



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Siv Skeie

Effekt av mikrofiltrering og varmebehandling av ystemelk på osteutbytte

Effect of microfiltration and heat treatment of
cheese milk on cheese yield

Ingrid Ørbæk Nystuen

Matvitenskap

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven ble gjennomført ved Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) våren 2018. Oppgaven er en del av prosjektet «Effekt av råstoffets beskaffenhet på ystingsegenskaper av kaseinkonsentrat» som er et samarbeidsprosjekt mellom TINE og NMBU.

Jeg vil takke alle som har bidratt til gjennomføringen av denne masteroppgaven. Takk til Geirfinn Lund og Ola Tjøland for god hjelp og veiledning under ystingen og etterbehandlingen av osten. Takk også til Gro Kile Flaatten for uvurderlig hjelp til både planlegging og gjennomføring av forsøket. Takk til Kari Olsen, May Helene Aalberg og Ahmed Abdelghani for hjelp på laben.

En spesiell takk til min hovedveileder Professor Siv Skeie (NMBU) og medveileder Dr. Anne-Grethe Johansen (TINE & NMBU) for hjelp til planlegging av forsøket, og for god veiledning og gode tilbakemeldinger gjennom hele arbeidet med masteroppgaven.

Ås, mai 2018

Ingrid Ørbæk Nystuen

Sammendrag

I denne oppgaven ble det ystet Gouda-type ost med den hensikt å undersøke effekten av kasein- og laktosestandardisering og varmebehandling av ystemelken på osteutbytte og ostens konsistens. Kasein- og laktosestandardiseringen ble gjort ved å mikro- og diafiltrere (MF/DF) skummet melk. Mikrofiltreringen bidro til å øke konsentrasjonen av kasein i ystemelken. På grunn av at melkeproteinene kasein er en av hovedkomponentene i ost, fører økt kaseininnhold i melken til bedre kapasitetsutnyttelse. I tillegg nøytraliserer standardiseringen for naturlige sesongvariasjoner i melken slik at det blir enklere å produsere ost med stabile egenskaper. Diafiltreringen ble utført for å redusere laktoseinnholdet i ystemelken til et slikt nivå at mysefortynningstrinnet kunne utelates uten at det påvirker ostens pH. Av praktiske årsaker ble ystemelken kjølelagret natten over, før ysting. Kjølelagring av melk påvirker kalsiumbalansen i melken og fører også til lekkasje av kasein fra kaseinmicellen. Balansen kan reverseres ved å varmebehandle melken. Effekten av kjølelagring ble derfor undersøkt ved å utsette ystemelken for ulike temperaturbehandling etter kjølelagring.

Effekten av kasein- og laktosestandardisering og varmebehandling av ystemelken ble undersøkt ved å utføre kjemiske, mikrobiologiske og sensoriske analyser på prøveuttak fra produksjonsprosessen og fra ferdig ost ved ulike tidspunkt i modningen. I tillegg til prøveuttakene ble volum av ystemelk, og vekt av silost og ferdig presset ost registrert. Resultatene viste at MF/DF-ystemelken og kontrollystemelken hadde relativt ulikt innhold av kasein, fett og laktose. Til tross for forskjellene i ystemelkens sammensetning viste resultatene at ostene som ble produsert hadde relativt lik sammensetning. Diafiltreringsgraden som ble benyttet (30%) bidro til en tilstrekkelig reduksjon i MF/DF-ystemelkens laktoseinnhold, ettersom det ikke ble funnet forskjeller i ostens pH. Resultatene viste at både MF/DF og varmebehandling av ystemelken bidro til økt kalsiuminnhold i osten. De sensoriske analysene viste indikasjoner på at dette resulterte i at ostene fikk økt fasthet.

Utbytteberegningene som ble gjort viste tydelige effekter av MF/DF på både effektivitet og osteutbytte. Resultatene viste at MF/DF bidro til en mer effektiv ysteprosess, noe som skyldtes både økt koaguleringshastighet og det utelatte mysefortynningstrinnet. Det faktiske utbyttet var også høyere for MF/DF, noe som var forventet på grunn av det økte innholdet av både fett og kasein i MF/DF-ystemelken. Resultatene viste også at tap i form av silost og kasein i mysa var større for kontrollene enn for MF/DF. Andelen protein som ble beholdt i osten var lavere for kontrollene. Disse resultatene tyder på at ystingsteknikken som ble benyttet for MF/DF førte til mindre tap i løpet av ysteprosessen.

Resultatene i denne oppgaven stemte overens med hypotesen om at ystemelkens temperaturhistorie og kaseininnhold er av betydning for osteutbytte, ostens kalsiuminnhold, og dermed også ostens konsistens.

Abstract

Gouda-type cheese was produced to investigate the effect of casein- and lactose standardization as well as the heat treatment of cheese milk on cheese yield and cheese consistency. The casein- and lactose standardization was performed by micro- and diafiltration (MF/DF) of skimmed milk. Microfiltration contributed to an increase in casein concentration of the cheese milk. Casein is one of the main components in cheese. An increased casein concentration of the cheese milk will therefore contribute to increased utilization of plant capacity. In addition to this, the standardization process neutralizes seasonal variations in milk composition which makes it easier to produce a cheese with uniform properties. Diafiltration was performed to reduce the lactose content of the cheese milk to a level which made it possible to leave out the washing step during the cheese manufacturing process. The cheese milk was stored at low temperature over night before cheese manufacture because of practical reasons. Cold storage of milk influences the calcium balance and does also lead to a leakage of caseins from the casein micelle. The balance can be reversed by heat treatment of the milk. The temperature treatment of the milk after storage was varied to investigate this effect.

The effect of casein- and lactose standardization and temperature treatment of cheese milk was investigated by chemical, microbiological and sensory analyses of samples from the production process and from the finished cheese. The volume of the cheese milk, and the weights of extracted cheese fines and cheese was also registered. The results showed that the MF/DF cheese milk and the control cheese milk differed in casein, fat and lactose content. Despite the differences in cheese milk composition, the results showed that the cheeses that were produced had relatively uniform composition. The results showed no differences in pH of the cheeses, and indicated that the level of reduction of lactose concentration during the diafiltration process step was satisfying. Both MF/DF and heat treatment of the cheese milk were found to increase the calcium content of the cheese. The sensory analyses indicated a correlation between increased calcium content and firmness of the cheese.

The calculations in this paper showed positive effect of MF/DF on both effectivity and cheese yield. The better effectivity was a result of both reduced rennet coagulation time and the left out washing step. Because of the higher casein and fat content in the MF/DF cheese milk, the results showed higher actual yield as expected. The MF/DF had lower loss during manufacturing (extracted cheese fines and casein in the whey) than the control. The share of protein recovered in the cheese was also higher for the MF/DF production process. These results indicate that the manufacturing process used for MF/DF leads to reduced loss during cheese production.

The results in this experiment concur with the hypothesis that the prior temperature treatment and the casein content of the cheese milk is of importance for cheese yield, the calcium content of the cheese, and cheese consistency.

Innholdsfortegnelse

1.0 Introduksjon	1
2.0 Teori.....	3
2.1 Melkens sammensetning.....	3
2.1.1 Protein	3
2.1.1.1 Kasein	3
2.1.1.2 Myseprotein	4
2.1.2 Laktose.....	4
2.1.3 Salter i melk.....	5
2.2 Produksjon av Gouda	5
2.2.1 Standardisering av ystemelk	5
2.2.2 Koagulering.....	6
2.2.3 Mysefortynning	6
2.2.4 Modning	7
2.3 Membranfiltrering.....	9
2.3.1 Mikrofiltrering	10
2.3.2 Diafiltrering.....	10
2.4 Kjølelagring av melk.....	10
2.5 Osteutbytte	11
3.0 Materialer og metoder.....	15
3.1 Forsøksdesign	15
3.2 Melkebehandling.....	15
3.2.1 Syrekultur	16
3.3 Ysting	16
3.3.1 Ysting av kontrolløst	18
3.3.2 Ysting av ost fra retentat	19
3.3.3 Prøvetaking under ysteprosessen	19
3.3.4 Etterbehandling og lagring av ostene.....	20
3.3.5 Avvik under ysting	21
3.3.5.1 Ysteblokk 1	21
3.3.5.2 Ysteblokk 2	21
3.3.5.3 Ysteblokk 3	21
3.4 Analyser	21
3.4.1 Prøvetakingsplan for ost.....	21
3.4.2 Kjemiske analyser	22

3.4.2.1	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	22
3.4.2.2	pH	22
3.4.2.3	Formagraf.....	22
3.4.2.4	Tørrstoff.....	23
3.4.2.5	Fett	23
3.4.2.6	Total og løselig nitrogen	23
3.4.2.7	Kapillærelektroforese.....	23
3.4.2.8	Mineraler.....	24
3.4.2.9	Organiske syrer og karbohydrater.....	25
3.4.3	Mikrobiologisk analyse.....	26
3.4.4	Osteutbytte	26
3.4.5	Sensorisk analyse.....	27
3.4.6	Statistiske analyser	27
4.0	Resultater	29
4.1	Ystemelkens sammensetning.....	29
4.2	Koagulering.....	30
4.3	pH-utvikling	31
4.4	Tørrstoff.....	32
4.5	Fett	33
4.6	Protein	34
4.7	Kapillærelektroforese	35
4.8	Løselig nitrogen	42
4.9	Mineraler.....	43
4.10	Organiske syrer og karbohydrater.....	44
4.11	Osteutbytte	48
4.12	Mikrobiologi	50
4.13	Sensorisk bedømmelse.....	51
4.13.1	Egenskapsbedømmelse	51
4.13.2	Beskrivende analyse	52
5.0	Diskusjon	57
5.1	Ystemelk og melkebehandling	57
5.2	Effektivitet og utbytte	58
5.2.1	Ubehandlet MF/DF-ystemelk (KF).....	58
5.2.2	Pasteurisert MF/DF-ystemelk (PF)	59
5.2.3	Ubehandlet kontrollystemelk (KU).....	59
5.2.4	Pasteurisert kontrollystemelk (PU)	60

5.3 Ost	61
5.4 Oppsummerende diskusjon og videre arbeid	65
6.0 Referanser	67
Vedleggsfortegnelse	71

1.0 Introduksjon

Ost er en gruppe fermenterte melkeprodukter som produseres i mange ulike varianter.

Osteproduksjon er en prosess hvor melkeproteinene kasein konsentreres. I tillegg oppkonsentreres også mye av fettene i melken. Store deler av de andre komponentene i melken fjernes med mysa, og mysa inneholder derfor blant annet store deler vann. Produksjon av ost er i utgangspunktet en relativt enkel prosess, men består av kompliserte fysiske og biokjemiske fenomener under både produksjon og modning. Prosesstrinnene som benyttes er avgjørende for både osteutbytte, ostens sammensetning og kvaliteten på den ferdige osten. I tillegg er valget av prosesstrinn avgjørende for kvaliteten på biproduktene som dannes under produksjonsprosessen. Melkens sammensetning og de ulike trinnene i produksjonsprosessen er også avgjørende for produksjonskostnadene (Walstra et al., 2006). Gouda er en ostetype som opprinnelig kommer fra Nederland, men i dag produseres denne typen oster over hele verden (McSweeney et al., 2004). I Norge kalles den mest kjente osten av denne typen for Norvegia®.

Hovedbestanddelene i ost er kasein og fett, og et økt innhold av disse komponentene i ystemelken kan bidra til å gjøre ysteprosessen mer effektiv. Det vil si at det kan produseres mer ost fra færre liter melk sammenlignet med bruk av tradisjonell ystemelk. Oppkonsentrering av ystemelk ved hjelp av membranfiltrering har blitt studert og benyttet i meieriindustrien i lengre tid (Pouliot, 2008). Ved mikrofiltrering (MF) av skummet melk holdes kaseinmicellene tilbake av membranen, samtidig som myseproteinene kan passere. Filtreringsprosessen forandrer på denne måten forholdet mellom kasein og myseprotein i ystemelken og fører til en oppkonsentrering av hovedkomponenten i ost. Diafiltrering (DF) kan utføres for å fjerne flere av de mindre komponentene slik som for eksempel laktose, og på denne måten oppnå et renere konsentrat. Ettersom kaseinene holdes igjen av membranen og ikke myseproteinene, er det forventet at MF/DF-ostemassen skal ha relativ lik sammensetning som det tradisjonell ostemasse har (Papadatos et al., 2003). Dette skiller MF-oster fra oster produsert av ultrafiltrert (UF) ystemelk, som også har blitt mye studert. Porestørrelsen på membraner som benyttes til UF er liten nok til at også myseproteinene holdes tilbake i ystemelken. Studier har vist at osteutbyttet øker betraktelig i UF-oster sammenlignet med tradisjonelle ystemetoder på grunn av at myseproteinene også blir en del av ostemassen (Bech, 1993). Inkorporeringen av myseprotein i ostemassen har allikevel vist seg å kunne bidra til uønskede tekstur- og smaksforandringer i osten (Jameson & Lelievre, 1996). Ulempene knyttet til den økte andelen myseprotein i ostemassen til UF-oster kan unngås ved å bruke MF-ySTEMELK. I tillegg til fordelene knyttet til utbytte og effektivitet bidrar også økt konsentrasjonen av kasein og fett i ySTEMELKEN til en reduksjon i mysemengden fra ysteprosessen. Biproduktet fra membranfiltreringsprosessen (permeat) inneholder en større andel myseproteiner i nativ tilstand

(Kelly et al., 2008). I tillegg gjør fraværet av løpeenzymer, enzymer fra syrekulturen, fett og organiske syrer også at permeatet er mer verdifullt enn myse (Britten & Pouliot, 1996).

Det har blitt utført flere studier hvor effektene av osteproduksjon med MF retentat har blitt undersøkt. Neocleous et al. (2002) fant ut at tørrstoffinnholdet i Cheddar økte med økt MF-konsentrasjonsfaktor, og at kalsiuminnhold i osten også ble høyere. Studien viste også at det faktiske utbyttet økte ved mikrofiltrering. Selv om mikrofiltrering gjør ysteprosessen mer effektiv og kan øke det faktiske utbyttet, kan det ekstra prosesstrinnet føre til høyere kostnader. Papadatos et al. (2003) undersøkte potensiell profittøkning ved bruk av mikrofiltrering i osteproduksjon. Studien viste at MF førte til lavere kostnader knyttet til selve osteproduksjonen, men at de totale produksjonskostnadene ved ysting av MF Cheddar ble noe høyere enn ved tradisjonell Cheddar-produksjon på grunn av mikrofiltreringstrinnet. Allikevel ble det i denne studien estimert at inntektene knyttet til bruk av mikrofiltrering økte mer enn kostnadene, og det ble derfor konkludert med at mikrofiltrering allikevel kan være en lønnsom teknologisk utvikling.

Denne masteroppgaven er en del av prosjektet «Effekt av råstoffets beskaffenhet på ystingsegenskaper av kaseinkonsentrat» som ledes av Anne-Grethe Johansen for TINE og Siv Skeie for Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Hovedmålet med dette prosjektet er å undersøke hvordan kaseinstandardisert melk påvirker egenskapene til Gouda-type ost. Tidligere i dette prosjektet har det blitt skrevet flere masteroppgaver med ulike formål. Ediassen (2016) undersøkte betydningen av formodning ved ysting av Gouda-type ost fra kaseinstandardisert melk og innvirkning på kalsiuminnholdet og ostens konsistens. Flaatten (2016) undersøkte effekten av diafiltrering og formodningstid ved produksjon av Gouda-type ost fra kaseinstandardisert ystemelk. de Billot (2016) og Haugerud (2017) undersøkte effekten av kasein- og laktosestandardisering på henholdsvis mikrobiota og modning i Gouda-type ost.

Hensikten med denne masteroppgaven var å undersøke effekten av kasein- og laktosejustering av ystemelken på osteutbytte ved produksjon av Gouda-type ost. Effekten av ystemelkens temperaturbehandling på osteutbytte og ostens konsistens ble også undersøkt. Hypotesen var at ystemelkens temperaturhistorie og kaseininnhold er av betydning for osteutbytte, ostens kalsiuminnhold, og dermed også ostens konsistens.

2.0 Teori

2.1 Melkens sammensetning

Melk består av de fire hovedkomponentene vann, protein, fett og laktose. I tillegg finnes det flere forskjellige mindre komponenter, som for eksempel ulike mineraler, enzymer og ikke-protein nitrogenholdige komponenter (Fox et al., 2017). Gjennomsnittlig innhold av de ulike komponentene i kumelk er 87,3 % vann, 3,3 % protein (2,6 % kasein og 0,7 % myseprotein), 3,5 % fett, 4,8 % laktose og 0,7 % mineraler. Sammensetningen vil variere for eksempel med kyrnes diett, gjennom laktasjonsperioden og mellom årstider (McSweeney, 2007c). Det er hovedsakelig makrokomponentene som er avgjørende for de teknologiske egenskapene til melken, men mikrokomponenter som kalsium, fosfat, sitronsyre og pH kan også være viktig, for eksempel under osteproduksjon (Fox et al., 2017).

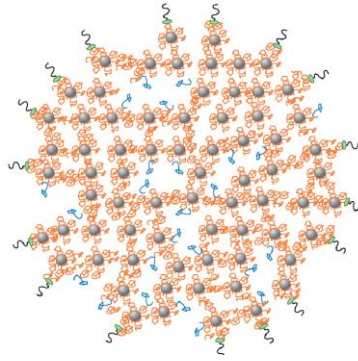
2.1.1 Protein

Proteinene i melk deles inn i to kategorier med utgangspunkt i proteinenes løselighet ved pH 4,6 ved 20°C, som er kaseinenes isoelektriske punkt. Under disse forholdene vil kasein felle ut, mens myseproteinene forblir løselige (Walstra et al., 2006).

2.1.1.1 Kasein

Kasein utgjør omtrent 80 % av proteinene i melk. De kan deles inn i fire hovedtyper; α_{S1} -kasein, α_{S2} -kasein, β -kasein og κ -kasein og utgjør henholdsvis omtrent 38, 10, 34 og 15 % av det totale kaseininnholdet. De fire hovedgruppene av kasein kan videre deles inn i flere undergrupper. Kaseinene mangler en stabil sekundær- og tertiærstruktur, og den åpne strukturen gjør at de har relativt stor overflatehydrofobisitet. Proteinene består av større hydrofobe og hydrofile områder, noe som bidrar til at de får en amfifil struktur og gode overflateegenskaper. Dette gjør også at de lett assosierer seg med hverandre, og i melk foreligger kaseinene derfor som kolloidale aggregater kjent som kaseinmiceller. Kaseinmicellene består av 94 % protein og 6 % kolloidalt kalsiumfosfat som hovedsakelig består av kalsium og fosfat, men også mindre mengder magnesium, kalium og sitronsyre (Fox et al., 2017).

Oppbygningen av kaseinmicellen har vært omdiskutert, men en av de mest anerkjente modellene er presentert av Dalgleish og Corredig (2012). Slik som Figur 1 viser, danner α - og β -kasein kjernen av micellen. Disse kaseinene er stabilisert av kolloidale kalsiumfosfatbindinger i tillegg til hydrofobe interaksjoner. Overflaten er stabilisert av κ -kasein, som inneholder en ladet karbohydratgruppe (glykomakropeptid) på den C-terminale enden av aminosyrekjeden. Glykomakropeptidet (GMP) vender ut mot vannfasen, mens den hydrofobe enden av proteinet vender inn i micellen og danner bindinger med de andre kaseinene. Under normale forhold i melken er GMP negativt ladet, noe som fører til at kaseinmicellene holder seg løselig i væskefasen uten å aggregere med hverandre.



Figur 1. Modell av oppbygningen til kaseinmicellen presentert av Dalglish og Corredig (2012). Modellen viser α_s -kasein (oransje), kalsiumfosfat nanoclustere (grå), β -kasein (blå) og κ -kasein (grønn) med det hydrofile glykomakropeptidet (svart) som vender ut mot vannfasen.

2.1.1.2 Myseprotein

Myseproteinene i kumelk består i hovedsak av β -laktoglobulin (β -Lg), α -laktalbumin (α -La), bovint serum albumin (BSA) og immunoglobulin (iG). De inneholder intramolekylære disulfidbindinger som stabiliserer strukturen, noe som gjør at proteinene både har sekundær-, tertiær- og kvarternærstruktur. Selv om myseproteinene også inneholder flere hydrofobe områder holder de seg løselig i melk på grunn av denne stabile globulære strukturen. Strukturen gjør at proteinene er utsatt for denaturering ved høy temperaturbehandling. Varmeindusert denaturering kan føre til at myseproteinene danner tiol-disulfidbindinger med andre myseproteiner og κ -kasein. Dannelsen av κ -kasein/ β -Lg-aggregater kan påvirke både løpeenzymet og koaguleringen under osteproduksjon (Fox et al., 2017). Hvor stor andel av myseproteinene som vil denaturere er avhengig av blant annet hvilken temperatur melken utsettes for, og ved normal pasteuriseringstemperatur (72°C i 15 sekunder) er denatureringsgraden svært begrenset (McSweeney, 2007d).

2.1.2 Laktose

Laktose er det viktigste karbohydratet i kumelk, og er et disakkarid bestående av D-glukose og D-galaktose bundet sammen med en β -1,4-glykosidbinding. Laktose er essensielt under produksjon av fermenterte melkeprodukter slik som ost, ettersom karbohydratet omdannes til melkesyre hovedsakelig ved hjelp av melkesyrebakterier (LAB) som tilsettes ystemelken i form av en syrekultur før løpelegging. I løpet av ysteprosessen og tidlig modning forsvinner all laktosen fra osten. Grunnen til dette er blant annet at laktosen ligger løselig i serumfasen i melken, og at det meste derfor vil følge med mysa ved avtapp. Den laktosen som er igjen i den ferske ostemassen vil omdannes til melkesyre i løpet av kort tid. Laktosemengden i ostemassen er derfor avgjørende for ostens pH-utvikling og videre modning. Laktosemengden i osten kan reguleres blant annet ved å fortynne mysa med vann under ysteprosessen (Fox et al., 2017).

2.1.3 Salter i melk

Melk inneholder både organiske og uorganiske salter. Enkelte av saltene, slik som for eksempel natrium (Na), kalium (K) og magnesium (Mg), foreligger nesten fullstendig oppløst i serumfasen. Andre salter foreligger delvis oppløst i serumfasen og delvis assosiert med kaseinmicellen. På grunn av at mesteparten av partiklene i kaseinmicellen er kalsium og fosfat, brukes som regel samlebetegnelsen kolloidalt kalsiumfosfat (CCP). Av det totale innholdet av kalsium i melken foreligger omtrent 77 % i eller på kaseinmicellen. Melken inneholder en høyere konsentrasjon av kalsium enn det som kan holdes løselig ved normal pH. De uløselige delene av kalsium assosierer seg derfor med kaseinmicellen (Walstra et al., 2006). Balansen mellom hvor mye som foreligger i kolloidal og løselig fase er ikke konstant, men kan påvirkes av faktorer som for eksempel temperaturforandringer, endringer i pH og oppkonsentrering av melken (Fox et al., 2015).

Kalsium- og fosfatinholdet i melk er viktig for mange forhold ved osteproduksjon. Det er blant annet viktig for koaguleringsstid og gelfasthet, men også tekturen og strukturen på den ferdige osten avhenger av innholdet av kalsium og fosfat (Lucey & Fox, 1993).

2.2 Produksjon av Gouda

Ost er en gruppe fermenterte melkebaserte produkter som produseres i mange ulike varianter. Osten produseres ved at kasein og fett oppkonsentreres, mens andre komponenter slik som for eksempel vann og myseproteiner, fjernes med mysa (Walstra et al., 2006). Gouda-type oster er laget av kumelk og har en semi-hard konsistens. Ostene karakteriseres ved at de har en glatt tekstur med noen små hull. De er enkle å skjære med ostehøvel og har gode smelteegenskaper (Düsterhöft & van den Berg, 2007). Det brukes mesofile syrekulturer bestående av ulike stammer av melkesyrebakterier blant annet utvalgt på bakgrunn av evnen de har til å produsere riktige mengder melkesyre og CO₂. Produksjon av CO₂ er viktig for at de karakteristiske hullene i osten skal dannes under modning (Walstra et al., 2006). Antallet, størrelsen og formen på hullene blir ansett som en svært viktig teksturkarakteristikk ved Gouda (van den Berg et al., 2004). Gouda produseres vanligvis fra pasteurisert melk med et noe lavere fettinnhold enn råmelk, og koaguleringen foregår ved hjelp av løpeenzymer. Koagelet utsettes for en moderat temperaturbehandling for å justere vanninnholdet i osten, og et mysefortynningstrinn bidrar til å regulere syreproduksjonen i ostemassen. For å forme osten og for at det skal dannes en skorpe, blir ostemassen presset og etter pressing blir osten vanligvis lakesaltet. Modningstiden til Gouda varierer fra 4 uker til mer enn 1 år (Düsterhöft & van den Berg, 2007). Nedenfor er noen viktige deler av osteproduksjonen utdypet.

2.2.1 Standardisering av ystemelk

For å kunne produsere en ost med stabil sammensetning er det nødvendig å standardisere ystemelken. Dette gjør også ysteprosessen mer effektiv, ettersom hele produksjons- og

modningsprosessen også kan standardiseres. Osteproduksjonen blir på denne måten uavhengig av naturlige variasjoner i melkens sammensetning som ligger utenfor produsentens kontroll. Ettersom innholdet av fett og kasein er spesielt viktig i ost, er standardisering av disse komponentene mest hensiktsmessig. Ratioen mellom fett og kasein er svært avgjørende for ostens sammensetning og egenskaper. Ved å regulere dette forholdet kan produsenten regulere andelen fett i det totale tørrstoffinnholdet i osten (Law, 1999). Lovbestemmende standard for Gouda angir et minimum tørrstoffinnhold avhengig av fettinnholdet i osten, men det er ikke satt noen øvre grense (Codex Alimentarius, 2013). Dette vil imidlertid avhenge av kvaliteten og egenskapene produsenten ønsker at osten skal ha. I tillegg vil et høyt tørrstoffinnhold være uønsket ut i fra et økonomisk perspektiv.

2.2.2 Koagulering

Ved produksjon av Gouda koaguleres ystemelken ved bruk av løpeenzymer. Det er den stabiliserende evnen til κ -kasein som ødelegges av løpe under den enzymatiske koaguleringen. Enzymet hydrolyserer Phe₁₀₅-Met₁₀₆-bindingen på κ -kasein slik at glykomakropeptidet forsvinner ut i vannfasen, samtidig som den N-terminale enden av kaseinet blir igjen i micellen (para- κ -kasein). Den enzymatiske delen av prosessen kan påvirkes av blant annet løpetype, pH, temperatur og varmebehandling av melken. Når ca. 85 % av κ -kaseinene på micellen er hydrolysert, har stabiliteten blitt redusert til et slikt nivå at den vil aggregere med andre miceller når de kolliderer med hverandre (Fox et al., 2017). Dette forutsetter tilstedeværelse av kalsium (Ca²⁺), som danner kalsiumbroer mellom negative områder på para-kaseinmicellene (Walstra et al., 2006). Kontakten mellom kaseinmicellene utvikler seg på denne måten til et nettverk av tynne tråder og små aggregater av kasein. Nettverket utvikler seg videre rundt fettkulene til større tråder og aggregater (Law, 1999). Til slutt har dette utviklet seg til et tredimensjonalt nettverk, en koagel. Konsentrasjonen av protein, konsentrasjon av fett og kjølelagring av ystemelken er eksempler på faktorer som kan påvirke denne delen av koaguleringsprosessen (Fox et al., 2017).

I tillegg til at gelnettverket omslutter fettkulene, holdes også serumfasen igjen i koagelet. Når gelen utsettes for fysisk påvirkning slik som skjæring vil kaseinmicellene klare å danne flere bindinger mellom seg, og nettverket trekker seg sammen slik at myse presses ut (synerese). Videre prosesstrinn slik som røring og ettervarming benyttes også for øke graden av synerese og regulere tørrstoffinnholdet i osten (Fox et al., 2017).

2.2.3 Mysefortynning

De fleste bakteriene fra syrekulturen befinner seg i ostemassen og det meste av melkesyreproduksjonen foregår derfor i ostekornene. Omdanningen av laktose til melkesyre fører til at konsentrasjonen av laktose i ostekornene går ned, samtidig som konsentrasjonen av melkesyre øker. Den osmotiske balansen opprettholdes ved at melkesyre diffunderer ut av ostekornene til

mysa, mens laktose diffunderer motsatt vei. Så lenge ostekornene befinner seg i mysa kan melkesyreproduksjonen derfor fortsette. Etter myseavtapp kan ikke stoffene lenger diffundere mellom myse og ostekorn, noe som fører til at melkesyreinnholdet i ostekornene akkumulerer. Laktosefermenteringen fortsetter så lenge det er laktose tilstede, og det er derfor vanligvis laktoseinnholdet i ostekornene som er den begrensende faktoren for hvor mye melkesyre som produseres i osten (Walstra et al., 2006).

For Gouda er det ønskelig at osten har en pH på omkring 5,2 etter saltlake og for å oppnå ønsket pH er det nødvendig å begrense melkesyreproduksjonen. Ved produksjon av Gouda gjøres dette vanligvis ved å benytte et mysefortynningstrinn under ysteprosessen som reduserer laktoseinnholdet i ostekornene. Under mysefortynningstrinnet fjernes en gitt mengde av mysa fra ystekaret, før samme mengde pasteurisert vann tilsettes ostemassen og den gjenværende mysa. Vanntilsetningen fortynner laktosekonsentrasjonen i mysa, og konsentrasjonsforskjellen som oppstår mellom ostekornene og mysa gjør at laktose diffunderer ut av ostekornene. Vannmengden som tilsettes under mysefortynningen er avgjørende for hvor mye laktose som forblir i ostekornene ved myseavtapp, og dermed også for hvor mye melkesyre som produseres i osten. En reduksjon i vanntilsetningen på 5 % fører i gjennomsnitt til en reduksjon på 0,03 pH-enheter i osten. Effekten er allikevel ikke konstant ettersom den blant annet varierer med mysefortynningstrinnets effektivitet. Effektiviteten til mysefortynningstrinnet kan påvirkes av flere ulike faktorer slik som for eksempel hvor lenge ostekornene befinner seg i den fortynnede mysa, størrelsen på ostekornene og hastigheten på røringen (Walstra et al., 2006).

Mysefortynning har også effekt på osteutbyttet og ifølge van den Berg et al. (2004) fører en økning i vanntilsetning fra for eksempel 30 til 40 % til at osteutbyttet reduseres med 0,5 %. Effekten mysefortynning har på osteutbytte skyldes at konsentrasjonen av små komponenter slik som for eksempel laktose, i tillegg til konsentrasjonen av myseprotein i ostekornenes vannfase reduseres.

2.2.4 Modning

Under ostemodning foregår det kjemiske endringer som resulterer i mange ulike endringer i ostens struktur og sammensetning og som dermed også er viktig for ostens sensoriske egenskaper. Dette skyldes hovedsakelig omdannelsen av laktose, protein og fett. I Gouda er også omdannelsen av sitronsyre viktig for ostens egenskaper. Nedbrytningsprosessene katalyseres av den metabolske aktiviteten til levende mikroorganismer og enzymer (Fox et al., 2017).

Omdannelsen av laktose til melkesyre skjer under produksjonsprosessen og tidlig modning, hovedsakelig ved hjelp av aktiviteten til bakteriene fra syrekulturen som tilsettes ystemelken. Dette resulterer i redusert pH, noe som er med på å hemme veksten av uønskede mikroorganismer (van

den Berg et al., 2004). Dette har også en indirekte påvirkning på tekstur- og smaksutviklingen i osten ettersom pH er avgjørende for enzymaktiviteten. I tillegg bidrar melkesyre i seg selv til at osten får en syrlig smak (McSweeney, 2004). Syrekulturer som brukes til produksjon av Gouda inneholder stammer av *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* og *Leuconostoc* spp. som metaboliserer sitronsyre ved tilstedeværelse av fermenterbare suktermolekyler slik som for eksempel laktose.

Sitronsyrefermenteringen skjer derfor også under produksjonsprosessen og tidlig modning. Produkter fra sitronsyremetabolismen er blant annet CO₂, som er viktig for hulldannelsen i Gouda, og viktige smakskomponenter slik som for eksempel diacetyl og acetoin (McSweeney, 2004).

Det foregår som regel også noe nedbrytning av triglyserider til fettsyrer under ostemodning, men i Gouda er større grad av lipolyse uønsket. I pasteurisert melk er det meste av lipasen inaktiv, noe som er med på å begrense den lipolytiske aktiviteten i osten (van den Berg et al., 2004).

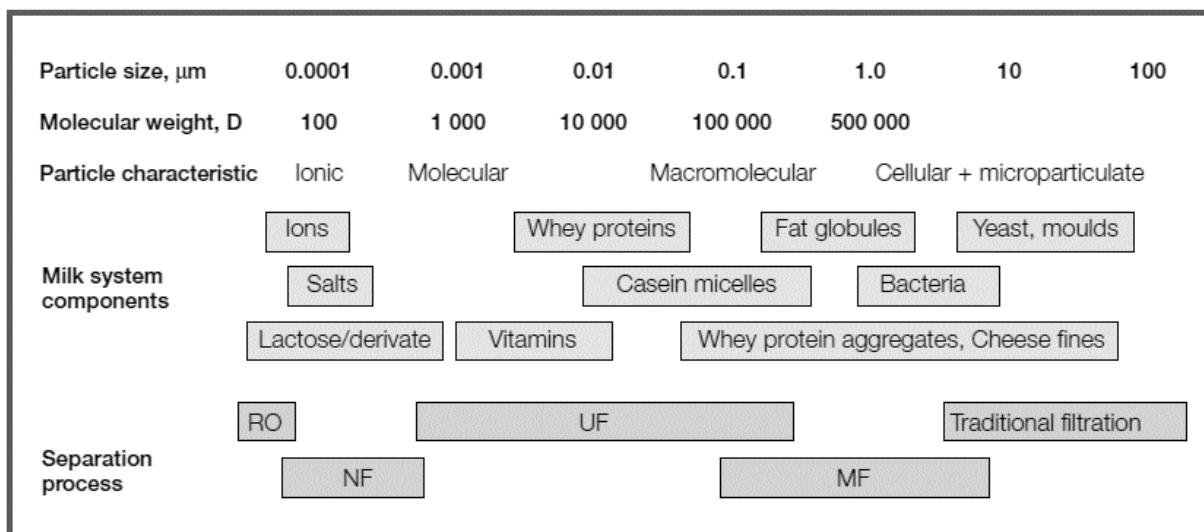
I Gouda er nedbrytningen av protein hovedsakelig katalysert av løpeenzymer og enzymer fra bakteriene fra syrekulturen. Dette er den mest komplekse og også den viktigste biokjemiske prosessen under ostemodningen. Løpeenzymene er spesielt viktig i den første delen av proteolysen, hvor kaseinnettverket brytes ned. Det er en sterk sammenheng mellom mengden intakt α_{s1} -kasein og fasthet på osten. Under modning øker de elastiske egenskapene til osten, primært på grunn av nedbrytningen av para-kaseinnettverket og spesielt den tidlige nedbrytningen av α_{s1} -kasein. Produktene fra proteolysen er vannløselige og er derfor ikke en del av det strukturdannende kaseinnettverket i osten (Lawrence et al., 1987). Ifølge en studie utført av O'Mahony et al. (2005) var endring i teksturegenskapene til Cheddar sterkere påvirket av reduksjon i andelen uløselig kalsium enn i hydrolysen av α_{s1} -kasein under den tidlige modningsfasen. Selv om løpeaktivitet og nedbrytning av α_{s1} -kasein spiller større rolle under modningen av Gouda, er sannsynligvis også andelen uløselig kalsium av betydning for teksturutviklingen. Økt kalsiuminnhold i osten og spesielt økning i den uløselige andelen bundet til para-kaseinmicellen, er forbundet med økt fasthet på osten (Fox et al., 2017). Etter lengre modning blir ostens elastiske egenskaper av mindre betydning og hardheten øker. Årsaken til dette er at produktene fra proteolysen binder mer vann enn kaseinene og at vannaktiviteten i osten dermed blir lavere (Lawrence et al., 1987).

