduksjon i Verdal og ystingsteknikken som ble brukt i meierianlegget på UMB er ikke kjent, og det tekniske utstyret som ble brukt ved UMB er selvsagt heller ikke det samme som i Verdal. Disse ulikhetene gjorde at osten som ble ystet etter tradisjonell teknikk ikke var lik osten fra Verdal. Ost ystet ved tradisjonell teknikk kunne heller ikke defineres som en kontrollost for ost ystet av retentat som råstoff, hovedsakelig fordi ystingsmetodene av forskjellige grunner måtte være forskjellige, blant annet med hensyn på forsyrningstid, etterrøringstid og saltetid.

Det nye råstoffet skilte seg fra tradisjonelt råstoff med hensyn på økt innholdet av protein (kasein) og kalsium. Dette skyldes mikrofiltreringen. Det nye råstoffet skulle derfor ha bedre ystingstekniske og funksjonelle egenskaper. Kaseinmicellene er hovedårsaken til koagulering i et ystekar, etter tilsetning av løpe som tar del i nedbrytningen av kaseiner. Hovedsakelig frigjør løpen (i dette forsøket: Chymax Plus) glukomakropeptidet fra kappa-kaseinet, slik at micellene, som inneholder mye negativt ladet overflatemateriale til slutt vil gå sammen og danne et gelnettverk (Fox et al. 2000). Løpningsegenskapene til ystemelken og ysterretentatet ble kontrollert ved hjelp av formagrafmålinger i tillegg til manuell registrering av løpningstid under ysting.

Retentatråstoffet har en sammensetning som gir høyere bufferkapasitet og ga som vist i dette arbeidet, en bedre koaguleringssevne enn tradisjonelt råstoff.

Effektene av forsøksfaktorene og blokk med hensyn på ostenes kjemiske sammensetning ANOVA i statistikkprogrammet Minitab. Profileringsresultatene fra den sensoriske analysen, som også inkluderte ost ystet ved tradisjonell teknikk og TINE Gräddost, ble også behandlet med ANOVA i Minitab. Derimot ble hardhetsresultatene behandlet på en avansert måte med ANOVA i Minitab. Hardhetsmålingene i osten var Y i analysen uttrykt ved μ (konstant), B_i (behandling), R_j (råstoff/blokk), $O_{ijk}(B_i)$ (ost nøstet i behandling), $(BR)_{ij}$ (samspillet mellom behandling og råstoff) og ε_{ijkl} (målinger gjentatt på samme ost). Resultatene fra ANOVA blir kommentert underveis.

5.1 Ysting

Forforsøket ble utført for å få mer kunnskap om hvordan ysting med nytt råstoff skulle gjennomføre og for eventuelt å gjøre endringer i ystingsteknikken. Basert på resultater og analyser fra forforsøket ble det besluttet å redusere laktoseinnholdet ytterligere med 0,5 % i retentatet, som skulle ystes i hovedforsøket. Det var også nødvendig å avklare nærmere noe om saltetiden til ost ystet fra de ulike ystingsmetodene og en saltetid på 85 min og 45 min ble bestemt for henholdsvis tradisjonell teknikk og ystingsmetode der retentat var råstoffet. Ystingsprosessen for tradisjonell teknikk ble utført annerledes enn ystingsprosessen der retentat var råstoffet. Det må derfor tas i betraktning at den tradisjonelle ystingsteknikken ikke helt kan sammenlignes med ystingsmetoden der retentat er råstoffet.

5.2 Løpningstid og formagrafmålinger

Løpekoagulering av melk innebærer, som første fase, enzymatisk endring av kaseinmicellene for å produsere parakaseinmiceller som aggregerer i nærvær av Ca^{2+} ved en temperatur på over 20 °C (Fox et al. 2000). Aggregeringen av parakaseinmicellene er den andre fasen av koaguleringen.

Kaseinene eksisterer som miceller stabilisert av et overflatelag av kappa-kasein (κ -kasein). K-kaseinets stabiliserende egenskaper blir ødelagt av løpeenzymet. I den første delen av løpekoaguleringen blir proteinet hydrolysert i aminosyrebindingen Phe₁₀₅-Met₁₀₆. N-terminalen delen av k-kaseinet, som blir kalt para-k-kasein, forblir knyttet til kaseinmicellene, mens den C-terminale delen (hydrofil del) som er glukomakropeptidet (CMP) tapes til den vandige delen i koagelet og blir således en del av mysa (Fox et al. 2000).

Den andre fasen av koaguleringen er en ikke-enzymatisk fase. Her blir et gelnettverk dannet. Omtrent 85 % av det totale k-kaseinet blir hydrolysert i den første fasen og stabiliteten til

micellene er redusert til et nivå der micellene som kolliderer vil forbli i kontakt med hverandre og senere danne et tre-dimensjonalt nettverk (Fox et al. 2000).

En rask koagulering var forventet når retentat ble brukt som råstoff, på grunn av det nye råstoffets høye konsentrasjon av kaseinmiceller. Under ysting ble observert at koaguleringen gikk som normalt eller noe raskere, og skjæringstidspunktet varierte lite mellom karene på grunn av nøye kontroll av løpningstid og skjæringstidspunkt. Aktiviteten av løpeenzymet chymax Plus, etter det vi registrerte, var bra.

Ved ysting av ferskt retentat som råstoff fikk en som forventet kortere koaguleringsstid enn ystingsmetoden hvor tradisjonell ystemelk var utgangspunktet. Ved Formagrafmålingene observerte man også en kortere tid fra løpetilsetting til begynnende geldannelse og en større A30-verdi (mm, angir hvor fast koagelet blir etter en gitt tid på 30 min) ved testing av gelegenskapene til ferskt og lagret retentat. Dette er i overensstemmelse med hva en kunne forvente i følge teorien ovenfor. Ystingsmetode av lagret retentat fikk den lengste løpningstiden, selv om dette råstoffet ga en kortere RCT (min, tiden frem til utfnocking) og større A30-verdi enn ystingsmetoden ved tradisjonell teknikk. En skal imidlertid være klar over det bare var forskjell på gjennomsnittlig løpningstid på 2 minutter for de forskjellige ystingsråstoffene.