De første nedbrytningsproduktene som dannes under proteolysen er enten smakløse eller har en bitter smak, og bidrar ikke direkte til den karakteristiske smaken på Gouda-osten. Peptidene hydrolyseres videre til mindre peptider og aminosyrer i den sekundære delen av proteolysen. Disse produktene kan både ha smak i seg selv og de er også forløpere til andre flyktige komponenter som bidrar til at Gouda får den karakteristiske aroma- og smaksprofilen (Law, 1999). Den sekundære

delen av proteolysen er stort sett katalysert av det proteolytiske systemet til bakteriene fra syrekulturen (van den Berg et al., 2004).

2.3 Membranfiltrering

Membranfiltrering benyttes for å separere en flytende råvare som for eksempel melk, til to fraksjoner med ulik sammensetning. Dette gjøres ved bruk av en semipermeabel membran hvor enkelte komponenter kan passere, mens andre komponenter blir holdt tilbake. Væsken som passerer membranen kalles permeat og det som holdes tilbake kalles retentat. Et formål med dette kan være at man ønsker å oppkonsentrere melk ved å fjerne vann. Et annet formål kan være at man ønsker å øke konsentrasjonen av en komponent i melken, slik som for eksempel protein. I tillegg til råstoffet, er det først og fremst strukturen til membranen som er avgjørende for sammensetningen retentatet og permeatet får. Membranfiltrering deles inn i revers osmose (RO), nanofiltrering (NF), ultrafiltrering (UF), mikrofiltrering (MF) og tradisjonell filtrering avhengig av porestørrelsen på membranen og hvilke komponenter som holdes tilbake i retentatet (Walstra et al., 2006). Figur 2 viser en oversikt over de ulike membranfiltreringsprosessene.



Figur 2. Spekter av ulike membranfiltreringsprosesser benyttet i meieriindustrien (Tetra Pak, 1995).

Det benyttes vanligvis en prosistemperatur på ca. 50°C ved membranfiltrering. Det er flere grunner til at denne temperaturen er fordelaktig å benytte. Ved denne temperaturen har væsken lav viskositet, noe som betyr at permeat fluxen blir relativt høy. Permeat flux er mengden væske som passerer membranen per tidsenhet og overflateareal, og er derfor også et effektivitetsmål på filtreringsprosessen. Det er også relativt lite mikrobiell vekst ved 50°C. I tillegg forårsaker en slik temperaturbehandling svært lav denatureringsgrad av protein. Andre kjemiske forandringer er også lav ved denne temperaturen (Walstra et al., 2006).

Trykket som driver separeringsprosessen skapes av en pumpe i føden og reguleres av en gassventil i retentatstrømmen. Trykket som skapes kalles transmembrantrykk og er forskjellen i det hydrostatiske trykket over membranen. Å øke det transmembrane trykket kan føre til økt permeat flux, men effekten er ikke proporsjonal. Grunnen til dette er at økt flux også øker konsentrasjonsgradienten til komponentene over membranen. Dette fører til at små partikler kan begynne å feste seg til membranen (fouling), noe som virker hemmende på gjennomstrømningen (Walstra et al., 2006).

2.3.1 Mikrofiltrering

Kasein kan oppkonsentreres ved å mikrofiltrere (MF) melken. Ved MF brukes membraner med en porestørrelse fra 0,1-0,8 μm . På denne måten vil kaseinmicellene, som har en diameter på 0,05-0,5 μm , holdes tilbake i retentatet. I tillegg til kasein vil heller ikke fettkulene eller bakterier klare å passere membranen. På grunn av dette brukes det som oftest pasteurisert skummet melk i denne fraksjoneringsprosessen. Laktose, mineraler og myseproteiner er små nok til at de klarer å passere membranen og vil følge permeatet (Fox et al., 2015).

2.3.2 Diafiltrering

Selv om formålet med membranfiltreringen er oppkonsentrering av større komponenter slik som for eksempel kasein, vil retentatet alltid inneholde en del av de mindre komponentene som i utgangspunktet kan passere membranen. Årsaken til dette er at den relative konsentrasjonen av disse komponentene til vann vil holde seg slik den var i melken i utgangspunktet. For å få et renere konsentrat må retentatet fortynnes med vann og oppkonsentreres igjen. Dette kalles diafiltrering. Ved mikrofiltrering bidrar fortynningen blant annet til at mer laktose og myseproteiner følger vannet gjennom membranen som permeat. Avhengig av hvor lenge denne prosessen foregår og hvor mye vann som tilsettes, kan man på denne måten vaske retentatet og kontrollere innholdet av de mindre komponentene. Diafiltrering gjør det mulig å produsere retentat med et lavt nok laktoseinnhold til at mysefortynningstrinnet i ysteprosessen kan utelates (Walstra et al., 2006).

2.4 Kjølelagring av melk

Kaseinmicellene påvirkes av ytre omstendigheter slik som for eksempel temperaturendringer. Når temperaturen i melken synker vil de hydrofobe interaksjonene som binder kaseinene sammen inne i kaseinmicellen blir svakere. Dette påvirker i aller størst grad β -kasein, ettersom dette er det mest hydrofobe kaseinet (Walstra et al., 2006). En annen årsak til at kaseinmicellene forandrer seg er at temperaturforandringer også påvirker saltbalansen i melken. Løseligheten til kalsiumfosfat øker når temperaturen reduseres slik at CCP blir oppløst og Ca^{2+} går ut i mysa. Ettersom bindingene mellom kasein og CCP også er viktige med tanke på kaseinmicellens stabilitet, vil denne oppløsningen føre til at spesielt $\alpha_{\text{S}2}$ - og $\alpha_{\text{S}1}$ -kasein lekker ut av micellen. Grunnen til dette er at disse kaseinene inneholder

flere ladde fostatgrupper. Fosfatgruppene er esterifisert til aminosyren serin, noe både α_{s2} -, α_{s1} - og til en viss grad også β -kasein inneholder en del av. Fosfatgruppene danner sterke bindinger med divalente ioner slik som for eksempel Ca^{2+} . Når Ca^{2+} forsvinner ut av micellen, klarer ikke lenger disse kaseinene å danne sterke nok bindinger i micellen og forskyvningen i kalsiumbalansen fører derfor også til lekkasje av kaseinene (Fox et al., 2015).

Disse endringene tar litt tid, men vil være fullstendige etter 24 timer ved 4°C. Det er allikevel mulig å reversere endringene ved å utsette melken for varmebehandling slik at β -kasein igjen binder seg i kaseinmicellen og mengden CCP øker. Ved å øke temperaturen i melken til over 50°C vil balansen gå tilbake til utgangspunktet. Dette forutsetter imidlertid blant annet at β -kasein ikke er blitt utsatt for proteolytisk aktivitet i serum. Dette kan for eksempel skyldes plasminaktivitet. Enzymet, som er naturlig tilstede i melk, kutter av den mest hydrofobe delen av β -kasein slik at det ikke klarer å binde i kaseinmicellen lenger. Produktet som dannes ved denne degraderingen kalles γ -kasein, og mengden som dannes avhenger av hvor gammel melken er og ved hvilken temperatur den oppbevares (Walstra et al., 2006). Ved temperaturer lavere enn 5°C er den proteolytiske aktiviteten til plasmin svært lav, men fortsatt tilstede (van Den Berg et al., 1996).

Kalsiumbalansen kan ha flere effekter på ysteprosessen. I fravær av Ca^{2+} binder fosfatgruppene i kaseinmicellen H^+ . Dette fører til en reduksjon av H^+ i melkens løselige fase og økt pH i melken. Dette kan ha en indirekte negativ effekt på løpekoaguleringen på grunn av at høyere pH fører til at aktiviteten til løpeenzymet chymosin går ned (McSweeney, 2007b). Årsaken til den reduserte enzymaktiviteten er at enzymets pH-optimum i den tidlige løpeleggingsfasen i melk er omtrent 6,0 (Fox et al., 2017). Økt pH fører til at pH i melken kommer lenger unna enzymets optimale pH og aktiviteten til enzymet går ned.

2.5 Osteutbytte

Mengden ost som kan produseres fra en gitt mengde ystemelk er av stor økonomisk interesse for produsentene. Ofte defineres osteutbytte som kg ost produsert fra 100 kg melk med et gitt protein- og fettinnhold (Lucey & Kelly, 1994). En enkel og mye brukt formel for å predikere eller beregne det faktiske osteutbyttet er van Slyke-likningen [1], som opprinnelig ble utviklet for Cheddarost i 1936 (Fox et al., 2017).

$$Y_p = \left[\frac{(F_{cm} \times 0.93) + C_{cm} - 0.1}{1 - \left(\frac{Mt}{100}\right)} \right] \times 1.09, \quad [1]$$

I likning [1] refererer F_{cm} og C_{cm} til innholdet av henholdsvis fett og kasein i ystemelken (standardisert og pasteurisert). Faktoren 0,93 refererer til hvor stor andel av fett i ystemelken som holdes igjen i

den ferdige osten. Den anslåtte verdien av kasein som tapes med mysa i form av glykomakropeptid er satt til 0.1. Faktoren 1.09 referer til den anslåtte andelen av andre tørrstoffkomponenter i melken som bevarer i osten.

Selv om van Slyke-formelen angir tre ulike konstanter, har studier vist variasjon i disse. Variasjonen kan for eksempel skyldes forskjeller i melkens sammensetning, melke kvalitet, oppbevaringsbetingelser, varmebehandling eller ysteredskaper. Mange av faktorene som påvirker osteutbyttet er også knyttet til det spesifikke anlegget hvor osten produseres. På grunn av dette gir ikke van Slyke-formelen akkurate verdier på utbytte under alle forhold. Den bør derfor tilpasses de anlegg-spesifikke betingelsene knyttet til faktorene som skaper variasjon (Banks, 2007).

Utbytteformelen til van Slyke har blitt modifisert og tilpasset både til ulike typer oster og til andre faktorer som påvirker utbyttet. Guinee et al. (2006) presenterer variasjoner av formelen som blant annet justerer for ostenes tørrstoffinnhold og for sammensetningen til ystemelken. Slike justeringer gjør det for eksempel mulig å sammenligne utbyttet fra tradisjonell ystemelk med utbyttet fra mikrofiltrert ystemelk uten at forskjellene i kaseininnhold spiller inn.

Faktorer som påvirker osteutbytte kan deles inn i to hovedgrupper; melkens sammensetning og teknologiske forhold under osteproduksjon. Når det gjelder melkens sammensetning er det spesielt innholdet av protein (kasein) og fett som er viktig. Kasein er den aller viktigste komponenten med tanke på utbytte, på grunn av at det er kaseinene som danner gelnettverket som holder fett og væske tilbake i osten. Standardisering av ystemelk gjør det mulig for produsenten å regulere sammensetningen til ystemelken slik at innholdet av kasein og fett holdes stabil og dermed minimere naturlige variasjoner i sammensetningen som for eksempel kan skyldes sesongvariasjoner. Dette gjør det mulig å produsere en ost med stabil sammensetning og bidrar også til å opprettholde et stabilt utbytte (Lucey & Kelly, 1994). Dette er også viktig med tanke på produksjonseffektiviteten, ettersom denne standardiseringen gir produsenten informasjon om hvor mye ystemelk som trengs for å produsere en gitt mengde ost. I tillegg bidrar det til at kapasiteten til produksjonsutstyret kan benyttes fullt ut (van den Berg et al., 2004).

For å optimalisere utbytte bør man ideelt sett ha et så høyt innhold av fett og kasein i melken som mulig. Oppkonsentrering av melk kan bidra til at ost kan produseres på en mer effektiv måte ved at man kan produsere samme mengde ost ut i fra et mindre melkevolum (Lucey & Kelly, 1994). Andre teknologiske faktorer som kan påvirke osteutbytte kan for eksempel være gelfasthet ved skjæring, temperaturbehandling og røring av ostemassen etter skjæring og mysefortynning (Fox et al., 2017).

Den prosentvise andelen av fett og kasein som holdes tilbake i osten er viktig når det kommer til ysteprosessens effektivitet og dermed også osteutbytte. Det samme gjelder for mengden ostestøv og

fett i mysa. Ostestøv er små fragmenter av ostemassen som kuttes av når koagelet blir utsatt for skjæring og røring. Informasjon om dette gjør det mulig å finne ut hvor i prosessen disse bestanddelene eventuelt forsvinner (Banks, 2007).

3.0 Materialer og metoder

3.1 Forsøksdesign

Forsøket ble gjennomført med ysting av Gouda-type ost i tre blokker (tre ystingsdager) ved pilotanlegget ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Ystingene ble utført henholdsvis 9. januar, 16. januar og 23. januar (2018). Forsøket besto av to faktorer på to nivåer. Faktor 1 var filtreringsgrad: Under hver ystingsblokk ble det ystet to kar med ystemelk som var mikro- og diafiltrert (MF/DF) ved hjelp av modifisert ystingsteknikk, og to kar med ufiltrert ystemelk ystet etter tradisjonell metode (kontroll). Faktor 2 var behandling etter kjølelagring av ystemelken. Tabell 1 viser en oversikt over forsøksdesignet som ble brukt. Kode for de spesifikke kombinasjonene av forsøksfaktorer er også oppgitt i tabellen, og er forkortelser av forsøksfaktorene som ble brukt. KU = kald + ufiltrert ystemelk, KF = Kald + filtrert ystemelk, PU = Pasteurisert + ufiltrert ystemelk, PF = Pasteurisert + filtrert ystemelk. Videre i oppgaven vil koden benyttes når det henvises til de ulike kombinasjonene av forsøksfaktorer.

Tabell 1. Forsøksdesignet som ble brukt under ystingen.

Kode	Mikro- og diafiltrering	Pasteurisering etter kjølelagring av ystemelk
KU	-	-
KF	X	-
PU	-	X
PF	X	X

3.2 Melkebehandling

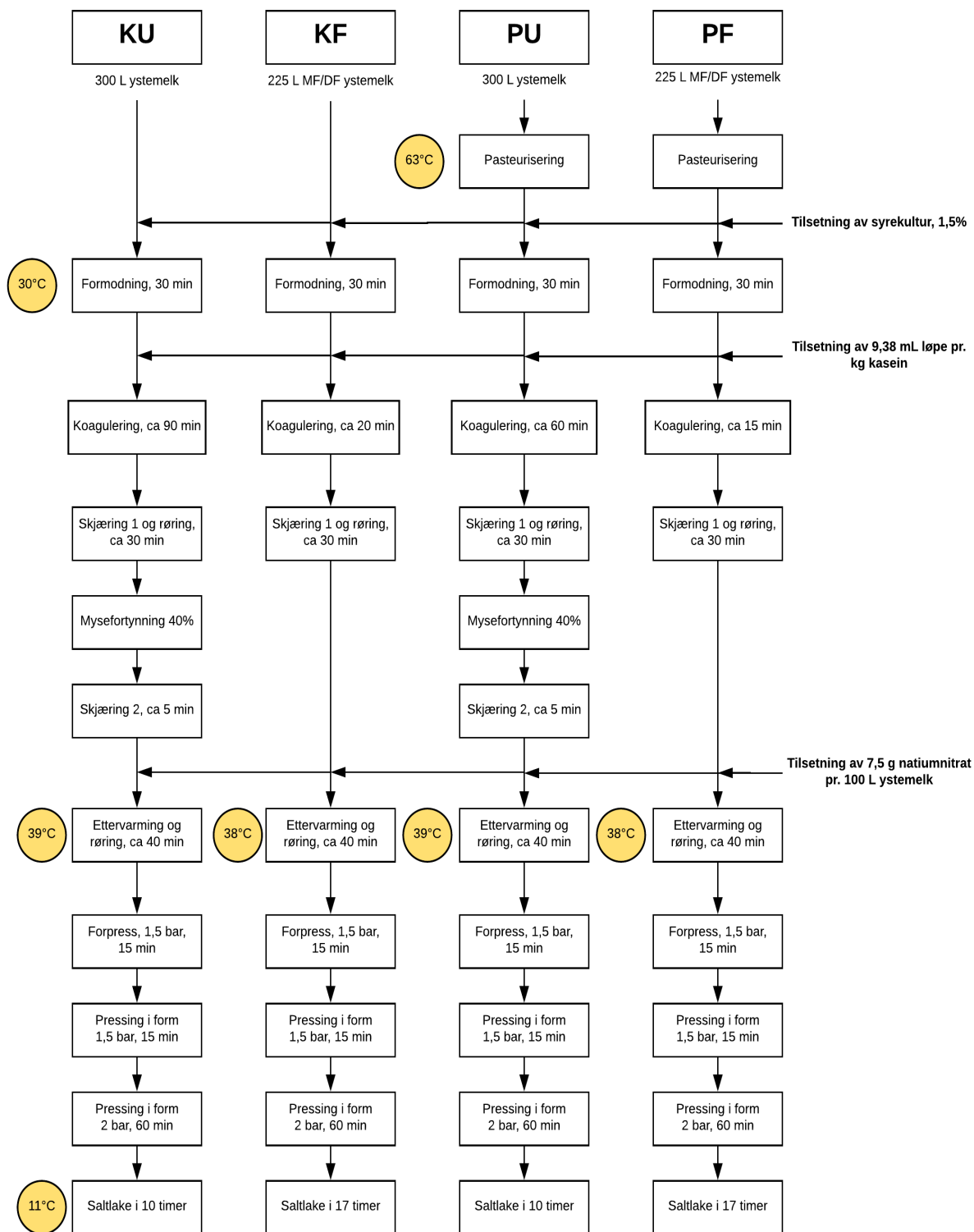
Melken som ble benyttet i forsøket ble levert fra Ås gård dagen før hver ysting og behandlet ved pilotanlegget ved NMBU samme dag som den ble levert. Råmelken ble først separert ved 55°C (SA 1-01-175, Westfalia Separator AG, Oelde, Tyskland), før skummetmelken og fløten ble pasteurisert i en platevarmeveksler (A3-HRB, Alfa Laval, Lund, Sverige) ved henholdsvis 75°C i 15 sekunder og 80°C i 15 sekunder. En del av skummetmelken ble deretter mikrofiltrert i et spesialtilpasset UF/MF pilotanlegg (UF/MF pilot MCC RV 01118340, Silkeborg, Danmark). Denne var utstyrt med en rørvarmeveksler som kjøler melken under filtreringsprosessen slik som beskrevet i patent no. 330181 av Hoffmann (2011). Filtringstemperaturen var ca. 50°C. Membranen som ble benyttet var keramisk (Inside Ceramic, Tami Industries, GEA, Frankrike), hadde en porestørrelse på 0,14 µm og et transmembrantrykk på 0,4 bar. Til slutt ble MF retentatet diafiltrert ved at det ble tilsatt 30 % pasteurisert vann før videre filtrering. Frem til ystingen neste dag ble både MF/DF retentatet, skummetmelken og fløten oppbevart ved 4°C.

3.2.1 Syrekultur

Syrekulturen ble opparbeidet dagen før ysting. Fire såer ble tilsatt 5 L langtidsholdbar lettmeik (1,2 % fett, TINE). Såene ble satt i en viskubator og varmebehandlet ved 80°C i 30 minutter, før temperaturen ble automatisk senket til 20°C. Når denne temperaturen var nådd ble det tilsatt en liten mengde av en frysetørket mesofil aromatisk DL-syrekultur av typen Direct Vat Set CHN-19 (Chr. Hansen AS, Hørsholm, Danmark) i hver av såene. Temperaturen på 20°C ble holdt i minimum 20 timer frem til ysting neste dag. Før syrekulturen ble tilsatt ystekarene ble den rørt godt opp slik at gelnettverket som hadde dannet seg i løpet av inkubasjonen ble brutt. Syrekulturen fra de fire såene ble deretter overført til et melkespann og rørt godt sammen slik at den skulle bli homogen før den ble tilsatt ystekarene.

3.3 Ysting

Forsøket besto av tre blokker (ystedager), hvor det hver gang ble ystet i fire ystekar av typen ASTA Eismann (6mbH, 12958, 2014, Becum, Tyskland). I hvert av karene ble det produsert 6 oster på ca. 5 kg. Rekkefølgen på hvilken faktorkombinasjon som ble ystet i de ulike ystekarene ble randomisert for å unngå systematiske feil. Figur 3 viser flytskjema for de fire faktorkombinasjonene som ble brukt i forsøket.



Figur 3. Flytskjema for de fire faktorkombinasjonene som ble brukt under ystingsforsøkene. Temperaturen ved ulike trinn i prosessen er angitt i gule sirkler.

3.3.1 Ysting av kontrolløst

Ystekaret ble fylt med ca. 300 L skummet melk. Det ble deretter tilsatt fløte inntil ønsket fettprosent var oppnådd. Den ønskede fettprosenten ble beregnet ut i fra et ønsket forhold mellom fett og kasein på 1,05. Etter justering av fettprosent ble temperaturen i PU økt til pasteuriseringstemperatur (63°C). Etter pasteuriseringstemperaturen var nådd ble temperaturen senket til formodningstemperatur (30°C). For KU ble pasteuriseringstrinnet utelatt, og temperaturen ble økt direkte til formodningstemperatur (30°C). Resten av ysteprosessen var den samme for de to kontrollene. Etter at ystemelken hadde nådd formodningstemperaturen på 30°C ble syrekulturen (1,5 %) tilsatt. Etter 30 minutter formodning ble det tilsatt 9,38 mL løpe per kg kasein til ystemelken. Løpen som ble brukt var CHY-MAX®Plus (Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Danmark). Etter en koagulerings- og røringstid på henholdsvis ca. 90 og ca. 60 minutter for KU og PU ble den tilstrekkelig koagulerte ystemelken skjært og rørt i henhold til programmet for skjæring 1 og røring 1 vist i Tabell 2. Det ble deretter fjernet 40 % myse fra ystekarene. Dette ble erstattet med like mye pasteurisert ystevann som holdt 42°C. Det ble deretter skjært og rørt i henhold til skjæring 2 og etterrøring i Tabell 2. Under etterrøringen ble det holdt en temperatur på 39°C. I løpet av dette trinnet ble det også tilsatt 7,5 g natriumnitrat per 100 L ystemelk.

Ostemassen ble deretter overført fra ystekaret til et forpressekar, hvor hele ostekaken ble presset ved 1,5 bar i 15 minutter ved hjelp av et presselement (Norgren, Oslo, Norge). Under forpressingen var ostemassen hele tiden dekket av myse. Mysen ble deretter fjernet fra forpressekaret, og den pressede ostemassen ble delt opp i 6 tilnærmet like store biter. Disse ble plassert i hver sin runde osteform (Laude, Ter Ampel, Nederland). I osteformen ble ostebitene først presset ved 1,5 bar i 15 minutter. Deretter ble trykket økt til 2 bar og ostene presset i 60 minutter. Etter pressingen ble ostene tatt ut av formene og merket med dagnummer, årstall og ystekar-identifikasjon. Ostene ble så lagt i kaldt vann inntil de skulle legges i saltlake. Dette ble gjort for å kontrollere saltlaketiden slik at alle ostene kunne tas ut ved samme tidspunkt neste dag. Kontrolløstene lå i saltlake i 10 timer (11°C, 22°Be, med pH 5-5,3).

Tabell 2. Skjære- og røreprogrammet som ble brukt for kontrollkarene.

Skjæring 1		Røring 1		Skjæring 2		Etterrøring	
Tid	Hastighet	Tid	Hastighet	Tid	Hastighet	Tid	Hastighet
40 sek	2.5	2 min	3	1 min	7	5 min	7
1.30 min	4	10 min	4	2.5 min	9	30 min	7
2.20 min	6	13 min	5				
3.30 min	8						

3.3.2 Ysting av ost fra retentat

Ystekaret ble fylt med ca. 225 L MF/DF retentat, og deretter tilsatt fløte inntil ønsket fettprosent var oppnådd. Dette ble beregnet ut i fra et ønsket forhold mellom fett og kasein på 1,1. Deretter ble temperaturen i PF økt til pasteuriseringstemperatur (63°C), før den ble senket til formodningstemperatur (30°C). For KF ble dette trinnet utelatt og temperaturen ble økt direkte til formodningstemperatur. Resten av ysteprosessen var den samme for begge faktorkombinasjonene med retentat.

Det ble tilsatt syrekultur (1,5 %) til ystemelken, og etter en formodningstid på 30 minutter ble det tilsatt 9,38 ml løpe per kg kasein. Når ystemelken var tilstrekkelig koagulert ble det skjært og rørt i henhold til programmet for skjæring og røring i Tabell 3. Koaguleringen tok ca. 20 minutter for KF og ca. 15 minutter for PF. Etter røring i 25 minutter ble temperaturen i ystekarene økt til 38°C og programmet for etterrøring i Tabell 3 ble fulgt. I løpet av dette prosesstrinnet ble natriumnitrat (7,5 g per 100 L ystemelk) tilsatt. Ostemassen ble deretter overført til forpressekaret. På grunn av mindre myse i retentatkarene var det på forhånd tilsatt 50 L pasteurisert vann slik at all ostemassen ble liggende under mysen. Her ble den presset, før den ble oppdelt, presset i runde osteformer og merket. Disse trinnene var identiske som de beskrevet for kontrollkarene. MF/DF-ostene ble lagt i saltlake i 17 timer. Saltetiden baserer seg på forsøk gjort av Haugerud (2017).

Tabell 3. Skjære- og røreprogrammet som ble brukt for ystekarene med retentat.

Skjæring		Røring		Ettterrøring	
Tid	Hastighet	Tid	Hastighet	Tid	Hastighet
40 sek	2.5	25 min	6-7	5 min	6-7
1.30 min	4			30 min	6-7
2.20 min	6				
3.30 min	8				

3.3.3 Prøvetaking under ysteprosessen

For å kunne beregne mengden fløte og løpe som skulle tilsettes ystekarene ble sammensetningen til både fløte, skummetmelk og MF/DF retentat analysert ved hjelp av en MilkoScan™FT1 FTIR-maskin (FOSS, Hillerød, Danmark). Denne ble også brukt til å finne sammensetningen til ystemelken.

Underveis i ysteprosessen ble det tatt ut prøver av ystemelk og myse ved hjelp av bulkotestflasker (SKALA prosessteknikk, Oslo, Norge). Disse ble enten analysert samme dag eller frosset ned for senere analyse. I tillegg til prøveuttakene ble volum av ystemelk, og vekt av silost og ferdig presset ost før og etter saltlake registrert. Tabell 4 viser en oversikt over disse registreringene, samt en oversikt over prøveuttakene som ble gjort underveis i ysteprosessen og hvilke analyser disse senere ble brukt til.

Tabell 4. Prøveuttakene og registreringene som ble utført underveis i ystingen.

Prosesstrinn	Vekt/volum	pH	FTIR	Formagraf	Tørrstoff	Protein	Organiske syrer og karbohydrater	Mikrobiologisk analyse
Skummet melk			X					
Retentat			X					
Fløte			X					
Ystemelk	X	X	X	X		X	X	X
Ystemelk etter tilsetning av syre		X						X
Første myseavtapp						X		X
Myseavtapp i forpress		X	X		X	X	X	X
Ost etter press		X						
Silost	X							
Ost før saltlake	X							
Ost etter saltlake	X							

Det ble gjort kontinuerlige pH-målinger med et kalibrert pH-meter av typen PHM 210 (Radiometer Analytical SAS, Villeurbanne Cedex, Frankrike). Mikrobiologiske prøver ble satt på is slik at de holdt seg kjølig frem til de ble opparbeidet og sådd ut senere på ystingsdagen. Prøvene som skulle analyseres i formagraf ble tatt ut rett før syretilsetning og sto i romtemperatur frem til de ble opparbeidet og analysert senere samme dag. De resterende bulkotestflaskene som skulle benyttes til ulike kjemiske analyser ble fryst ned frem til senere analysetidspunkt. Prøvene ble tint på kjølerom over natten før analyse.

3.3.4 Etterbehandling og lagring av ostene

Dagen etter ysting ble ostene tatt opp av saltlaken. De ble lagt på et stativ slik at væsken kunne renne av, før de ble plassert på forlager. Forlageret holdt en temperatur på 11°C og hadde 65 % luftfuktighet. Her ble ostene snudd hver dag. For å beskytte mot uttørking og muggdannelse ble de dekket med to lag CHESKA-WL plastemulsjon med 0,025 % natamysin (CSK FOOD Enrichment B. V. Leeuwarden, Nederland) på hver side når de hadde blitt tilstrekkelig tørre på overflaten. Etter 10 dager på forlager ble ostene flyttet over på gjæringslager som holdt en temperatur på 19°C og hadde

en luftfuktighet på 70 %. Også på gjæringslageret ble ostene snudd hver dag. Etter 3 uker ble de flyttet over til modningslager som holdt en temperatur på 3,5°C. Ostene ble vakuumpakket i semipermeable vakuumposer (Seald Air CRYOVAC®) ved hjelp av vakuummaskin. På modningslager ble ostene snudd en gang i uka.

3.3.5 Avvik under ysting

3.3.5.1 Ysteblokk 1

Det ble gjort feil ved oppsamling av silost fra forpresskar slik at vekten fra KU muligens ble høyere og vekten fra PF lavere enn reelt.

Det ble i ettertid av ystingen i blokk 1 oppdaget at pH-meteret som ble brukt underveis (Thermo Scientific™ Orion Star™ A211 pH Benchtop Meter, Thermo Fisher Scientific Inc.) viste feilaktige verdier. pH i ystemelk ble målt på nytt med PHM 92 Standard pH-meter (Radiometer Analytical SAS, Villeurbanne Cedex, Frankrike), men resten av målingene kunne ikke benyttes og det finnes derfor kun pH-resultater av ystemelk fra prosessen i blokk 1.

Det ble glemt å veie ostene fra KF og PF før saltlake.

3.3.5.2 Ysteblokk 2

Ingen avvik

3.3.5.3 Ysteblokk 3

Avtapp til forpressekar av KU og KF ble gjort samtidig, noe som resulterte i at KF ble liggende uten press inntil KU var ferdig i forpressa (ca. 15 min).

3.4 Analyser

3.4.1 Prøvetakingsplan for ost

Det ble gjort analyser av den ferdige osten ved tre tidspunkt. Ostene ble først analysert samme dag som de ble tatt opp av saltlake (ferskost). De ble også analysert når de var modnet i 5 uker. Det ble i tillegg utført sensorisk analyse og fettanalyse på 12 ukers ost av TINE ved Måltidets Hus i Stavanger.

Ved analyse av ferskost og 5 ukers ost ble ostene kuttet i biter og revet i et elektrisk rivjern av typen Sencor Electric Slicer & Grater med en riveskive av typen Fine grater. Det ble målt pH og analysert for tørrstoff samme dag. Prøvene til HPLC ble opparbeidet av revet ferskost som hadde ligget på kjølerom natten over og av ost modnet i 5 uker samme dag som den ble revet. Fra hver ost ble det fryst ned to syltetøyglass med revet ost som ble brukt til de videre kjemiske analysene. Før analysearbeidet ble disse prøvene satt til opptining på kjølerom natten over. Tabell 5 viser en oversikt over hvilke analyser som ble utført av ostene ved hvert uttak.

Tabell 5. Analysene som ble utført av ferskost, ost modnet i 5 uker og ost modnet i 12 uker.

Osteuttak	pH	Tørrestoff	Protein	Fett	Mineraler	Organiske syrer og karbohydrater	Mikrobiologi	Sensorikk
Ferskost	X	X	X	-	X	X	X	-
5 uker	X	X	-	-	-	-	-	-
12 uker	-	-	-	X	-	-	-	X

3.4.2 Kjemiske analyser

Alle de kjemiske analysene med unntak av fettanalysene ble foretatt på laboratoriet til forskningsgruppen for Meieriteknologi og Matkvalitet ved KBM (NMBU). Fettanalysene ble utført av TINE ved Måltidets Hus.

3.4.2.1 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Det ble brukt en MilkoScan™FT1 FTIR (FOSS, Hillerød, Danmark) med programvaren MSC FT1, versjon 4.0.2.28 (FOSS, 2014) for å måle innholdet av fett, protein, kasein og laktose i skummet melk, retentat, fløte og ystemelk.

3.4.2.2 pH

I løpet av ystingen ble det foretatt kontinuerlige pH-målinger ved hjelp av PHM 210 Standard pH-meter (Radiometer Analytical SAS, Villeurbanne Cedex, Frankrike). På ystingsdagen ble pH i den ferdig pressede osten målt direkte i osten. For ferskosten og osten som var modnet i 5 uker ble pH-målingene gjort i en opparbeidet prøve. Det ble veid inn 25 g revet ost i et «Ola-beger». Det ble deretter tilsatt 10 mL destillert vann, og pH ble målt etter ca. 30 minutter. Disse prøvene ble målt med et pH-meter av typen PHM 92 Standard pH-meter (Radiometer Analytical SAS, Villeurbanne Cedex, Frankrike).

3.4.2.3 Formagraf

Koaguleringssegenskapene til ystemelken ble undersøkt med en formagraf (FOSS, Via Belgio, Italia) i henhold til metoden beskrevet av McMahon og Brown (1982). Prøven sto i romtemperatur fra prøveuttaket ble utført til analysetidspunktet senere samme dag. Det ble tilsatt 10 mL av prøven til brønnen i formagrafen. Prøvene ble deretter varmet opp til 32°C, før de ble tilsatt 200 µL løpe av typen CHY-MAX®Plus (Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Danmark) fortynt 1:50 med acetatbuffer (pH 5,6). Prøvene ble deretter blandet godt og satt inn i formagrafen som ble programmert til å måle i 60 minutter ved 32°C. Formagrafen registrerte følgende verdier: tiden fra løpe ble tilsatt til melken begynte å koagulere (rennet clotting time, RCT; min), tiden det tok fra koaguleringen startet til

koagelet hadde en fasthet hvor avstanden mellom kurvene var 20 mm (curd-firming time, K20; min) og gelfasthet etter 30 minutter (curd firmness, A30, mm). To paralleller ble analysert av alle prøvene.

3.4.2.4 Tørrstoff

Tørrstoffinnholdet i ferskost og ost modnet i 5 uker ble analysert i henhold til IDF standard 4:2004 (ISO/IDF, 2004a). Tørrstoffinnholdet i mysa ble analysert i henhold til IDF standard 58:2004 (ISO/IDF, 2004b). Det ble veid inn ca. 5 g av både myseprøver og osteprøver.

3.4.2.5 Fett

Fettinnholdet i modnet ost ble analysert av TINE ved Måltidets Hus i Stavanger. Fettanalysen ble gjennomført i henhold til IDF standard 222:2008 (ISO/IDF, 2008). På grunn av samordning ved Måltidets Hus ble fettanalysen av ostene fra blokk 1 utført etter modning i 13 uker, mens ostene fra blokk 2 og blokk 3 ble analysert etter henholdsvis 12 og 11 ukers modning. Videre i oppgaven omtales dette som 12 ukers ost.

3.4.2.6 Total og løselig nitrogen

Det ble analysert for både total nitrogen og løselig nitrogen i ferskosten. Prøveopparbeidelsen og analysene ble gjennomført i henhold til IDF standard 20B:1993 (IDF, 1993). Det ble også analysert for total nitrogen i ystemelk, første myseavtapp fra kontrollkar og myse fra forpress. Disse ble opparbeidet etter (IDF, 2001) De opparbeidede prøvene ble oppsluttet på en Tecator™ Digestor (Foss Analytical AB, Höganäs, Sverige) og destillert i Kjeltec™ 8400 Analyser unit (Foss, Hillerød, Danmark). Destilleringsapparatet gjengav resultatene i ml titer som var ferdig korrigeret ut i fra blankprøvene. Innholdet av total nitrogen (%) og løselig nitrogen (%) ble deretter beregnet, og proteininnholdet (%) ble beregnet ut i fra beregnet innhold av total nitrogen (%) i prøvene. Utrengningsmetodene som ble benyttet er vist i vedlegg A.

3.4.2.7 Kapillærelektroforese

Det ble utført kapillærelektroforese på ystemelk, første myseavtapp fra kontrollkar, myse fra forpress og ferskost. Prøveopparbeidelsen av osteprøvene tok utgangspunkt i løsningen opparbeidet for total nitrogen i henhold til IDF standard 20B:1993 (IDF, 1993).

Kapillærelektroforesen ble utført i henhold til metode beskrevet av Heck et al. (2008) og Mestawet et al. (2014). Det ble overført ca. 45 mL av de flytende prøvene og osteløsningene til hvert sitt 50 mL falcon sentrifugeringsrør. Rørene ble sentrifugert (Thermo Scientific, Heraeus Multifuge X3R, Tyskland) ved 3500 rpm (2671 x g) ved 4°C i 30 minutter. Fettlaget som hadde lagt seg på toppen av røret ble fjernet ved hjelp av en bomullspinne, før rørene ble ristet godt. Deretter ble 600 µL av prøven overført til et eppendorf-rør, før 900 µL prøvebuffer ble tilsatt. Prøvebufferen ble preparert ved å tilsette 39,3 mg dithiothreitol (DTT; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) per 5 mL prøvebuffer. Prøvebufferen bestod av 167 mM hydroxymetyl-aminometan (TRIS; Sigma, USA), 42 mM 3-

morpholinopropansulphonic syre (MOPS, Sigma, USA), 67 mM etylendiamin-tetraeddiksyre dinatrium dihydrat (EDTA; Merck) og 17 mM D.L-ditiotretiol (DTT; Sigma, USA). Etter tilsetning av prøvebuffer ble prøvene mikset på en minishaker (Gene 2, Scientific Industries, New York, NY) i noen sekunder før de ble plassert på en «shaker-maskin» PSU-20i (BIOSA, EU). Etter en time ble eppendorf-rørene sentrifugert ved romtemperatur i en Eppendorf 5415D mikrosentrifuge (Eppendorf, Hamburg, Tyskland) ved 13 000 rpm (15,8 x g) i 3 minutter. Supernatanten ble trukket opp ved hjelp av en 10 mL sprøyte (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) og deretter filtrert gjennom et 0,2 µm cellulose acetat filter (VWR, USA) til et nytt eppendorf-rør. Prøven ble deretter fryst ned ved -20°C for senere analyse.

De fryste prøvene ble tint og 100 µL ble overført til egne prøverør. Prøverørene ble deretter tilsatt 700 µL prøvebuffer som beskrevet av Miralles et al. (2001) (prøvebuffer nr. 4). Til slutt ble prøvene analysert på et Agilent G1600 AX (Tyskland) kapillærelektroforese apparat.

3.4.2.8 Mineraler

3.4.2.8.1 Askeinnhold

Det ble veid inn ca. 5 g ost i en ren og tørr porselensdigel. Osten ble deretter dampet inn til tørrhet og forkullet over en gassbrenner, før prøvene ble satt i muffelovn (Carbolite, Sheffield, England) ved ca. 650°C inntil prøven var forasket. Prøvene ble til slutt avkjølt i eksikator og veid på nytt.

3.4.2.8.2 Kalsium

Innholdet av kalsium i ferskosten ble analysert. Utgangspunktet for prøveopparbeidelsen var askeprøven fra analysen av askeinnhold. Digen med askeprøven ble tilsatt 10 mL 1 M HCL, før løsningen ble kvantitativt overført til en 200 mL målekolbe. Målekolben ble etterfylt med destillert vann. Deretter ble 25 mL homogen løsning overført til en erlenmeyerkolbe, før 20 mL bufferløsning (1 M NH₄Cl : 5 M NH₄OH, pH 10,2) ble tilsatt. Løsningen ble deretter tilsatt en spatelspiss Eriochrome Svart T, før den ble plassert i vannbad for at temperaturen i løsningen skulle øke og reaksjonen skulle bli mer stabil. Løsningen ble til slutt titrert med EDTA-løsning ved bruk av en doseringsmaskin av typen 876 Dosimat plus (Metrohm, Sveits) inntil den hadde en stabil blå farge. Analysemetoden for kalsium er også beskrevet av Visser (1976). Følgende formel ble benyttet for å regne ut innholdet av kalsium i osten:

$$\text{Kalsium i ost (\%)} = \frac{\text{mL forbruk av EDTA} \cdot 0,4 \cdot 8 \cdot 100}{\text{Vekt av innveid ost (mg)}} \quad [2]$$

3.4.2.9 Organiske syrer og karbohydrater

Innhold av organiske syrer og karbohydrater ble analysert ved bruk av HPLC (high performance liquid chromatography). Analysen ble foretatt på melk- og myseprøver tatt underveis i ystingsprosessen etter metode beskrevet av Grønnevik et al. (2011) og av ferskost etter metode beskrevet av Skeie et al. (2008).

Det ble veid inn 1,00 g av melke- og myseprøvene i et 10 ml rør. Prøvene ble deretter tilsatt 2,5 ml ionebyttet vann, 200 µl 0,5 M H₂SO₄ (Merck, Tyskland) og 8 ml acetonitril (Merck). Etter tilsetning av acetonitril ble prøvene ristet for hånd, og deretter satt i en MultiRS-60 BIOSAN vendemaskin (Montebello Diagnostics A/S, Oslo, Norge) i 30 min. Prøvene ble sentrifugert ved romtemperatur i 15 minutter ved 1470 x g (3400 rpm) i en Kubota 2010 sentrifuge (Kubota Corporation, Tokyo, Japan).

For osteprøvene ble det veid inn 2,00 g revet ferskost i et 50 ml rør. Prøvene ble tilsatt 5,0 ml ionebyttet vann, 700 µl 0,5 M H₂SO₄ (Merck, Tyskland) og 20 ml acetonitril (Merck). Deretter ble prøvene ristet for hånd, og satt i en vendemaskin (Multifix) i 30 min. Prøvene ble så sentrifugert ved romtemperatur i en Gerber sentrifuge ved 1100 rpm i 15 minutter.

De følgende trinnene var lik for både melke-, myse- og osteprøvene. Supernatanten etter sentrifugering ble trukket opp i en 10 mL sprøyte (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) med en engangskalkyle på 0,8 x 40 mm (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) og filtrert over i et HPLC-rør gjennom en 0,2 µm PTFE Membran (Acrodisc CR 13 mm Syringe Filter, PALL, Storbritannia).

Etter prøveopparbeidelsen ble prøvene analysert ved hjelp av et HPLC-instrument Agilent Technologies 1260 Infinity II (Agilent Technologies, Singapore), bestående av pumpe (Agilent Technologies), autosamler (Agilent Technologies), kolonneovn (Agilent Technologies), DAD-UV detektor (Agilent Technologies), og RI-detektor (Agilent Technologies). Programvaren som ble benyttet var OpenLab CDS (Agilent Technologies). 25 µl av prøven ble injisert og separert med en Aminex HPX-87H kolonne (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA). For beskyttelse av kolonnen ble prøvene først kjørt gjennom en forkolonne av typen Cation-H refill (Bio Rad Laboratories). Kolonnetemperatur var satt til 32 °C. Den mobile fasen som ble benyttet var 5 mM H₂SO₄ (Merck), med en hastighet på 0.4 mL/min.

Standardløsninger for kalibrering ble preparert på samme måte som prøvene som ble analysert, og komponentene i prøvene ble identifisert og kvantifisert på bakgrunn av retensjonstid sammenlignet med standardløsningene. Karbohydrater benyttet til standardløsning var maltose, fruktose, laktose, glukose og galaktose (Merck) og av organiske syrer ble sitronsyre, orotinsyre, pyrodruesyre, ravsyre, melkesyre, maursyre, eddiksyre, urinsyre, propionsyre og pyro-glutaminsyre (Sigma-Aldrich, Kina)

benyttet til standardløsninger. Karbohydratene og eddiksyre ble detektert ved hjelp av en RI-detektor, mens organiske syrer ble detektert ved hjelp av en DAD-UV detektor.

3.4.3 Mikrobiologisk analyse

Det ble utført mikrobiologiske analyser av prøvene fra ysteprosessen og av ferskost for å undersøke vekst av laktokokker og koliforme bakterier. For å undersøke vekst av laktokokker ble det brukt M17 agar med laktose (Merck, Darmstadt, Tyskland). Det ble brukt VRBA (Violet Red Bile lactose agar) (Oxoid Limited, Hampshire, United Kingdom) for å undersøke vekst av koliforme bakterier. Tabell 6 viser en oversikt over hvilken mikrobiologisk analyse som ble utført på de ulike prøveuttakene.

Tabell 6. Mikrobiologiske analyser som ble utført på de ulike prøveuttakene fra ysteprosessen og ferskost.

Prøveuttak	M17	VRBA
Ystemelk	X	X
Ystemelk etter syretilsetning	X	-
1. myseavtapp*	-	X
Myseavtapp fra forpress	-	X
Ferskost	X	X

* Mikrobiologisk analyse av 1. myseavtapp ble kun utført på kontrollkarene

De flytende prøvene ble sådd ut direkte eller fortynnet med 9,9 mL Ringers løsning før utsåing. Prøveopparbeidelsen av osteprøvene ble gjort i henhold til IDF standard 50C:1995 (IDF, 1995). Fra den opparbeidede løsningen ble prøven sådd ut eller fortynnet videre med 9,9 mL Ringers løsning før utsåing. Skålene for M17 ble inkubert ved 30°C i 2 døgn, mens skålene for VRBA ble inkubert ved 37°C i 1 døgn før avlesning.

3.4.4 Osteutbytte

Det faktiske utbyttet for hver av de fire faktorkombinasjonene ble beregnet ved hjelp av en modifisert versjon av Van Slyke's formel for faktisk utbytte. Følgende formel ble benyttet:

$$\text{Faktisk utbytte} = \frac{0,93\% F + \% C}{100 - W} * 100 \quad [3]$$

der F = fett i ystemelk, C = kasein i ystemelk og W = fuktighet i ost.

Det ble også beregnet hvor store andeler av det opprinnelige proteininnholdet i ystemelken som ble beholdt i osten, og hvor stor andel som ble med i mysa ved avtapp. Beregningene ble gjort etter følgende formler:

$$\% \text{ protein beholdt i ost} = \frac{\text{vekt av ost (kg)} * \text{proteininnhold}}{\text{vekt av ystemelk(kg)} * \text{proteininnhold} + \text{vekt av syrekultur (kg)} * \text{proteininnhold}} * 100 \quad [4]$$

$$\% \text{ protein med myse} = \frac{\text{vekt av myse (kg)} * \text{proteininnhold}}{\text{vekt av ystemelk (kg)} * \text{proteininnhold} + \text{vekt av syrekultur (kg)} * \text{proteininnhold}} * 100 \quad [5]$$

Volum (L) av ystemelk, syrekultur og 1. myseavtapp ble registrert. Dette ble omgjort til vekt ved å multiplisere med tettheten til henholdsvis melk ($\rho = 1,029 \text{ kg/L}$) og myse ($\rho = 1,025 \text{ kg/L}$) (Walstra et al., 2006). Vekten av myseavtapp til forpress ble beregnet ut i fra vekt av ystemelk og ost, hvor ostevekten er fra veiing etter saltlake. Myse fra kontrollene omfatter både 1. myseavtapp og myse fra forpress.

3.4.5 Sensorisk analyse

Det ble utført egenskapsbedømmelse og beskrivende sensorisk analyse av modnet ost av TINE ved Måltidets Hus i Stavanger. På grunn av samordning ved Måltidets Hus ble den sensoriske analysen av ostene fra blokk 1 utført etter modning i 13 uker, mens ostene fra blokk 2 og blokk 3 ble evaluert etter henholdsvis 12 og 11 ukers modning. Videre i oppgaven omtales dette som 12 ukers bedømmelse. Ostene ble delt i to, og egenskapsbedømmelsen og den beskrivende analysen ble utført på hver sin halvdel av osten.

Egenskapsbedømmelsen ble utført den 9. april (2018) av fire trente dommere ansatt ved TINE FoU etter en Norvegia norm. Prosedyren for egenskapsbedømmelse av ost og kvalitetskarakteristikken for Norvegia er beskrevet av Kraggerud et al. (2012). Egenskapen «ytre utseende» ble ekskludert fra denne prosedyren ettersom dommerne ikke var trent for bedømmelse av runde oster og oster dekket med plastemulsjon.

Den beskrivende sensoriske analysen ble utført 11. april (2018). Analysene ble utført av seks trente dommere ansatt ved TINE FoU. Til å begynne med ble to av ostene valgt ut som referansepunkter slik at dommerne kunne kalibrere seg i fellesskap ved å diskutere egenskaper og poenggiving. Den beskrivende analysen ble utført slik som beskrevet av Kraggerud et al. (2008). Rådataene ble behandlet hos TINE ved bruk av programvaren Eye Question (Logic8, Wageningen, Nederland).

3.4.6 Statistiske analyser

For å undersøke effekten blokk, filtrering og behandling av ystemelk etter kjølelagring hadde på utbytte og de kjemiske og sensoriske analysene ble det utført variansanalyse i form av ANOVA i statistikkprogrammet R, versjon 3.4.3 (©2017 The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Østerrike). Det ble benyttet lineær modell type 2 og signifikansnivå med p-verdi $<0,05$. Ved signifikant effekt ble nullhypotesen forkastet. Modellen som ble benyttet, samt nullhypotese og alternativhypotese er vist i Figur 4.

Modell:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + \varepsilon_{ijk}$$

Der: Y_{ijk} = respons

μ = gjennomsnittlig respons

A_i = effekt av blokk, $i = 1, 2, 3$ (blokk 1, blokk 2, blokk 3)

B_j = effekt av filtrering, $j = 1, 2$ (MF/DF, kontroll)

C_k = effekt av behandling etter kjølelagring, $k = 1, 2$ (behandlet, ubehandlet)

ε_{ijk} = uforklart variasjon, NID ($0, \sigma^2$)

Nullhypotese og alternativhypotese:

Effekt av blokk: $H_0: A_i = 0$, H_1 : minst en $A_i \neq 0$

Effekt av filtrering: $H_0: B_j = 0$, H_1 : minst en $B_j \neq 0$

Effekt av behandling etter kjølelagring: $H_0: C_k = 0$, H_1 : minst en $C_k \neq 0$

Figur 4. Modellen som ble benyttet for ANOVA, nullhypotese og alternativhypotese for effekt av blokk, filtrering og behandling etter kjølelagring.

For organiske syrer og karbohydrater og den sensoriske analysen ble det i tillegg til ANOVA også benyttet prinsippal komponent analyse (PCA) i statistikkprogrammet The Unscrambler®X V10.3 (CAMO Software AS, Oslo, Norge). For organiske syrer og karbohydrater ble variablene vektet ved at de ble delt på standardavviket. Dette ble ikke gjort for de sensoriske resultatene ettersom skalalengden for variablene var den samme.

4.0 Resultater

Forsøket ble utført for å undersøke effekten ystemelkens varmebehandling og kasein- og laktosejustering hadde på utbytte i ysteprosessen og på ostens kvalitet. Dette ble gjort ved å yste Gouda-type ost ved hjelp av fire ulike faktorkombinasjoner av de to forsøksfaktorene; KU (kald, ufiltrert ystemelk), PU (pasteurisert, ufiltrert ystemelk), KF (kald, MF/DF ystemelk), og PF (pasteurisert, MF/DF ystemelk), for deretter å foreta ulike kjemiske og sensoriske analyser av ystemelk, myseavtapp og ost. Ystemelkens sammensetning og koaguleringssegenskaper ble undersøkt. Det ble også analysert for pH ved gitte intervaller i ysteprosessen. Ystemelk, myse og ferskost ble analysert for tørrstoff, proteininnhold, løselig nitrogen, innhold av ulike kaseiner og myseproteiner, innhold av organiske syrer og karbohydrater og mineraler. Resultatene fra de kjemiske analysene gav utgangspunktet for beregning av utbytte. Det ble foretatt sensorisk analyse og fettanalyser av 12 ukers ost. Statistiske analyser ble gjort på alle resultatene, hvor effekten av blokk, filtrering og behandling av ystemelken etter kjølelagring ble undersøkt. De viktigste resultatene er presentert i resultatdelen og rådata finnes i vedlegg.

4.1 Ystemelkens sammensetning

For at den ferdige osten skulle få et fettinnhold på 28 % ble det tilsatt fløte til skummet melken og MF/DF retentatet i ystekarene. Mengden fløte som ble tilsatt ble beregnet på bakgrunn av et ønsket forholdstall mellom fett/kasein på 1,05 i kontrollmelken og på 1,1 i retentatmelken. Tabell 7 viser det gjennomsnittlige innholdet av fett, protein, laktose og kasein, samt forholdet mellom fett og kasein og forholdet mellom protein og kasein i ystemelken målt ved hjelp av FTIR. En fullstendig oversikt over sammensetningen til ystemelken og forholdstallene mellom fett/kasein og protein/kasein for alle blokkene er fremstilt i vedlegg B.

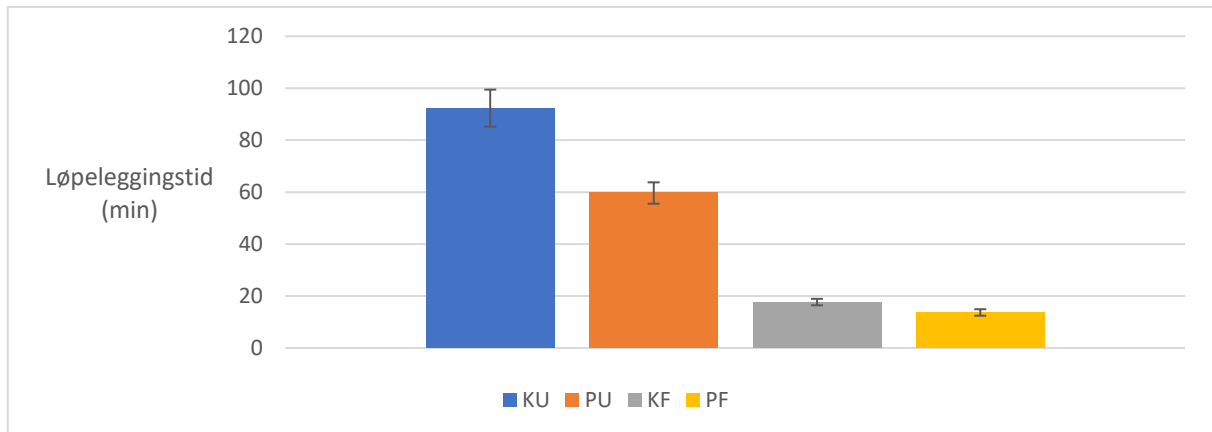
Tabell 7. Gjennomsnittlig innhold \pm SD av fett, protein, laktose, kasein og forholdstallet mellom fett og kasein og mellom protein og kasein i ystemelken til de ulike faktorkombinasjonene.

Faktor-kombinasjon	Fett	Protein	Laktose	Kasein	Fett/kasein	Protein/kasein
KU	2,66 \pm 0,03	3,51 \pm 0,05	4,68 \pm 0,01	2,59 \pm 0,03	1,03 \pm 0,02	1,36 \pm 0,00
PU	2,63 \pm 0,11	3,50 \pm 0,05	4,67 \pm 0,01	2,58 \pm 0,04	1,02 \pm 0,03	1,36 \pm 0,00
KF	3,48 \pm 0,08	4,33 \pm 0,09	3,78 \pm 0,05	3,18 \pm 0,06	1,09 \pm 0,01	1,36 \pm 0,00
PF	3,50 \pm 0,16	4,32 \pm 0,08	3,77 \pm 0,06	3,18 \pm 0,05	1,10 \pm 0,04	1,36 \pm 0,00

Tabell 7 viser at både fett-, protein- og kaseininnholdet var høyest i MD/DF-ystemelken. Forholdet mellom fett og kasein stemte relativt godt overens med det som var ønskelig. Resultatene fra FTIR viste at forholdet mellom protein og kasein var det samme for alle faktorkombinasjoner. Innholdet av laktose var høyest i den ufiltrerte ystemelken.

4.2 Koagulering

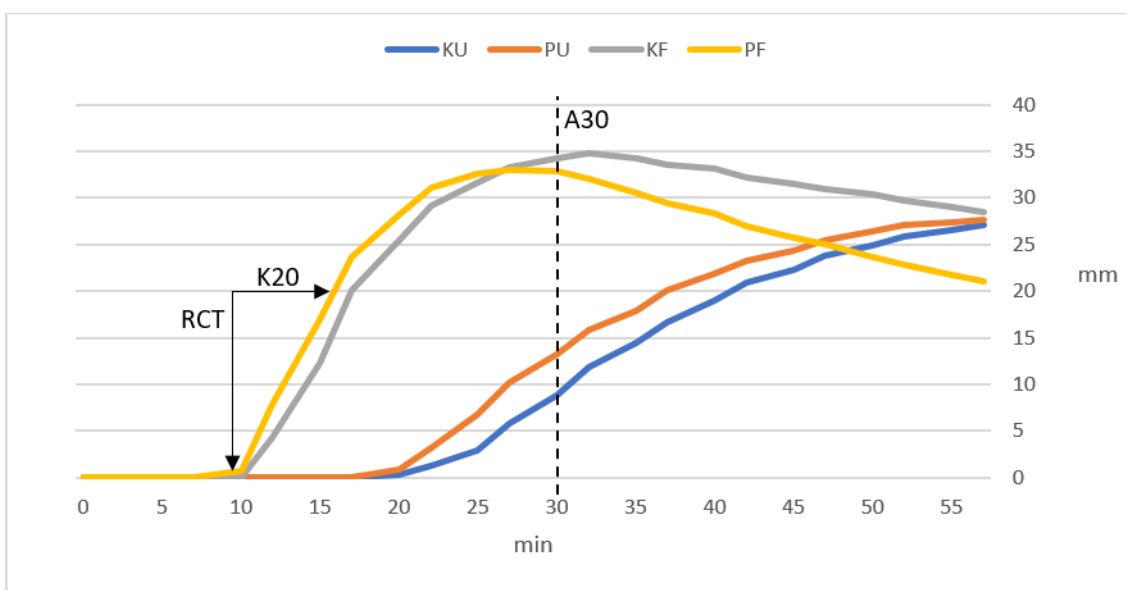
Tiden det tok fra løpe ble tilsatt ystekaret til skjæring av koagelet ble påbegynt, ble observert og registrert underveis i ystingen. En oversikt over den gjennomsnittlige løpeleggingstiden for hver faktorkombinasjon er vist i Figur 5. Oversikten over løpeleggingstiden for alle blokkene er vist i vedlegg C.



Figur 5. Gjennomsnittlig løpeleggingstid (min) \pm SD for de ulike faktorkombinasjonene.

Av Figur 5 kan man se at KU hadde den lengste gjennomsnittlige løpeleggingstiden (ca. 90 minutter). Løpeleggingstiden til PU (ca. 60 minutter) var også relativt mye lenger enn for MF/DF-ystemelken. Det tok henholdsvis ca. 20 minutter og ca. 15 minutter å løpelegge KF og PF. Det ble ved hjelp av ANOVA funnet signifikant effekt av både filtrering (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,97) og varmebehandling (p-verdi: $<0,001$) på løpeleggingstiden. Det ble også funnet signifikant interaksjonseffekt (p-verdi: $<0,01$).

Koaguleringssegenskapene til ystemelken ble også undersøkt ved hjelp av formagraf. Figur 6 viser en grafisk fremstilling av koaguleringsforløpet til de ulike faktorkombinasjonene. Tabell 8 viser en oversikt over gjennomsnittlig RCT (min), A30 (mm) og K20 (min). Disse punktene er også markert i Figur 6. En oversikt over RCT, A30 og K20 for alle blokkene er vist i vedlegg C. En detaljert oversikt over målingene gjort med formagraf er vist i vedlegg D.



Figur 6. Koaguleringsforløpet til de ulike faktorkombinasjonene målt på formagraf, samt markering av RCT (min), K20 (min) og A30 (mm).

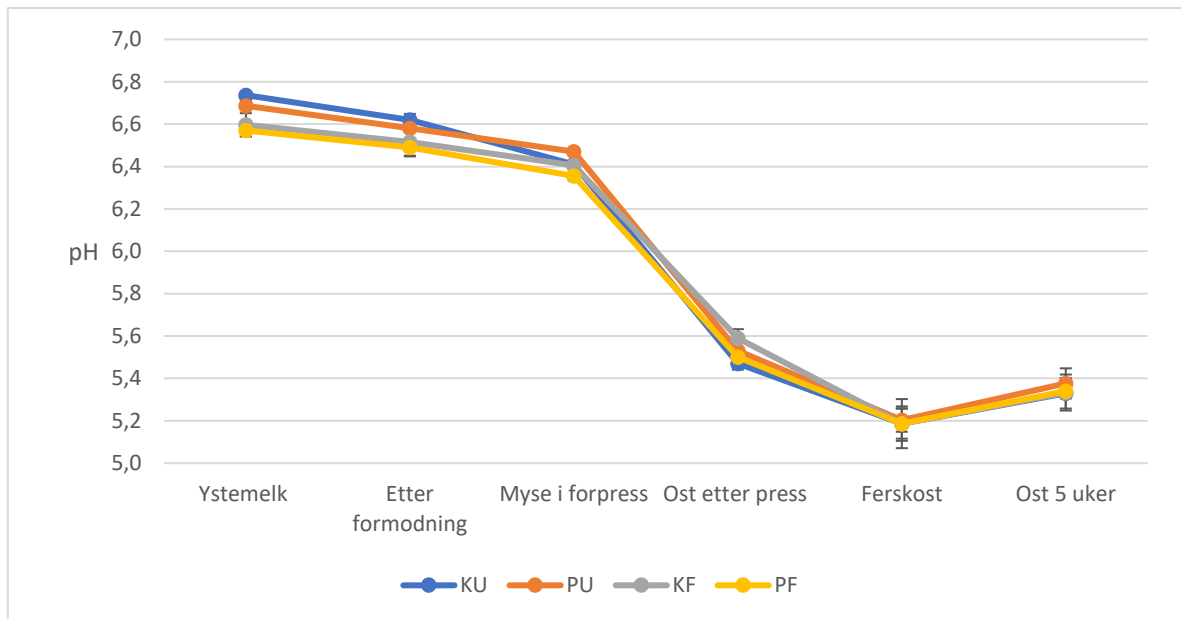
Tabell 8. Gjennomsnittlig RCT (min), A30 (mm) og K20 (min) \pm SD for de ulike faktorkombinasjonene.

Faktorkombinasjon	RCT (min)	A30 (mm)	K20 (min)
KU	23,58 \pm 1,70	9,45 \pm 2,57	19,50 \pm 6,39
PU	20,88 \pm 1,63	13,71 \pm 3,23	17,21 \pm 4,53
KF	11,79 \pm 1,46	34,35 \pm 3,75	5,33 \pm 0,58
PF	10,54 \pm 1,26	32,70 \pm 3,38	5,00 \pm 0,47

Ut i fra Figur 6 og Tabell 8 kan man se at koaguleringen startet tidligere i KF og PF enn i KU og PU (RCT). ANOVA viste at filtrering hadde signifikant effekt på RCT (p-verdi: <0,001, R^2 : 0,97). Det ble også funnet signifikant effekt av varmebehandling på RCT (p-verdi: <0,05), noe både Figur 6 og Tabell 8 også indikerer. Fastheten til koagelet fra MF/DF-systemelken økte raskere enn fastheten til koagelet fra kontrollsystemelken, og hadde dermed også kortere geldanningstid (K20). Det ble ved hjelp av ANOVA funnet signifikant effekt av filtrering på K20 (p-verdi: <0,001, R^2 : 0,86). Gelfastheten etter 30 minutters løpetid var høyere i KF og PF enn i KU og PU. ANOVA viste at filtrering hadde signifikant effekt på A30 (p-verdi: <0,001, R^2 : 0,98). Det ble funnet signifikant blokkeffekt på RCT og A30.

4.3 pH-utvikling

Det ble foretatt kontinuerlige pH-målinger i løpet av ysteprosessen. I tillegg ble det utført pH-målinger av ferskost og av ost modnet i 5 uker. Figur 7 viser den gjennomsnittlige pH-utviklingen for de ulike faktorkombinasjonene. En oversikt over alle pH-målingene som ble utført ved de ulike prosesstrinnene for alle blokkene er vist i vedlegg E.

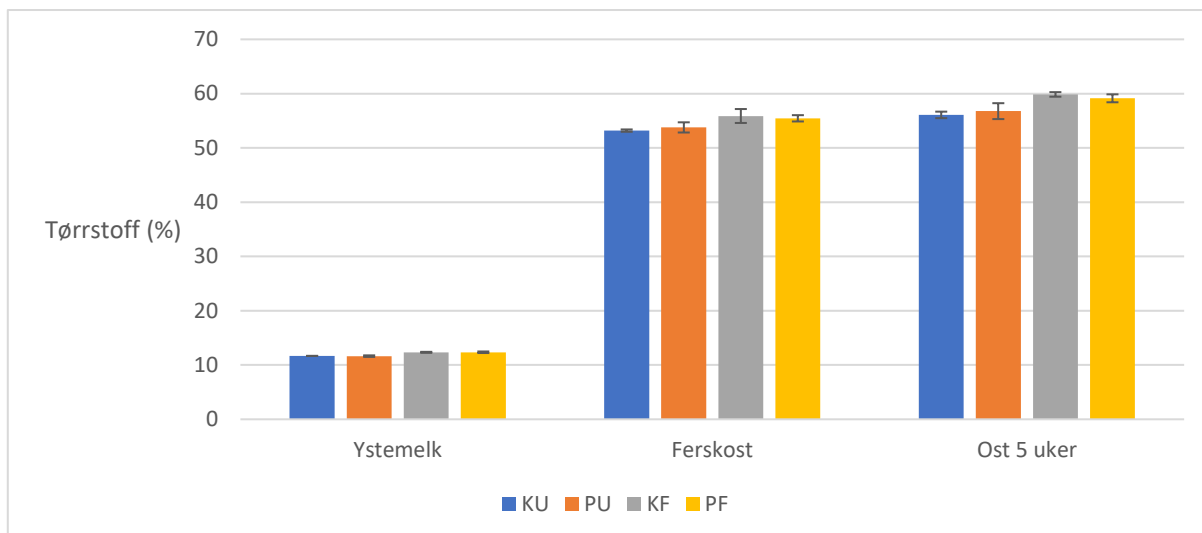


Figur 7. pH-utviklingen til de ulike faktorkombinasjonene tatt i løpet av ystingsprosessen og av ferskost og ost modnet i 5 uker.

Figur 7 viser at det var en reduksjon i pH for alle faktorkombinasjonene gjennom ysteprosessen. Ystemelken hadde pH verdier fra 6,55-6,75 og ANOVA viste at MF/DF-ystemelken hadde signifikant lavere pH-verdi enn kontrollystemelken (p -verdi $<0,001$, R^2 : 0,82). pH-verdiene i MF/DF-ystemelken hadde et relativt stort standardavvik, hvor blokk 1 og 3 var lavere enn blokk 2. De laveste pH-verdiene ble målt i ferskosten hvor gjennomsnittsverdiene lå på ca. 5,20. I osten modnet i 5 uker steg pH-verdiene til ca. 5,35. ANOVA viste ingen signifikante forskjeller ved andre prosesstrinn enn i ystemelken.

4.4 Tørrstoff

Det ble utført tørrstoffanalyser av ystemelk, myse i forpress, ferskost og ost modnet i 5 uker. Figur 8 viser det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet i ystemelken, ferskosten og 5 ukers ost for de ulike faktorkombinasjonene. På grunn av fortyningseffekten mysefortynningstrinnet hadde på kontrollene bidro ikke tørrstoffresultatene fra myse i forpress med informasjon om forskjellen mellom faktorkombinasjonene, og resultatene er derfor ikke presentert her. En oversikt over tørrstoffinnholdet ved alle prosesstrinnene for alle faktorkombinasjoner og blokker er vist i vedlegg F.