Det lagrede retentatet ble pasteurisert før ysting siden ysterretentatet var blitt kjølelagret i 2 døgn. Under kjølelagring av melk vil hovedsakelig beta(β)-kasein, som er løst bundet til kaseinmicellene, lekke ut av kaseinmicellene og ut i serum. Denne lekkasjen av β -kaseinet vil være negativ i forhold til koagulering og osteutbytte, og for å reversere denne lekkasjen må melken pasteuriseres eller varmebehandles på nytt. Alt β -kaseinet vil ikke gå tilbake til kaseinmicellene, og det diskuteres ved hvilken temperatur og tid mest mulig av β -kaseinet kan bli reversert (Fox et al. 2000). På grunnlag av tap ved reversering, kan man forvente å få et dårligere koagel av lagret retentat enn av ferskt retentat, siden β -kaseinet også spiller en stor rolle i kaseinmicellestrukturen. Dette er sannsynligvis årsaken både til at tiden frem til skjæring etter løpetilsetning for lagret retentat tok lengre tid og til det ustabile gjennomsnittet av RCT og A30 for dette råstoffet, som man kunne se i tabell 4.1.2.

Ved den tradisjonelle teknikken var det et dårlig samsvar mellom løpningstid målt ved ysting og målt ved formagraf.

Blokk 2 skilte seg ut fra blokk 1 og 3 med hensyn på RCT og A30. Blokk 2 avvek ikke fra de andre to blokkene med hensyn på kalsiuminnhold.

5.3 pH og laktose

DL-syrekulturen bidro til rask vekst av melkesyrebakterier under ysting, noe som også viste seg ved at pH ble redusert i ystekarene. DL- kulturen som ble brukt inneholdt homofermentative melkesyrebakterier som *Lactococcus (Lc.) lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris* og *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* samt den heterofermentative melkesyrebakterien *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Alle disse melkesyrebakteriene fermenterer melkesukker (laktose) til L-laktat (melkesyre) via glykolysen. *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* og *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* kan også bryte ned sitrat til pyruvat. Disse melkesyrebakteriene produserer diacetyl, acetoin, karbondioksid, eddiksyre og 2,3 butandiol fra sitratnedbrytning (Fox et al. 2000).

Ystekaret ystet etter tradisjonell teknikk hadde en lavere pH etter forsyning på 50 min i forhold til ystinger der retentat var råstoffet. Ved ysting av retentat som råstoff ble det imidlertid benyttet en vesentlig kortere forsyningstid på 20 minutter. Bufferkapasiteten i ostene vil være forskjellig på grunn av kalsiumkonsentrasjon og kaseininnholdet og jo høyere bufferkapasitet desto tregere vil pH-utviklingen gå (Fox et al. 2000). Ysteretentatet har både en høyere kaseinkonsentrasjon og et høyere kalsiuminnhold enn tradisjonell ystemelk. Dette i tillegg til at ysteretentat hadde en kortere forsyningstid forårsaket at ysting etter tradisjonell teknikk hadde en større pH-reduksjon gjennom hele ystingsprosessen enn under ysting med retentat som råstoff.

Ystinger med ferskt eller lagret retentat med eller uten vanntilsetning hadde samme pH-utvikling gjennom hele ystingsprosessen. Fra forsyning til myseavtapp var det en gradvis redusert pH, mens fra myseavtapp og fram til at osten ble lagt i saltlake var det en større pH-reduksjon. Etter at mysen ble tappet av under ystingsprosessen og til osten ble lagt i saltlake, hadde formene med ostemasse stått i to timer ved en temperatur på 20 C ° med snuing på bestemte tidspunkt og her hadde melkesyrebakteriene produsert melkesyre ved fermentering av laktose. pH-utviklingen under ystingsprosessen for blokk 3 gikk vesentlig tregere, spesielt i ystekarene med lagret retentat. Dette kan skyldes ulik aktivitet av melkesyrebakterier, og melken eller syrekulturen kan ha påvirket dette. I dette tilfellet var avviket i pH-utvikling såvidt stor at det er sannsynlig at blokk 3 kan ha blitt utsatt for et bakteriofagangrep. Selve

syrekulturen som ble benyttet i blokk 3 hadde imidlertid omtrent lik pH-verdi etter inkubering som syrekulturen benyttet ved de andre blokkene.

Skummetmelken som ble tatt i bruk i prøveystingen ved tradisjonell teknikk hadde et laktoseinnhold på 147,5 mmol/kg (5,3 %). Dette er et høyere innhold enn det som er i skummetmelk fra TINE som har 4,8 % laktose. Laktoseinnholdet i den ferdig fettjusterte ystemelken var lavere enn i skummetmelk ettersom fløte var tilsatt til ystekaret.

Laktoseinnholdet i ysteretentatet var omtrent 2/3 av innholdet i ystemelken. Retentatet fra mikrofiltreringen fikk et redusert laktoseinnhold som en følge av diafiltrering i UF-anlegget. Dette, samt bufferkapasiteten, er sannsynligvis årsaker til det ved ystingsmetode ved tradisjonell teknikk ble registrert en raskere pH-reduksjon enn ved ystinger der retentat var råstoffet.

Under mikrofiltreringen vil noe av laktosen, som er oppløst i vannfasen i melken passere den semipermeable membranen og således gå over i permeatet. Den semipermeable membranen separerer på grunnlag av størrelsen på molekylene i skummetmelken, ikke hvilken komponent som passerer gjennom (Ibarz & Barbosa-Cánovas 2003). Retentatet fra den form for mikrofiltrering som ble benyttet her, vil hovedsakelig bestå av kasein, bakterier og fett, fordi membranporestørrelsen var på 0,1 µm. Det betyr at myseproteinene, som har mindre molekylstørrelse enn de nevnte komponentene, vil passere membranen å gå over i permeatet. Permeatet vil derfor hovedsakelig bestå av vann, salt, laktose, ikke-protein-nitrogen (NPN) og myseproteiner. Også retentatet vil inneholde noe av disse komponentene, men i lavere konsentrasjoner, noe man også ser ved dette forsøket, for eksempel laktoseinnholdet i ysteretentatet vist i figur 4.1.3.