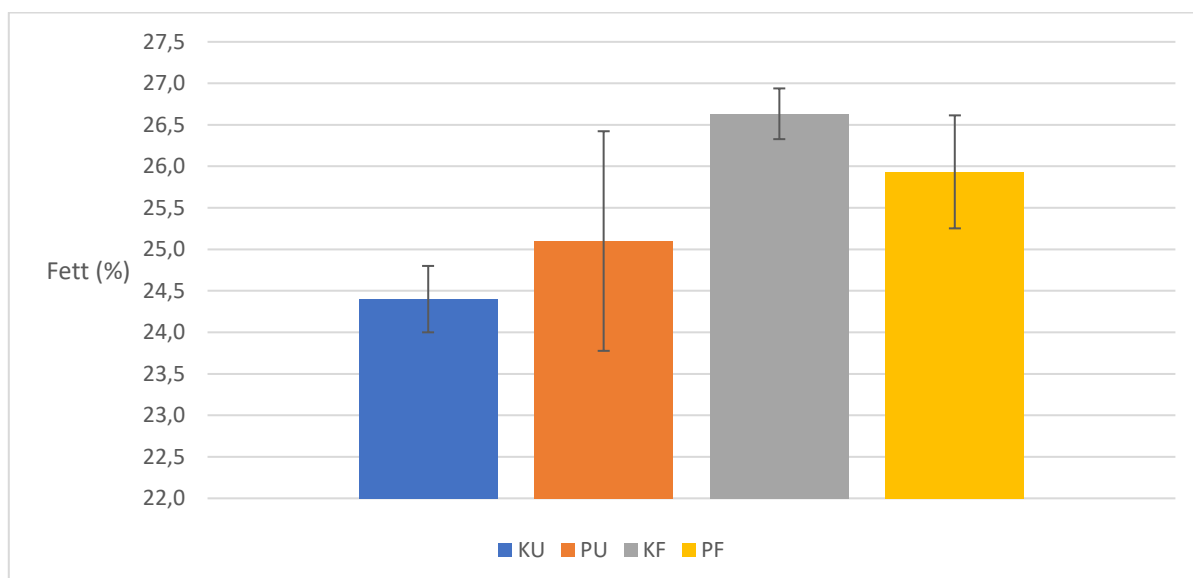
Figur 8. Gjennomsnittlig tørrstoffinnhold \pm SD i ystemelk, ferskost og ost modnet i 5 uker for de ulike faktorkombinasjonene.

Ut i fra Figur 8 kan man se at tørrstoffinnholdet i ystemelken var ca. 12 %. Osten som var modnet i 5 uker hadde noe høyere tørrstoffinnhold (ca. 56-60 %) enn ferskosten (ca. 54-56 %).

Signifikansnivåene fra ANOVA viste signifikant effekt av filtrering på tørrstoffinnholdet i ystemelken (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,97), i ferskosten (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,85) og i 5 ukers osten (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,86). Varmebehandling ble ikke funnet å ha signifikant effekt på tørrstoffinnholdet ved noen av prøveuttakene.

4.5 Fett

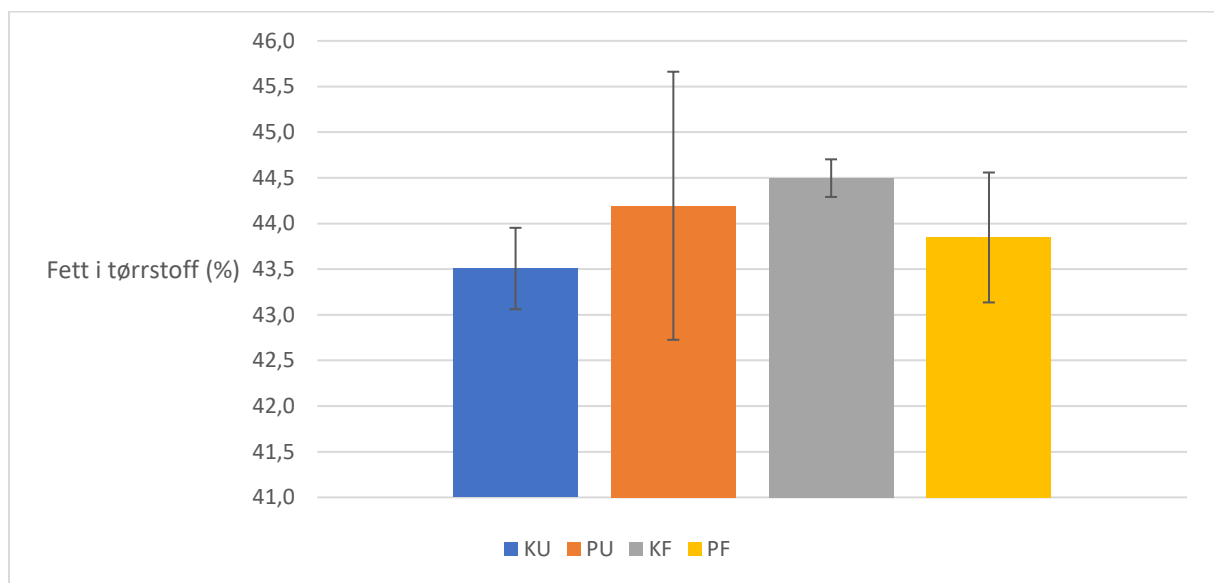
Fettinnholdet i 12 ukers ostene ble analysert av TINE ved Måltidets hus. Figur 9 viser det gjennomsnittlige fettinnholdet i ostene fra de ulike faktorkombinasjonene.



Figur 9. Gjennomsnittlig fettinnhold (%) \pm SD i 12 ukers ost for de ulike faktorkombinasjonene.

Figur 9 viser at det gjennomsnittlige fettinnholdet var høyest i KF-ostene (ca. 26,5 %), mens det gjennomsnittlige fettinnholdet i PF-ostene var litt lavere (ca. 26 %). Standardavviket for PF var større enn standardavviket for KF. Det gjennomsnittlige fettinnholdet i KU-ostene var lavere enn for alle de øvrige faktorkombinasjonene (ca. 24,5 %). Fettinnholdet i PU-ostene (ca. 25,0 %) var noe høyere enn for KU, men som Figur 9 viser var standardavviket relativt stort. Signifikansnivåene fra ANOVA viste at MF/DF-ostene hadde signifikant høyere fettinnhold (p -verdi: $<0,05$, R^2 : 0,52).

Andelen fett i tørrstoffet (%) til ostene fra de ulike faktorkombinasjonene ble beregnet ut i fra fettinnhold i 12 ukers ost og tørrstoffinnholdet i 5 ukers ostene som ble presentert i avsnitt 4.4.



Figur 10. Gjennomsnittlig fett i tørrstoff (%) \pm SD for de ulike faktorkombinasjonene. Utgangspunktet for beregningene er fettinnholdet i 12 ukers ost og tørrstoffinnholdet i 5 ukers ost.

Figur 10 viser at den gjennomsnittlige andelen fett i tørrstoff var høyest for KF (ca. 44,5 %) og noe lavere i PU (ca. 44,2 %). Standardavviket for PU var relativt stort. Lavest gjennomsnittlig fett i tørrstoff var i ostene fra KU (ca. 43,5 %). En oversikt over fettinnholdet i 12 ukers ost og andelen fett i tørrstoff for alle faktorkombinasjoner og blokker er vist i vedlegg G.

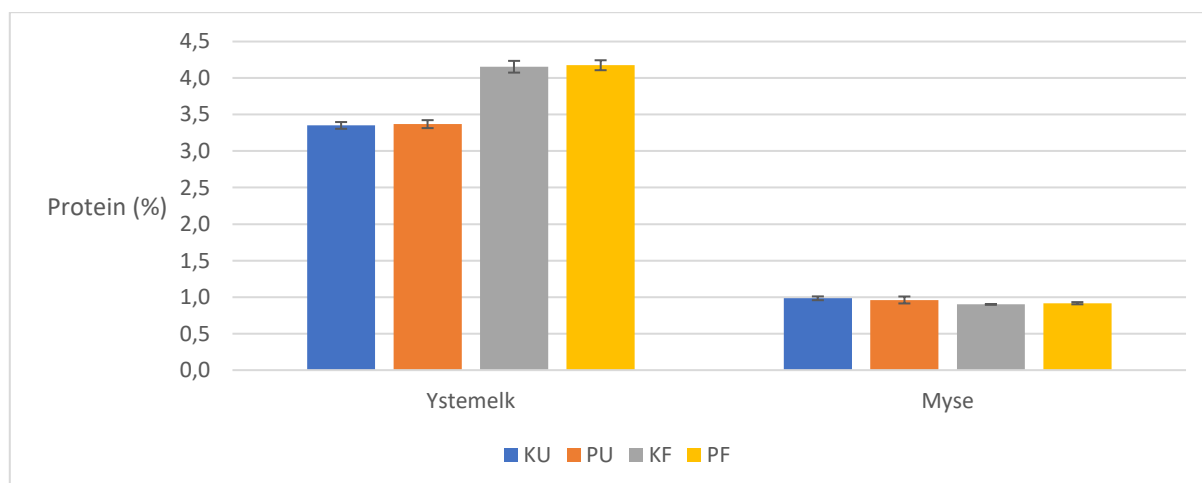
4.6 Protein

Ystemelk, myse og ferskost ble analysert for innhold av protein. På grunn av fortynningseffekten av mysa til kontrollene under mysefortynningstrinnet er 1. myseavtapp for kontrollene sammenlignet med myse fra forpress for MF/DF. Prøvene omtales videre som myse. Tabell 9 viser signifikansverdiene fra ANOVA for effekten av blokk, filtrering og varmebehandling på proteininnholdet ved de ulike prosessstrinnene.

Tabell 9. Signifikansverdier fra ANOVA som viser effekt av blokk, filtrering og varmebehandling på proteininnholdet i ystemelk, myse og ferskost.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Varmebehandling (p-verdi)	R ²
Ystemelk	<0,01	<0,001	n.s.	0,99
Myse	n.s.	<0,01	n.s.	0,60
Ferskost	<0,05	n.s.	n.s.	0,50

Tabell 9 viser at filtrering bidro til signifikant høyere proteininnhold i både ystemelken og mysa. Det ble ikke funnet signifikant effekt av forsøksfaktorene på proteininnholdet i ferskosten, og varmebehandling hadde ingen effekt på proteininnholdet ved noen av prosessrinnene. I Figur 11 er det gjennomsnittlige proteininnholdet i ystemelken og mysa fra de ulike faktorkombinasjonene vist. En oversikt over proteininnholdet ved de ulike trinnene for alle blokkene er vist i vedlegg H.

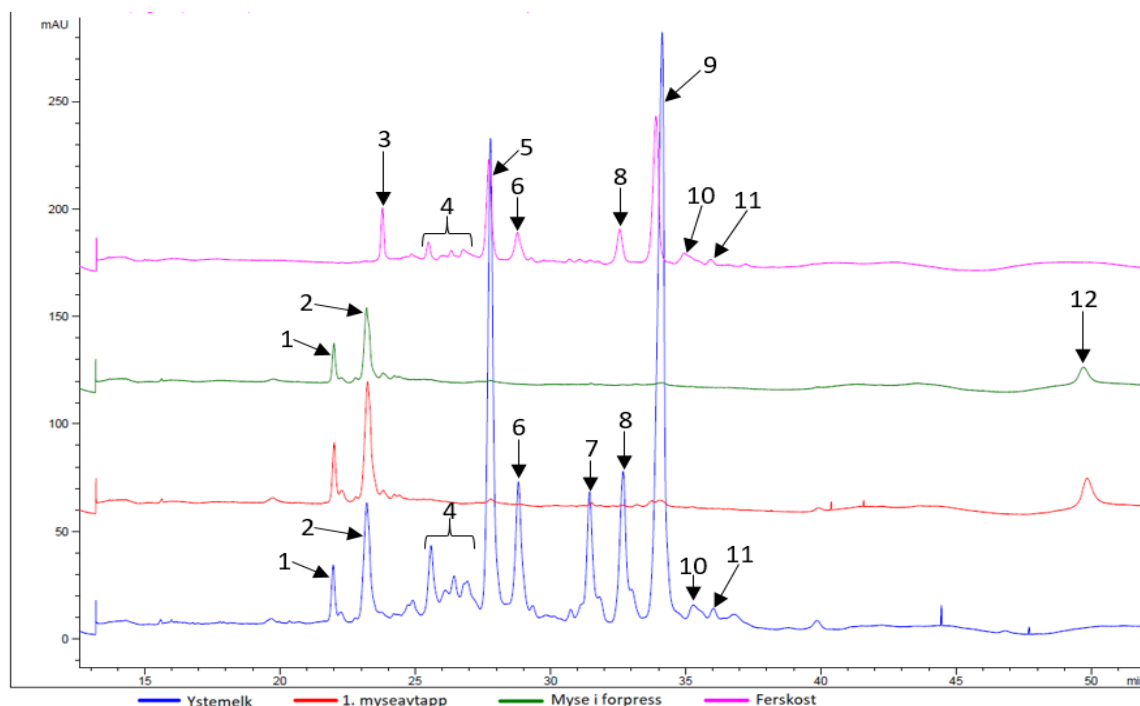


Figur 11. Gjennomsnittlig proteininnhold ± SD i ystemelk og myse for de ulike faktorkombinasjonene.

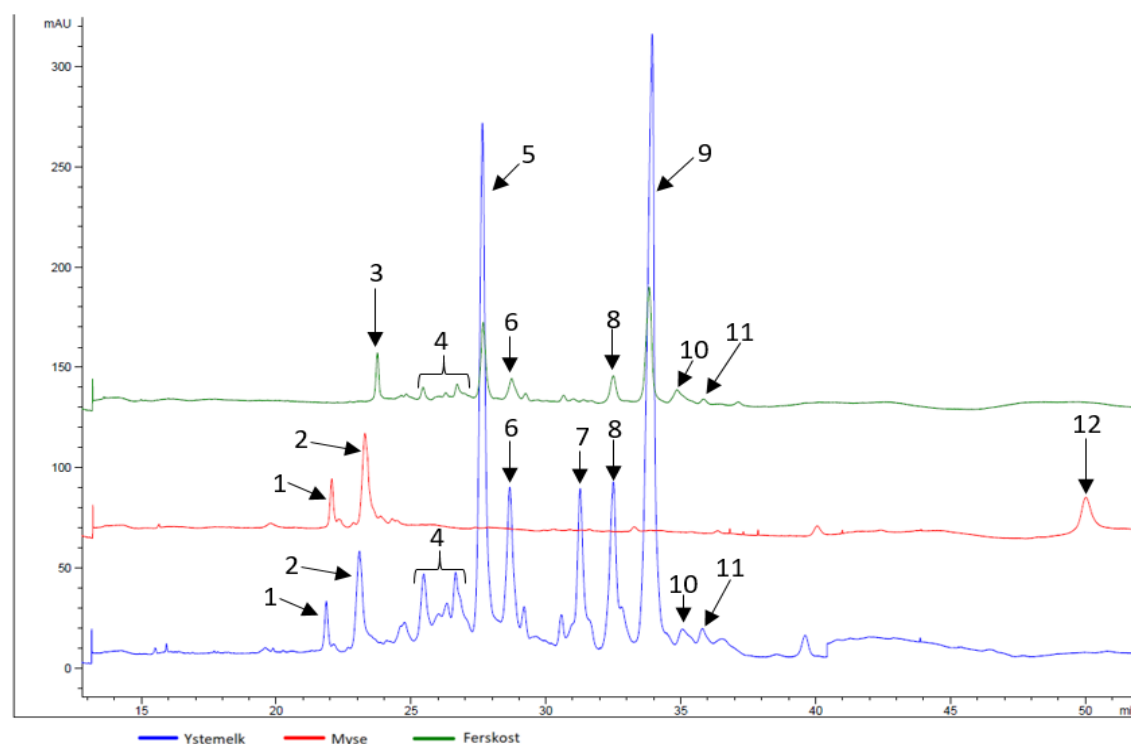
Av Figur 11 kan man se at proteininnholdet var ca. 4,2 % i MF/DF ystemelken og ca. 3,4 % i ystemelken til kontrollene. Mysa fra kontrollene inneholdt ca. 1 % protein, mens MF/DF-mysa hadde et proteininnhold på ca. 0,9 %.

4.7 Kapillærelektroforese

Ystemelk, myse og ferskost ble analysert ved hjelp av kapillærelektroforese. Dette ble gjort for å kunne beregne innholdet av ulike kaseiner og myseproteiner. Figur 12 a) og b) viser de utvalgte proteintoppene som ble registrert i ystemelk, myse og ferskost for henholdsvis KU og KF.



a)



b)

Figur 12. Innhold av kasein og myseprotein i ystemelk, myse og ferskost fra a) KU og b) KF analysert med kapillærelektroforese. Proteintoppene er målt i mAU (milli absorbance unit) over en retensjonstid målt i minutter. De utvalgte proteintoppene er: 1 = α -laktalbumin, 2 = β -laktoglobulin, 3 = para- κ -kasein, 4 = α_{S2} -kasein, 5 = α_{S1} -kasein (8 fosfat, 8P), 6 = α_{S1} -kasein (9 fosfat), 7 = κ -kasein, 8 = β -kasein A1, 9 = β -kasein A2, 10 = α_{S1} -I-kasein (8 fosfat), 11 = α_{S1} -I-kasein (9 fosfat) og 12 = glykomakropeptid (GMP).

Figur 12 viser at ystemelken inneholdt både myseprotein og kasein i ulike former. I mysa befant det seg for det meste α -laktalbumin og β -laktoglobulin, i tillegg til GMP. I ferskosten ble det funnet en del para- κ -kasein, men ingen synlige mengder κ -kasein. Ellers ble de samme toppene som ble funnet i

ystemelken også funnet i ferskosten. Dette med unntak av myseproteinene α -laktalbumin og β -laktoglobulin som det ikke ble funnet synlige mengder av i ferskosten. Samme tendens som den funnet for KU og KF ble også funnet for PU og PF. Elektroferrogrammene for PU og PF er vist i vedlegg I.

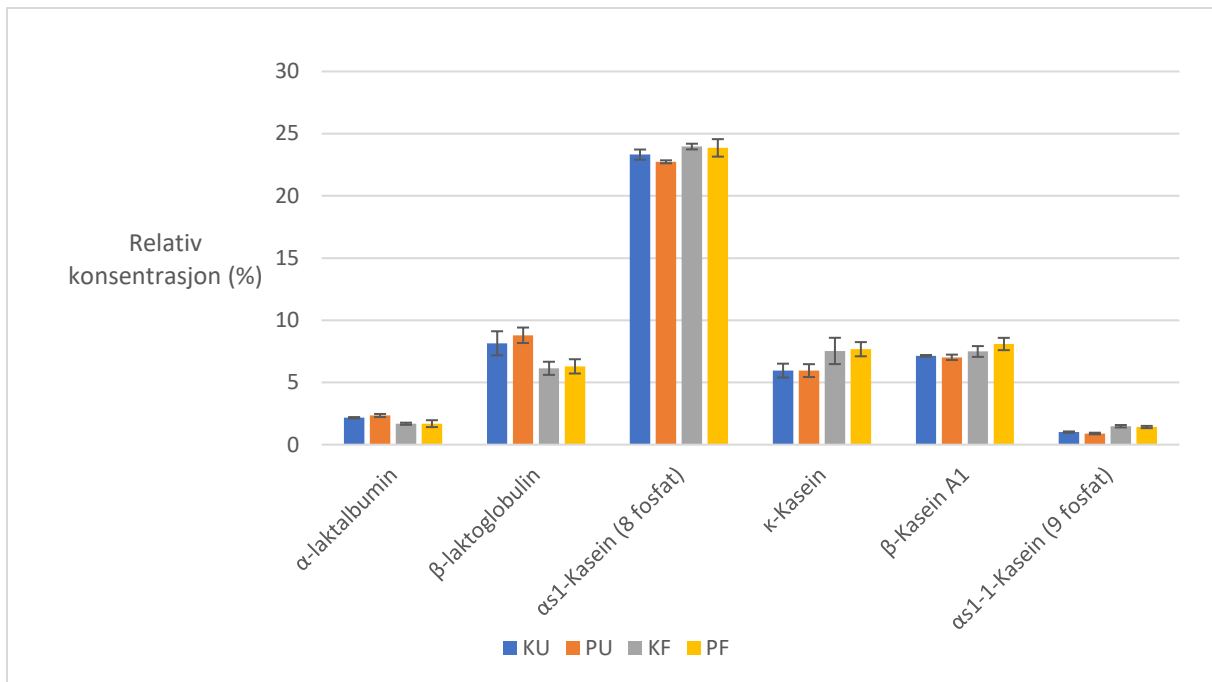
Den relative konsentrasjonen til utvalgte proteintopper i ystemelken ble beregnet. En oversikt over den relative konsentrasjonen til disse proteintoppene for alle faktorkombinasjoner og blokker er vist i vedlegg J. Tabell 10 viser den relative konsentrasjonen av kasein og myseprotein i ystemelken til de ulike faktorkombinasjonene. Tabellen viser også forholdet mellom protein og kasein.

Tabell 10. Relativ konsentrasjon (%) av kasein og myseprotein i ystemelken for de ulike faktorkombinasjonene, i tillegg til forholdet mellom totalt proteininnhold og kasein.

Faktorkombinasjon	Kasein (%)	Myseprotein (%)	Protein/Kasein
KU	90,40	10,31	1,11
PU	88,86	11,14	1,13
KF	92,18	7,82	1,08
PF	92,02	7,98	1,09

Tabell 10 viser at den relative konsentrasjonen av kasein var høyest i KF og PF og at forholdet mellom protein og kasein også var lavere for disse to faktorkombinasjonene enn for KU og PU. Tabellen viser at ystemelken til KU og PU hadde større andel myseprotein enn KF og PF.

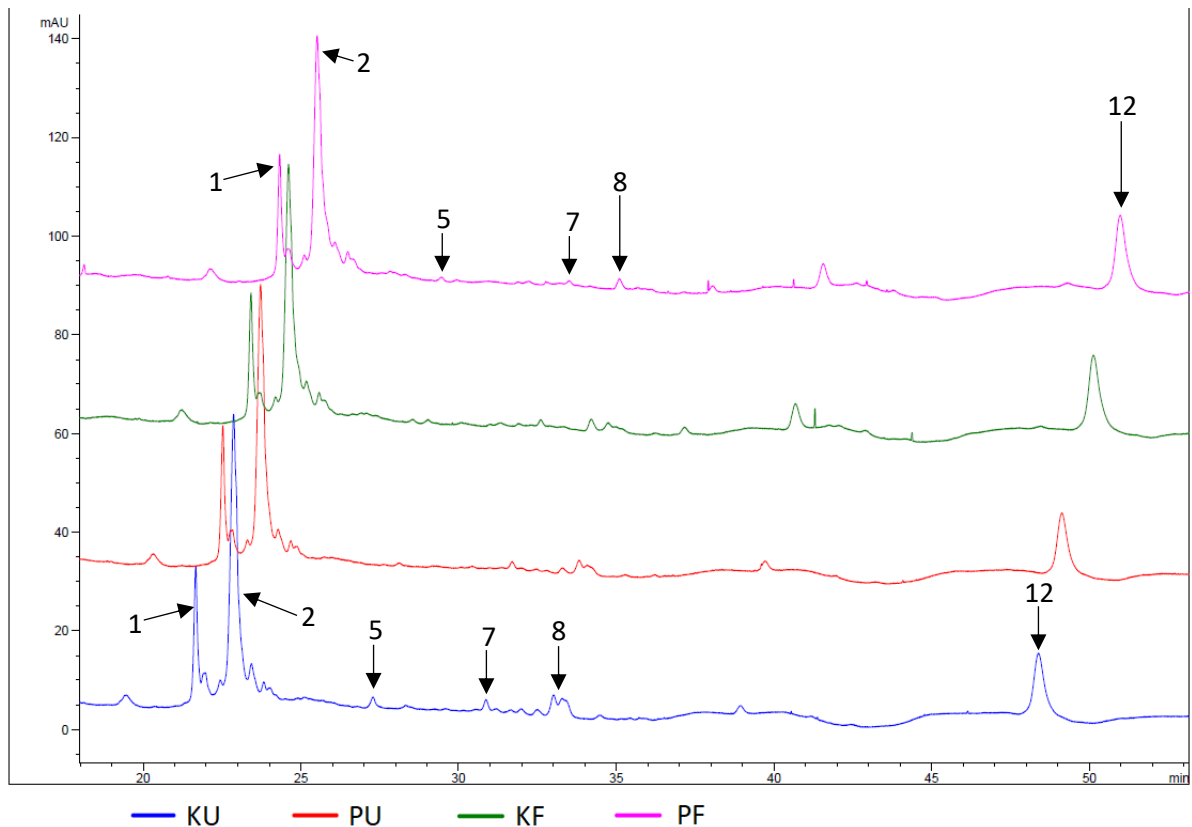
Den relative konsentrasjonen av de ulike kasein- og myseproteintoppene i ystemelken ble også analysert ved hjelp av ANOVA. Signifikansnivåene viste at filtrering hadde signifikant effekt på innholdet av α -laktalbumin (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,85), β -laktoglobulin (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,81), α_{s1} -kasein (8 fosfat, 8P) (p-verdi: $<0,01$, R^2 : 0,49), κ -kasein (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,86), β -kasein A1 (p-verdi: $<0,05$, R^2 : 0,41) og α_{s1} -kasein (9 fosfat, 9P) (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,92). Den relative konsentrasjonen til proteintoppene hvor filtrering hadde signifikant effekt er vist i Figur 13. Det ble ikke funnet signifikant effekt av varmebehandling på innholdet av ulike kasein og myseprotein i ystemelken. Det ble funnet signifikant blokkeffekt på innholdet av α -laktalbumin og κ -kasein.



Figur 13. Relativ konsentrasjon \pm SD av α -laktalbumin, β -laktoglobulin, α_{s1} -kasein (8 fosfat), κ -kasein, β -kasein A1 og α_{s1} -l-kasein (9 fosfat) i systemelken til de ulike faktorkombinasjonene.

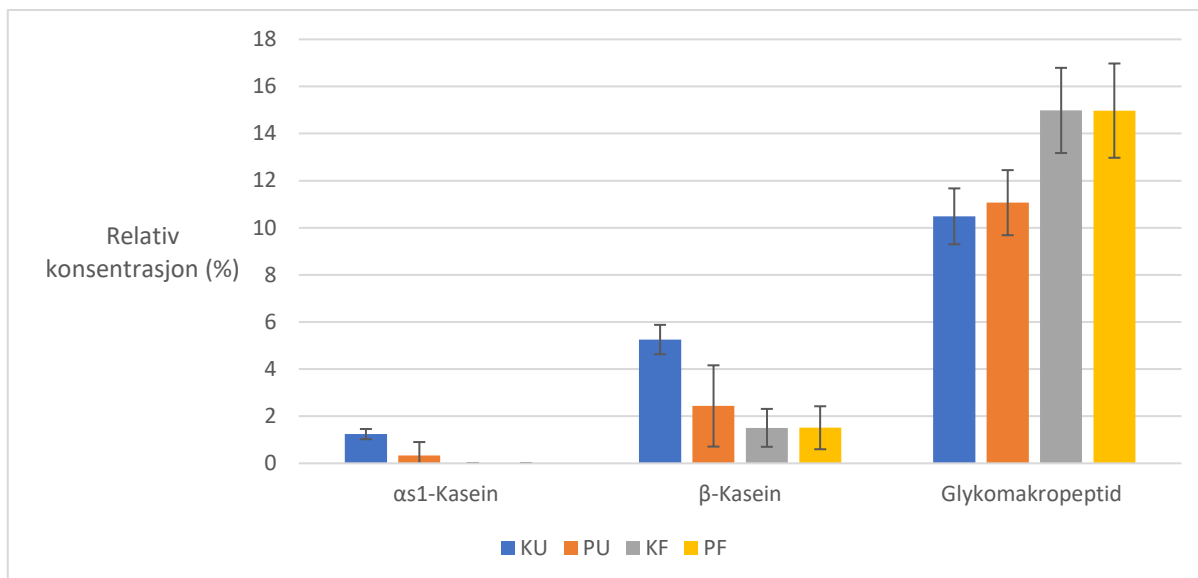
Figur 13 viser at den relative konsentrasjonen av α -laktalbumin og β -laktoglobulin var høyest i kontrollsystemelken. Innholdet av α_{s1} -kasein (8P), κ -kasein, β -kasein A1 og α_{s1} -l-kasein (9P) var derimot høyere i MF/DF-systemelken enn i kontrollsystemelken.

For å undersøke eventuelle forskjeller i tap av ulike proteiner til mysa ble den relative konsentrasjonen av utvalgte proteintopper beregnet, og resultatene analysert ved hjelp av ANOVA. For at ikke mysefortynningen til kontrollene skulle ha betydning for resultatet ble 1. myseavtapp for KU og PU sammenlignet med mysa fra forpress for KF og PF. De utvalgte proteintoppene (mAU) er vist i Figur 14.



Figur 14. Innhold av kasein og myseprotein i 1. myseavtapp fra KU og PU og myse i forpress fra KF og PF analysert med kapillærelektroforese. Proteintoppene er målt i mAU (milli absorbance unit) over en retensjonstid målt i minutter. De utvalgte proteintoppene er: 1 = α -laktalbumin, 2 = β -laktoglobulin, 5 = α_{S1} -kasein, 7 = κ -kasein, 8 = β -kasein og 12 = glykomakropeptid (GMP).

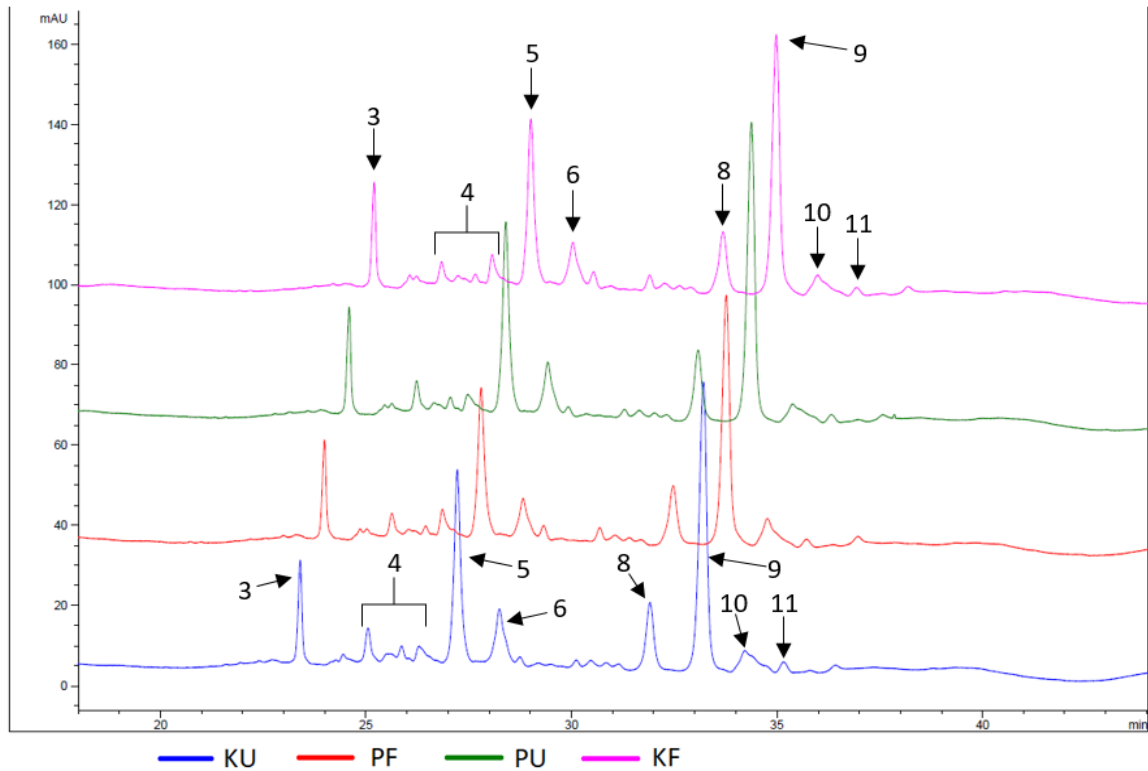
Figur 14 viser at myseprøvene inneholdt store deler α -laktalbumin og β -laktoglobulin, i tillegg til en del GMP. Det ble også funnet noe α_{S1} -kasein, κ -kasein og β -kasein i prøvene. Signifikansverdiene fra ANOVA viste at filtrering hadde signifikant effekt på innholdet av α_{S1} -kasein (p-verdi: <0,05, R^2 : 0,51), β -kasein (p-verdi: <0,05, R^2 : 0,45) og glykomakropeptid (GMP) (p-verdi: <0,001, R^2 : 0,98) i mysa, men at det ikke ble funnet noen signifikante effekter av varmebehandling av ystemelken. Det ble funnet signifikant blokkeffekt på innholdet av GMP. Figur 15 viser den relative konsentrasjonen av α_{S1} -kasein, β -kasein og glykomakropeptid (GMP) i mysa til de ulike faktorkombinasjonene.



Figur 15. Relativ konsentrasjon (%) \pm SD av α_{s1} -kasein, β -kasein og glykomakropeptid (GMP) i 1. myseavtapp fra KU og PU og myse fra forpress for KF og PF.

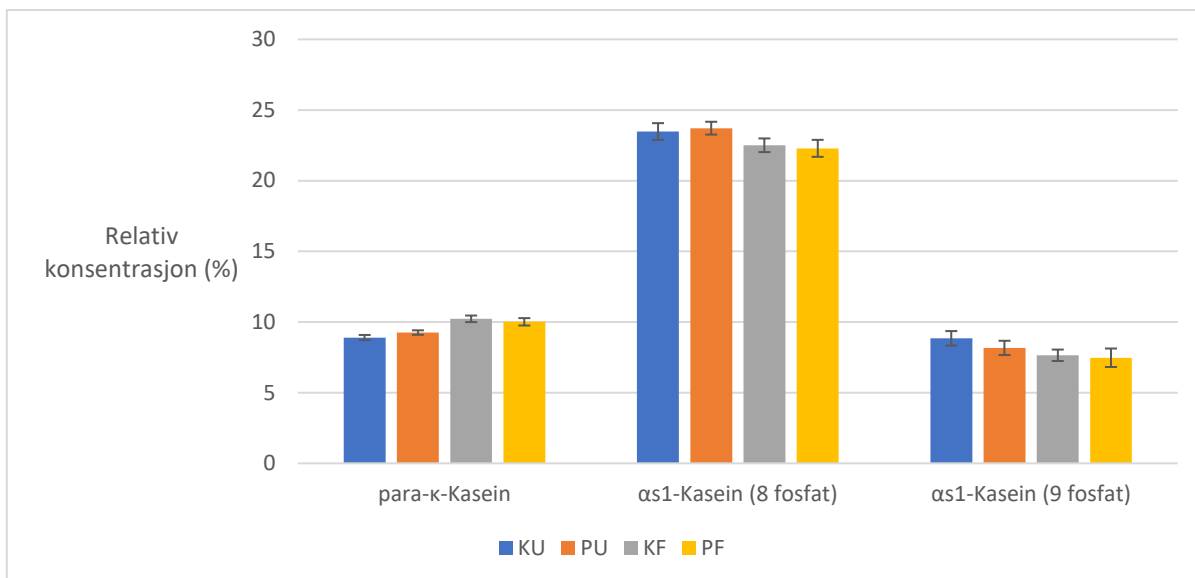
Figur 15 viser at α_{s1} -kasein utgjorde ca. 1% av de utvalgte proteintoppene i mysa til KU, mens det utgjorde ca. 0,5 % i PU. I KF og PF ble det ikke funnet innhold av α_{s1} -kasein i mysa. Det ble funnet mest β -kasein i mysa fra KU (ca. 5 %). I mysa fra PU utgjorde β -kasein ca. 2,5 %, mens det i både KF og PF ble funnet ca. 1,5 % β -kasein. Den relative konsentrasjonen av GMP var høyest i KF og PF (ca. 15 %). Innholdet var lavere i PU (ca. 11 %) og lavest i KU (ca. 10,5 %). En oversikt over den relative konsentrasjonen til proteintoppene i mysa til de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene er vist i vedlegg K. Vedlegget viser også den relative konsentrasjonen av proteintoppene funnet i myse fra forpress for KU og PU. Resultatene viste at 2. myseavtappet for kontrollene inneholdt α -laktalbumin, β -laktoglobulin og GMP.