Basert på resultater og analyser fra forforsøket ble det besluttet å redusere laktoseinnholdet ytterligere med 0,5 % i retentatet som skulle bli ystes i hovedforsøket. Endringen ble utført ved å tilsette mer vann under diafiltreringen for å få vasket ut mer laktose og derved oppnå ønsket laktosenivå i ysteretentatet.

pH-verdiene som ble analysert i ferskost fra forforsøket med ysting med retentat som råstoff viste en pH-verdi på 5,0 for karet uten vanntilsetning i ystingsprosess. For at pH-reduksjonen ikke skal fortsette i moden ost og for at all laktosen skal være brutt ned før modningsprosessen begynner, måtte laktoseinnholdet i ysteretentatet reduseres. En pH under

5,0 i moden ost vil gi en kort, melete og usammenhengende struktur, siden kaseinmicellene ikke lenger bindes sammen (Fox et al. 2000).

Laktoseinnholdet i ysteretentatet under forforsøket var 96,1 mmol/kg. Gjennomsnittlig laktoseinnhold i ysteretentatet under hovedforsøket var 77,1 mmol/kg, noe som tilsvarer en laktosereduksjon på 0,7 prosent.

Det var en signifikant blokkeffekt på pH i 24-timers ost og i èn-månedes ost, og melkesyreinnholdet i moden ost og de statistiske resultatene fra hardhetsmålingene viser også at råstoffet varierte fra blokk til blokk. Det var også en signifikant høyere 24-timers pH i ost fra lagret retentat enn i ost fra ferskt retentat. Årsaken til høyere pH-verdi i lagret retentat skyldes i hovedsak blokk 3 som trolig ble utsatt for et bakteriofagangrep.

Hensikten med vanntilsetning under ystingsprosessen var å påvirke laktoseinnholdet i osten. Tilsetning av de mengder vann til mysa på det tidspunkt vi tilsatte vann hadde imidlertid ikke noen klar effekt. Vanntilsetning tenderte til å påvirke melkesyreinnholdet i moden ost (p-verdi = 0,06, det vil si nesten signifikant på 5 % -nivået).

Hvis laktoseinnholdet i ostene ikke blir brutt ned før modningsprosessen, kan man forvente en lavere slutt-pH etter modning. Dette ble observert i ost ystet ved tradisjonell teknikk og ble vist i figur 4.1.8. Gjennomsnittlig pH-utvikling under modning for blokkene i hovedforsøket, i oster ystet av retentat som råstoff, var en pH-reduksjon fra ferskost til 7-dagers ost, men fra 7 og til 30 dager ble det ikke målt ytterligere pH-reduksjon. Til sammenligning hadde ost ystet med tradisjonell teknikk en pH-reduksjon gjennom hele modningsprosessen og en slutt-pH på litt under 4,8. I følge TINEs produktspesifikasjon skal pH-verdi for Gräddost etter modning ligge på rundt 5,1. Ost ystet ved hjelp av tradisjonell teknikk fikk derfor en altfor lav pH i moden ost. I forforsøket og i hovedforsøket der retentat ble benyttet som råstoff, var laktoseinnholdet i mysen etter vanntilsetning lavere enn i mysen fra samme ystingsmetode uten vanntilsetning. Vanntilsetning under ysting fører til en laktosefortynning i ystekaret og det er derfor laktoseinnholdet i mysen med vanntilsetning var lavere.

5.4 Kalsium

Kalsiumnivået i ysteretentatet var høyere enn kalsiumnivået i ystemelken, dette er et resultat av mikrofiltrering av skummetmelken, siden en del av kalsiumionene er knyttet til kaseinmicellene som blir anrikt i retentatet. Ferskt ysteretentat fikk høyest kalsiuminnhold og viste seg å ha de beste koaguleringssegenskapene i forhold til vanlig ystemelk og lagret ysteretentat.

Av det totale kalsiuminnholdet i melk er 70 % uløselig kalsium, som hovedsakelig er assosiert til kaseinmiceller, enten som (CCP) eller kasein-Ca. Kollodiale kalsiumfosfat spiller en viktig rolle i micellestrukturen og har som nevnt en signifikant rolle i løpekoaguleringen (Fox et al. 2000). Dette kom klart til uttrykk ved måling av koaguleringssevnen til ferskt ysteretentatet.

Kalsiuminnholdet er lavere i lagret ysteretentat enn i lagret retentat og skyldes at ysteretentatet består av både retentat og fløte. Fløten har et lavere kalsiuminnhold enn retentatet. Retentatet består av en øket mengde kaseinmiceller, der kalsium har en viktig rolle i kaseinmicellestrukturen. Derfor vil kalsiuminnholdet være høyere i retentat enn i fløte (Fox et al. 2000).

Kalsiuminnholdet i karet med myse fra ferskt retentat med vanntilsetning var høyere enn innholdet karet med myse fra ferskt retentat uten vanntilsetning under ystingsprosessen. Det var forventet at kalsiuminnholdet i mysen i karet uten vanntilsetning under ystingsprosessen var høyere enn i mysen i karet med vanntilsetning. Blokk 3 er årsaken til det høye gjennomsnittsinholdet i ferskt ysteretentatet med et høyt innhold av kalsium. I blokk 3 var også pH-utviklingen under ystingsprosessene ganske treg, og det var forventet at dette ville føre til et mindre tap av fritt kalsium til mysen. Kalsiuminnholdet i mysen fra ysting med ferskt retentat med vanntilsetning på grunn av blokk 3 skulle i dette forsøket vært lavt, men det var ikke tilfelle. Dette er det således vanskelig å forklare.

Mysen fra ysting med tradisjonell teknikk hadde et høyere kalsiuminnhold enn mysen fra de andre ystingsmetodene, med unntak av mysen fra ferskt retentat med vanntilsetning. pH-utviklingen i ystekar med tradisjonell teknikk viste rask og relativt omfattende reduksjon gjennom hele ystingsprosessen. Dette vil føre til at en større mengde kalsium blir frigjort fra kaseinmicellene til mysen.

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i kalsiuminnhold i ferskost med hensyn til forsøksfaktorene eller med hensyn til blokk ved behandling med ANOVA i Minitab.

Høyest kalsiuminnhold målt i ferskost ved ysting av ferskt retentat uten vanntilsetning, med et innhold på 0,663 % (tilsvarende 663 mg per 100 g). Kalsiuminnhold målt i ferskost ystet av ferskt retentat med vanntilsetning var litt lavere, på grunn av tilsatt vann i ystingsprosessen. Alle ostene med retentat som råstoff hadde høyere kalsiuminnhold enn ost ystet ved tradisjonell teknikk, og det er som nevnt ovenfor et resultat av at kaseinet oppkonsentreres i mikrofiltreringsprosessen og et resultat av forskjellig pH-utvikling under ystingen. Kalsiuminnholdet i Gräddost fra TINE er på 540 mg per 100 g og kalsiuminnholdet i ost ystet ved tradisjonell teknikk fikk et tilsvarende innhold.