Elektroferrogrammene for ferskostene fra de ulike faktorkombinasjonene er vist i Figur 16. For å finne eventuelle forskjeller i innhold av kasein i ferskostene ble den relative konsentrasjonen til utvalgte proteintopper beregnet og analysert ved hjelp av ANOVA. Den relative konsentrasjonen av proteintoppene fra ferskosten til de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene er vist i vedlegg L.



Figur 16. Innhold av kasein i ferskostene analysert med kapillærelektroforese. Proteintoppene er målt i mAU (milli absorbance unit) over en retensjonstid målt i minutter. De utvalgte proteintoppene er: 3 = para- κ -kasein, 4 = α_{S2} -kasein, 5 = α_{S1} -kasein (8 fosfat), 6 = α_{S1} -kasein (9 fosfat), 8 = β -kasein A1, 9 = β -kasein A2, 10 = α_{S1} -I-kasein (8 fosfat) og 11 = α_{S1} -I-kasein (9 fosfat).

Figur 16 viser at ferskostene fra de ulike faktorkombinasjonene inneholdt de samme proteintoppene og at disse var kaseiner. Signifikansverdier fra ANOVA viste at filtrering hadde signifikant effekt på innholdet av para- κ -kasein (p-verdi: <0,001, R^2 : 0,88), α_{S1} -kasein (8P) (p-verdi: <0,01, R^2 : 0,59) og α_{S1} -kasein (9P) (p-verdi: <0,01, R^2 : 0,64). Det ble funnet signifikant blokkeffekt på innholdet av para- κ -kasein. Den relative konsentrasjonen av disse proteinene er vist i Figur 17.

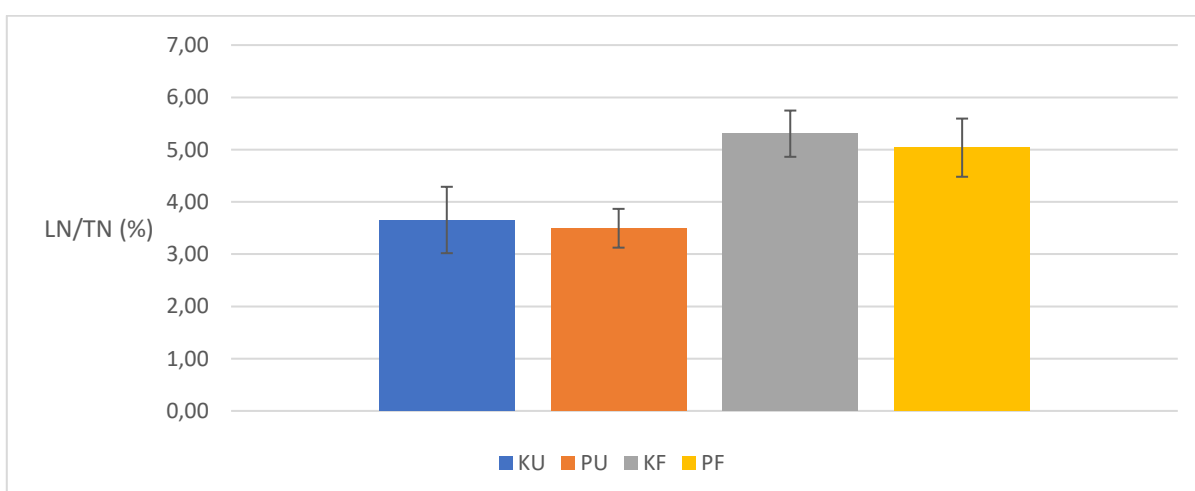


Figur 17. Relativ konsentrasjon (%) \pm SD av para- κ -kasein, α_{s1} -kasein (8 fosfat) og α_{s1} -kasein (9 fosfat) i ferskosten fra de ulike faktorkombinasjonene.

Av Figur 17 kan man se at den relative konsentrasjonen av para- κ -kasein var ca. 10 % i MF/DF-ostene, mens innholdet var ca. 9 % i kontrollostene. Den relative konsentrasjonen av α_{s1} -kasein (8P) var størst av alle de signifikante proteintoppene for alle faktorkombinasjonene og var ca. 24 % i kontrollostene og ca. 22,5 % i MF/DF-ostene. Innholdet av α_{s1} -kasein (9P) var også høyere i kontrollostene enn i MF/DF-ostene.

4.8 Løselig nitrogen

Ferskosten ble også analysert for løselig nitrogen. Figur 18 viser innholdet av løselig nitrogen i forhold til total nitrogen (LN/TN). En oversikt over innholdet av løselig nitrogen i ferskosten fra de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene er fremstilt i vedlegg M.



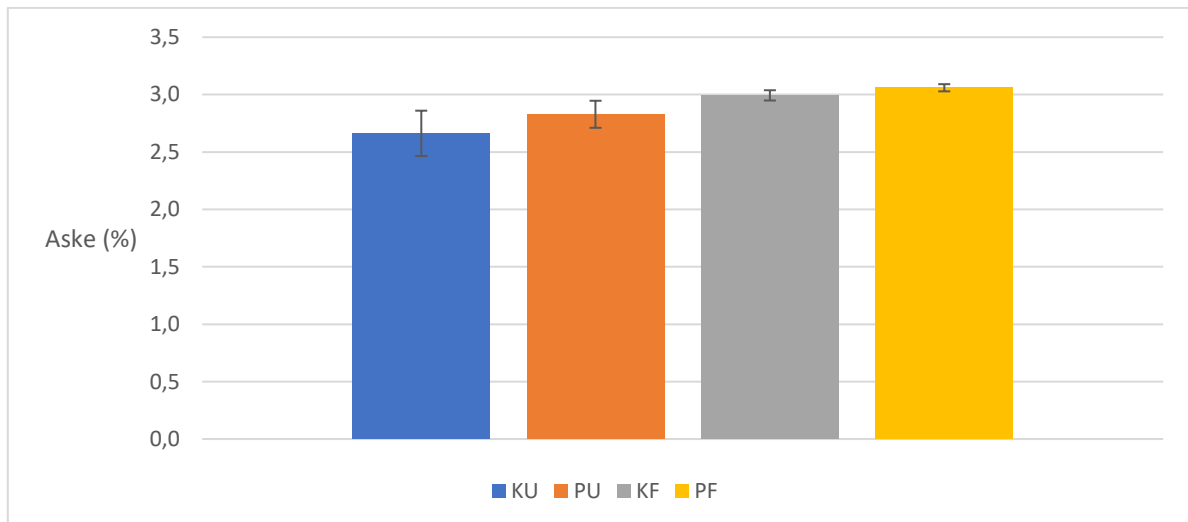
Figur 18. Gjennomsnittlig andel løselig nitrogen som prosent av total nitrogen \pm SD i ferskost.

Av Figur 18 kan man se at andelen løselig nitrogen var ca. 5-5,3 % i ferskosten fra filtrert ystemelk, mens andelen i kontrollostene var ca. 3,5 %. ANOVA viste at MF/DF hadde signifikant effekt på

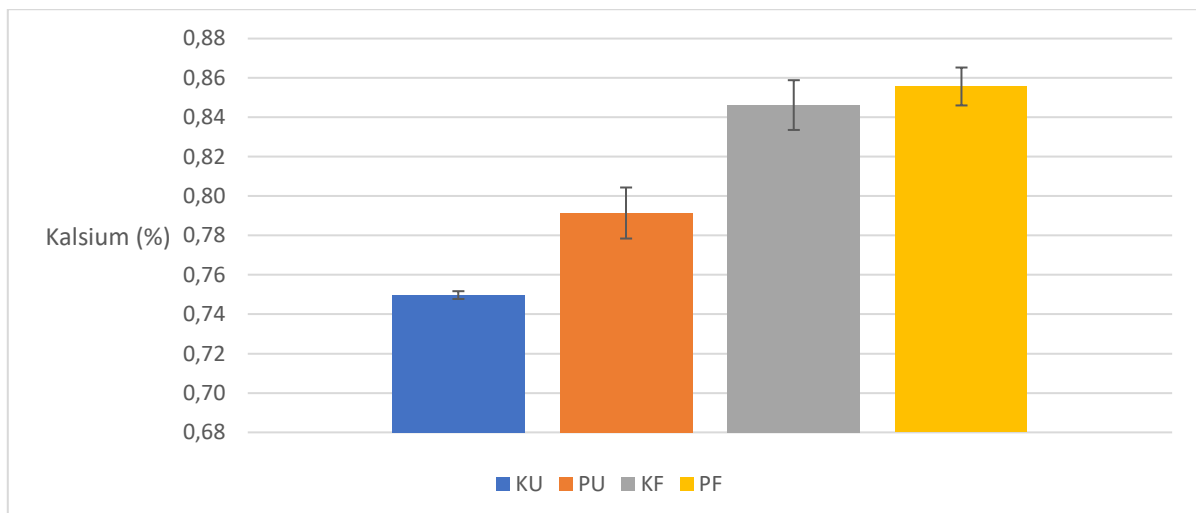
innholdet av løselig nitrogen i ferskosten (p-verdi <0,001, R²: 0,90). Det ble også funnet signifikant blokkeffekt (p-verdi <0,05).

4.9 Mineraler

Ferskostene ble analysert for innhold av aske og kalsium. Figur 19 og Figur 20 viser henholdsvis innholdet av aske og kalsium i ferskostene. En fullstendig oversikt over innholdet av aske og kalsium i ferskosten fra de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene er fremstilt i vedlegg N.



Figur 19. Gjennomsnittlig askeinnhold (%) ± SD i ferskost for alle faktorkombinasjonene.



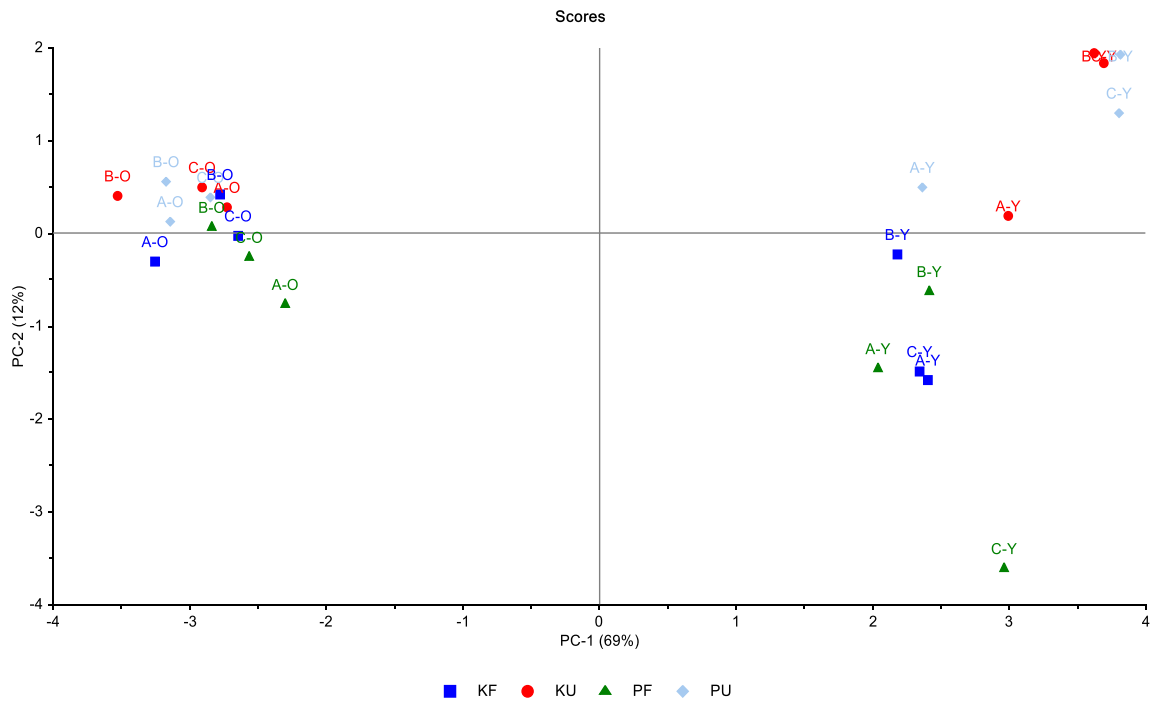
Figur 20. Kalsiuminnholdet (%) ± SD i ferskosten for de ulike faktorkombinasjonene beregnet etter formel [2].

Av Figur 19 kan man se at askeinnholdet var litt ulikt i de forskjellige ostene. Det ble ved hjelp av ANOVA funnet at ostene fra MF/DF-ystemelk hadde et signifikant høyere askeinnhold enn ostene fra kontrollsystemelk (p-verdi < 0,001, R²: 0,74). Varmebehandling ble ikke funnet å ha signifikant effekt på askeinnholdet. Av Figur 20 kan man se at kalsiuminnholdet økte med både varmebehandling og

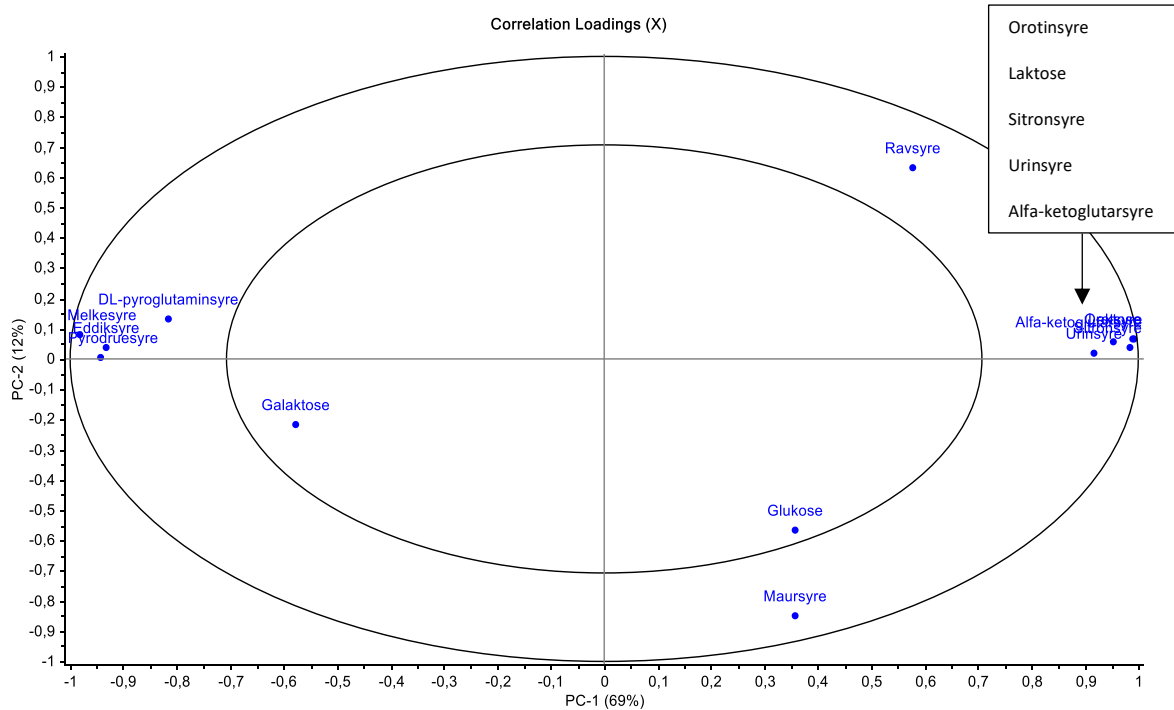
filtrering. ANOVA viste at kalsiuminnholdet var signifikant høyere i MF/DF-ostene (p-verdi $<0,001$, R^2 : 0,96) og i ostene hvor ystemelken var varmebehandlet (p-verdi $<0,01$).

4.10 Organiske syrer og karbohydrater

Innholdet av organiske syrer og karbohydrater ble analysert i ystemelk og ferskost. En sammenligning av resultatene fra begge disse trinnene er vist i PCA-plot i Figur 21. Scores-plottet (a) viser plasseringen til de ulike faktorkombinasjonene, hvor prøveuttak og blokk også er indikert for hver av punktene. Correlation Loadings-plottet (b) viser plasseringen til de organiske syrene og karbohydratene. En fullstendig oversikt over innholdet av organiske syrer og karbohydrater i ystemelk og ferskost er vist i vedlegg O.



a)

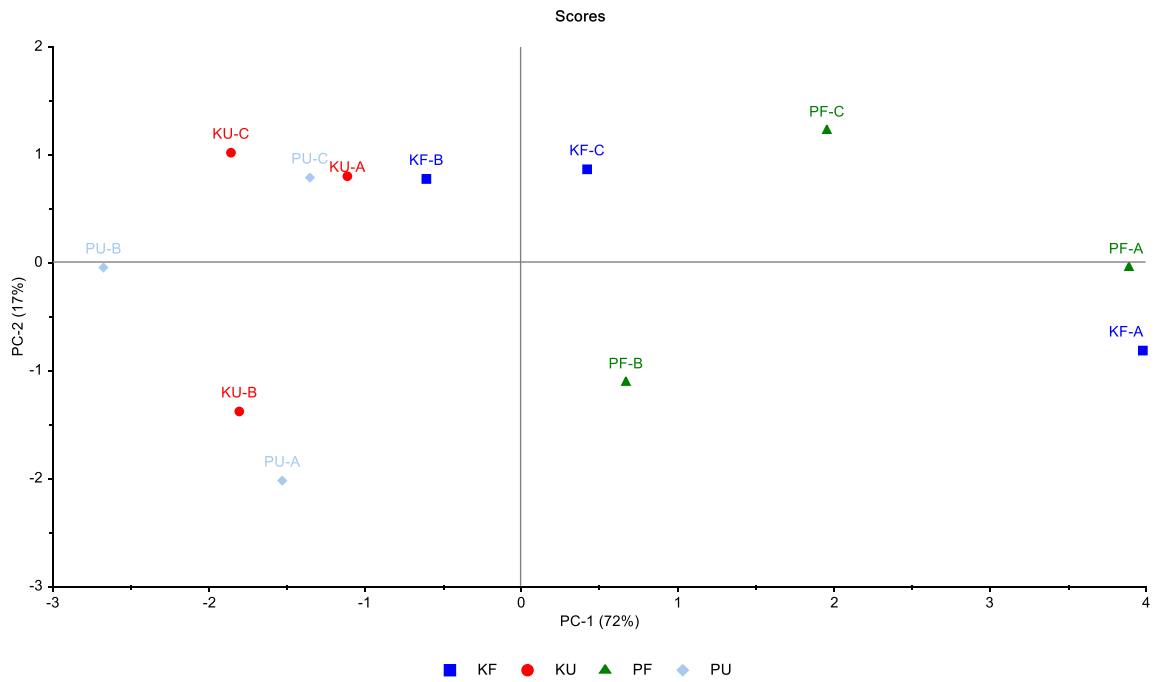


b)

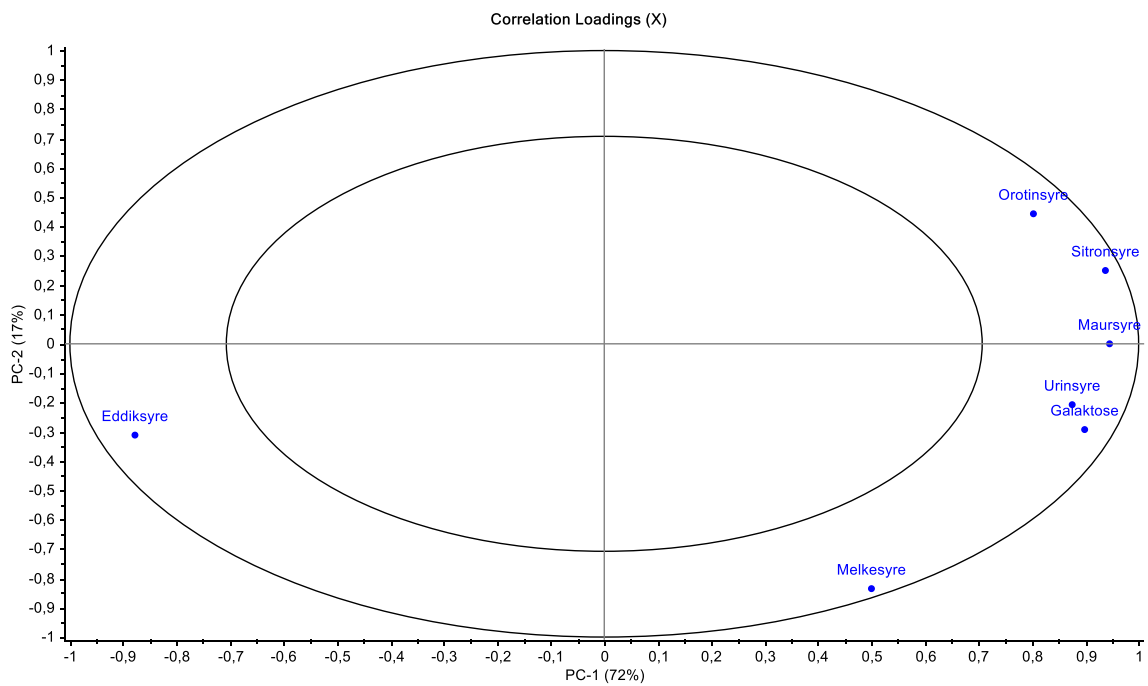
Figur 21. PCA-plot med organiske syrer og karbohydrater som karakteriserer ystemelken og ferskosten til de ulike faktorkombinasjonene. a) Scores-plot med ystemelk og ferskost hvor A = blokk 1, B = blokk 2, C = blokk 3, Y = ystemelk og O = ost. b) Correlation Loadings-plot med organiske syrer og karbohydrater.

Figur 21 a) viser at det langs PC-1, som forklarer 69 % av variasjonen i resultatene, har blitt dannet to grupperinger. Til venstre på PC-1 ligger alle osteprøvene, mens ystemelkprøvene ligger plassert til høyre i figuren. Sammenligningen mellom a) og b) viser at osteprøvene hadde et høyere innhold av melkesyre, eddiksyre, pyrodruesyre og galaktose. Ystemelken hadde blant annet et høyere innhold av laktose og sitronsyre enn osteprøvene. Figur 21 viser at PC-2, som forklarer 12 % av variasjonen i resultatene, for det meste forklarer forskjeller i ystemelken. Man kan se at MF/DF-ystemelken ligger lavere i figuren enn kontrollystemelken og karakteriseres av et høyere innhold av glukose og maursyre. Figuren viser også at det er større variasjon mellom blokkene i MF/DF-ystemelken. Kontrollystemelken i blokk 1 hadde et innhold av organiske syrer og karbohydrater som var mer likt MF/DF-ystemelken enn kontrollystemelken fra blokk 2 og 3, som ligger lenger opp på PC-2.

Forskjellene i innhold av organiske syrer og karbohydrater i ferskostene ble undersøkt nærmere ved hjelp av ANOVA. De organiske syrene og karbohydratene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktor eller blokk er vist i PCA-plot i Figur 22. Signifikansnivåer fra ANOVA hvor effekt av blokk, filtrering og varmebehandling på innholdet av organiske syrer og karbohydrater i ferskosten ble undersøkt, er vist i vedlegg P.



a)



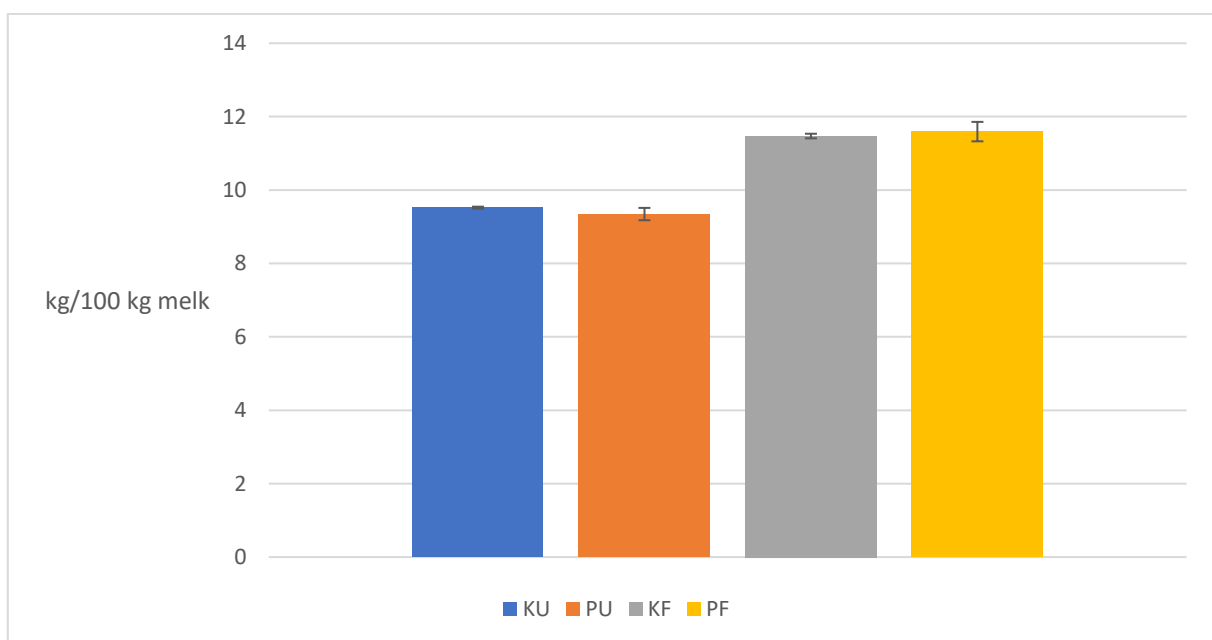
b)

Figur 22. PCA-plot for de organiske syrene og karbohydratene hvor ANOVA viste signifikante forskjeller mellom ferskostene. a) Scores-plot av de ulike ostene hvor A = blokk 1, B = blokk 2 og C = blokk 3 for de ulike faktorkombinasjonene. b) Correlation Loadings-plot med de organiske syrene og karbohydratene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktor eller blokk.

Figur 22 viser at PC-1 forklarer 72 % av variasjonen i resultatene, og at galaktose og alle de organiske syrene, med unntak av eddiksyre, ligger til høyre på PC-1 (b). I Figur 22 a) kan man se at det er MF/DF-ostene som ligger lengst til høyre på PC-1. De ble funnet å ha et høyere innhold av orotinsyre, sitronsyre, melkesyre, maursyre, urinsyre og galaktose enn kontrollostene. Figuren viser også at det er større variasjon mellom MF/DF-ostene enn mellom kontrollostene langs PC-1. MF/DF-ostene fra blokk 1 skiller seg ut fra de andre MF/DF-ostene med et høyere innhold av alle de nevnte organiske syrene og galaktose. Man kan se at PC-2 forklarer 17 % av variasjonen i resultatene, men at det ikke er noen spesielt tydelige tendenser i denne variasjonen. Det som kan trekkes ut er at prøvene lengst ned på PC-2 kun er fra blokk 1 og 2, og at disse ser ut til å ha et lavere innhold av for eksempel orotinsyre og sitronsyre og et høyere innhold av blant annet melkesyre, galaktose og eddiksyre enn de øvrige prøvene.

4.11 Osteutbytte

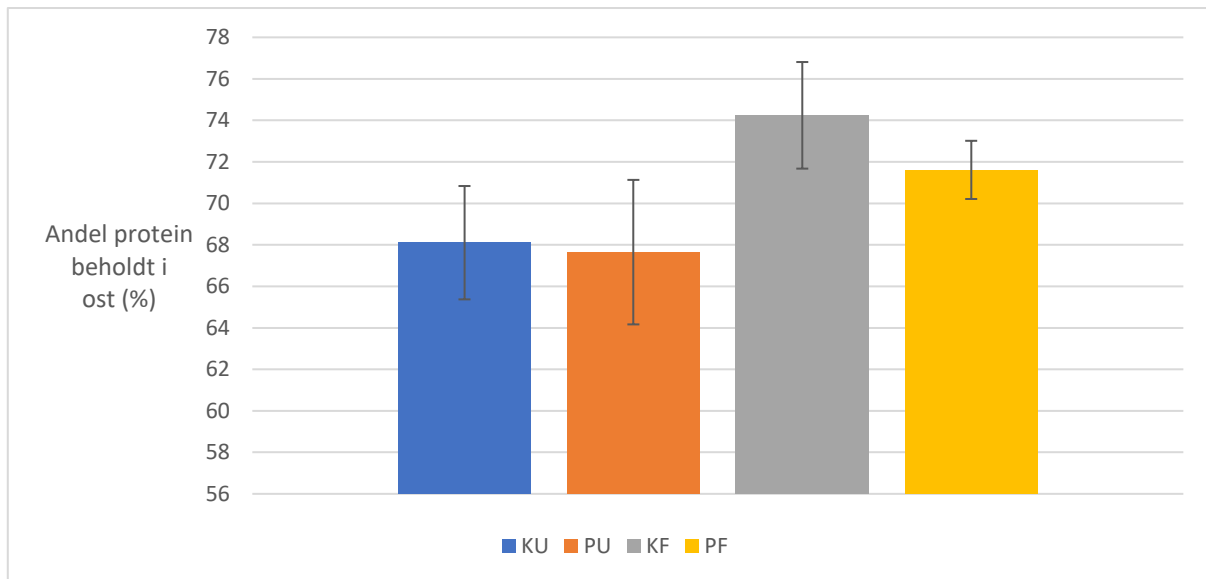
Det faktiske osteutbyttet ble beregnet etter formel [3] og resultatet er fremstilt i Figur 23. En oversikt over det faktiske utbyttet til de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene er fremstilt i vedlegg Q.



Figur 23. Faktisk utbytte (kg/100 kg melk) \pm SD for alle faktorkombinasjonene og er beregnet etter formel [3].

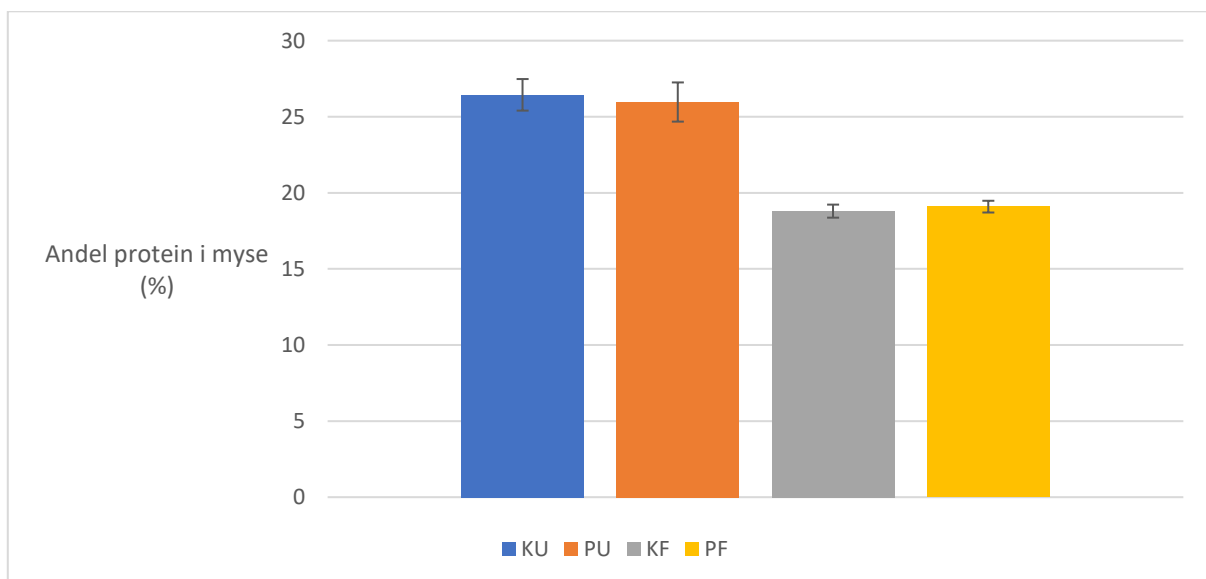
Av Figur 23 kan man se at det faktiske utbyttet for KU og PU var omkring 9 kg ost per 100 kg ystemelk, mens det var ca. 11,5 kg ost per 100 kg ystemelk for KF og PF. ANOVA viste signifikant effekt av filtrering på det faktiske utbyttet (p -verdi: $<0,001$, R^2 : 0,97).

Det ble også beregnet hvor stor andel av proteinet i ystemelken som ble beholdt i ferskosten (etter formel [4]) og hvor stor andel som fulgte mysa (etter formel [5]). Resultatene er fremstilt i Figur 24 og Figur 25. En oversikt over andelen protein i ost og myse for alle blokkene er vist i vedlegg Q.



Figur 24. Gjennomsnittlig andel protein beholdt i ostene (%) \pm SD for de ulike faktorkombinasjonene beregnet etter formel [4].