Gjennomsnittlig kalsiuminnhold i ferskost ystet av lagret retentat var litt lavere enn i ferskost ystet av ferskt retentat, det var som nevnt ikke en signifikant forskjell. Den mulige forskjellen kan forklares ved at lagret retentat ble kjølelagret og deretter pasteurisert igjen før ysting. Siden all β -kaseinet trolig ikke er blitt reversert etter pasteurisering, var det sannsynligvis mer kalsium i serum og mindre i kaseinmicellene i lagret enn i ferskt retentat (Fox et al. 2000).

5.5 Protein

Proteininnholdet ble bestemt ved å måle nitrogeninnholdet i osten og ved så å multiplisere med en faktor på 6,38. Melkeproteiner består av ulike myseproteiner og kaseiner. Retentatet etter mikrofiltrering med så vidt tette membraner som det som ble benyttet, vil som nevnt hovedsakelig bestå av kaseiner, mens myseproteiner befinner seg i permeatet. Forventet proteinprosent i retentatet var 5,0 og innholdet i ferskt retentatet ble funnet å være 5,3 %. Proteininnholdet var mindre i ferskt ysteretentat på grunn av fløtetilsetning. Retentatet inneholder en større mengde kaseinmiceller enn fløten. Proteininnholdet i ystemelk benyttet til tradisjonell ysteteknikk var som forventet lavere enn i ysteretentatet.

Proteininnhold i lagret ysteretentat ble ikke analysert, siden proteininnholdet ikke ville endre seg i løpet av lagringstiden. Derfor gjaldt proteininnholdet i ferskt ysteretentat også for ystingene av lagret retentat.

Proteininnholdet i mysen varierte for de ulike ystingene og her var også proteininnholdet i mysen fra ysting av retentat høyere enn i mysen fra ysting etter tradisjonell teknikk. Myse fra ystingene med vanntilsetning under ystingsprosessen fikk som forventet et lavere proteininnhold enn myse fra samme ystingsmetode uten vanntilsetning.

5.6 Tørrstoff

Gjennomsnittlig inneholdt ost ystet ved tradisjonell teknikk mindre tørrstoff enn ost ystet av ferskt og lagret retentat. Under ystingsprosessen for de ulike ystingene ble ulik mengde vann tilsatt, men vanntilsetning under ystingsprosess skal ikke ha noe å si for tørrstoffinnholdet i osten. Vanntilsetning gjøres hovedsakelig for å lette røringen under ystingene og for å påvirke laktoseinnholdet.

Tørrstoffinnholdet kan eventuelt reguleres ved hjelp av skjæringen. Man kan øke tørrstoffinnholdet ved å ha en finere skjæring og mysen får kortere vei til å forlate ostekorna. I dette forsøket foregikk all skjæring med likt utstyr, så dette er neppe årsaken til den lille variasjonen i tørrstoff i ost fra de forskjellige ystingene. Derimot vil en høy ettervarmingstemperatur under etterrøring føre til en større bevegelse av molekylene i myse og ostemassen og vil øke syneresen (mysedrenering) og dermed øke tørrstoffinnholdet i osten (Walstra et al. 2006).

Dampen i Pilotanlegget ble ved en feil slått av før ettervarmingen i karene ystet av ferskt retentat i blokk 1 og 2 var ferdig. Dette førte til at det ble vanskeligere å treffe på planlagt ettervarmingstemperatur. Blokk 1 ble utsatt for det største avviket med en ettervarmingstemperatur på 38,8-39,0 °C de første ti minuttene. De siste ti minuttene lå etterrøringstemperaturen på 37,6 °C. Likevel kan man se at den forhøyede ettervarmingstemperaturen under første del av etterrøringen har påvirket tørrstoffinnholdet i disse ostene, som gjennomsnittlig fikk høyere tørrstoffinnhold enn de andre ostene. Ost fra blokk 2 har litt lavere tørrstoffinnhold enn ost fra blokk 1, men har gjennomsnittlig høyere tørrstoffinnhold enn ost fra blokk 3, der dampen ikke ble stått av under ysting og ettervarmingsprosessen gikk som den skulle.

Ystingene med retentat ble analysert med ANOVA i Minitab. Det ble ikke funnet signifikant effekt av forsøksfaktorene og blokk. Det vil si at dampen som ble slått av under ystingsprosess i blokk 1 og 2 ikke hadde så sterk innvirkning på tørrstoffet at det ga signifikante forskjeller mellom blokkene eller av forsøksfaktorene.

Variasjonene mellom analysert tørrstoffinnholdet i ferskost sammenlignet med analysert tørrstoff i moden ost ved alle ystingene skyldes sannsynligvis bare variasjonen mellom ostene innenfor hver enkel ystingsmetode. Variasjonen mellom ost fra samme ystingsmetode ble også vist under kalibreringsdelen av sensorisk bedømmelse, der ost fra samme ystingsmetode var ganske ulike.

I ferdigvarekontrollen av TINE Gräddost finnes det en norm for tørrstoffinnholdet. Normen ligger på 61 %, nedre tiltaksgrense på 59,5 % og alt under 59 % er avvik. Ystingsmetoden for Tine Gräddoster som tidligere nevnt ikke helt sammenlignbar med ystingsmetoden for ostene produsert i Pilotanlegget på UMB. Likevel ligger tørrstoffinnholdet i ost ystet i Pilotanlegget på UMB bare 1-2 % fra normen for TINE Gräddost(TINE SA 2011).

5.7 Fett og fett i tørrstoff

Fettinnholdet i ostene varierte mellom 35,0 og 36,0 %. Fettprosenten i TINE Gräddost skal etter normen være på 38 % med en øvre tiltaksgrense på 40 %. Variasjonen mellom ystingsmetodene og standardavviket mellom de ulike blokkene kan forklares ved at metoden som ble brukt for fettkontroll i ost var en grov metode og at nøyaktig fettinnhold ikke var mulig bestemme med denne metoden. Den statistiske analysen i Minitab viste at fett og fett i tørrstoff ikke varierte signifikant med forsøksfaktorene eller blokk.

Ostene fra blokk 1 hadde generelt et lavere fettinnhold enn oster fra blokk 2 og 3, dette gjaldt spesielt ost ystet av ferskt retentat. Fettinnholdet i ysteretentatet fra blokk 1 ble også lavere enn det en hadde lagt opp til og er årsaken til denne forskjellen. Standardavviket i fettinnholdet for de ulike ystingsmetodene skyldes derfor hovedsakelig blokk 1, men som nevnt var det ingen statistisk forskjell mellom ostene med hensyn på deres fettinnhold, og variasjonen i fettinnhold kan ikke forklares ved forsøksfaktorene eller blokk.

Ost ystet ved tradisjonell teknikk hadde det høyeste innholdet av fett i tørrstoff (61,65 %) på grunn av et høyere fettinnhold i ost fra denne ystingsmetoden enn de andre ystingsmetodene. Ost ystet av ferskt retentatet hadde som nevnt det gjennomsnittlig laveste fettinnholdet og det er årsaken til at ost ved denne ystingsmetoden hadde lavest innhold av fett i tørrstoff (57,91 %). Innholdet av fett i tørrstoff i TINE Gräddost har en øvre tiltaksgrense på 63 % og alt under 57,5 % er avvik.

5.8 Fett i mysen

Høyest fettinnhold i mysen ble funnet når man ystet av retentat som råstoff, og fettinnholdet i mysen var lavere når mysa ble tilsatt vann enn når den ikke ble det og er som forventet.

Mysen fra ysting med tradisjonell teknikk fikk et lavere fettinnhold og årsaken er sannsynligvis fordi en større andel av fett ble holdt igjen i ostemassen. Dette gjenspeiles i at ost fra tradisjonell teknikk fikk det høyeste fettinnholdet som nevnt tidligere.

Ost fra ystingene av retentat fikk imidlertid et gjennomsnittlig høyere tørrstoffinnhold som en virkning av høy ettervarmingstemperatur under ystingsprosessen. Høy ettervarmingstemperatur førte til en kraftigere synerese og dette kan derfor ha påvirket fettinnholdet i mysen til disse ystingsmetodene. En kraftigere synerese vil kunne føre til at en større del av fettkulene vil bli med i mysen og ystingene av retentat viste dette.

5.9 Salt

Saltetiden for de ulike ystingsteknikkene ble bestemt etter ystingene i forforsøket, der en saltetid på 60 min og 90 min ble prøvd ut. En lengre saltetid for ost ystet ved tradisjonell teknikk enn for ost ystet av retentat som råstoff ble bestemt. Salt absorberes i osten øker med saltetiden, mens graden av saltabsorpsjon reduseres med tiden. Ostens saltetid ble hovedsakelig bestemt av mengde ostemasse i formen og ostemassens tetthet (Fox et al. 2000). Ost ystet ved tradisjonell teknikk hadde en tettere ostemasse og en høyere egenvekt enn ost ystet av retentat.

På grunn av mindre tett ostemasse på ostene ystet av retentat som råstoff krevdes det en kortere saltetid for disse ostene, siden saltet her ville trekke seg fortere inn i osten.

Resultatene fra analysene ble behandlet med ANOVA i Minitab. Det var ingen signifikant forskjell på saltinnholdet i de modne ostene analysert med hensyn til blokk og vanntilsetning. Derimot viste saltinnholdet i moden ost en signifikant forskjell som en konsekvens av lagring av retentatet. Ost fra blokk 3 skilte seg mest ut i saltinnholdet og kan være en konsekvens av pH.

Gjennomsnittlig saltinnhold for ostene ystet med tradisjonell teknikk var 1,6 % i ferskost og 1,7 % i moden ost, med standardavvik på henholdsvis 0,208 og 0,289. Gjennomsnittlig saltinnhold for ostene ystet av retentat var 1,4-1,7 % med et standardavvik på 0,153-0,208. Som beskrevet tidligere var ønsket saltinnhold i ostene 1,5 %. Normen for TINE Gräddoster på 1,25 % med en nedre tiltaksgrense på 1,0 % og en øvre tiltaksgrense på 1,5 %.

5.10 Organiske syrer

Innholdet av melkesyre var høyere i lagret ost enn ferskost og det tyder på at det var gjenværende laktose i ferskosten ved analysetidspunktet. Spesielt tydelig var dette for ost ystet ved tradisjonell teknikk. Melkesyreinnholdet i moden var også signifikant påvirket av blokk, men ikke av forsøksfaktorene. Her kan man også se at råstoffet var forskjellig fra blokk til blokk.

Innholdet av sitronsyre var signifikant lavere i lagret ost enn i ferskost ved alle ystingsmetodene. Derimot var innholdet av eddiksyre signifikant høyere i den lagrede osten enn i ferskost. Av resultatene kan man se at innholdet av sitronsyre var omvendt proporsjonalt med innholdet av eddiksyre.

Dette kan indikere at eddiksyren ble dannet ved at sitrat ble transportert inn i bakteriecellen, der det ble hydrolysert til eddiksyre og oksaleddiksyre av sitrat lyase (Hugenholtz 1993). Ost ystet ved tradisjonell teknikk hadde høyest innhold av sitronsyre i ferskost og dermed ble også mer eddiksyre dannet under modning ved denne ystingsmetoden.

Det ble ikke observert noen forskjell i innholdet av melkesyre, eddiksyre og sitronsyre mellom ostene ystet av retentat som råstoff med hensyn på forsøksfaktorene.

Man kan se av resultatene at innholdet av pyruvat i ost ystet ved tradisjonell teknikk økte under modning. Oksaleddiksyre som kan bli dannet ved at sitrat blir hydrolysert til eddiksyre og oksaleddiksyre av sitrat lyase kan videre dekarboksyleres til pyruvat og CO₂ ved katalysering av oksaleddiksyre dekarboksyrase (Hugenholtz 1993). Dette kan være forklaringen på at innholdet av pyruvat økte under modningen for ost ystet ved tradisjonell teknikk, og som nevnt tidligere var innholdet av sitronsyre høyere i ost ved denne ystingsmetoden enn i ost ystet av retentat som råstoff. For ost ystet av retentat som råstoff ble det ikke observert noen vesentlig endring i pyruvat, med unntak av blokk 3 som fikk en liten økning.