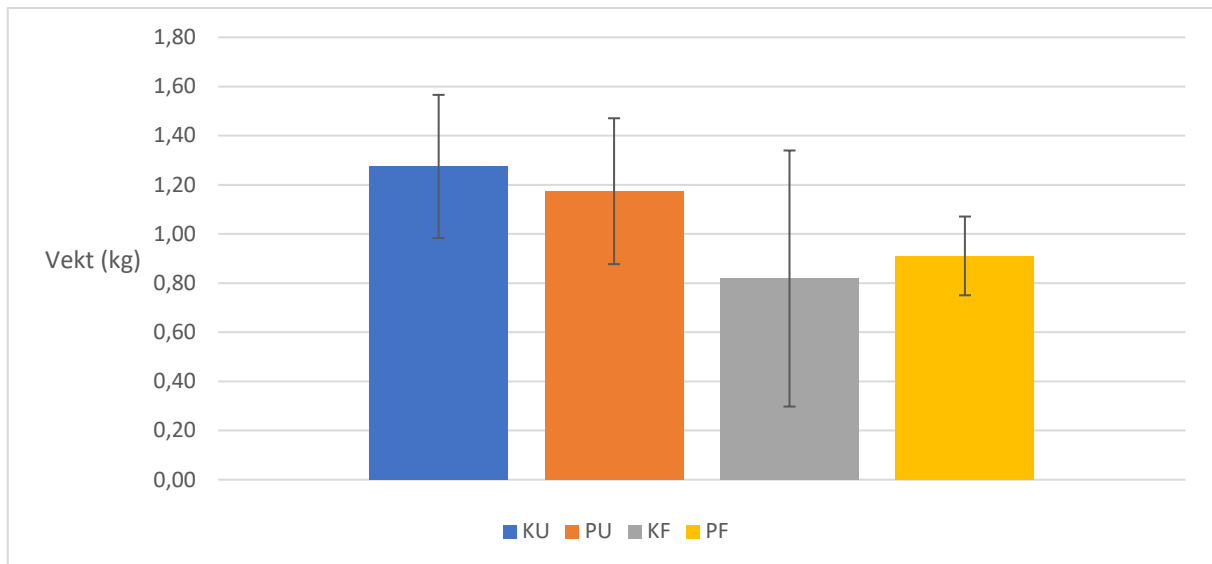
Figur 24 viser at KF hadde høyest gjennomsnittlig proteinandel beholdt i ferskosten (ca. 74 %). I PF var ca. 72 % protein beholdt i osten, mens det i KU og PU var ca. 68 % protein. ANOVA viste at filtrering hadde signifikant effekt på andelen protein beholdt i osten (p-verdi: $<0,01$, R^2 : 0,77).



Figur 25. Gjennomsnittlig andel protein i myse (%) \pm SD for alle faktorkombinasjonene beregnet etter formel [5] (KU og PU omfatter både 1. myseavtapp og myse fra forpress).

Av Figur 25 kan man se at andelen protein i mysa fra KU og PU var ca. 26 %, mens innholdet i mysa fra KF og PF var ca. 19 %. Ved hjelp av ANOVA ble det funnet at filtrering hadde signifikant effekt på andelen protein i mysa (p-verdi: $<0,001$, R^2 : 0,96).

Silost fra ysteprosessen ble samlet opp og veid. Den gjennomsnittlige vekten av silost for de ulike faktorkombinasjonene er vist i Figur 26.

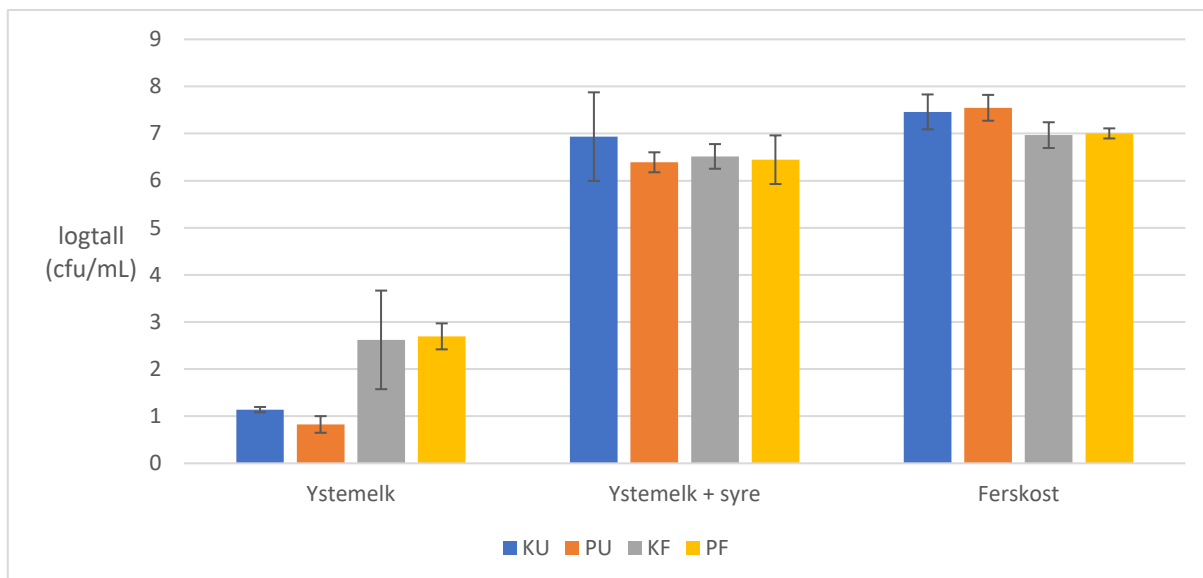


Figur 26. Gjennomsnittlig vekt av silost (kg) \pm SD for de ulike faktorkombinasjonene.

Figur 26 viser at den gjennomsnittlige mengden silost var størst i KU (ca. 1,3 kg) og PU (ca. 1,2 kg). Det gjennomsnittlige mengden silost var lavest i KF (ca. 0,8 kg), men denne faktorkombinasjonen hadde også et relativt stort standardavvik. Mengden silost for PF var også lavere enn for kontrollene (ca. 0,9 kg). Det ble ved hjelp av ANOVA funnet signifikant effekt av filtrering på mengden silost (p-verdi: $<0,05$, R^2 : 0,46). Det ble også funnet signifikant blokkeffekt (p-verdi $<0,05$). Vekt av ystemelk, syrekultur, 1. myseavtapp, myse i forpress, ost før saltlake, ost etter saltlake og silost for alle faktorkombinasjoner og blokker er vist i vedlegg R.

4.12 Mikrobiologi

Det ble utført mikrobiologiske analyser ved bruk av M17 agar av ystemelk før tilsetning av syrekultur (ystemelk), ystemelk etter tilsetning av syrekultur (ystemelk + syre) og ferskost. Figur 27 viser gjennomsnittlig log kolonidannende enheter (log cfu/mL) som ble funnet på M17 agar for de gitte prøveuttakene. De mikrobiologiske analysene viste ingen vekst av koliforme bakterier.



Figur 27. Gjennomsnittlig antall kolonidannende enheter (log cfu/mL) på M17 agar i ystemelk, ystemelk + syre og ferskost.

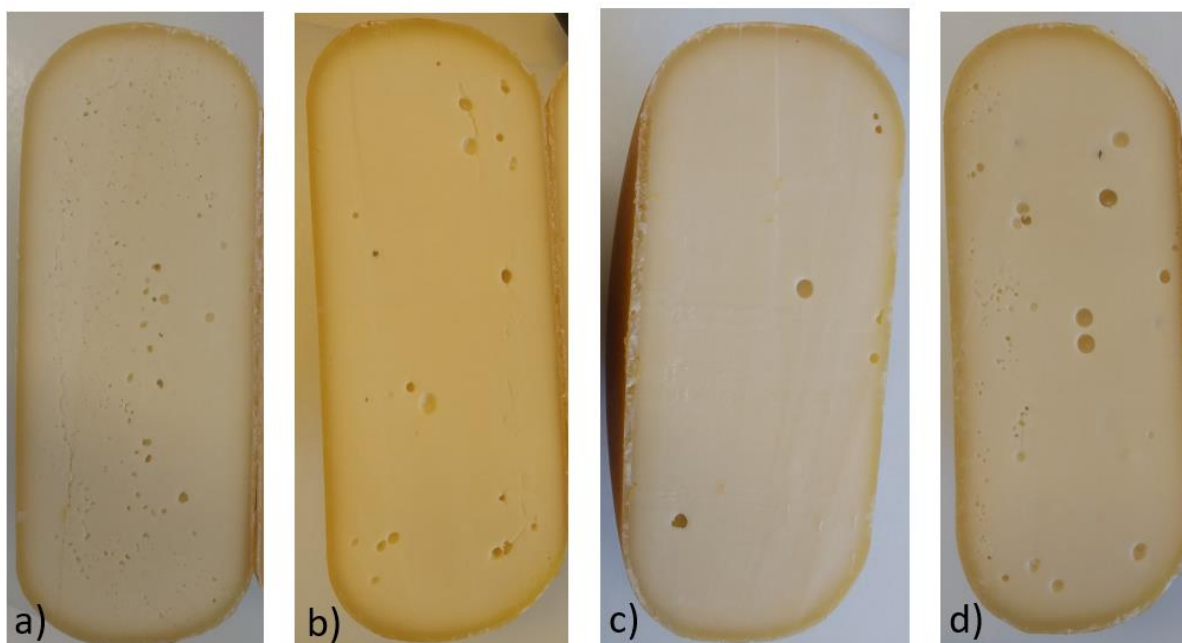
Ystemelken til KU og PU inneholdt ca. log 1 cfu/mL, mens ystemelken til KF og PF inneholdt ca. log 2,5 cfu/mL. ANOVA viste at forskjellen mellom MF/DF- og kontrollystemelk var signifikant (p-verdi: <0,01, R^2 : 0,81). Etter tilsetning av syrekultur kan man ut i fra Figur 27 se at log cfu/mL økte betraktelig (til ca. 6,5) for alle faktorkombinasjonene. Gjennomsnittet for KU ligger noe høyere (ca. log 7 cfu/mL) enn de andre faktorkombinasjonene, men ANOVA viste ingen signifikante forskjeller ved dette prosesstrinnet. Ferskosten til KU og PU hadde ca. log 7,5 cfu/mL. ANOVA viste at disse ostene hadde et signifikant høyere logtall enn ferskostene fra KF og PF, hvor gjennomsnittet var ca. log 7 cfu/mL (p-verdi: <0,001, R^2 : 0,84). Det ble funnet signifikant blokkeffekt i ystemelk etter syretilsetning og i ferskosten. En fullstendig oversikt over de mikrobiologiske resultatene på M17 agar for alle blokkene er fremstilt i vedlegg S.

4.13 Sensorisk bedømmelse

Det ble utført sensorisk bedømmelse i form av egenskapsbedømmelse og beskrivende sensorisk analyse av ost modnet i 12 uker.

4.13.1 Egenskapsbedømmelse

Egenskapene som ble bedømt var ostens indre, konsistens og lukt og smak. Utgangspunktet for hovedpoenget var konsistens og lukt/smak. Grunnen til at ostens indre ble ekskludert fra hovedpoenget var at det indre utseende stort sett var dårlig på grunn av pipete struktur, små hull eller ujevn hullsetting. Et eksempel på strukturen til ostene er vist i Figur 28. Figuren viser tverrsnittet av osten fra de ulike faktorkombinasjonene tatt ved 5 ukers modning. Tabell 11 viser gjennomsnittlig hovedpoeng og gjennomsnittlig poeng for ostens indre, konsistens og lukt og smak fra egenskapsbedømmelsen av ostene fra de ulike faktorkombinasjonene.



Figur 28. Tverrsnitt av ost fra a) KU, b) PU, c) KF og d) PF modnet i 5 uker.

Tabell 11. Ostens gjennomsnittlige hovedpoeng og poeng for ostens indre, konsistens og lukt og smak \pm SD ved 12 ukers bedømmelse. En poengskala fra 1-5 hvor 1 var dårligst og 5 var best ble benyttet.

Forsøksfaktor	Hovedpoeng	Ostens indre	Konsistens	Lukt og smak ^F
KU	2,79 \pm 0,26	2,71 \pm 0,40	2,83 \pm 0,39	2,92 \pm 0,36
PU	3,04 \pm 0,40	2,46 \pm 0,54	3,08 \pm 0,56	2,88 \pm 0,38
KF	2,71 \pm 0,26	2,25 \pm 0,34	3,04 \pm 0,40	2,63 \pm 0,31
PF	2,67 \pm 0,33	2,42 \pm 0,42	3,13 \pm 0,38	2,63 \pm 0,38

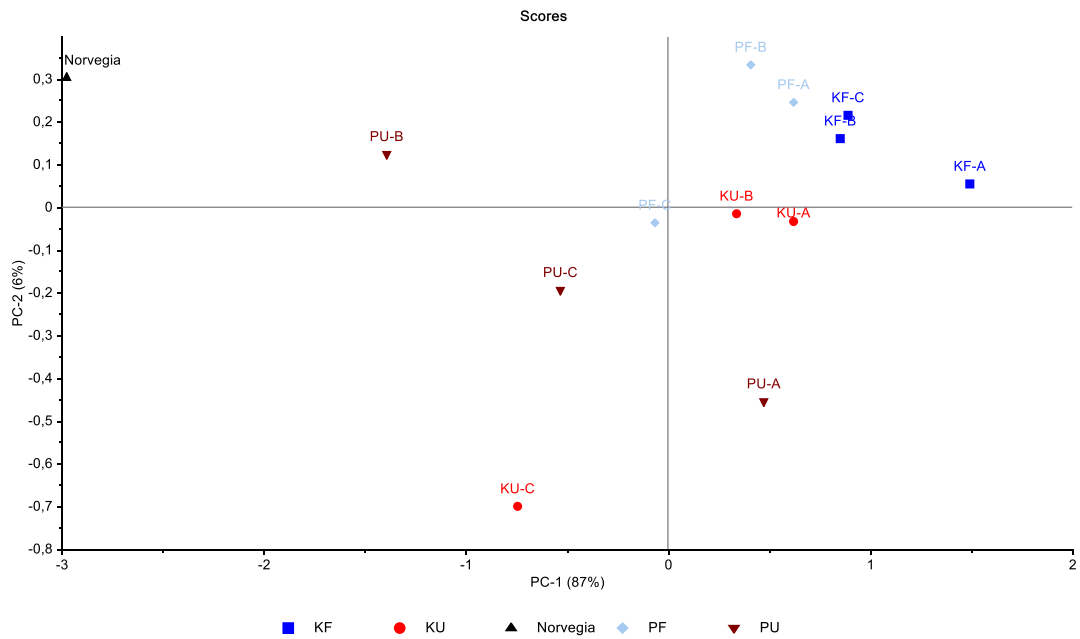
^F = Signifikansverdier fra ANOVA viste signifikant effekt av filtrering (p-verdi: <0,01, R²: 0,77)

Tabell 11 viser at PU hadde høyest gjennomsnittlig hovedpoeng (3,04), men at standardavviket var noe større enn for de andre faktorkombinasjonene. Gjennomsnittlig hovedpoeng for KU (2,79) var også noe høyere enn for KF (2,71) og PF (2,67), men ANOVA viste ingen signifikante effekter av forsøksfaktorene. Lukt- og smakspoengene for KU (2,92) og PU (2,88) var høyere enn KF (2,63) og PF (2,63), og resultatene fra ANOVA viste signifikant effekt av filtrering på denne egenskapen. Gjennomsnittlig konsistenspoeng var lavest for KU (2,83), men det ble ikke funnet signifikante effekter av forsøksfaktorene på denne egenskapen. Poengene på ostens indre var stort sett relativt lave (2,25-2,71) og det ble heller ikke funnet signifikante forskjeller mellom ostene for denne egenskapen.

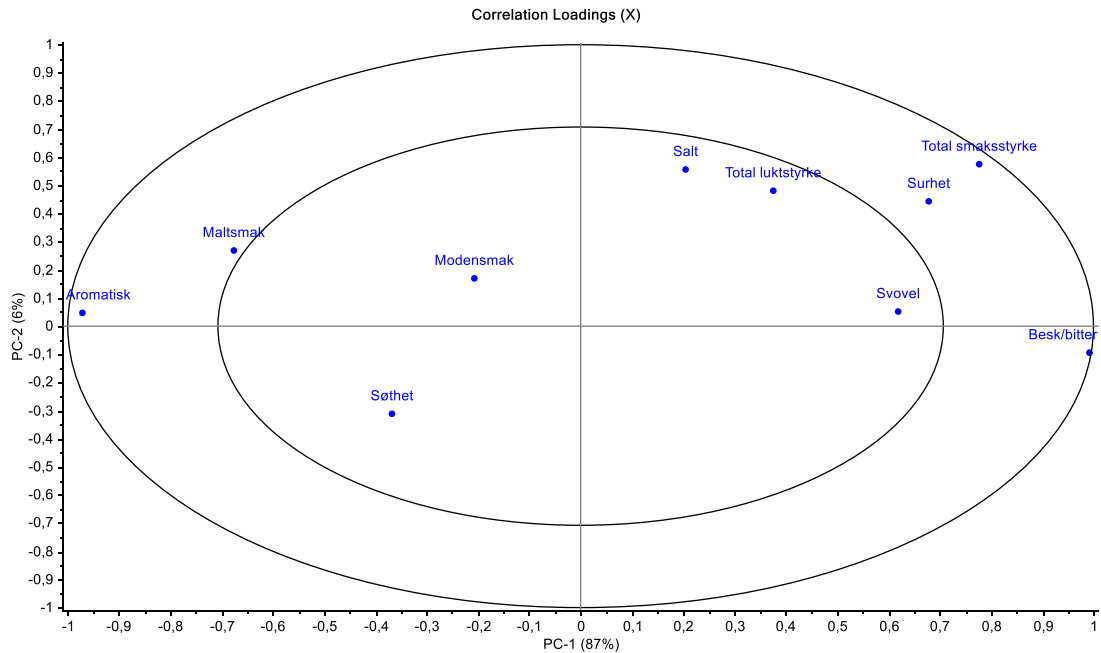
4.13.2 Beskrivende analyse

Resultatene fra den beskrivende analysen av ostene ble undersøkt ved hjelp av PCA og ANOVA. Figur 29 viser PCA-plot over smaksegenskapene som ble undersøkt og hvordan Norvegia og ostene fra de ulike faktorkombinasjonene plasserer seg i forhold til disse. Figur 30 viser et tilsvarende PCA-plot for

tekstur- og konsistensegenskapene som ble evaluert. Gjennomsnittlig poeng fra egenskapsbedømmelsen og den beskrivende sensoriske analysen for alle forsøksfaktorer og blokker er vist henholdsvis i vedlegg T og U.



a)

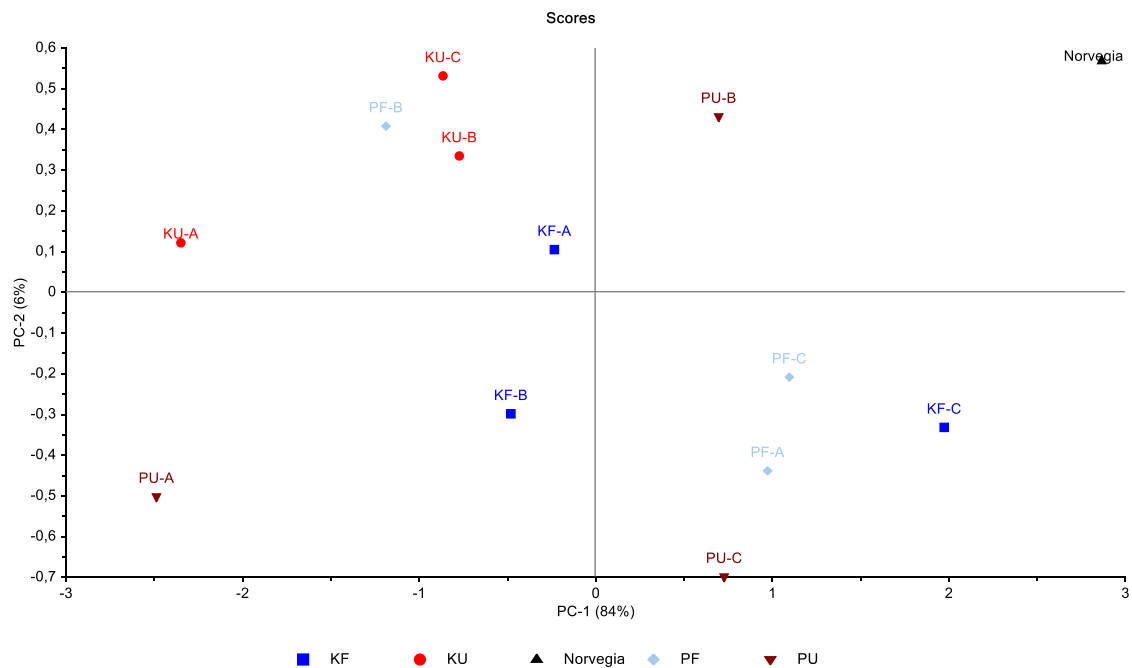


b)

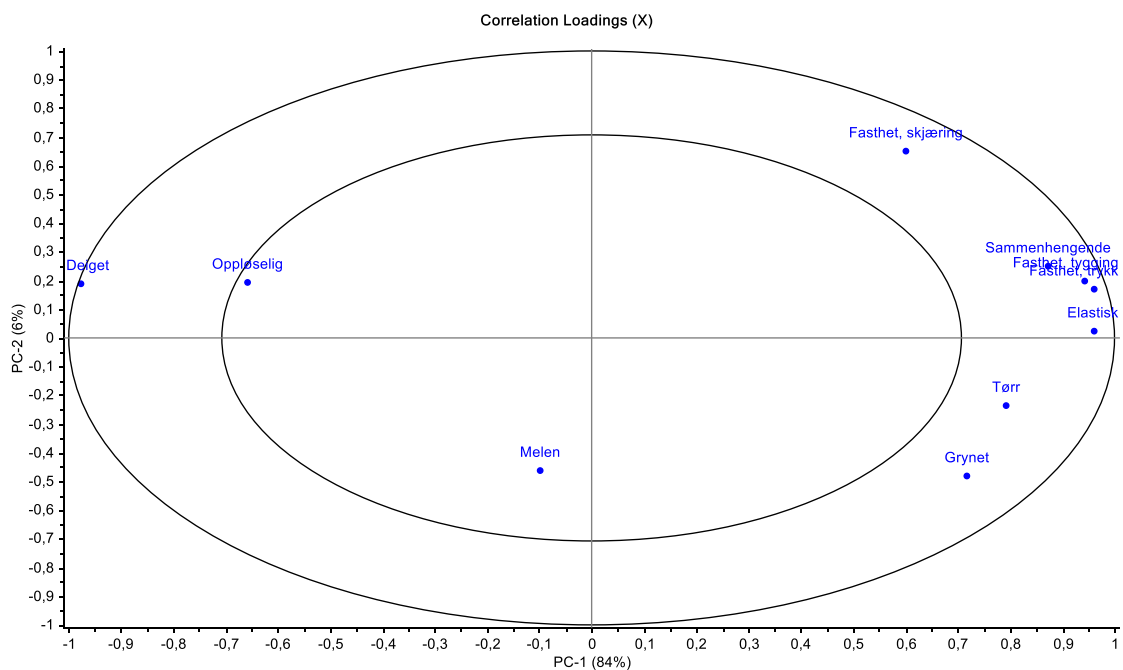
Figur 29. PCA-plot med smaksegenskapene som ble undersøkt i den beskrivende sensoriske analysen. Scores-plot (a) viser plasseringen av Norvegia og ostene fra de ulike forsøksfaktorene og blokkene hvor A = blokk 1, B = blokk 2 og C = blokk 3. Correlation loadings-plotet (b) viser de ulike smaksegenskapene og korrelasjonen mellom dem.

Figur 29 viser at 87 % av variasjonen i smaksegenskapene til ostene forklares av PC-1. Scores-plotet (a) viser at Norvegia ligger langt til venstre på PC-1 og at denne osten kan karakteriseres av smaksegenskapene aromatisk og maltsmak i større grad enn noen av ostene som ble produsert i forsøket. Lengst til høyre på PC-1 ligger MF/DF-ostene, og kan derfor karakteriseres av en høyere intensitet av egenskapene total luktstyrke, surhet, total smaksstyrke og besk/bitter enn både Norvegia og kontrollostene. Det ble ved hjelp av ANOVA funnet at MF/DF-ostene hadde signifikant høyere intensitet av egenskapene total smaksstyrke (p-verdi: $<0,05$, R^2 : 0,50), salt (p-verdi: $<0,05$, R^2 : 0,30), surhet (p-verdi: $<0,05$, R^2 : 0,59) og besk/bitter (p-verdi: $<0,05$, R^2 : 0,66). Variasjonen mellom kontrollostene ser ut til å være større enn mellom MF/DF-ostene.

I Figur 29 a) kan det observeres en tendens til at flere av KU- og KF-ostene ligger lenger mot høyre på PC-1 enn henholdsvis PU- og PF-ostene. Ostene fra KU og KF kan for eksempel karakteriseres av høyere intensitet av egenskapene besk/bitter og svovel sammenlignet med henholdsvis PU og PF. Signifikansnivåene fra ANOVA viste at varmebehandling hadde signifikant effekt på smaksegenskapen svovel (p-verdi: $<0,05$, R^2 : 0,54). Varmebehandling hadde også signifikant effekt på egenskapen aromatisk (p-verdi: $<0,05$, R^2 : 0,54), men correlation ladings-plotet (b) viser at aromatisk og svovel var negativt korrelert og at ostene fra PU og PF kan karakteriseres av denne egenskapen i større grad enn KU og KF. Figur 29 viser at PC-2 forklarer 9 % av variasjonen og at den forklarer intensiteten av de fleste smaksegenskapene. Det kan observeres en tendens til at MF/DF-ostene hadde høyere intensitet av de fleste smaksegenskapene enn kontrollostene.



a)



b)

Figur 30. PCA-plot med tekstur- og konsistensegenskapene som ble undersøkt i den beskrivende sensoriske analysen. Scores-plot (a) viser Norvegia og ostene fra de ulike forsøksfaktorene og blokkene hvor A = blokk 1, B = blokk 2 og C = blokk 3. Correlation loadings-plotet (b) viser de ulike tekstur- og konsistensegenskapene og korrelasjonen mellom dem.

Figur 30 viser at PC-1 og PC-2 forklarer henholdsvis 84 % og 6 % av variasjonen i tekstur- og konsistensegenskapene til ostene. Scores-plotet (a) viser at Norvegia ligger langt til høyre på PC-1 og

kan karakteriseres av høy intensitet av egenskapene fasthet (tygging), fasthet (trykk), fasthet (skjæring), elastisk og sammenhengende.

Det kan observeres en tendens til at flere av MF/DF-ostene ligger lenger mot høyre på PC-1 enn kontrollostene, og at MF/DF-ostenes tekstur- og konsistensegenskaper dermed ligner mer på egenskapene beskrevet for Norvegia. Kontrollostene ligger lenger til venstre på PC-1, og kan karakteriseres av høyere intensitet av egenskapene oppløselig og deiget enn både MF/DF-ostene og Norvegia. Det kan også observeres en tendens til at ostene fra PU og PF ligger lenger til høyre på PC-1 enn henholdsvis KU og KF. Analyse ved hjelp av ANOVA viste ingen signifikante effekter av forsøksfaktorene på ostenes tekstur- og konsistensegenskaper evaluert under den beskrivende sensoriske analysen.

5.0 Diskusjon

I dette forsøket ble det ystet Gouda-type ost ved pilotanlegget ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Hensikten med oppgaven var å undersøke effekten av ystemelkens varmebehandling og kasein- og laktosestandardisering på osteutbytte og ostens konsistens. Dette ble gjort ved å foreta kjemiske, mikrobiologiske og sensoriske undersøkelser av prøveuttak fra produksjonsprosessen og fra den ferdige osten ved ulike tidspunkt i modningen. Volum av ystemelk, og vekt av silost og ferdig presset ost ble også registrert, noe som blant annet ga utgangspunkt for utbytteberegningene. Forsøksfaktorenes effekt på ystemelkens sammensetning, effektiviteten til produksjonsprosessen, osteutbyttet og ostens egenskaper diskuteres nedenfor.

5.1 Ystemelk og melkebehandling

Porestørrelsen på membraner som benyttes under mikrofiltrering bidrar til at kasein holdes tilbake i retentatet, samtidig som myseproteinene kan følge permeatet gjennom membranen. Mikrofiltrering av skummet melk bidrar på denne måten til at det er kaseinene i melken som oppkonsentreres og at forholdet mellom kasein og myseprotein endres (Papadatos et al., 2003). Diafiltrering (DF) forsterker denne effekten ettersom vanntilsetningen fortynner MF retentatet slik at mer myseprotein følger permeatet gjennom membranen og gjør retentatet renere (Walstra et al., 2006). Resultatene i denne oppgaven viste at innholdet av protein og kasein målt ved hjelp av FTIR var høyere i ystemelken som var mikro- og diafiltrert enn i kontrollystemelken. Allikevel viste resultatene fra FTIR at forholdet mellom protein og kasein var det samme etter filtrering som før. Grunnen til dette var at programvaren som ble benyttet til å måle sammensetningen til prøvene ikke var kalibrert for konsentrert melk, og beregnet mengden kasein ut i fra forholdet til totalt protein slik det foreligger i tradisjonelle melkeprøver. Resultatene fra kapillærelektroforesen viste at forholdet mellom protein og kasein var lavere i MF/DF-ystemelken enn i kontrollystemelken. Dette viser at filtreringsprosessen bidro til en oppkonsentrering av kasein og at den fungerte slik som forventet.

Resultatene viste relativt stor variasjon i MF/DF-ystemelkens pH, men ved hjelp av statistiske analyser ble den funnet å være signifikant lavere enn i kontrollystemelken. Årsaken til dette var mest sannsynlig knyttet til nedkjølingsprosessen av MF/DF retentatet. Etter diafiltrering ved 50°C ble hele retentatet (ca. 600-700 L) overført til en kjøletank. Sannsynligvis bidro ikke kjølesystemet til å senke temperaturen på retentatet raskt nok. Dette kan ha gitt gode vekstvilkår for mikroorganismene i melken, noe også de mikrobiologiske analysene indikerte. Veksten på M17 agar var signifikant lavere i kontrollystemelken enn i MF/DF-ystemelken. Disse forskjellene ble imidlertid utjevnet etter tilsetning av syrekultur og mikroorganismene i ystemelken ser heller ikke ut til å ha påvirket den videre pH-utviklingen ettersom målingene ikke viste forskjeller i pH ved andre trinn i prosessen.

5.2 Effektivitet og utbytte

Resultatene i denne oppgaven viste at både MF/DF og varmebehandling av ystemelken bidro til flere praktiske fordeler under selve ystingen. En fordel med å benytte MF/DF-ySTEMELK var at selve ysteprosessen gikk raskere. Kombinasjon av mikrofiltrering og diafiltrering gjorde ysteprosessen mer effektiv, ettersom mysefortynningstrinnet som ble benyttet for kontrollene og som benyttes under tradisjonell Gouda-produksjon ble utelatt. Forsøket viste at faktorkombinasjonene hadde ulik effekt på både effektivitet og utbytte. Effektene av hver faktorkombinasjon på effektivitet og osteutbytte diskuteres ytterligere nedenfor.

5.2.1 Ubehandlet MF/DF-ySTEMELK (KF)

Det faktiske utbyttet fra KF (ca. 11,5 kg ost per 100 kg ySTEMELK) var høyere enn for ystingene med kontrollmelk. Dette var som forventet i og med at standardiseringen av kasein og fett bidro til at MF/DF-ySTEMELK hadde et høyere innhold av disse komponentene, som er de viktigste bestanddelene i ost. I tillegg til å øke det faktiske utbyttet viste både formagrafresultatene og registrert løpeleggingstid at den økte konsentrasjonen av kasein bidro til at KF hadde et raskere koaguleringsforløp enn kontrollene. Grunnen til den raske koaguleringen er at kollisjonsfrekvensen mellom kaseinene øker ved økt kaseinkonsentrasjon i melken. Dette fører til raskere aggregering av kaseinene under koaguleringen. På grunn av den økte aggregeringshastigheten kreves det mindre hydrolyse av κ -kasein før det dannes en gel av melk med høyere kaseinkonsentrasjon (Lomholt & Qvist, 1999). I dette forsøket ble koagelet til KF vurdert å være tilstrekkelig fast etter ca. 20 minutters løpelegging. At koagelet har en tilstrekkelig fasthet ved skjæring er viktig for at den videre syneresen skal foregå på en tilfredsstillende måte slik at osten oppnår ønsket kvalitet. I tillegg er fastheten på koagelet avgjørende for å minimere mengden ostestøv og dermed tap av kasein til mysa (Walstra et al., 2006). Resultatene fra kapillærelektroforesen viste at mysa fra KF inneholdt små mengder β -kasein, men ingen synlige mengder av andre kaseiner. Dette kan tyde på at skjæringen av koagelet ble utført på et riktig tidspunkt og at den økte konsentrasjonen av kasein i ySTEMELK bidro til at koagelet oppnådde tilstrekkelig fasthet. Den gjennomsnittlige andelen protein som ble beholdt i osten fra KF var høyest av alle faktorkombinasjonene. Mengden silost var også lavest for KF, selv om standardavviket var relativt stort. Disse resultatene indikerer at tapet av ostemasse og kasein i løpet av ysteprosessen var lite. I tillegg til mindre ostestøv og tap av kasein vil skjæring av et fast koagel også føre til mindre tap av fett. Resultatene i dette forsøket viste at fettinnholdet i 12 ukers osten fra KF var høyere enn i kontrollostene. Selv om det ikke ble gjort utbytteberegninger med hensyn til fett, kan det økte fettinnholdet i osten blant annet skyldes at tapet av fett under ystingen av KF var lavere enn for kontrollene. (Fox et al., 2017).

5.2.2 Pasteurisert MF/DF-ystemelk (PF)

Koaguleringstiden til PF var raskere enn for alle de øvrige faktorkombinasjonene. I tillegg til effekten av filtrering som ble beskrevet i avsnitt 5.2.1, viste resultatene at varmebehandling også hadde signifikant effekt på koaguleringen. Varmebehandling ble funnet å ha effekt på både RCT og løpeleggingstiden til PF sammenlignet med KF. Varmebehandling etter kjølelagring endrer kalsiumbalansen i melken slik at mer kalsiumfosfat blir uløselig og binder til micellen. Dette frigjør H^+ som ligger bundet i kaseinmicellen ved fravær av kolloidalt kalsiumfosfat (CCP). Frigjøringen av H^+ fører til en liten reduksjon i melkens pH, noe som virker positivt på løpekoaguleringen. Grunnen til dette er at lavere pH øker aktiviteten til chymosin ettersom pH kommer nærmere enzymets pH-optimum (McSweeney, 2007b). Resultatene fra formagrafanalysene viste at varmebehandling hadde signifikant effekt på den enzymatiske delen av koaguleringen. Aggregeringsfasen er ikke enzymavhengig, og det ble heller ikke funnet signifikante forskjeller mellom PF og KF i denne fasen av koaguleringen.