Man kan også se at α -ketoglutarat og suksinat i ostene ble brutt ned under modning og det er et resultat av sitronsyresyklusen. Det ble ikke observert noen signifikant forskjell mellom ostetypene på hensyn til forsøksfaktorene.

5.11 Konsistensmålinger

Resultatene fra den første statistiske analysen av konsistensmålingene utført på blokk 1 førte til at vi bestemte oss for å utføre færre hardhetsmålinger per ost innen hver ystingsmetode og heller øke antall oster fra hver ysting som skulle analyseres. Grunnen til dette var at resultatene viste større variasjon mellom ostene fra samme ystekar enn variasjonen mellom målingene som ble utført på samme ost. På grunnlag av dette viste de statistiske analysene av målingene fra blokk 2 og 3 mindre variasjon mellom ostene. Det var signifikant forskjell mellom ostenes hardhet med hensyn til ysting. De ulike ostetyperne var signifikant forskjellige med hensyn til hardhet. Resultatene fra den statistiske analysen for hardhetsmålingene viste også at det var et samspill mellom blokk og ysting, og man kan se at råstoffet varierte fra blokk til blokk og dermed også hardheten i osten.

De statistiske resultatene for kjemisk sammensetning forteller også at 24-timers pH i de ulike ostene var signifikant forskjellige med hensyn til lagret retentat og blokk, noe som også observeres under ysting. Teksturen bestemmes i stor grad av pH i osten og pH i ostene var så forskjellige at en kunne forvente at teksturen ble påvirket. Bufferkapasiteten i osten bestemmes hovedsakelig av kalsium og mengden kasein og påvirker den faktiske målte pH i ost. pH måler bare frie hydrogenioner i osten og dermed blir de bundne hydrogenionene i osten ikke registrert når pH i osten blir målt, men reelt er det den målte pH verdien, altså de frie H^+ ionene som avgjør hvor sammenhengende kaseinet er. En pH-verdi på under 4,8 for ost ystet ved tradisjonell teknikk ga korte struktur, med melen og dårlig sammenhengende ostemasse.

Den statistiske analysen viste at det var råstoffet (blokk) som bestemte hvilken av ystingene som ga hardest ost, men i dette forsøket der ulikheter under ysting skjedde, vil også dette påvirke ostens sammensetning. Derfor er det vanskelig å avgjøre hvilken av ystingene som kan gi hard eller myk ost.

Noe variasjon i den statistiske analysen utført på hardhetsmålingene ble ikke forklart og det skyldes usikkerheten ved å bruke denne benyttede teksturmåleren til ost som har hullet tekstur. Derfor kan det spekuleres i om metoden var god nok for ost av denne typen.

5.12 Sensorisk analyse

Det ble utført sensorisk profilering av forsøksostene samt av TINE Gräddost med hensyn på ulike attributter for å kunne avgjøre om forsøksfaktorene hadde noen innvirkning på de sensoriske egenskapene ved osten. Det ble også utført en hedonisk bedømmelse av ostenes kvalitet av lite trente dommere fra UMB. TINE Gräddost ble også inkludert i denne bedømmelsen. En hedonisk kvalitetsbedømmelse ble også utført av trente dommere fra TINE FoU ved Måltidets Hus i Stavanger.

I forkant av den sensoriske profileringen ble et utvalg av ostene evaluert av de lite trente dommerne ved UMB for å samkjøre panelet best mulig.

Ved sensorisk profilering av ost laget av retentat som råstoff ble det ikke funnet noen signifikant forskjell mellom ostene med hensyn på vanntilsetning og ferskt eller lagret retentat. Poengbedømmelsen av ostene, som ble utført av TINE FoU kan bekrefte at det var liten forskjell mellom ostene med hensyn til de ulike forsøksfaktorene. Bitterhet tenderte til å være forskjellig og ville kanskje være signifikant forskjellig ved flere undersøkelser av flere oster. Bitterhet kan komme av proteinnedbrytningen av β -kasein ved hjelp av melkeenzymet plasmin. Plasmin kan bryte ned kaseinet og danner bitre peptider. pH bestemmer dannelsen av de bitre peptidene og ved høyere pH øker innholdet av de bitre peptidene i ost (Larsson et al. 2006). 24-timers pH i lagret retentat var høyest i forhold til de andre ystingsteknikkene og i blokk 3 var også pH i lagret retentat ganske høyt, trolig på grunn av et bakteriofagangrep. Dette kan trolig forklare hvorfor ost ystet av lagret retentat nærmest fikk en betydelig bittersmak i osten.

Attributtene, salt og syrlighet var påvirket av blokk. Blokkeffekter vil det alltid kunne være og årsakene er trolig på grunn av en del forskjeller i råstoffet og kan også forklares med ulikheter under ysting, som forskjell i ettervarmingstemperatur og pH-utvikling under ysting.

Resultatene av den sensoriske profileringen bedømt av lite trente dommere fra UMB ble også undersøkt ved hjelp av programvaren PanelCheck, som viser hvordan de utrente dommerne har bedømt ostene ved å se på hver enkelt dommers eller hele panelets prestasjon under den sensoriske analysen. Bedømmelse av ost av lite trente dommere var som forventet litt usikker og resultatene er mindre pålitelige. Trente dommere er nøye utplukket – ikke alle kan være dommere – og har kontinuerlig trening og hyppige sensoriske tester. Trente dommere, i motsetning til utrente, er også sikre i bruk av profileringskalaen under bedømmelsen. Det

finnes altså mange usikre momenter i det at lite trente dommere gjennomfører profileringsbedømmelse av ost.

Profileringsresultatene analysert i PanelCheck viste at dommerne hadde bedømt ostene nokså forskjellig. For attributtene ”smøraroma” og ”salt” greide ikke dommerne å skille mellom de ulike ostene og her ble ingen signifikante forskjeller funnet av dommerne. Under kalibreringen ble det også oppdaget at to prøver fra samme ost kunne være ganske ulike og dette påvirket sannsynligvis i varierende grad dommernes bedømmelse.