I likhet med KF viste resultatene fra kapillærelektroforesen at mysa til PF heller ikke inneholdt andre synlige mengder kasein enn små mengder β -kasein. Både osteutbyttet (ca. 11,5 kg ost per 100 kg ystemelk) og andelen protein som ble bevart i osten var høyt. Dette tyder på at koagelet ble skjært på riktig tidspunkt og at dette førte til små mengder ostestøv. Effekten av filtrering som er blitt beskrevet i avsnitt 5.2.1 og 5.2.2 gir indikasjoner på at ystingsteknikken som ble benyttet for MF/DF førte til lite tap av kasein og ostemasse underveis i ysteprosessen.

5.2.3 Ubehandlet kontrollystemelk (KU)

Det faktiske utbyttet fra KU var ca. 9 kg ost per 100 kg melk. Dette var lavere enn for MF/DF, noe som var forventet ettersom konsentrasjonen av kasein og fett var lavere i kontrollystemelken. Både resultatene fra formagrafanalysene og løpeleggingstiden viste at koaguleringsforløpet til KU tok lenger tid enn for alle de andre faktorkombinasjonene. Dette skyldes at de positive effektene av filtrering og varmebehandling (forklart i avsnitt 5.2.1 og 5.2.2) ikke var til stede for denne faktorkombinasjonen. Proteininnholdet i myseavtappet fra KU var høyere enn i mysa fra MF/DF ystingene, og kapillærelektroforesen viste at dette skyldes at mysa fra KU inneholdt både α_{s1} -kasein og større mengder β -kasein. Ettersom dette er komponenter som i utgangspunktet skal være en del av kaseinnettverket i osten, regnes dette som et tap som blant annet er viktig med tanke på utbytte. Årsaken til dette tapet kan ha flere forklaringer. Det kan skyldes en direkte effekt av kjølelagring, som fører til lekkasje av α_{s1} -kasein og β -kasein fra kaseinmicellene til mysa. Innholdet av α_{s1} -kasein og β -kasein i mysa kan også skyldes at skjæringen ble utført på et koagel som ikke hadde tilstrekkelig fasthet. Koagelet ble undersøkt visuelt i løpet av løpeleggingen for å kontrollere når det var klart for skjæring. Til tross for en løpeleggingstid på omtrent 90 minutter ble det observert at koagelet til KU

fortsatt ikke hadde samme fasthet ved skjæring som det MF/DF-koagelene hadde. Ifølge Fox et al. (2017) er proteinkonsentrasjonen en viktig forklaring på at koagelet til KU ikke fikk samme fasthet som MF/DF, ettersom økt proteinkonsentrasjon også øker gelfastheten. Et koagel som er for løst er ikke tilstrekkelig utviklet. Skjæring av et underutviklet koagel fører til at mengden ostestøv øker (Walstra et al., 2006). Dette gjør at tapet av kasein til mysa blir høyere.

Andelen protein som ble beholdt i osten var lavere i KU enn for MF/DF. I tillegg til de nevnte lekkasjene av protein til mysa skyldes også dette tap av silost under ystingen. Resultatene viste at KU hadde høyest gjennomsnittlig mengde silost. Årsaken til dette kan for eksempel være knyttet til at koagelet ikke utviklet nok fasthet og at et svakt koagel lettere avgir fragmenter til mysa (ostestøv). Når det løse koagelet ble skjært kan det også ha blitt hengende igjen langs kantene på ystekaret og dermed ikke blitt med når osten ble tappet av. En annen årsak kan være knyttet til mysefortynningstrinnet som ble utført på kontrollene. Under mysefortynningen ble røreverket på ystekaret stanset, slik at en del av ostekornene sank ned mot bunnen. Dette kan ha bidratt til at mer ostemasse festet seg til bunnen av ystekaret og ikke fulgte med under avtapp til forpressa. Etter myseavtapp må ostemassen også skjæres opp på nytt, noe som genererer mer ostestøv. Det ble også benyttet høyere ettervarmingstemperatur på kontrollene. Dette kan ha bidratt til at en større andel av ostemassen festet seg til kantene av ystekaret.

I tillegg til tap av kasein fører også kutting av underutviklet koagel til større tap av fett til mysa. Årsaken til dette er at kutting av det løse koagelet fører til ødeleggelse av ostekornene og et økt overflateareal. Økt overflateareal fører til at mer fett slipper ut gjennom overflaten til ostekornene (Fox et al., 2017). I dette forsøket ble det ikke utført analyser av fettinnholdet i mysa eller gjort beregninger av utbytte med hensyn til fett. Det er derfor vanskelig å si noe om eventuelle tap av fett i dette forsøket.

5.2.4 Pasteurisert kontrollsystemelk (PU)

Løpeleggingen av PU tok relativt lang tid sammenlignet med MF/DF. Varmebehandling reduserte allikevel løpeleggingstiden til kontrollen med 30 minutter i forhold til KU (PU = 60 minutter, KU = 90 minutter), og effekten av varmebehandling viste seg derfor å være større for kontrollene enn for MF/DF. Årsaken til dette kan være knyttet til forskjellene i proteinkonsentrasjon. I kontrollsystemelken var kaseinfraksjonen mindre og serumfasen større enn i MF/DF-systemelken, noe som kan ha påvirket likevekten av kalsium og kasein i og utenfor micellen. En annen grunn til at varmebehandling hadde større effekt på løpeleggingstiden til kontrollene enn på MF/DF, kan være at skummet melken holdt lav temperatur over lenger tid enn MF/DF retentatet. Etter separering og pasteurisering av råmelken ble skummetmelken som ble benyttet til ysting av kontrollene satt direkte på kjøling. Den delen av skummetmelken som ble filtrert ble holdt ved en høyere temperatur

gjennom hele filtreringsprosessen, og som forklart i avsnitt 5.1 gikk også nedkjølingsprosessen av retentatet sakte. Dette kan ha ført til at lekkasjen av kasein fra micellene var mindre i retentatet enn i skummetmelken og at utgangspunktet i ystemelken dermed var forskjellig.

Det faktiske utbyttet fra PU var omtrent det samme som for KU (ca. 9 kg ost per 100 kg melk). Det ble heller ikke funnet forskjeller i andel protein beholdt i osten eller andel protein i mysa mellom kontrollene. Resultatene fra kapillærelektroforesen viste at mysa fra PU inneholdt både α_{s1} -kasein og β -kasein. Selv om det ikke ble funnet signifikante forskjeller mellom PU og KU, kunne det allikevel observeres en tendens til at varmebehandlingen hadde effekt på innholdet av kasein i mysa til kontrollene. Den gjennomsnittlige relative konsentrasjonen av α_{s1} -kasein ble funnet å være lavere i mysa fra PU enn i mysa fra KU. Samme effekt av varmebehandling kunne observeres for innholdet av β -kasein i mysa til kontrollene. Den positive effekten av varmebehandling på innholdet av kasein i mysa, kunne også se ut til å være større for kontrollene enn for MF/DF. Som tidligere nevnt kan både lavere proteinkonsentrasjon og varigheten på kjølelagringen av skummetmelken som ble brukt under ysting av kontrollene være noe av årsaken til at effekten av kjølelagring ikke ble fullstendig reversert under varmebehandlingen av PU. Som forklart i avsnitt 5.2.3 kan innholdet av α_{s1} -kasein og β -kasein i mysa til PU også forklares med et tap i form av ostestøv grunnet skjørt koagel ved skjæring. Det at kaseinene ble funnet i 1. myseavtapp kan allikevel tyde på at mye av årsaken er knyttet til lekkasje fra kaseinmicellene under kjølelagring, ettersom røringen ikke hadde pågått veldig lenge når disse prøvene ble tatt ut og på grunn av at det ikke ble funnet synlige mengder av disse kaseinene i 2. myseavtapp. Mengden silost var også relativt stor for PU og som forklart i avsnitt 5.2.3 kan dette ha sammenheng med både mykt koagel ved skjæring, mysefortynningstrinnet og ettervarmingstemperaturen som ble benyttet under ysting av PU.

5.3 Ost

Resultatene i denne oppgaven viste at det var relativt store forskjeller mellom kasein-, fett- og laktoseinnholdet i MF/DF-ystemelken og kontrollystemelken. Til tross for disse forskjellene hadde ostene som ble produsert relativt lik sammensetning. Det ble for eksempel ikke funnet noen effekt av forsøksfaktorene på ostenes totale proteininnhold. Selv om pH i MF/DF-ystemelken var lavere enn i kontrollystemelken forsvant denne forskjellen etter tilsetning av syrekultur, og det ble heller ikke funnet forskjeller i pH ved noe senere tidspunkt. Under Gouda-produksjon er det ønskelig at osten oppnår en pH på omkring 5,2 etter saltlake (Walstra et al., 2006). Resultatene fra denne oppgaven viste at ferskostene fra alle faktorkombinasjonene hadde en gjennomsnittlig pH på ca. 5,2. Det ble heller ikke funnet signifikante forskjeller i ostenes melkesyreinnhold. Dette viser at diafiltreringsgraden som ble benyttet var tilstrekkelig og at det fungerte på en slik måte at mysefortynningstrinnet kunne utelates uten at det fikk konsekvenser for ostens endelige pH og

melkesyreinnhold. pH-målingene som ble gjort av ostene etter 5 ukers modning viste at pH-verdiene hadde steget til omkring 5,35 i løpet av den tidlige modningen. Dette var som forventet ettersom pH i osten øker gradvis under modningen som et resultat av at CO₂ som var tilstede i ferskosten forsvinner og på grunn av nedbrytning av proteiner (van den Berg et al., 2004). Selv om ostene som ble produsert hadde mange likheter, viste resultatene også noen effekter av forsøksfaktorene.

Fettanalysene utført på 12 ukers ost viste at MF/DF-ostene inneholdt mer fett enn kontrollostene. Norgeia inneholder ca. 27 % fett (TINE, 2018) og resultatene i dette forsøket viste at fettinnholdet i MF/DF-ostene (ca. 26-26,5 % fett) var mer i samsvar med dette enn fettinnholdet i kontrollostene (ca. 24,5-25 % fett). I følge Kraggerud et al. (2014) er andelen fett i tørrstoff ca. 46 % i Norgeia, og ostene i dette forsøket inneholdt noe lavere andel fett i tørrstoffet enn dette. Et fettinnhold på ca. 27 % og en andel fett i tørrstoff på ca. 46 % slik som er tilfellet for Norgeia, tilsvarer et tørrstoffinnhold på ca. 58-59 %. Resultatene i dette forsøket viste at tørrstoffinnholdet i MF/DF-ostene (ca. 59-60 %) var litt høyere enn tørrstoffinnholdet i Norgeia, mens tørrstoffinnholdet til kontrollostene var litt lavere (ca. 56-57 %). Forskjellen mellom tørrstoffinnholdet i MF/DF-ostene og kontrollostene ble funnet å være signifikant både i ferskost og etter 5 ukers modning.

Det økte tørrstoffinnholdet i MF/DF-ostene kan være en direkte effekt av filtrering. Ifølge Fox et al. (2017) øker graden av synerese med økt kaseininnhold i ystemelken. For å regulere graden av synerese, og dermed også vanninnholdet eller tørrstoffinnholdet i osten, kan det benyttes ulike prosessstrinn under ystingen. Dette kan blant annet gjøres ved å regulere størrelsen på ostekornene, intensiteten på røringen eller ettervarmingstemperaturen (Fox et al., 2017). I dette forsøket ble det benyttet en ettervarmingstemperatur på 38°C for MF/DF og 39°C for kontrollene. Resultatene viste at den reduserte ettervarmingstemperaturen for MF/DF ikke var tilstrekkelig for å utjevne forskjellen i tørrstoffinnhold oppkonsentreringen av kasein førte til. Ettersom tørrstoffinnholdet er avgjørende både for ostens egenskaper og modning burde tørrstoffinnholdet i MF/DF- og kontrollostene ha vært det samme. For å øke tørrstoffinnholdet i kontrollostene kunne det for eksempel blitt benyttet høyere ettervarmingstemperatur. Samtidig kunne en ytterligere reduksjon i ettervarmingstemperaturen til MF/DF bidra til at disse ostene fikk et lavere tørrstoffinnhold. Endringer i ettervarmingstemperatur ville sannsynligvis hatt effekt på både løpeaktivitet og aktiviteten til syrekulturen. Ettersom denne aktiviteten er avgjørende blant annet for ostenes videre modning ville endringer i ettervarmingstemperaturen mest sannsynlig også påvirket tekstur- og smaksutviklingen i ostene (Fox et al., 2017).

Røring under ystingen fører til at ostekornene både kolliderer med hverandre og med veggen på ystekaret, noe som bidrar til at bindingene i kaseinnettverket forandres slik at det trekker seg

sammen og presser myse ut av ostekornene (synerese). Økt varighet på røringen fører på denne måten til flere kollisjoner mellom ostekornene, økt grad av synerese og et høyere tørrstoffinnhold i osten (Fox et al., 2017). For å utjevne forskjellene i tørrstoffinnhold mellom MF/DF-ostene og kontrollostene kunne varigheten på røreprogrammet blitt økt for kontrollene og redusert for MF/DF. Forandringer i røreprogrammet kan ha flere effekter på osteproduksjonen enn den direkte effekten på tørrstoffinnhold. En studie utført av Johnston et al. (1991) viste for eksempel at kortere røreprogram og lavere hastighet på røreverket under produksjon av Cheddar førte til økt mengde ostestøv og større tap av fett til mysa. Endret varighet på røringen har også effekt på både produksjonstid og produksjonskostnader.

Selv om tørrstoffinnholdet i MF/DF-ostene var høyere enn i kontrollostene viste resultatene at forsøksfaktorene ikke hadde noen effekt på det totale proteininnholdet i ostene. Proteinanalysene viste imidlertid at andelen løselig nitrogen var høyest i MF/DF ostene. Nedbrytning av uløselig kasein til løselige peptider og aminosyrer i osten under modning fører til at andelen løselig nitrogen øker (Fox et al., 2017). Forskjellene mellom MF/DF-ostene og kontrollostenes innhold av løselig nitrogen kan derfor skyldes ulik grad av proteolyse under den tidlige modningsfasen. Det er spesielt løpeenzymenes raske nedbrytning av α_{s1} -kasein som preger den tidlige proteolysen (van den Berg et al., 2004). Resultatene fra kapillærelektroforesen viste at ferskostene fra MF/DF hadde lavere innhold av både α_{s1} -kasein-8P og α_{s1} -kasein-9P enn kontrollostene, noe som tyder på at det var større løpeaktivitet på α_{s1} -kaseinet i MF/DF-ostene. Som forklart av van den Berg et al. (2004) bidrar lavere ettervarmingstemperatur til at nedbrytningen av α_{s1} -kasein går raskere. Dette kan være årsaken til forskjellene i løpeaktivitet på α_{s1} -kaseinet i henholdsvis MF/DF-ostene og kontrollostene. Det ble ikke funnet forskjeller mellom ostenes konsentrasjon av nedbrytningsproduktene (α_{s1} -I) til α_{s1} -kasein (α_{s1} -1-kasein (8/9 P)). Dette kan for eksempel skyldes at peptidene i MF/DF-ostene ble utsatt for ytterligere hydrolyse. Den videre nedbrytningen ble ikke undersøkt i denne oppgaven.

Det løselige nitrogenet som ble funnet i ostene inkluderer også myseproteinene.

Kapillærelektroforesen kunne i utgangspunktet ha gitt informasjon dette, men analysen viste ingen synlige mengder myseprotein i noen av ostene. Ifølge Fox et al. (2017) utgjør native myseproteiner vanligvis omkring 1 % av proteininnholdet i løpefelte oster slik som Gouda. Grunnen til at det allikevel ikke ble funnet myseprotein i noen av ostene ved hjelp av kapillærelektroforese har mest sannsynlig sammenheng med fortyningseffekten under prøveopparbeidelsen av osteprøvene. Dette kan ha bidratt til at konsentrasjonen av myseprotein i prøvene ble så lav at de ble udetekterbare ved hjelp av denne analysemetoden. Selv om resultatene i denne oppgaven ikke gir informasjon om mengden myseprotein i ostene, viste resultatene fra kapillærelektroforesen at MF/DF-ystemelken inneholdt mindre andel myseprotein enn kontrollystemelken. Forskjellene i ostenes innhold av

løselig nitrogen har derfor mest sannsynlig ikke sammenheng med myseproteininnholdet i ostene, men er heller knyttet til graden av proteolyse i den tidlige modningsfasen.

Den sekundære proteolysen, hvor det dannes mindre peptider og aminosyrer, er i stor grad katalysert av det proteolytiske systemet til melkesyrebakterier fra syrekulturen (LAB) og fra ikke-tilsatte melkesyrebakterier (NSLAB). Balansen mellom proteolyse og peptidolyse er viktig for smaksutviklingen i osten, ettersom en akkumulering av større peptider har sterk sammenheng med bitter smak på osten (McSweeney, 2007a). Under den sensoriske analysen av ostene ble MF/DF-ostene funnet å være preget av større grad av bitter/besk smak. Dette understøtter at løpeaktiviteten var høyere i disse ostene enn i kontrollostene. Samtidig gir dette også indikasjoner på at den mikrobielle aktiviteten til bakterier med evne til å produsere proteolytiske enzymer som bryter ned de bitre peptidene, var lavere i MF/DF-ostene. De mikrobiologiske analysene som ble utført på ferskosten viste større mengde av laktokokker i kontrollostene. Utviklingen av den mikrobielle aktiviteten i ostene under modning ble ikke undersøkt i denne oppgaven. I likhet med resultatene i denne oppgaven viste også resultatene fra masteroppgaven til Haugerud (2017) at MF/DF bidro til økt intensitet av egenskapen besk/bitter ved sensorisk analyse etter 10 ukers modning. Resultatene til Haugerud viste imidlertid at forskjellen mellom de sensoriske egenskapene til MF/DF-ostene og kontrollostene var mindre etter 16 ukers modning. Dette kan tyde på at modningsprosessen går langsommere i MF/DF-ostene, noe også resultatene i denne oppgaven kan gi indikasjoner på. Egenskapsbedømmelsen av ostene i dette forsøket viste at det var lukt- og smaksegenskapene til ostene som i størst grad bidro til å trekke ned hovedpoengsummen.

Til tross for at proteininnholdet i ostene ikke var forskjellig, viste resultatene i dette forsøket at kalsiuminnholdet var høyere i MF/DF-ostene enn i kontrollostene. Det økte kalsiuminnholdet kan være en direkte effekt av filtreringsprosessen. En studie utført av Neocleous et al. (2002) viste at økt konsentrasjonsfaktor under mikrofiltrering bidro til økt kalsiuminnhold i Cheddar. En annen årsak til det økte kalsiuminnholdet kan være at innholdet av kasein var høyere i MF/DF-ostene og at de dermed også hadde et høyere innhold av kalsium assosiert med micellen. Som forklart tidligere i dette avsnittet gir ikke resultatene i denne oppgaven informasjon om andelen kasein i ostene. Resultatene i denne oppgaven viste også at varmebehandling førte til økt innhold av kalsium i osten. Dette skyldes sannsynligvis effekten varmebehandling har på kalsiumbalansen i melken. Når en større andel av kalsiumet er assosiert med micellen, fører dette til at en større andel også følger ostemassen under myseavtapp. Effekten av dette er at kalsiuminnholdet i osten blir høyere.

Økt kalsiuminnhold i osten er forbundet med en økning i ostens fasthet. Dette gjelder spesielt ved økt innhold av den uløselige delen av kalsiumet som er assosiert med kaseinmicellen (Fox et al.,

2017). Selv om både filtrering og varmebehandling bidro til et økt innhold av kalsium i osten, ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom ostenes tekstur- eller konsistensegenskaper under den beskrivende sensoriske analysen. Resultatene fra den sensoriske profileringen viste allikevel en tendens til at MF/DF-ostene hadde en fastere konsistens og var mer elastisk enn kontrollostene. Analysen viste at den faste konsistensen og elastisiteten til MF/DF-ostene bidro til at tekstur- og konsistensegenskapene til disse ostene var mer lik egenskapene til referanseosten Norvegia enn det kontrollostene var. Resultatene viste også tendenser til at PU og PF kunne karakteriseres av høyere intensitet av egenskapene knyttet til fasthet enn tilsvarende oster som ikke var varmebehandlet etter kjølelagring (hhv. KU og KF). Dette gir indikasjoner på at både filtrering og varmebehandling av ystemelken til en viss grad kan ha bidratt til forskjeller i ostenes fasthet. Det ble ikke utført andre teksturanalyser i dette forsøket, men dette kunne ha gitt mer informasjon om forskjellene mellom ostenes fasthet.

5.4 Oppsummerende diskusjon og videre arbeid

Dette forsøket viste at det er flere fordeler med å benytte MF/DF retentat til ysting av Gouda-type ost. Ysteprosessen tok kortere tid, både på grunn av raskere koagulering og ved at mysefortynningstrinnet kunne utelates. Når ystemelken i tillegg ble pasteurisert etter kjølelagring førte det til en ytterligere reduksjon i koaguleringsstid. Dette er av betydning for produksjonskostnadene. I tillegg til den reduserte produksjonstiden viste også resultatene at det å utelate mysefortynningstrinnet kan være av betydning for utbyttet.

Utbytteberegningene som er foretatt i denne oppgaven kan ikke betraktes som absolutte. En viktig årsak til dette er at det ikke ble brukt vekt for å veie ystemelken, fløten eller mysa. Vektene ble beregnet ut i fra observert antall liter som ble tappet i ystekarene. Litermålet var relativt unøyaktig, ettersom målepinnen som ble benyttet i ystekaret kun indikerte hver 25. liter og på grunn av at målingene ble gjort visuelt. Små variasjoner var derfor umulig å observere eller registrere. Sett i sammenheng med de andre analyseresultatene gir utbytteresultatene allikevel gode indikasjoner på forskjellene mellom de ulike faktorkombinasjonene. Resultatene fra kapillærelektroforesen viste for eksempel tydelige indikasjoner på at mer kasein gikk tapt i mysa for kontrollene enn for MF/DF. Resultatene ga ikke informasjon om mengdene som gikk tapt, men at det for eksempel ble funnet synlige mengder α_{s1} -kasein i mysa fra kontrollene og ikke i mysa fra MF/DF viser at det var faktiske forskjeller. I tillegg til myseresultatene ga også koaguleringsresultatene indikasjoner på at effektene av kjølelagring var større for skummet melken benyttet til ysting av kontrollene enn for MF/DF retentatet. Dette tyder på at de tidligere forsøkene i dette prosjektet har gitt relevante resultater selv om retentatet har blitt kjølelagret.

Resultatene i denne oppgaven viste at det til tross for store variasjoner mellom MF/DF-ystemelken og kontrollystemelkens kasein-, fett- og laktoseinnhold ble produsert oster som hadde relativt like egenskaper. Det ble allikevel funnet noen forskjeller. En viktig effekt av filtrering var at MF/DF-ostene hadde høyere tørrstoffinnhold enn kontrollostene. Tørrstoffinnholdet er viktig for ostens egenskaper og videre modning ettersom det er av betydning blant annet for enzymaktiviteten. For å kunne foreta en riktig sammenligning av MF/DF-oster og kontrolloster bør derfor tørrstoffinnholdet være det samme. Modningsforløpet ble ikke studert i denne oppgaven, men forskjellene i tørrstoffinnhold var også noe Haugerud (2017) kom frem til at var av betydning for ostenes kjemiske og sensoriske egenskaper. Haugerud analyserte MF/DF-oster og kontrolloster gjennom et modningsforløp på 16 uker. Resultatene viste at MF/DF-ostene hadde noe høyt tørrstoffinnhold sammenlignet med spesifikasjonene for Norge. Kontrollostene viste seg å ha et noe lavt tørrstoffinnhold sammenlignet med disse spesifikasjonene.

En enkel måte å justere tørrstoffinnholdet i ostene på, kunne for eksempel ha vært å redusere ettervarmingstemperaturen til MF/DF og øke ettervarmingstemperaturen til kontrollene. Et annet tiltak kunne vært å forandre varigheten på røreprogrammet. Sannsynligvis ville alle disse tiltakene ført til endringer i ostenes egenskaper og burde eventuelt ha blitt undersøkt nærmere. Fettanalysene viste at fettinnholdet i 12 ukers ostene var noe lavere enn det spesifikasjonene for Norge sier. Økt fettinnhold i ystemelken ville ført til økt tørrstoffinnhold i ostene, og kunne spesielt vært aktuelt for kontrollostene, ettersom disse hadde lavere fettinnhold og tørrstoffinnhold enn både MF/DF-ostene og Norge.

Både den sensoriske beskrivelsen av ostenes smakegenskaper og resultatene fra proteinanalysene ga indikasjoner på ujevn balanse mellom nedbrytningen av proteiner og peptider i MF/DF-ostene. Dette var med på å forsinke modningen i MF/DF-ostene. Økt modningstid fører til økte kostnader, ettersom oster som ligger på lager ikke genererer inntekter før de blir solgt. Hastigheten på modningen kan styres ved hjelp av ulike tiltak. Sannsynligvis kunne et lavere tørrstoffinnhold i MF/DF-ostene ha ført til økt mikrobiologisk aktivitet, og dermed også raskere modning. Problemet med dette er at løpeenzymene også følger vannfasen i ostemassen, og at et lavere tørrstoffinnhold også kunne ført til økt løpeaktivitet (McSweeney, 2007b). Dette er ikke ønskelig i MF/DF-ostene ettersom løpeaktiviteten allerede var høy. En mulig løsning på dette kunne vært å redusere løpemengden. Økt mikrobiologisk aktivitet og redusert løpeaktivitet kunne forskyvet balansen mellom den primære og sekundære proteolysen slik at opphopningen av bitre peptider ikke ble like stor. Redusert løpemengde vil sannsynligvis føre til økt koaguleringsstid for MF/DF og dermed også økte produksjonskostnader. Dersom dette er nødvendig for å produsere ost med ønsket kvalitet og modningshastighet bør det allikevel undersøkes nærmere.

6.0 Referanser

- Banks, J. M. (2007). Cheese yield. I: McSweeney, P. L. H. (red.) *Cheese Problems Solved*, s. 100-114: Woodhead Publishing.
- Bech, A.-M. (1993). Characterising ripening in UF-cheese. *International Dairy Journal*, 3 (4): 329-342. doi: [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(93\)90021-Q](https://doi.org/10.1016/0958-6946(93)90021-Q).
- Britten, M. & Pouliot, Y. (1996). Characterization of whey protein isolate obtained from milk microfiltration permeate. *Le Lait*, 76: 255-265. doi: 10.1051/lait:1996321.
- Codex Alimentarius. (2013). *Standard for Gouda. Codex standard 266- 1966*. Genève, Sveits: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/World Health Organization (WHO).
- Dalgleish, D. G. & Corredig, M. (2012). The Structure of the Casein Micelle of Milk and Its Changes During Processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3: 449-467.
- de Billot, C. (2016). *Initiell mikrobiota i Gouda-type ost fra kaseinstandardisert ystemelk*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Düsterhöft, E. M. & van den Berg, G. (2007). Dutch-type cheeses. I: McSweeney, P. L. H. (red.) *Cheese Problems Solved*, s. 230-245: Woodhead Publishing.
- Ediassen, S. G. (2016). *Betydning av formodning ved ysting av Gouda-type ost fra kaseinstandardisert melk, innvirkning på kalsiuminnholdet og konsistens i osten*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Flaatten, G. K. (2016). *Produksjon av Norvegia type ost fra kaseinstandardisert ystemelk : effekt av diafiltrering og formodningstid*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Fox, P., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H. & O'Mahony, J. A. (2015). *Dairy Chemistry and Biochemistry*. 2 utg.: Springer International Publishing: Imprint: Springer.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of Cheese Science*. 2 utg.: Springer US : Imprint: Springer.
- Grønnevik, H., Falstad, M. & Narvhus, J. A. (2011). Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. *International Dairy Journal*, 21 (9): 601-606. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.01.001>.
- Guinee, T. P., O'Kennedy, B. T. & Kelly, P. M. (2006). Effect of Milk Protein Standardization Using Different Methods on the Composition and Yields of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 89 (2): 468-482. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72110-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72110-5).
- Haugerud, F. (2017). *Innvirkningen av kasein- og laktosestandardisering av ystemelk på modning av Gouda-type ost*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.

- Heck, J. M. L., Olieman, C., Schennink, A., van Valenberg, H. J. F., Visker, M. H. P. W., Meuldijk, R. C. R. & van Hooijdonk, A. C. M. (2008). Estimation of variation in concentration, phosphorylation and genetic polymorphism of milk proteins using capillary zone electrophoresis. *International Dairy Journal*, 18 (5): 548-555. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.11.004>.
- Hoffmann, T. (2011). *Membrane filtration and membrane filtration assembly*. PCT/NO2011/000073.
- IDF. (1993). *Determination of nitrogen content*. IDF 20 B. Brussel, Belgia: International Dairy Federation.
- IDF. (1995). *Milk and milk products - Guidance on sampling*. IDF 50C. Brussel, Belgia: International Dairy Federation.
- IDF. (2001). *Milk - determination of nitrogen content part 1: Kjeldahl method*. IDF 20-1. Brussel, Belgia.
- ISO/IDF. (2004a). *Cheese and processed cheese - Determination of the total solids content*. International Standard ISO 5534, IDF 4. ISO, Genève, Sveits og IDF, Brussel, Belgia.
- ISO/IDF. (2004b). *Whey cheese - Determination of dry matter*. International standard ISO 2920, IDF 58: ISO, Genève, Sveits og IDF, Brussel, Belgia.
- ISO/IDF. (2008). *Cheese - Determination of fat content - Van Gulik method*. International standard ISO 3433, IDF 222. ISO, Genève, Sveits og IDF, Brussel, Belgia.
- Jameson, G. W. & Lelievre, J. (1996). *Effects of Whey Proteins on Cheese Characteristics*: International Dairy Federation 313:3-8.
- Johnston, K. A., Dunlop, F. P. & Lawson, M. F. (1991). Effects of speed and duration of cutting in mechanized Cheddar cheesemaking on curd particle size and yield. *Journal of Dairy Science*, 58: 345-354. doi: 10.1017/S0022029900029927.
- Kelly, A. L., Huppertz, T. & Sheehan, J. J. (2008). Pre-treatment of cheese milk: principles and developments. *Dairy Science & Technology*, 88 (4): 549-572. doi: 10.1051/dst:2008017.
- Kraggerud, H., Skeie, S., Høy, M., Røkke, L. & Abrahamsen, R. K. (2008). Season and ripening temperature influence fatty acid composition and sensory properties of semi-hard cheese during maturation. *International Dairy Journal*, 18 (8): 801-810. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.11.003>.
- Kraggerud, H., Solem, S. & Abrahamsen, R. K. (2012). Quality scoring – A tool for sensory evaluation of cheese? *Food Quality and Preference*, 26 (2): 221-230. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.04.006>.
- Kraggerud, H., Næs, T. & Abrahamsen, R. K. (2014). Prediction of sensory quality of cheese during ripening from chemical and spectroscopy measurements. *International Dairy Journal*, 34 (1): 6-18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.07.008>.
- Law, B. A. (1999). *Technology of Cheesemaking*: Sheffield Academic Press.

- Lawrence, R. C., Creamer, L. K. & Gilles, J. (1987). Texture Development During Cheese Ripening. *Journal of Dairy Science*, 70 (8): 1748-1760. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(87\)80207-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)80207-2).
- Lomholt, S. B. & Qvist, K. B. (1999). The formation of cheese curd. I: Law, B. A. (red.) *Technology of cheesemaking*: Sheffield Academic Press.
- Lucey, J. & Kelly, J. (1994). Cheese yield. *International Journal of Dairy Technology*, 47 (1): 1-14.
- Lucey, J. A. & Fox, P. F. (1993). Importance of Calcium and Phosphate in Cheese Manufacture: A Review. *Journal of Dairy Science*, 76 (6): 1714-1724. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77504-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77504-9).
- McMahon, D. J. & Brown, R. J. (1982). Evaluation of Formagraph for Comparing Rennet Solutions. *Journal of Dairy Science*, 65 (8): 1639-1642. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82390-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82390-4).
- McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57 (2-3): 127-144. doi: doi:10.1111/j.1471-0307.2004.00147.x.
- McSweeney, P. L. H., Ottogalli, G. & Fox, P. F. (2004). Diversity of cheese varieties: An overview. I: Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (red.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - Volume 2*, s. 1-23: Academic Press.
- McSweeney, P. L. H. (2007a). Cheese manufacture and ripening and their influence on cheese flavour. I: Weimer, B. C. (red.) *Improving the Flavour of Cheese*, s. 1-25: Woodhead Publishing.
- McSweeney, P. L. H. (2007b). Conversion of milk to curd I: McSweeney, P. L. H. (red.) *Cheese Problems Solved*, s. 50-71: Woodhead Publishing.
- McSweeney, P. L. H. (2007c). Milk. I: McSweeney, P. L. H. (red.) *Cheese Problems Solved*, s. 1-10: Woodhead Publishing.
- McSweeney, P. L. H. (2007d). Preparation of cheesemilk I: McSweeney, P. L. H. (red.) *Cheese Problems Solved*, s. 11-29: Woodhead Publishing.
- Mestawet, T. A., Girma, A., Ådnøy, T., Devold, T. G., Narvhus, J. A. & Vegarud, G. E. (2014). New insights in goat breeds of Ethiopia: High content of α s1-CN and its association with coagulation properties, whey syneresis and micelle size. *Small Ruminant Research*, 119 (1): 146-155. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.02.011>.
- Miralles, B., Rothbauer, V., Manso, M. A., Amigo, L., Krause, I. & Ramos, M. (2001). Improved method for the simultaneous determination of whey proteins, caseins and para-kappa-casein in milk and dairy products by capillary electrophoresis. *Journal of chromatography A*, 915 (1-2): 225-230. doi: 10.1016/s0021-9673(01)00617-3.