Fra den hedoniske kvalitetsbedømmelsen som ble utført av lite trent dommere fra UMB viste det seg at ost ystet av tradisjonell teknikk fikk den dårligste bedømmelsen og hovedårsaken var antagelig den lave pH-verdien i disse ostene. Osten ble oppfattet som deiget, besk, sur, salt og bitter. Ost ystet av retentat som råstoff ble bedømt nokså bra, men også disse ostene ble oppfattet som sure, beske, salte og bitre. TINE Gräddost ble oppfattet omtrent lik som ost ystet av retentat som råstoff, men her ble også en oksidert smak påpekt.

Ostene som ble bedømt av tre trente dommere fra TINE FoU hadde ulik modningstid, fordi alle ostene fra alle blokkene ble bedømt samtidig. Modningstiden varierte fra 6 - 11 uker. Ostene med lengst lagringstid ble imidlertid ikke bedømt ulikt i forhold til ost med kortere lagringstid. Det ble også observert liten forskjell mellom ostene med hensyn til de ulike forsøksfaktorene. Som nevnt fra den statistiske analysen av profileringsresultatene ble det ikke funnet noe signifikant forskjell mellom ostene. De trente dommerne bedømte ost ystet av retentat som råstoff med hovedpoeng på 3,2-3,5.

5.13 Generell diskusjon

Resultatene som er presentert foran viser at til ysting av gräddost skilte det nye råstoffet, retentat fra mikrofiltrering med påfølgende diafiltrering tilsatt pasteurisert fløte, seg fra tradisjonelt råstoff, pasteurisert skummet melk og pasteurisert fløte. Det nye råstoffet hadde økt innhold av protein og kalsium på grunn av den fraksjoneringen en hadde oppnådd under mikrofiltreringen ved bruk av membraner med relativt liten porestørrelse. Ferskt retentat viste seg å ha litt bedre koaguleringssevne enn lagret retentat. Kalsiuminnholdet var også høyere ved ysting av ferskt retentat. Ved varmebehandling av kjølelagret melk vil trolig ikke alt av β -kaseinet bli reversert tilbake til kaseinmicellene og man kan forvente et dårligere koagel. Dette kan forklare den reduserte koaguleringssevnen til lagret retentat. I ost ystet av det nye råstoffet, både av ferskt og lagret retentat, var det et høyere kaseininnhold enn i ost ystet etter tradisjonell teknikk.

pH-utviklingen (pH-reduksjonen) i osten gikk raskere under ysting ved tradisjonell teknikk enn ved ysting med det nye råstoffet, dette gjaldt både for ferskt og lagret retentat.

Laktoseinnholdet var også høyere i ystemelk enn ysteretentat. Laktoseinnholdet i ferskost og melkesyreinnholdet i moden ost ved ysting ved tradisjonell teknikk var også høyere enn ved ysting av retentat som råstoff. Ost ystet ved tradisjonell teknikk hadde høyere innhold av sitronsyre i ferskost, og dermed ble også mer eddiksyre dannet i osten ved denne ystingsmetoden.

Det ble ystet tre blokker med oster. pH-utviklingen under ysting for en av blokkene (blokk 3) gikk vesentlig tregere. Kalsiuminnholdet var også som forventet høyere i blokk 3 enn i de andre blokkene, noe som vil øke bufferkapasiteten i osten. Oster produsert i blokk 3 viste seg også å være mindre syrlig ved sensorisk testing. Årsaken til at pH-utviklingen var tregere i blokk 3 kan skyldes et bakteriofagangrep, men skal ikke utelukke andre forklaringer som at det kan ha vært antibiotika i melken, men dette ble ikke undersøkt nærmere. pH målt i ferskost ga også signifikant forskjell med hensyn på lagret retentat og årsaken var den høye pH-verdien i lagret retentat som skyldes i hovedsak blokk 3 som trolig ble utsatt for et bakteriofagangrep.

Det ble ikke funnet noen signifikant variasjon i tørrstoffinnholdet med hensyn på forsøksfaktorene og blokk, til tross for at ettervarmningstemperaturen i blokk 1 og 2 skilte seg ut fra blokk 3. En signifikant forskjell i tørrstoffinnholdet for de ulike ystingene ville ha påvirket pH under ysting.

Teksturen i osten bestemmes hovedsakelig av pH, og siden de ulike ystingene hadde ulik pH-utvikling kan dette bidra til å forklare at ostene fikk forskjellig hardhet. I den statistiske analysen viste det seg at råstoffet var en viktig variabel som bestemte hardhet i osten, på grunn av det store samspillet mellom råstoff og ysting. I dette forsøket var det også ulikheter under ysting med hensyn til ettervarmingstemperatur. Både pH og ettervarmingstemperatur påvirker ostens sammensetning, derfor vil ikke råstoffet alene forklare all variasjon i hardhet mellom ostene.

Sensorisk profilering av ost laget av retentat som råstoff ga ingen signifikante effekter av forsøksfaktorene. Poengbedømmelsen av ostene som ble utført av TINE FoU bekreftet at det var liten forskjell mellom ostene med hensyn til de ulike forsøksfaktorene. Den eneste attributten som tenderte til å være påvirket av lagringen av retentatet var bitterhet. Hvis lagret retentat gir ost med økt bitterhet er kanskje ikke en osteproduksjon basert på ysting av lagret retentat hensiktsmessig, men resultatene tyder på at utslaget på ostens sensoriske egenskaper uansett vil være moderate. Den sensoriske profileringen ble utført av lite trente dommere, noe som også er et usikkerhetsmoment ved vurdering av og konklusjon fra disse resultatene.

5.14 Avsluttende anmerkninger og forslag til videre arbeid

Etter pressing burde ostene ha blitt kjølt ned i kaldt vann før de ble lagt i saltlake. Avkjølte oster ville hatt en mer jevn og langsom absorpsjon av salt. For varme oster førte til at saltet trakk seg for raskt inn i osten og ga "død ost" i ostens ytre lag. Dette fører til at osten ikke modnet slik den burde fordi melkesyrebakteriene ble hemmet av den høye saltkonsentrasjonen i disse partiene i osten. "Død ost" fant man i varierende grad i ostens ytre, slik at ostens ytre ble derfor skåret av under den sensoriske bedømmelse.

Det kunne også ha blitt utført statistiske analyser av hardhetsmålingene betinget av pH, dette ble for omfattende for denne oppgaven, men det kan være av interesse for prosjektet videre.

6. Litteraturliste

- Abrahamsen, R. K., Byre, O., Steinsholt, K. & Strand, A. H. (2006). *Jarlsbergosten historie og utvikling*. 1. utg., b. 128. Ås: Instituttet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap.
- Auldish, M., Mullins, C., O'Brien, B. & Guinee, T. (2001). A comparison of the Formagraph and low amplitude strain oscillation rheometry as methods for assessing the rennet coagulation properties of bovine milk. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 56 (2): 89-92.
- Boxholm Meieri AS. *Boxholm Ost* Boxholm
- Brans, G., Schroen, C., van der Sman, R. G. M. & Boom, R. M. (2004a). Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *Journal of Membrane Science*, 243 (1-2): 263-272.
- Brans, G., Schroën, C. G. P. H., van der Sman, R. G. M. & Boom, R. M. (2004b). Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *Journal of Membrane Science*, 243 (1-2): 263-272.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. H. (2000). *Fundamentals of cheese Science*, b. 557. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publisher.
- GEA Prosess Engineering. *Membrane Filtration in the Dairy Industry* GEA Filtration
 Denmark Noerskovvej 1B DK-8660.
- Gesan-Guiziu, G., Daufin, G., Boyaval, E. & Le Berre, O. (1999). Wall shear stress: effective parameter for the characterisation of the cross-flow transport in turbulent regime during skimmed milk microfiltration. *Lait*, 79 (3): 347-354.
- Gesan, G., Daufin, G. & Merin, U. (1995). PERFORMANCE OF WHEY CROSS-FLOW MICROFILTRATION DURING TRANSIENT AND STATIONARY OPERATING-CONDITIONS. *Journal of Membrane Science*, 104 (3): 271-281.
- Heino, A. (2009). *Microfiltration in cheese and whey processing* 1. utg., 112. Department of Food Technology. University of Helsinki.
- Henry, W. F. & Katz, M. H. (1969). NEW DIMENSIONS RELATING TO TEXTURAL QUALITY OF SEMI-SOLID FOODS AND INGREDIENT SYSTEMS. *Food Technology*, 23 (6): 822-&.
- Henry, W. F., Katz, M. H., Pilgrim, F. J. & May, A. T. (1971). TEXTURE OF SEMI-SOLID FOODS - SENSORY AND PHYSICAL CORRELATES. *Journal of Food Science*, 36 (1): 155-&.

- Hugenholtz, J. (1993). CITRATE METABOLISM IN LACTIC-ACID BACTERIA. *Fems Microbiology Reviews*, 12 (1-3): 165-178.
- Ibarz, A. & Barbosa-Cánovas, G. V. (2003). *Unit operations in food engineering*. Boca Raton: CRC Press. 889 s.
- IDF Standard. (2004). *Cheese and processed cheese*. Federation, I. D. (red.). Determination of the total solids content. Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap. Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås
- IDF Standard. (2005). *Kalibrering av Orion PerpHecT LogR meter Modell 320* Temperaturkalibrering, pH-kalibrering Instituttet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap Universitetet for miljø og biovitenskap, Ås
- IDF Standard, B. (1986). *Cheese and prosessed cheese products-fat content*. Instituttet for kjemi, biovitenskap og matvitenskap. Universitetet for miljø og biovitenskap, Ås.
- Instructions, O. (2005). *Model 926 Chloride Analyser*. Issue 4 utg. Limited, S. S. (red.). Operator`s Manual Cambridge CB1 8DH UK. Cherry Hinton Road
- Kulozik, U. & Kersten, M. (2002). *New ways for the fractionation of dairy and minor constituents using UTP-membrane technology*, 374. Bulletin of the International Dairy Federation.
- Larsson, M., Zakora, M., Dejmek, P. & Ardo, Y. (2006). Primary proteolysis studied in a cast cheese made from microfiltered milk. *International Dairy Journal*, 16 (6): 623-632.
- Maubois, J. L., Pierre, A., Fauquant, J. & Piot, M. (1987). *Industrial fractionation of the main whey proteins*, 212. Bulletin of the International Dairy Federation.
- Maubois, J. L. (2002). Membrane microfiltration: a tool for a new approach in dairy technology. *Australian Journal of Dairy Technology*, 57 (2): 92-96.
- SA, T. (2011). *TINE Meieriet Verdal* Verdal TINE forbrukersenter
- Schwartz, L. (2003). Diafiltration: A Fast, Efficient Method for Desalting, or Buffer Exchange og Biological Samples I: Manager, S. T. (red.). *Scientific & Technical Report*, PN33289. Indicates a trademark registered in the USA, a service mark of Pall Corporation.
- Skeie, S., Narvhus, J. A., Ardo, Y., Thorvaldsen, K. & Abrahamsen, R. K. (2008). The effect of reduced salt content on the function of liposome-encapsulated Neutrase and heat-treated lactobacilli in rindless low-fat cheese. *Lait*, 77 (5): 575-585.
- Szczesniak, A. S. (1963). CLASSIFICATION OF TEXTURAL CHARACTERISTICS. *Journal of Food Science*, 28 (4): 385-&.

Szczesniak, A. S. (1966). TEXTURE MEASUREMENTS. *Food Technology*, 20 (10): 1292-
&

TINE SA, F. (2010). *Prosess-skjema*. Norsk Gräddost F60, 1. Rolf Heskestad.

TINE SA, F. (2011). *Kjemiske parametere i ferdigvarekontrollen av Gräddost 1*. Rolf
Heskestad TINE FoU-Senter i Stavanger.

Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Technology*. 2.
Edition utg., b. 763: Taylor & Francis Group

Vedlegg 1

Profilering

Smaks profilering av Gräddost

Dato.....

Dommer.....

Ost nr.....

1. Åpenhet	lite	1	2	3	4	5	6	7	mye
2. Trykk	løs	1	2	3	4	5	6	7	fast
3. Elastisitet	ikke	1	2	3	4	5	6	7	mye
4. Smøraroma	lite	1	2	3	4	5	6	7	mye
5. Tørrhet	lite	1	2	3	4	5	6	7	mye
6. Salt	lite	1	2	3	4	5	6	7	mye
7. Bitterhet	lite	1	2	3	4	5	6	7	mye
8. Besk het	ikke	1	2	3	4	5	6	7	mye
9. Syrlighet	lite	1	2	3	4	5	6	7	mye
10. Deigget	lite	1	2	3	4	5	6	7	mye