- Neocleous, M., Barbano, D. M. & Rudan, M. A. (2002). Impact of Low Concentration Factor Microfiltration on Milk Component Recovery and Cheddar Cheese Yield. *Journal of Dairy Science*, 85 (10): 2415-2424. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74324-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74324-5).
- O'Mahony, J. A., Lucey, J. A. & McSweeney, P. L. H. (2005). Chymosin-Mediated Proteolysis, Calcium Solubilization, and Texture Development During the Ripening of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 88 (9): 3101-3114. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72992-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72992-1).
- Papadatos, A., Neocleous, M., Berger, A. M. & Barbano, D. M. (2003). Economic Feasibility Evaluation of Microfiltration of Milk Prior to Cheesemaking. *Journal of Dairy Science*, 86 (5): 1564-1577. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73742-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73742-4).
- Pouliot, Y. (2008). Membrane processes in dairy technology—From a simple idea to worldwide panacea. *International Dairy Journal*, 18 (7): 735-740. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.03.005>.
- Skeie, S., Kieronczyk, A., Næss, R. M. & Østlie, H. (2008). Lactobacillus adjuncts in cheese: Their influence on the degradation of citrate and serine during ripening of a washed curd cheese. *International Dairy Journal*, 18 (2): 158-168. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.09.003>.
- Tetra Pak. (1995). *Dairy Processing Handbook*. Lund, Sverige: Tetra Pak Processing Systems AB.
- TINE. (2018). *Norvegia® Original*. Tilgjengelig fra: <https://www.tine.no/merkevarer/norvegia/produkter/norvegia> (lest 10.05.2018).
- van den Berg, G., Meijer, W. C., Düsterhöft, E. M. & Smit, G. (2004). Gouda and related cheeses. I: Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M. & Guinee, T. P. (red.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - Volume 2*, s. 103-140: Academic Press.
- van Den Berg, M. G., van Den Berg, G. & Boekel, M. (1996). Mass transfer processes involved in Gouda cheese manufacture, in relation to casein and yield. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 50 (4): 501-540.
- Visser, F. M. W. (1976). Method for the manufacture of rennet-free cheese. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 30: 41-54.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006). *Dairy science and technology*. 2 utg. Boca Raton, USA: CRC/Taylor & Francis.

Vedleggsfortegnelse

Vedlegg A: Formler for utregning av total og løselig nitrogen	- 1 -
Vedlegg B: Sammensetning ystemelk	- 2 -
Vedlegg C: Koagulering.....	- 3 -
Vedlegg D: Formagraf.....	- 4 -
Vedlegg E: pH-målinger	- 5 -
Vedlegg F: Tørrstoff	- 6 -
Vedlegg G: Fett og fett i tørrstoff	- 7 -
Vedlegg H: Protein.....	- 8 -
Vedlegg I: Elektroferrogram for PU og PF	- 9 -
Vedlegg J: Relativ proteinkonsentrasjon i ystemelk.....	- 10 -
Vedlegg K: Relativ proteinkonsentrasjon i myse	- 11 -
Vedlegg L: Relativ proteinkonsentrasjon i ferskost.....	- 12 -
Vedlegg M: Løselig nitrogen	- 13 -
Vedlegg N: Aske- og kalsiuminnhold i ferskost	- 14 -
Vedlegg O: Organiske syrer og karbohydrater	- 15 -
Vedlegg P: Signifikansnivå fra ANOVA for organiske syrer og karbohydrater i ferskost.....	- 16 -
Vedlegg Q: Utbytte	- 17 -
Vedlegg R: Vekter	- 18 -
Vedlegg S: Mikrobiologi.....	- 19 -
Vedlegg T: Egenskapsbedømmelse	- 20 -
Vedlegg U: Beskrivende sensorisk analyse.....	- 21 -

Vedlegg A: Formler for utregning av total og løselig nitrogen

For utregning av total nitrogen i de flytende prøvene (ystemelk og myse) ble følgende formel benyttet:

$$\frac{\text{Titreringsvolum (mL)} * 0,07}{\text{Vekt av innveid prøve}} = \text{Total nitrogen (\%)} \text{ flytende prøver}$$

For utregning av total nitrogen i osteprøvene ble følgende formel benyttet:

$$\frac{\text{Titreringsvolum (mL)} * 2,801}{\text{Vekt av innveid prøve (g)}} = \text{Total nitrogen (\%)} \text{ ost}$$

For utregning av proteininnhold i osteprøvene ble følgende formel benyttet:

$$\text{Total nitrogen (\%)} * 6,38 = \text{Protein (\%)}$$

For utregning av løselig nitrogen i osteprøvene ble følgende formel benyttet:

$$\frac{\text{Titreringsvolum (mL)} * 1,751}{\text{Vekt av innveid prøve (g)}} = \text{Løselig nitrogen (\%)}$$

Vedlegg B: Sammensetning ystemelk

Tabell B. Innholdet av fett, protein, laktose og kasein (%), samt forholdet mellom fett og kasein og forholdet mellom protein og kasein i ystemelken til de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene målt ved hjelp av FTIR.

Blokk	Faktor-kombinasjon	Fett (%)	Protein (%)	Laktose (%)	Kasein (%)	Fett/kasein	Protein/kasein
1	KU	2,66	3,46	4,68	2,56	1,04	1,35
	PU	2,51	3,45	4,66	2,54	0,99	1,36
	KF	3,39	4,23	3,84	3,11	1,09	1,36
	PF	3,33	4,23	3,84	3,12	1,07	1,36
2	KU	2,69	3,51	4,67	2,59	1,04	1,36
	PU	2,67	3,51	4,68	2,59	1,03	1,36
	KF	3,5	4,36	3,75	3,21	1,09	1,36
	PF	3,64	4,36	3,74	3,2	1,14	1,36
3	KU	2,64	3,55	4,68	2,61	1,01	1,36
	PU	2,71	3,55	4,68	2,61	1,04	1,36
	KF	3,54	4,39	3,75	3,21	1,10	1,37
	PF	3,52	4,38	3,74	3,21	1,10	1,36

Vedlegg C: Koagulering

Tabell C. Resultatene for a) løpeleggingstid (min), b) RCT (min), c) A30 (mm) og d) K20 (min) for de ulike faktorkombinasjonene og alle blokker.

a)

Faktorkombinasjon	Løpeleggingstid (min)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	90	85	102
PU	59	65	55
KF	19	18	16
PF	14	15	12

b)

Faktorkombinasjon	RCT (min)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	24,25	24,25	22,25
PU	21,88	21,88	18,88
KF	10,63	13,63	11,13
PF	9,75	12,13	9,75

c)

Faktorkombinasjon	A30 (mm)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	8,09	8,2	12,06
PU	10,38	13,37	17,38
KF	33,63	31,43	37,98
PF	30,28	33,13	34,7

d)

Faktorkombinasjon	K20 (min)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	25,00	18,50	15,00
PU	23,00	14,38	14,25
KF	5,38	5,75	4,88
PF	5,00	5,38	4,63

Vedlegg D: Formagraf

Tabell D. Gjennomsnittlige resultater (mm) ved utvalgte tidspunkt (hvert 2,5 min) fra formagrafmålingene for hver av faktorkombinasjonene.

Tid (min)	KU	PU	KF	PF
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7,5	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0	0,0	0,0	0,1	0,7
12,5	0,0	0,0	4,2	7,8
15,0	0,0	0,0	12,3	16,9
17,5	0,1	0,0	20,1	23,7
20,0	0,4	0,9	25,5	28,3
22,5	1,2	3,2	29,1	31,0
25,0	2,9	6,8	31,6	32,6
27,5	5,8	10,2	33,3	33,0
30,0	8,9	13,2	34,2	32,8
32,5	11,9	15,9	34,8	32,0
35,0	14,5	18,0	34,3	30,6
37,5	16,7	20,1	33,5	29,4
40,0	19,0	21,9	33,1	28,3
42,5	20,9	23,2	32,2	26,9
45,0	22,3	24,4	31,5	25,8
47,5	23,8	25,5	31,0	25,0
50,0	24,9	26,4	30,4	23,7
52,5	25,8	27,0	29,7	22,9
55,0	26,6	27,4	29,0	21,7
57,5	27,1	27,6	28,5	21,0
60,0	27,6	27,7	28,4	20,6

Vedlegg E: pH-målinger

Tabell E. Resultatene fra pH-målingene gjort under ysteprosessen og modningsforløpet til de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene.

Prøve	Faktorkombinasjon	pH		
		Blokk 1 ¹	Blokk 2	Blokk 3
Ystemelk	KU	6,73	6,73	6,75
	PU	6,71	6,67	6,68
	KF	6,56	6,66	6,57
	PF	6,56	6,60	6,55
Etter formodning	KU	-	6,60	6,64
	PU	-	6,57	6,59
	KF	-	6,56	6,47
	PF	-	6,52	6,46
Myse i forpress	KU	-	6,40	6,42
	PU	-	6,46	6,48
	KF	-	6,44	6,37
	PF	-	6,37	6,34
Ost etter press	KU	-	5,49	5,45
	PU	-	5,54	5,52
	KF	-	5,56	5,62
	PF	-	5,50	5,50
Ferskost	KU	5,25	5,11	5,20
	PU	5,14	5,23	5,24
	KF	5,32	5,11	5,13
	PF	5,15	5,28	5,13
Ost 5 uker	KU	5,41	5,27	5,31
	PU	5,30	5,44	5,39
	KF	5,27	5,43	5,30
	PF	5,35	5,34	5,33

¹ På grunn av ødelagt pH-meter ble det ikke utført pH-målinger ved prosessstrinnene etter formodning, myse i forpress eller ost etter press i blokk 1.

Vedlegg F: Tørrstoff

Tabell F. Tørrstoffinnholdet i ystemelk, myse i forpress, ferskost og ost modnet i 5 uker til de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene.

Prøve	Faktorkombinasjon	Tørrstoff (%)		
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
Ystemelk	KU	11,66	11,69	11,69
	PU	11,48	11,68	11,75
	KF	12,24	12,35	12,42
	PF	12,19	12,46	12,41
Myse i forpress	KU	4,30	4,69	4,13
	PU	4,93	4,25	3,95
	KF	5,77	5,69	5,70
	PF	5,94	5,91	5,73
Ferskost	KU	52,94	53,31	53,32
	PU	52,83	54,71	53,79
	KF	54,40	56,71	56,52
	PF	54,85	55,50	56,00
Ost 5 uker	KU	55,66	55,82	56,77
	PU	55,17	57,10	58,05
	KF	59,42	60,27	59,87
	PF	58,92	58,54	59,96

Vedlegg G: Fett og fett i tørrstoff

Tabell G. Fettinnholdet i 12 ukers ost (a) og andelen fett i tørrstoff (b) for alle faktorkombinasjoner og blokker.

a)

Faktorkombinasjon	Fett (%)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	24,4	24,0	24,8
PU	23,6	26,1	25,6
KF	26,3	26,9	26,7
PF	25,4	25,7	26,7

b)

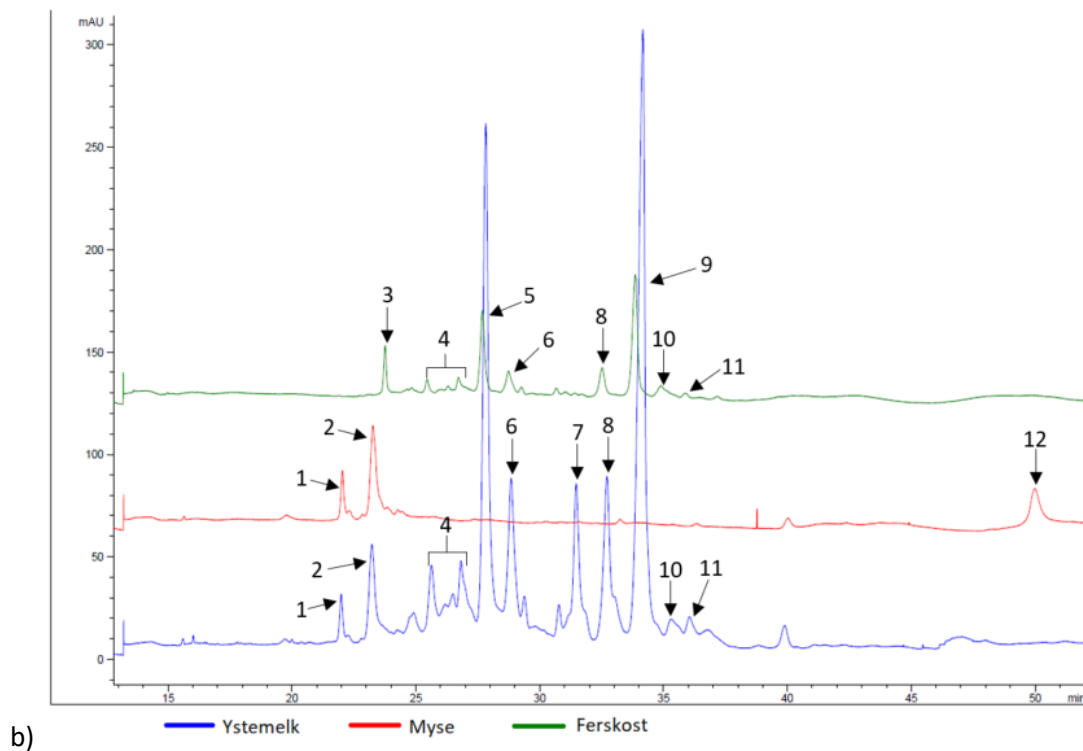
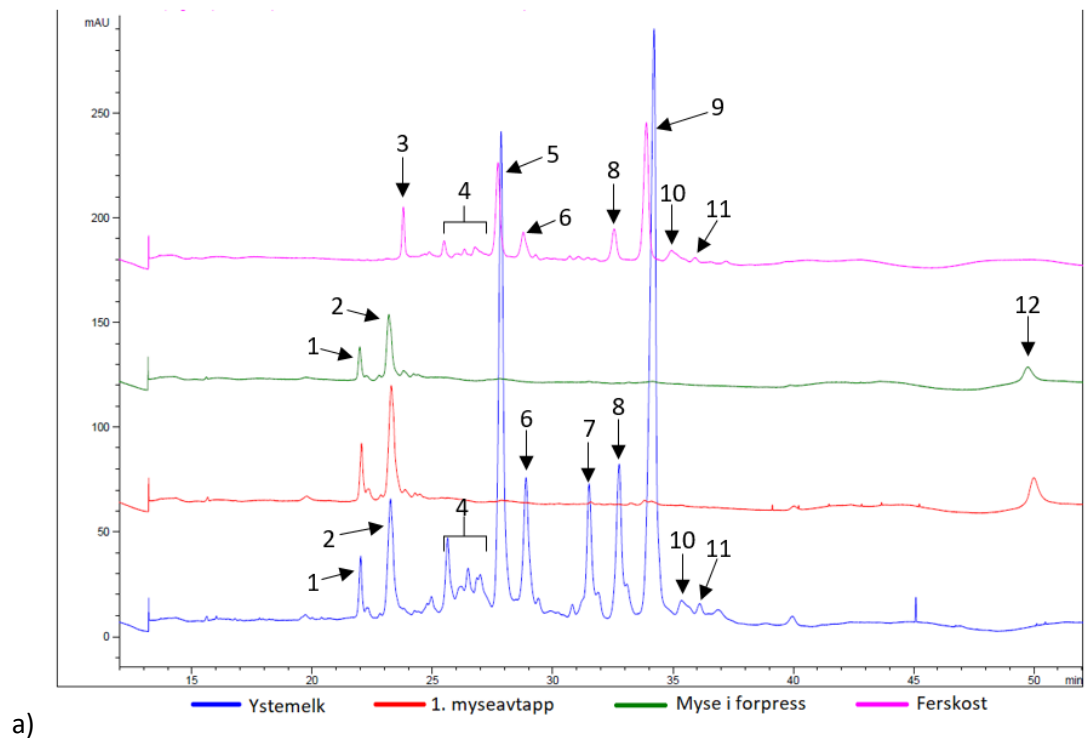
Faktorkombinasjon	Fett i tørrstoff (%)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	43,8	43,0	43,7
PU	42,8	45,7	44,1
KF	44,3	44,6	44,6
PF	43,1	43,9	44,5

Vedlegg H: Protein

Tabell H. Proteininnholdet (%) til de ulike prøveuttakene for alle blokkene.

Prøve	Faktorkombinasjon	Protein (%)		
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
Ystemelk	KU	3,30	3,35	3,40
	PU	3,31	3,40	3,40
	KF	4,06	4,21	4,20
	PF	4,10	4,21	4,22
1. myseavtapp	KU	0,96	0,98	1,01
	PU	0,91	1,00	0,97
	KF	-	-	-
	PF	-	-	-
Myse i forpress	KU	0,54	0,61	0,53
	PU	0,61	0,53	0,52
	KF	0,90	0,90	0,90
	PF	0,91	0,93	0,91
Ferskost	KU	25,71	23,96	23,91
	PU	25,14	25,77	23,63
	KF	25,55	26,31	24,75
	PF	26,03	25,35	24,39

Vedlegg I: Elektroferrogram for PU og PF



Figur I. Utvalgte proteintopper av kasein og myseprotein i ystemelk, myse og ferskost fra a) PU og b) PF analysert med kapillærelektroforese. De utvalgte proteintoppene er: 1 = α -laktalbumin, 2 = β -laktoglobulin, 3 = para- κ -kasein, 4 = α_{S2} -kasein, 5 = α_{S1} -kasein (8P), 6 = α_{S1} -kasein (9P), 7 = κ -kasein, 8 = β -kasein A1, 9 = β -kasein A2, 10 = α_{S1} -I-kasein (8P), 11 = α_{S1} -I-kasein (9P) og 12 = glykomakropeptid (GMP).

Vedlegg J: Relativ proteinkonsentrasjon i ystemelk

Tabell J. Relativ konsentrasjon (%) av utvalgte proteintopper i ystemelk fra kapillærelektroforese for alle faktorkombinasjoner og blokker.

Protein	Faktorkombinasjon	Relativ konsentrasjon (%)		
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
α -laktalbumin	KU	2,14	2,13	2,23
	PU	2,44	2,39	2,20
	KF	1,75	1,72	1,58
	PF	1,97	1,68	1,41
β -laktoglobulin	KU	9,11	8,16	7,18
	PU	9,30	8,98	8,10
	KF	6,24	5,57	6,61
	PF	6,84	5,70	6,34
α_{s2} -kasein	KU	14,33	13,79	12,73
	PU	14,14	13,96	14,23
	KF	13,13	12,64	14,86
	PF	12,29	12,58	14,52
α_{s1} -kasein (8P)	KU	22,88	23,36	23,70
	PU	22,62	22,86	22,73
	KF	24,15	24,03	23,71
	PF	24,08	24,42	23,07
α_{s1} -kasein (9P)	KU	8,66	8,15	7,88
	PU	8,20	8,70	8,12
	KF	8,48	8,62	8,41
	PF	7,81	8,20	8,48
κ -kasein	KU	5,66	5,62	6,60
	PU	5,66	5,65	6,55
	KF	6,32	8,02	8,26
	PF	7,02	8,04	7,97
β -kasein (A1)	KU	7,07	7,20	7,15
	PU	6,86	7,27	6,93
	KF	7,52	7,91	7,04
	PF	7,72	7,90	8,65
β -kasein (A2)	KU	29,27	28,67	29,66
	PU	28,31	27,60	28,22
	KF	28,92	28,38	26,20
	PF	29,48	28,35	26,13
α_{s1} -I-kasein (8P)	KU	1,98	1,98	1,84
	PU	1,64	1,69	1,95
	KF	1,90	1,71	1,89
	PF	1,47	1,70	1,91
α_{s1} -I-kasein (9P)	KU	1,03	0,95	1,05
	PU	0,83	0,90	0,96
	KF	1,59	1,41	1,44
	PF	1,33	1,42	1,51

Vedlegg K: Relativ proteinkonsentrasjon i myse

Tabell K. Relativ konsentrasjon (%) av utvalgte proteintopper fra kapillærelektroforese av a) 1. myseavtapp for KU og PU og myse fra forpress for KF og PF og b) myse fra forpress for KU og PU for alle blokkene.

a)

Protein	Faktorkombinasjon	Relativ konsentrasjon (%)		
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
α -laktalbumin	KU	17,43	17,20	17,85
	PU	19,36	17,39	18,62
	KF	17,82	17,41	17,63
	PF	18,45	17,20	17,66
β -laktoglobulin	KU	65,04	66,21	63,23
	PU	69,12	65,62	66,67
	KF	66,09	66,29	63,43
	PF	67,40	64,86	63,27
α 1-kasein	KU	1,36	0,99	1,37
	PU	0,00	0,99	0,00
	KF	0,00	0,00	0,00
	PF	0,00	0,00	0,00
κ -kasein	KU	0,84	0,61	0,63
	PU	0,61	0,66	0,45
	KF	0,54	0,00	1,34
	PF	0,00	0,45	1,25
β -kasein	KU	5,92	4,68	5,17
	PU	1,16	4,40	1,75
	KF	2,40	1,28	0,83
	PF	1,16	2,55	0,83
Glykomakropeptid	KU	9,40	10,30	11,75
	PU	9,75	10,94	12,51
	KF	13,15	15,02	16,77
	PF	12,99	14,94	16,99

b)

Protein	Faktorkombinasjon	Relativ konsentrasjon (%)		
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
α -laktalbumin	KU	19,50	19,71	20,57
	PU	21,10	19,95	20,53
β -laktoglobulin	KU	70,83	69,57	67,57
	PU	69,18	69,67	66,51
Glykomakropeptid	KU	9,67	10,72	11,86
	PU	9,72	10,39	12,96

Vedlegg L: Relativ proteinkonsentrasjon i ferskost

Tabell L. Relativ konsentrasjon (%) av utvalgte proteintopper fra kapillærelektroforese av ferskost for alle faktorkombinasjoner og blokker.

Protein	Faktorkombinasjon	Relativ konsentrasjon (%)		
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
para-κ-kasein	KU	9,11	8,77	8,82
	PU	9,43	9,12	9,22
	KF	10,38	10,34	9,96
	PF	10,22	10,10	9,72
α _{s2} -kasein	KU	9,34	11,71	12,22
	PU	10,47	11,35	11,36
	KF	10,72	9,28	12,89
	PF	11,79	10,34	11,69
α _{s1} -kasein (8P)	KU	22,99	23,31	24,14
	PU	23,57	23,35	24,22
	KF	22,31	23,06	22,15
	PF	22,54	21,60	22,72
α _{s1} -kasein (9P)	KU	9,43	8,61	8,49
	PU	8,75	7,83	7,92
	KF	8,10	7,32	7,52
	PF	8,02	6,75	7,65
β-kasein (A1)	KU	8,44	8,39	7,77
	PU	8,19	8,82	8,23
	KF	8,54	9,47	8,00
	PF	8,37	9,08	8,31
β-kasein (A2)	KU	33,78	33,25	32,72
	PU	32,86	34,58	33,33
	KF	33,04	34,70	32,12
	PF	32,97	34,91	33,12
α _{s1} -I-kasein (8P)	KU	5,33	5,06	4,90
	PU	4,86	4,28	4,89
	KF	5,72	4,97	6,28
	PF	5,00	6,52	5,29
α _{s1} -I-kasein (9P)	KU	1,57	0,92	0,95
	PU	1,87	0,68	0,83
	KF	1,19	0,87	1,08
	PF	1,09	0,71	1,50

Vedlegg M: Løselig nitrogen

Tabell M. Innholdet av løselig nitrogen (%) i ferskosten fra de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene.

Faktorkombinasjon	Løselig nitrogen (%)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	0,16	0,11	0,15
PU	0,15	0,12	0,13
KF	0,23	0,20	0,21
PF	0,23	0,20	0,17

Vedlegg N: Aske- og kalsiuminnhold i ferskost

Tabell N. Innholdet av a) aske (%) og b) kalsium (%) i ferskost for alle faktorkombinasjoner og blokker.

a)

Faktorkombinasjon	Aske (%)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	2,47	2,65	2,87
PU	2,69	2,90	2,89
KF	3,03	2,95	3,00
PF	3,05	3,03	3,09

b)

Faktorkombinasjon	Kalsium (%)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	0,75	0,75	0,75
PU	0,80	0,80	0,78
KF	0,84	0,86	0,84
PF	0,86	0,86	0,85

Vedlegg O: Organiske syrer og karbohydrater

Tabell O. Innhold av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) for alle faktorkombinasjoner og blokker i a) ystemelk og b) ferskost.

a)

Org.syre/karbohydrat	KU			PU			KF			PF		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
Sitronsyre	10,88	11,16	10,83	10,97	11,31	10,70	8,96	8,81	8,62	9,33	8,78	8,80
Alfa-ketoglutarsyre	0,16	0,21	0,18	0,15	0,22	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,18	0,18
Orotinsyre	0,48	0,51	0,52	0,48	0,52	0,52	0,37	0,38	0,40	0,38	0,39	0,40
Pyrodruesyre	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,10	0,07	0,11	0,14	0,09	0,13
Ravsyre	0,00	4,68	4,87	0,00	4,72	5,36	0,00	0,21	0,00	0,11	0,00	0,10
Melkesyre	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,28	0,06	0,35
Maursyre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,57	1,51	1,33	0,86	1,46
Eddiksyre	1,11	1,26	0,73	0,00	1,18	0,00	2,20	1,77	1,59	2,48	1,66	1,69
Urinsyre	0,12	0,12	0,12	0,00	0,12	0,12	0,11	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09
DL-pyrogglutaminsyre	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Laktose	130,74	134,23	133,46	135,18	137,34	128,77	101,92	101,95	99,74	104,98	100,87	99,79
Glukose	0,12	0,00	0,02	0,00	0,00	0,24	0,06	0,00	0,00	0,09	0,00	0,76
Galaktose	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,03	0,15	0,26	0,10	0,36

b)

Org.syre/karbohydrat	KU			PU			KF			PF		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
Sitronsyre	1,68	1,13	1,56	1,46	1,34	2,08	3,69	2,50	2,94	3,47	2,35	3,34
Alfa-ketoglutarsyre	0,04	0,04	0,04	0,08	0,06	0,04	0,05	0,07	0,06	0,06	0,08	0,05
Orotinsyre	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04
Pyrodruesyre	0,64	0,57	0,39	0,62	0,58	0,44	0,35	0,57	0,48	0,28	0,59	0,48
Ravsyre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Melkesyre	129,65	149,94	123,81	152,94	130,97	127,61	154,55	135,13	134,74	147,91	153,58	137,47
Maursyre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,24	0,44	0,24	0,28
Eddiksyre	5,84	8,71	7,08	7,11	7,90	6,75	4,05	6,02	6,17	4,09	7,11	4,80
Urinsyre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00
DL-pyrogglutaminsyre	0,02	0,05	0,06	0,02	0,06	0,04	0,09	0,05	0,04	0,02	0,04	0,03
Laktose	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00
Glukose	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Galaktose	0,33	0,56	0,15	1,22	0,00	0,39	2,28	0,40	0,77	2,30	0,64	1,28

Vedlegg P: Signifikansnivå fra ANOVA for organiske syrer og karbohydrater i ferskost

Tabell P. Signifikansnivå fra ANOVA som viser effekt av blokk, filtrering og varmebehandling på innholdet av organiske syrer og karbohydrater i ferskosten.

Organisk syre / karbohydrat	Blokk	Filtrering	Varmebehandling	R²
Sitronsyre	n.s.	<0,001	n.s.	0,69
Alfa-ketoglutarsyre	n.s.	n.s.	n.s.	-
Orotinsyre	n.s.	<0,01	n.s.	0,49
Pyrodruesyre	n.s.	n.s.	n.s.	-
Ravsyre	n.s.	n.s.	n.s.	-
Melkesyre	<0,05	n.s.	n.s.	0,32
Maurusyre	n.s.	<0,01	n.s.	0,60
Eddiksyre	n.s.	<0,05	n.s.	0,34
Urinsyre	n.s.	<0,05	n.s.	0,41
DL-pyroglutaminsyre	n.s.	n.s.	n.s.	-
Laktose	n.s.	n.s.	n.s.	-
Glukose	n.s.	n.s.	n.s.	-
Galaktose	n.s.	<0,05	n.s.	0,43

Vedlegg Q: Utbytte

Tabell Q. Oversikt over a) faktisk osteutbytte (kg ost / 100 kg ystemelk), b) andel protein beholdt i osten (%) og c) andel protein i mysa (%) til de ulike faktorkombinasjonene for alle blokkene.

a)

Faktorkombinasjon	Faktisk utbytte (kg ost / 100 kg ystemelk)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	9,51	9,55	9,50
PU	9,23	9,27	9,54
KF	11,51	11,40	11,50
PF	11,34	11,86	11,58

b)

Faktorkombinasjon	Andel protein beholdt i ost (%)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	70,49	68,70	65,12
PU	71,44	64,59	66,92
KF	74,49	76,68	71,56
PF	71,17	73,18	70,48

c)

Faktorkombinasjon	Andel protein i myse (%)		
	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
KU	26,10	27,60	25,61
PU	27,38	25,65	24,87
KF	19,28	18,46	18,65
PF	19,39	19,23	18,66

Vedlegg R: Vekter

Tabell R. Vekt (kg) av ystemelk, syrekultur, 1. myseavtapp, myse til forpress, ost før saltlake, ost etter saltlake og silost for alle faktorkombinasjoner og blokker.

Prøve	Forsøksfaktor	Vekt (kg)		
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
Ystemelk	KU	333	332	333
	PU	333	332	333
	KF	247	254	256
	PF	247	254	256
Syrekultur	KU	3,5	5,0	5,0
	PU	3,5	5,0	5,0
	KF	3,7	3,8	3,8
	PF	3,7	3,8	3,8
1. myseavtapp	KU	133	133	133
	PU	133	133	133
	KF	-	-	-
	PF	-	-	-
Myse til forpress	KU	303	300	302
	PU	301	303	300
	KF	217	222	225
	PF	219	223	224
Ost før saltlake	KU	31,0	32,9	31,7
	PU	32,1	29,1	32,8
	KF	-	32,1	31,9
	PF	-	32,0	32,2
Ost etter saltlake	KU	30,5	32,4	31,3
	PU	31,6	28,7	32,5
	KF	29,6	31,5	31,4
	PF	28,0	31,2	31,6
Vekt silost	KU	1,60	1,18	1,04
	PU	1,02	1,52	0,98
	KF	1,42	0,56	0,47
	PF	1,08	0,88	0,77

Vedlegg S: Mikrobiologi

Tabell S. Vekst på M17 (log cfu/mL) i ystemelk, ystemelk etter syretilsetning (ystemelk + syre) og ferskost for alle faktorkombinasjoner og blokker.

Prøveuttak	Faktorkombinasjon	Vekst på M17 (log cfu/mL)		
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
Ystemelk	KU	<6	1,18	1,10
	PU	<6	0,70	0,95
	KF	<6	1,88	3,36
	PF	<6	2,50	2,89
Ystemelk + syre	KU	-	7,60	6,27
	PU	-	6,54	6,24
	KF	-	6,70	6,33
	PF	-	6,81	6,08
Ferskost	KU	7,10	7,44	7,84
	PU	7,23	7,70	7,71
	KF	6,78	6,84	7,28
	PF	6,88	7,07	7,06

Vedlegg T: Egenskapsbedømmelse

Tabell T. Gjennomsnittlig hovedpoeng og gjennomsnittlig poeng på ostens indre, konsistens og lukt og smak fra egenskapsbedømmelsen for alle forsøksfaktorer og blokker.

Egenskap	Forsøksfaktor	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3
Hovedpoeng	KU	2,75	2,63	3,00
	PU	2,63	3,13	3,38
	KF	2,63	2,75	2,75
	PF	2,63	2,63	2,75
Ostens indre	KU	2,75	2,75	2,63
	PU	2,13	2,13	3,13
	KF	2,25	2,38	2,13
	PF	2,63	2,13	2,50
Konsistens	KU	2,75	2,50	3,25
	PU	2,50	3,25	3,50
	KF	3,13	2,88	3,13
	PF	3,38	3,00	3,00
Lukt- og smak	KU	2,88	2,75	3,13
	PU	2,63	2,88	3,13
	KF	2,63	2,50	2,75
	PF	2,63	2,50	2,75

Vedlegg U: Beskrivende sensorisk analyse

Tabell U. Gjennomsnittlig poengsum for a) smaksegenskapene og b) tekstur- og konsistensegenskapene fra den beskrivende sensoriske analysen for alle faktorkombinasjoner og blokker, samt Norvegia.

a)

Egenskap	Blokk 1				Blokk 2				Blokk 3				Norvegia
	KU	PU	KF	PF	KU	PU	KF	PF	KU	PU	KF	PF	
Total luktstyrke	5,55	4,97	5,55	5,28	5,35	5,25	5,72	5,75	5,27	5,47	5,50	5,55	5,28
Total smaksstyrke	6,18	6,15	6,63	6,53	6,37	5,98	6,43	6,48	5,27	5,85	6,63	6,00	5,60
Aromatisk	1,62	2,03	1,58	2,00	1,87	3,12	2,07	2,03	2,58	2,60	1,83	2,45	3,77
Salt	5,20	4,98	5,10	5,38	5,00	5,08	5,17	5,23	5,10	4,92	5,37	5,25	5,17
Surhet	5,42	5,10	5,48	5,62	5,10	5,13	5,53	5,43	5,05	5,20	5,23	5,32	5,00
Søthet	1,02	1,03	1,03	1,03	1,05	1,02	1,02	1,03	1,07	1,18	1,03	1,05	1,07
Modensmak	1,07	1,00	1,02	1,07	1,05	1,05	1,02	1,03	1,02	1,13	1,05	1,03	1,05
Maltsmak	1,03	1,02	1,08	1,03	1,03	1,05	1,03	1,05	1,07	1,02	1,05	1,02	1,20
Besk/bitter	5,13	5,37	6,02	5,27	4,93	3,75	5,58	5,05	4,45	4,50	5,47	4,87	2,33
Svovel	1,35	1,02	1,52	1,20	1,43	1,03	1,48	1,03	1,22	1,18	1,45	1,45	1,02

b)

Egenskap	Blokk 1				Blokk 2				Blokk 3				Norvegia
	KU	PU	KF	PF	KU	PU	KF	PF	KU	PU	KF	PF	
Fasthet, trykk	3,95	3,92	4,77	5,22	4,82	5,25	4,90	4,55	4,85	4,78	5,75	5,28	6,00
Fasthet, skjæring	5,00	4,12	5,10	4,83	5,25	5,33	4,40	5,02	5,05	4,97	4,95	5,25	5,80
Elastisk	4,32	4,38	5,05	6,15	5,03	5,90	5,43	4,98	4,88	5,62	6,27	5,48	7,00
Sammenhengende	3,82	3,77	5,07	4,60	4,77	4,73	4,55	4,38	4,55	4,75	5,00	4,78	5,48
Fasthet, tygging	3,48	3,22	4,25	4,27	3,67	4,48	3,92	3,95	4,33	4,32	4,88	4,58	5,22
Deiget	5,32	5,12	4,05	3,05	4,43	3,53	4,22	4,82	4,65	3,00	2,43	2,73	2,20
Oppløselig	5,35	5,12	4,82	5,02	5,08	5,00	4,93	4,93	5,13	4,82	4,72	5,08	4,87
Tørr	1,02	1,02	1,03	1,05	1,03	1,08	1,07	1,05	1,03	1,18	1,13	1,17	1,17
Melen	2,20	2,38	2,72	2,23	2,52	1,72	2,35	2,07	2,25	2,68	2,33	2,25	2,18
Grynet	1,62	1,18	1,80	2,08	1,52	1,75	1,75	1,45	1,42	2,37	2,13	2,05	1,80



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway