



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp
Fakultet for veterinærmedisin og biovitenskap
Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Produksjon av Norvegia type ost fra kaseinstandardisert ystemelk – Effekt av diafiltrering og formodningstid

Manufacture of Norvegia type of cheese from
casein-standardized cheese milk – Effect of
diafiltration and pre-ripening time

Gro Kile Flaatten
Matvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven omhandler ysting av Norvegia type ost fra kaseinstandardisert ystemelk og ble utarbeidet våren 2016 ved Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven var en del av TINE-prosjektet «Effekt av råstoffets beskaffenhet på ystingsegenskaper av kaseinkonsentrat», med prosjektledere Anne-Grethe Johansen og Siv Skeie for henholdsvis TINE og IKBM. Medstudent Guro Smedstuen Ediassen skrev også masteroppgave som inngikk i det samme prosjektet, parallelt med undertegnedes oppgave. Takk til TINE for muligheten til å gjennomføre denne masteroppgaven, det har vært en meget lærerik og spennende prosess.

Arbeidet i forbindelse med denne masteroppgaven har involvert en rekke personer og jeg vil gjerne få utrette en takk til alle som har bidratt. Takk til Ellen Skuterud, Geirfinn Lund, Sigrid Svanborg, Ola Tjåland og Arnold Olsen som bidro med den praktiske utførelsen av forsøkene i pilotanlegget, både melkebehandling og ysting. Takk til Ola Nordvik for god ystingsteknisk veiledning. Takk til Ahmed Abdelghani, May-Helene Aalberg og Kari Olsen for god hjelp og for godt arbeidsmiljø på laben. Sensorisk bedømmelse av ost ble utført ved TINE FOU på Måltidets Hus i Stavanger. I den anledning fikk både jeg og medstudent Guro reise til Stavanger for å delta på forberedelsene. Takk til Dr. Hilde Kraggerud, Torunn Spanne og Gunhild Knustad ved TINE FOU Stavanger, samt alle dommerne som deltok under den sensoriske bedømmelsen.

Til slutt en spesiell takk til veilederne mine Professor Siv B. Skeie (NMBU) og Dr. Anne-Grethe Johansen (TINE & NMBU) for uvurderlig veiledning, praktisk hjelp, oppfølging og revidering, samt medstudent Guro S. Ediassen for det gode samarbeidet.

Ås, mai 2016

Sammendrag

Norvegia[®] er Norges mest spiste ost og utgjør en av TINE's største og viktigste merkevarer. I dette forsøket ble det produsert en Norvegia type ost fra kaseinstandardisert ystemelk der utgangspunktet for ystemelka var et kaseinstandardisert retentat fra mikrofiltrering (MF) av skummet melk. Effekten av forsøksfaktorene diafiltrering og formodningstid ble undersøkt. Standardisering av kaseininnholdet i ystemelk reduserer variasjon i sammensetningen til ystemelk, eksempelvis sesongvariasjon, og dette kan bidra til å standardisere ystingsprosessen ytterligere. Ysting med kaseinstandardisert ystemelk kan øke utbyttet av ost per ystekar og dermed bidra til å øke ysterienes kapasitet. Kaseinstandardisering av ystemelk ved mikrofiltrering muliggjør i tillegg utvinning av en nativ mysefraksjon, som utgjør et utmerket råstoff til diverse myseproteiningredienser.

En viktig del av arbeidet omhandlet utvikling av en ystingsteknikk for Norvegia type ost fra kaseinstandardisert ystemelk. Det ble utført et forforsøk der det ble ystet et kar MF retentat for å teste ystingsteknikken, samt bestemme ostens saltetid. Etter forforsøket ble det foretatt modifikasjoner i ystingsteknikken, der de viktigste endringene omhandlet endringer i skjære- og røreprogram for å begrense klumpdannelse i ystekarene. Hovedforsøket ble utført i tre blokker og forsøksdesignet hadde to faktorer med to nivåer. Halvparten av MF retentatet ble diafiltrert (DF), og for hver ysting ble det produsert to ystekar fra både DF- og MF ystemelk (fire totalt). Hensikten med diafiltrering var å standardisere laktoseinnholdet i ystemelk i forkant av ysting og dermed utelate mysefortynning fra ystingsprosessen. Dette gjorde at ysting fra DF ystemelk gikk noe raskere og var svært mye enklere å utføre. Det ble anvendt to nivåer av formodningstid under ysting, 45 og 90 minutter, for å undersøke om ulike pH nivåer under ysting påvirket ostens egenskaper.

Ost produsert fra DF- og MF ystemelk hadde ulike egenskaper. DF ost hadde en lavere pH enn MF ost. Det var også store forskjeller i ostens konsistens der MF ost generelt hadde en fastere og mer elastisk karakter enn DF ost. Tørrstoffinnholdet var høyest i osten med lengst formodningstid. Forsøket viste at både MF- og DF ystemelk kan være egnet ved produksjon av Norvegia[®], men at det fortsatt er mye gjenstående arbeid før en eventuell industriell implementering av denne ystingsteknikken.

Abstract

Norvegia[®] is the most consumed cheese in Norway and represents one of TINE's biggest and most important brands. In this experiment, a Norvegia type of cheese was manufactured from casein-standardized cheese milk. The raw material for the cheese milk was a casein-standardized retentate from microfiltration (MF) of skimmed milk. The effect of the experimental factors diafiltration (DF) and pre-ripening time was investigated. Standardizing the casein content in cheese milk reduce the variation in cheese milk composition, e.g. seasonal variation, which may further standardize the cheesemaking process. Cheese manufacture from casein-standardized cheese milk may increase the yield in the cheese vats and this may also increase the capacity of the cheese factories. Casein-standardization also allow recovery of a native whey fraction, which is an excellent raw material for different whey protein ingredients.

An important part of this thesis was the development of a cheesemaking technique for manufacture of a Norvegia type of cheese from casein-standardized cheese milk. A trial experiment was conducted in order to test the cheesemaking technique, and to decide the salting time for the cheese. After the trial experiment some modifications of the cheesemaking technique was conducted, where the most important changes regarded modifications in the cutting- and stirring programs to avoid formation of lumps in the cheese vats. The main experiment was replicated three times and the experimental design consisted of two factors with two levels. Half of the MF retentate was diafiltered, so that on each production day, two cheese vats were manufactured from both DF- and MF cheese milk (four in total). The purpose of diafiltration was to standardize the lactose content of the cheese milk prior to cheesemaking in order to exclude curd wash from the cheesemaking process. This made cheesemaking from DF cheese milk somewhat faster, and also very much easier to conduct. Two levels of pre-ripening time were used in the cheesemaking, 45 and 90 minutes, to investigate whether different pH-levels during cheesemaking affected the cheese quality.

Cheese made from DF- and MF cheese milk had different properties. The DF cheese had a lower pH than the MF cheese. There were large differences in the consistency of the cheese, where the MF cheese, in general, had a firmer and more elastic character than the DF cheese. The dry matter content was highest in the cheese with the longest pre-ripening time. The experiment showed that both DF- and MF cheese milk may be used in the manufacture of Norvegia[®], but also that there is still a lot of work remaining before an eventual industrial implementation of this manufacturing technique.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
Innholdsfortegnelse	V
1. Introduksjon	1
2. Teoridel	5
2.1 Melk	5
2.1.1 Sammensetning av melk.....	5
2.1.2 Fraksjonering.....	5
2.1.3 Kaseiner og myseproteiner.....	6
2.2 Membranfiltreringsteknologi	8
2.2.1 Generelt om membranfiltreringsteknologi.....	8
2.2.2 Mikrofiltrering av skummet melk	9
2.2.3 Nativ myse.....	9
2.2.4 Diafiltrering	10
2.3 TINE Norvegia®	10
2.3.1 Produktbeskrivelse	10
2.3.2 Ysting av TINE Norvegia®	10
2.4 Formodningstid	12
2.5 Ysting med MF/DF ystemelk.....	14
3. Materialer og metoder	17
3.1 Forsøksplan	17
3.1.1 Forforsøk	17
3.1.2 Hovedforsøk.....	17
3.2 Melk og melkebehandling.....	18
3.2.1 Melkebehandling.....	18
3.2.2 Sammensetning av skummet melk, retentat og ystemelk	19

3.3 Syrekultur	21
3.4 Ysting	22
3.4.1 Forforsøk	22
3.4.2 Hovedforsøk	23
3.5 Avvik.....	27
3.5.1 Forforsøk	27
3.5.2 Hovedforsøk	28
3.6 Analyser	28
3.6.1 Prøvetakingsplan	28
3.6.2 Kjemiske analyser	29
3.6.3 Mikrobiologisk analyse	31
3.6.4 Sensorisk analyse	32
3.6.5 Statistisk analyse	33
4. Resultat.....	37
4.1 Forforsøk	37
4.1.1 Ysting	37
4.1.2. Kjemiske Analyser	37
4.1.3 Mikrobiologisk analyse	39
4.1.4 Sensorisk evaluering	39
4.2 Hovedforsøk.....	39
4.2.1 Ysting	39
4.2.2 Kjemiske analyser	40
4.2.3 Mikrobiologisk analyse	57
4.2.4 Sensorisk bedømmelse	58
5. Diskusjon.....	65
5.1 Forforsøk	65
5.2 Hovedforsøk	68

5.2.1 Endringer i ystingsteknikk	68
5.2.2 Retentat og ystemelk	69
5.2.3 Ysting	71
5.2.4 Ost	73
5.3 Oppsummerende diskusjon	81
6. Referanser.....	83
7. Vedlegg	

1. Introduksjon

Ost er et meieriprodukt som eksisterer i tusener av varianter med det fellestrekk at koagulering av proteinene i melk utgjør utgangspunktet for produktet. Av proteinene i melk er det kaseinene som er viktigst for produksjon av ost. Hovedprinsippet for ysting er i bunn og grunn sortering av melkens komponenter til to deler, ostestoff og myse, der ostestoffet utgjør utgangspunktet for osten. Melk fra ku, sau og geit eller kombinasjoner av disse utgjør de vanligste råstoffene for ost, men det finnes også en rekke nisjeprodukter basert på melk fra andre dyr. Ost er vanligvis et fermentert produkt og i dagens meieriindustri er det utviklet startkulturer med unike sammensetninger av melkesyrebakterier, eventuelt andre bakterier, tilpasset ulike ostevarianter. Variasjon i råstoff, startkultur, ystingsteknikk og lagring er viktige bidragsyttere til det store mangfoldet av ost (Walstra et al., 2006).

Effektiv fraksjonering av melk ved hjelp av membranfiltreringsteknologi har åpnet for innovasjon i meieriindustrien i form av nye ingredienser, nye produkter og ny prosesseteknologi. Membranfiltreringsteknologien har allerede blitt praktisert i meieriindustrien i 40-50 år, men videreutvikling av prosesser og utstyr, samt nye idéer, åpner opp for alternative bruksområder. Dette inkluderer bruk av mikrofiltrering (MF) for å konsentrere kaseinmicellene i melk, og denne teknologien kan brukes som et verktøy for kaseinstandardisering av ystemelk (Marella et al., 2013). Standardisering av sammensetningen til meieriprodukter utføres vanligvis med hensyn på fett-, tørrstoff- eller proteininnhold. Standardisering praktiseres hovedsakelig for å optimalisere bruken av komponentene i melk og for å innfri produktenes kvalitetskrav gitt av produsenter eller myndigheter (Walstra et al., 2006). Kaseinstandardisering av ystemelk ved MF kan standardisere og effektivisere osteproduksjon ytterligere, forutsatt effektiv membranfiltrering før ysting. Guinee et al. (2006) beskriver hvordan standardisering av proteininnholdet i ystemelk kan begrense effekten av sesongvariasjon, som ellers kan påvirke både produksjonsprosessen og ostens kvalitet i stor grad. Proteininnholdet i ystemelk påvirker blant annet koaguleringstiden under ysting og dette gjør at standardisering av proteininnholdet i ystemelk er særlig aktuelt for store meierifasiliteter der skjæring av koagelet ofte er tidsbasert og automatisert (Guinee et al., 2006). Kaseinstandardisering av ystemelk ved MF muliggjør i tillegg utvinning av en nativ mysefraksjon (omtalt i avsnitt 2.2.3), som utgjør et godt råmateriale for produksjon av ulike myseprotein ingredienser (Svanborg, 2016).

Det er utført flere studier som omhandler bruk av MF retentat til produksjon av ost. Allerede i 2003 ble det publisert en amerikansk studie utført av Papadatos et al. (2003) der den

økonomiske lønnsomheten av mikrofiltrering av ystemelk ble evaluert og modellert med hensyn på faktorer som melkepris, produksjonskostnader, kostnader ved videreforedling av permeat, salgspris o.l. Studien konkluderte med at i perioden 1998-2000 ville produksjon av ost fra MF retentat, basert på de økonomiske modellene, vært mer lønnsom enn tradisjonell produksjon av ost i 30 av totalt 36 måneder (Papadatos et al., 2003). Ysting av Edamer type ost fra bl.a. MF retentat er beskrevet av Heino et al. (2010) og ysting av Mozzarella fra høykonsentrert MF retentat er beskrevet av (Brandsma & Rizvi, 2001). I forbindelse med en masteroppgave utført i 2011, som forøvrig var et samarbeid mellom TINE og datidens UMB, ble det produsert Gräddost av kaseinanriktet retentat fra mikrofiltrering (Hanto, 2011).

I undertegnedes masteroppgave skulle det produseres Norvegia type ost, både fra ystemelk der kaseininnholdet var standardisert ved MF og fra ystemelk der kasein- og laktoseinnholdet var standardisert ved MF etterfulgt av diafiltrering (DF). Bakgrunnen for dette forsøket er mulighetene for å optimalisere bruken av melkens bestanddeler, standardisere og effektivisere ystingsprosessen ytterligere og for å produsere ost av ensartet kvalitet. TINE's Norvegia® Original er en Gouda variant produsert fra kumelk og er Norges mest spiste ost. Den karakteriseres som en semi-hard ost med små hull og mild, syrlig og aromatisk smak. Norvegia® utkommer i en rekke varianter og de siste tilskuddene til serien, Norvegia® Original Pepper og Norvegia® Original Paprika, ble lansert i butikk i februar 2016 (TINE.no, 2016a). Ysting av Norvegia type ost fra kaseinstandardisert ystemelk er på forsøksstadiet. Etter undertegnedes viten er det foreløpig ingen publikasjoner som beskriver ysting av Gouda type ost fra kaseinstandardisert ystemelk ved MF, med unntak av arbeidet til medstudent Ediassen (2016). I forkant av forsøkene var det dermed stor spenning knyttet til om modifikasjoner av råstoff og ystingsteknikk resulterte i ost med liknende egenskaper som en Norvegia®, eller egenskaper som var mer lik andre ostevarianter. En ost med flere fellestrekk til Norvegia®, er TINE Edamer, men denne beskrives gjerne som fastere, samt noe salttere og syrligere (TINE.no, 2016b).

Denne masteroppgaven er en oppfølger av masteroppgaven til Ediassen (2016), der betydningen av formodning under ysting av Gouda-type ost fra kaseinstandardisert melk ble undersøkt. Den praktiske gjennomførelsen av samtlige ystinger ble utført i samarbeid med Ediassen. En av utfordringene ved ysting fra MF retentat var utarbeiding av ystingsteknikk. Det ble utført et felles forforsøk den 1. desember 2015 der hensikten var å undersøke praktisk gjennomførbarhet av ysting med MF retentat, samt bestemme ostens saltetid. Erfaringer gjort under forforsøket resulterte i videreutvikling av ystingsteknikken før hovedforsøkene.

Hovedforsøkene til Ediassen (2016) ble utført først og erfaringer fra disse forsøkene ble også tatt i betraktning under planleggingen av undertegnede hovedforsøk.

Hensikten med denne masteroppgaven var å undersøke effekten av diafiltrering og formodningstid ved ysting av Norvegia type ost fra MF retentat. Formålet med DF var indirekte å justere laktoseinnholdet i ostemassen og osten pH i forkant av ysting. Denne teknikken for å justere laktoseinnholdet gjør at mysefortynning kan utelates under ysting og dette kan potensielt effektivisere ystingsprosessen for Norvegia type ost. For å undersøke effekten av diafiltrering og formodningstid ble det ystet to ystekar fra både MF- og DF retentat (fire totalt) med to nivåer av formodningstid (45 og 90 minutter). Bakgrunnen for å anvende to nivåer av formodningstid var å undersøke om ulike pH-nivåer under ysting etter formodning påvirket ostens kvalitet. Under ysting ble pH-utviklingen, samt proteininnholdet, kalsiuminnholdet og innholdet av organiske syrer og karbohydrater i melk- og myseprøver undersøkt. Siden ysting av Norvegia type ost fra MF/DF ystemelk omfatter en ny type ystingsteknikk er denne beskrevet grundig. Det ble foretatt en rekke kjemiske analyser av ferskost og modnet ost, for å undersøke effekten av forsøksfaktorene. For modnet ost ble det foretatt en sensorisk kvalitetsbedømmelse av alle ostevariantene, samt en beskrivende sensorisk analyse for utvalgte oster.

2. Teoridel

2.1 Melk

2.1.1 Sammensetning av melk

Melk består av komponenter med ulik partikkeldiameter og molekylvekt. Gjennomsnittlig er ubehandlet kumelk sammensatt av 87,1 % vann, 4,6 % laktose, 4 % fett, 3,3 % totalprotein (hvorav 2,6 % kaseiner) og 0,7 % mineraler, samt andre komponenter i mindre omfang, deriblant glukose, organiske syrer, vitaminer, ikke-protein nitrogenholdige forbindelser og enzymer. Av mineralene i melk er særlig innholdet av kalsium viktig for osteproduksjon. I utgangspunktet har kumelk et gjennomsnittlig kalsiuminnhold på 1,17 g/kg. Sammensetningen av melk varierer og faktorer som bidrar til variasjonen inkluderer rase, alder, laktasjonsperiode, fôrtype o.l. I tillegg til de naturlige komponentene i melk vil miljøkontamineringer i form av bakterier, sporer og andre partikler normalt tilføres melka (Walstra et al., 2006).

2.1.2 Fraksjonering

Sortering av komponenter i melk har vært praktisert i lang tid. Separeringsteknologien muliggjorde sortering av melkefett til skummet melk og fløte og denne teknologien er essensiell for standardisering av fettinnhold i ulike produkter (Walstra et al., 2006). Fraksjonering er et begrep som omfatter sortering av komponenter i melk til helt unike sammensetninger. Dette innebærer at produkter kan standardiseres med hensyn på andre komponenter enn fett, eksempelvis proteiner. En grunnleggende forutsetning for fraksjonering er at komponentene som skal sorteres differensierer i visse egenskaper. Membranfiltreringsteknologien omfatter svært effektive metoder for fraksjonering av melk og er hovedsakelig basert på at komponentene som skal sorteres differensierer i egenskaper som størrelse, form og ladning. Dagens membranfiltreringsteknologi gjør at melkens komponenter kan sorteres i unike fraksjoner, slik at utnyttelsen av de ulike komponentene i melk i større grad kan optimaliseres, for en bedre utnyttelse av melk som råvare. Dette inkluderer mikrofiltrering av skummet melk til produksjon av en kaseinkonsentrert fraksjon, en fraksjon med et stort potensiale for å utgjøre et godt utgangspunkt for ystemelk (Brans et al., 2004, Marella et al., 2013). Variasjon i melkesammensetning aktualiserer fraksjonering av melk ved mikrofiltrering som et verktøy for å standardisere kaseininnholdet i ystemelk for et mer ensartet utgangspunkt for ysting og muligens også resultat (Guinee et al., 2006).

2.1.3 Kaseiner og myseproteiner

Proteinene i melk inndeles i kaseiner og myseproteiner der kaseiner, som utgjør ca. 80% av proteinene i melk, er viktigst med tanke på osteproduksjon. Det isoelektriske punktet til majoriteten av kaseinene er ved pH 4,6. Kaseiner er definert som proteinene som feller ut ved pH 4,6 og 20 °C og myseproteiner er definert som proteinene som forblir løselige ved pH 4,6 og 20 °C (Farrell et al., 2004).

2.1.3.1 Kaseiner

Kaseiner inndeles i fire hovedtyper, α_{s1} -kasein, α_{s2} -kasein, β -kasein og κ -kasein i forholdet 4:1:3,5:1,5 og foreligger i melk hovedsakelig som kolloidale partikler i form av kaseinmiceller. Det har med årene blitt formulert ulike modeller for kaseinmicellens struktur. Ifølge Dalgleish & Corredig (2012) har kaseinmiceller en porøs struktur der interaksjoner mellom kaseiner og kalsiumfosfat nanoklustere utgjør skjelettet. Både α_s -kaseinene, som er jevnt distribuert i kaseinmicellen, og β -kasein, som i hovedsak foreligger i kaseinmicellens indre, danner interaksjoner med kalsiumfosfat nanoklustere. Vann opptar en stor del av kaseinmicellens volum og det antas at β -kasein, som er det mest hydrofobe av kaseinene, danner interaksjoner med hydrofobe deler av kalsiumfosfat nanoklustrene og dette stabiliserer porene i kaseinmicellestrukturen der vannet foreligger (Dalgleish & Corredig, 2012).

I kaseinmicellen danner kaseiner interaksjoner med kalsiumioner via serinfosfat seter og dette påvirker hvor sterkt kaseinene er bundet i micellen. Aminosyresekvensen til kaseinene har ulik grad av negativt ladde serinfosfat seter der α_{s1} -kasein, α_{s2} -kasein, β -kasein og κ -kasein inneholder henholdsvis 8, 11, 5 og 1 serinfosfat seter. Siden α_s -kaseinene inneholder flest serinfosfat seter er de også sterkest bundet i kaseinmicellene. β -kasein er løsere bundet i kaseinmicellene og ved lave temperaturer kan β -kasein migrere fra kalsiummicellen til serumfasen. Hovedårsaken til dette er at de hydrofobe interaksjonene, som er viktige for binding av β -kasein i kaseinmicellen, er svakere ved lave temperaturer. I serumfasen er β -kasein lettere tilgjengelig for enzymet plasmin, som spalter β -kasein til γ -kasein og proteose pepton (Walstra et al., 2006).

κ -kasein er det mest hydrofile av kaseinene grunnet en negativt ladet karbohydratgruppe på C-terminalen, også kalt glykomakropeptidet (GMP). Av den grunn foreligger κ -kasein i overflaten av kaseinmicellene, der GMP er orientert mot vannfasen. Dette gjør at kaseinmiceller har en negativ ladning i melkas naturlige tilstand, som igjen medfører at individuelle kaseinmiceller frastøter hverandre grunnet sterisk hindring. Ved produksjon av ost må kaseinmicellene

destabiliseres for å koagulere og den vanligste tilnærmingen til dette er å tilsette løpe. Løpe inneholder blant annet chymosin, et enzym som klipper av GMP på κ -kasein. Dette gjør at den negative ladningen til kaseinmicellene delvis nøytraliseres, som igjen medfører redusert frastøtning mellom de individuelle kaseinmicellene og påfølgende koagulering (Dalglish & Corredig, 2012, Walstra et al., 2006).

Kaseinmiceller opptrer i ulik størrelse og diameteren varierer fra 20-400 nm (Walstra et al., 2006) og har ifølge De Kruif (1998) en gjennomsnittlig diameter på 200 nm med en polydispersitet på 50 %. Ifølge Holt et al. (2003) vil en kaseinmicelle med den gjennomsnittlige radiusen på 108 nm ha en molekylvekt på $7,2 \times 10^5$ kDa og inneholde 830, relativt jevnt fordelte, kalsiumfosfat nanoklusterer (Holt et al., 2003, Dalglish & Corredig, 2012).

2.1.3.2 Myseproteiner

Myseproteiner er hovedsakelig globulære. De mest utbredte myseproteinene er henholdsvis β -lactoglobulin (β -LG), α -lactalbumin (α -LA), bovint serum albumin (BSA), immunoglobulin (Ig) og lactoferrin (LF). Generelt har myseproteiner en betraktelig mindre størrelse enn kaseinmicellene. For de største myseproteinene, Ig, varierer molekylvekten til de ulike typene fra 150-1000 kDa. Til sammenlikning har LF, BSA, β -LG og α -LA en molekylvekt på henholdsvis 76,1 kDa, 66,4 kDa, 18,3 kDa og 14,2 kDa (Farrell et al., 2004). Størrelsesforskjellen mellom kaseinmiceller og myseproteiner muliggjør fraksjonering av disse komponentene.

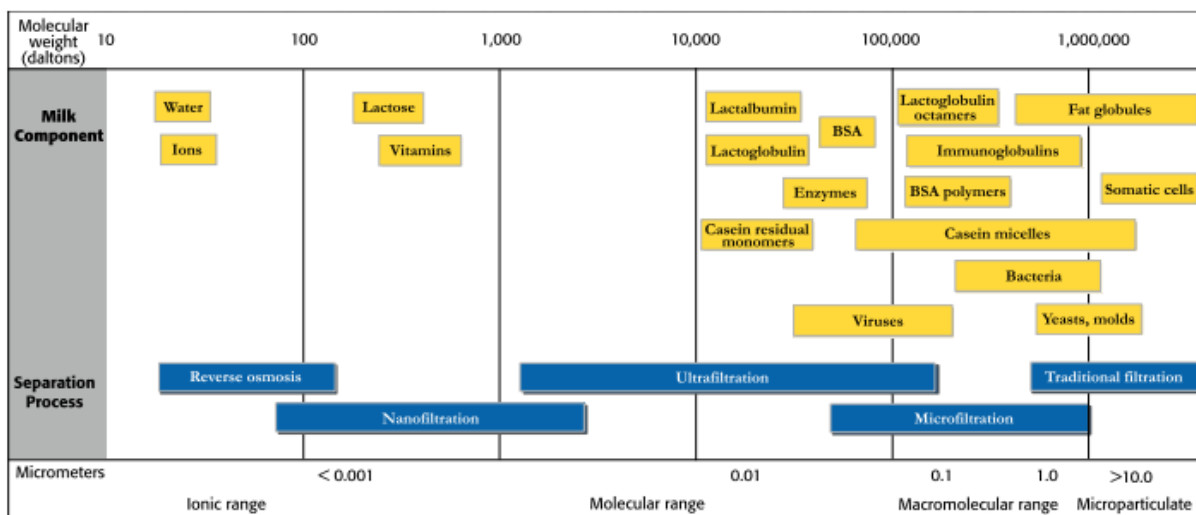
Myseproteinene undergår varmedenaturering ved tilstrekkelig høye temperaturer. Utfolding av proteinene medfører økning i det hydrodynamiske volumet til enkeltproteiner og i tillegg kan proteinene danne aggregater eller festes til kaseinmiceller. Den initierende varmedenatureringstemperaturen varierer for de ulike myseproteinene og for ulike genetiske varianter av det samme proteinet (Considine et al., 2007). Eksempelvis har de ulike genetiske variantene av β -LG, A, B og AB en denatureringstemperatur på henholdsvis 65°C, 70°C og 62°C. For α -LA er det rapportert denaturering ved temperaturer under 66°C og BSA har en denatureringstemperatur ved 52-60°C (Considine et al., 2007). Siden varmebehandling påvirker tilstanden til myseproteiner, kan dette også påvirke fraksjonering av myseproteiner. En studie av Svanborg et al. (2014) viste at pasteurisering av skummet melk (73°C i 15 sekunder) før mikrofiltrering medførte et lavere totalinnhold av native myseproteiner i MF permeat, sammenliknet med permeat fra MF av upasteurisert skummet melk. Dette ble forklart med at varmebehandlingen antakelig medførte denaturering, etterfulgt av dannelse av β -LG/ κ -kasein

komplekser, myseproteinaggregater eller andre aggregater mellom myseproteiner og kaseiner (Svanborg et al., 2014).

2.2 Membranfiltreringsteknologi

2.2.1 Generelt om membranfiltreringsteknologi

Membranfiltreringsteknologien omfatter de mest effektive kjente metodene for fraksjonering av melk, myse og liknende produkter. Denne teknologien muliggjør både konsentrering og reduksjon av ønskede komponenter. Ved membranfiltrering pumpes væsken som skal fraksjoneres over en semipermeabel membran under regulerbart trykk og fødevæsken separeres til to væskestrømmer, permeat og retentat. Permeatet består av de komponentene i væsken som kan passere membranen og retentatet består av komponentene som holdes tilbake. Membranfiltrering inndeles i prosessene mikrofiltrering (MF), ultrafiltrering (UF), nanofiltrering (NF) og revers osmose (RO). Hovedforskjellen mellom disse prosessene er ulik struktur og sammensetning i den semi-permeable membranen, samt ulike Cut-Off-verdier og filtreringstrykk (Walstra et al., 2006). De nevnte prosessene separerer ulike komponenter og hvilken prosess som anvendes avhenger av formålet med filtreringen. Figur 1, hentet fra Burrington (2013), viser hvilke komponenter i melk som kan fraksjoneres ved de ulike filtreringsteknikkene. Dette er illustrert ved å presentere størrelsen til de ulike komponentene i melk, samt porestørrelsen til membranen ved de ulike filtreringsteknikkene.



Figur 1. Størrelsen til de ulike komponentene i melk samt porestørrelsen til membranen ved de ulike filtreringsteknikkene. Hentet fra Burrington (2013).

Som illustrert i Figur 1 kan membranfiltreringsteknologi anvendes til fraksjonering av ulike komponenter i melk. Prosessene kan også kombineres for å oppnå fraksjoner med helt unike

sammensetninger. Figur 1 viser også at konsentrering av kaseinmiceller, som er formålet med membranfiltreringen i denne oppgaven, kan oppnås ved mikrofiltrering.

2.2.2 Mikrofiltrering av skummet melk

Mikrofiltrering som en metode for å separere kaseinmiceller og myseproteiner er beskrevet av Maubois et al. (1987). Metoden muliggjør fraksjonering av skummet melk til et kaseinrikt retentat og til et permeat (nativ myse) i hovedsak bestående av vann, mineraler, laktose og myseproteiner. For å separere kaseiner og myseproteiner anvendes det membraner med en porestørrelse på 0,05-0,2 μm (Brans et al., 2004). Ofte anvendes keramiske membraner med en porestørrelse på 0,1 μm og lavt filtreringstrykk. Ensartet porestørrelse i membranen er viktig for å sikre god fraksjonering (Heino, 2009). Figur 1 viser at i tillegg til kaseinmiceller oppkonsentreres også bakterier og fett i retentatet ved MF. En generell utfordring ved membranfiltrering er ansamling av komponenter på membranen som potensielt tetter porene, også kalt «fouling». Fouling kan være av både reversibel og irreversibel karakter og effekten av ulike prosessbetingelser på dette fenomenet er beskrevet spesifikt for MF av skummet melk av Gésan-Guiziou et al. (1999). Kalsium i melk kan foreligge dissosiert i myse, eller i kaseinmicellene som kolloidalt kalsiumfosfat (CCP) (Walstra et al., 2006). En konsekvens av at kalsium foreligger som CCP er at også kalsium oppkonsentreres under MF, via kaseinmicellene.

2.2.3 Nativ myse

Permeatet fra MF av skummet melk kalles også for nativ myse og utvinning av en nativ mysefraksjon er et av argumentene som brukes for MF av ystemelk. Doktorgradsavhandlingen «Karakterisering og produksjon av nye melkebaserte ingredienser ved hjelp av filtreringsteknologi» av Svanborg (2016) gir en oppdatert, detaljert beskrivelse av nativ myse og native myseprodukter. Der beskrives myseproteinpulver, vanligvis fremstilt fra løpefelt (søt) myse fra osteproduksjon, som en stadig mer ettertraktet næringsmiddelingsrediens. Myseproteinpulver inndeles i kategoriene myseproteinkonsentrat (WPC, 25-89 % protein), myseproteinisolat (WPI, >90 % protein), demineralisert myseproteinpulver (DWP) og myseproteinhydrolysat (WPH). Nativ myse utgjør et alternativt råstoff for produksjon av ulike myseproteiningredienser og består i hovedsak av vann, mineraler, laktose og myseproteiner. Dette kan betraktes som et renere råstoff til myseproteiningredienser da nativ myse, i motsetning til søt myse, hverken inneholder løpe, syrekultur, ostestøv, GMP eller denaturerte myseproteinaggregater. Prosesser som normalt utføres under produksjon av myseproteinpulver

fra søt myse, som klaring av mysa, fjerning av fett og pasteurisering, kan utelates når nativ myse anvendes som råmateriale. Ved produksjon av myseproteinpulver fra nativ myse kan det eventuelt foretas en oppkonsentrering ved RO før tørking. Flere publikasjoner har vist at WPC fremstilt fra nativ myse innehar utmerkede funksjonelle og sensoriske egenskaper sammenliknet med WPC fremstilt fra søt myse (Svanborg, 2016).

2.2.4 Diafiltrering

Under mikrofiltrering konsentreres som tidligere nevnt kaseinmiceller, bakterier og fett. I tillegg inneholder retentatet komponenter som i utgangspunktet kan passere membranen, deriblant vann, myseproteiner, laktose og mineraler. Hensikten med diafiltrering er å redusere innholdet av disse komponentene i retentatet. Dette gjøres ved å tilsette vann til retentatet, for så å fortsette filtreringen (Walstra et al., 2006). Laktoseinnholdet i ostemassen er avgjørende for melkesyreinnholdet og pH i ost. Diafiltrering åpner for muligheten til å standardisere laktoseinnholdet i retentatet og dette er svært aktuelt når retentatet skal anvendes som utgangspunkt for ystemelk. En direkte standardisering av laktoseinnholdet i ystemelk gjør at mysefortynning, som er den vanlige teknikken for å justere laktoseinnholdet i ostemassen under ysting, kan utelates fra ysteprosessen. Sammenliknet med ysting fra vanlig MF retentat kan dermed diafiltrering av MF retentat bidra til å effektivisere selve ystingen. Samtidig kreves det mer arbeid i forkant av ysting, i form av en mer tidkrevende membranfiltrering.

2.3 TINE Norvegia®

2.3.1 Produktbeskrivelse

TINE Norvegia® Original karakteriseres som en semi-hard ost med små hull og mild, syrlig og aromatisk smak. Produktet produseres fra pasteurisert melk, startkultur, løpe, kalsiumklorid og salt. Salgsklar ost inneholder per 100 g vare 27 g fett, 0 g karbohydrat, 27 g protein og 1,2 g salt, i tillegg til vitaminer og mineraler. Innholdet av kalsium og fosfor per 100 g vare er henholdsvis 820 mg og 590 mg (TINE.no, 2016a).

2.3.2 Ysting av TINE Norvegia®

Hovedprinsippene for ysting av Norvegia® beskrives under «*Hvordan lager vi Norvegia®?*» på hjemmesiden til TINE (TINE.no, 2016c). Hovedprinsippene for ysting av Norvegia® er i samsvar med hovedprinsippene for ysting av Gouda beskrevet av Walstra et al. (2006).

Det første trinnet ved ysting av Norvegia® består av å standardisere ystemelk ved å kombinere pasteurisert skummet melk og fløte. Videre varmes ystemelka til 30-32° før tilsetning av

syrekultur og formodning. Ved produksjon av Gouda ost anvendes ofte DL-kultur, en aromatisk, mesofil blandingskultur bestående av *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* og *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*/*Leuconostoc mesenteroides* ssp. *lactis*. Syrekulturen produserer melkesyre fra laktosen i ystemelka og dette medfører reduksjon i pH under ysting. Formodningstid (beskrevet i avsnitt 2.4), temperatur, syrekulturens aktivitet og ystemelkas bufferkapasitet er faktorer som påvirker pH-utviklingen. Lav pH i ost fungerer som en barriere mot vekst av uønskede mikroorganismer. Syrekulturens metabolisme er essensiell for smaksutviklingen og hullsettingen i Gouda type ost (Walstra et al., 2006).

Formodning etterfølges av løpelegging og en påfølgende koagulering av kaseinmicellene. Dannelse av koagelet skjer i to faser, destabilisering av kaseinmicellene etterfulgt av aggregering. Destabiliseringen foregår ved at løpeenzymeret chymosin klipper av GMP på κ -kasein slik at den steriske hindringen mellom kaseinmicellene reduseres. Løselig kalsium (Ca^{2+}) bidrar også til å nøytralisere den negative ladningen til kaseinmicellene. Destabiliseringen medfører flokkulering av kaseinmicellene. Tiden fra løpelegging til små aggregater av kaseinmiceller er synlig med det blotte øyet kalles flokkuleringstid. Under den andre fasen danner Ca^{2+} ioner saltbroer mellom kaseinmicellene slik at kaseinmicellene aggregerer til et koagel. Koagelet inneslutter også fett og myse. Ved produksjon av Norvegia[®] oppgis tiden fra løpelegging til koagelet har blitt dannet til ca. en halv time (TINE.no, 2016c). Denne fasen påvirkes av hvor tett kaseinmicellene ligger, i tillegg til innholdet Ca^{2+} ioner. Ofte tilsettes kalsiumklorid (CaCl_2) til ystemelk for å akselerere koaguleringstiden (evt. redusere nødvendig løpemengde) og for å gi et fastere koagel.

Når koagelet har oppnådd riktig fasthet foretas skjæring av koagelet. Tiden fra løpelegging til skjæring av koagel kalles koaguleringstiden. Generelt varierer koaguleringstiden med faktorer som temperatur, pH, innholdet av løselig kalsium og kaseininnholdet. Ved skjæring brytes koagelet fysisk opp til to deler, ostekorn og myse. Ostekornene utgjør, som navnet tilsier, grunnlaget for osten. Tidligere ble myse ansett som et avfallsstoff, men utvikling av ny prosess teknologi bl.a. i form av membranfiltrering og forbedret tørketeknologi har gjort myse til et mer verdifullt og ettertraktet råstoff (Svanborg, 2016). I Norge anvendes myse også til prim- og brunostproduksjon. Skjæring av koagelet etterfølges av røring (Walstra et al., 2006).

Under ysting av Gouda type ost foretas mysefortynning for å justere laktoseinnholdet i ostemassen, som et verktøy for å regulere pH i ost. Dette gjøres ved å tappe av myse og tilsette

pasteurisert ystevann. Etter mysefortynning foretas en ettervarming og etterrøring av ostestoff og myse og dette inngår som et viktig trinn for å regulere tørrstoffinnholdet i osten. Når etterrøringen er fullført utføres 2. myseavtapp og forpressing av ostemassen til en osteblokk. Under forpress er det viktig at ostekornene er dekket av myse, da dette bidrar til å begrense antall hullanlegg. Etter forpress fjernes mysa og osteblokken deles opp og overføres til former. Den endelige formingen av osten oppnås ved pressing i form. Pressing etterfølges av salting og videre lagerbehandling (TINE.no, 2016c, Walstra et al., 2006).

Riktig lagring er viktig for ostens sensoriske kvaliteter som tekstur- og smaksutvikling. *Leuconostoc* ssp. og *Lc. lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* produserer CO₂ ved sitratomsetning. Diacetyl, en viktig smakskomponent i ost, er et annet produkt av sitratomsetning av *Lc. lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis*. Syrekulturens produksjon av CO₂ er viktig for hulldannelsen. Det meste av gassen produseres i løpet av den første uken, og selve hulldannelsen skjer i hovedsak fra osten er 1-4 uker gammel. Årsaken til dette er at så lenge CO₂ er løselig i ostens vann vil det ikke dannes hull. Ettersom ostens vann mettes av CO₂ går overskuddet over til gassfase. Gassen diffunderer og danner hull ved svake punkt i osten, såkalte hullanlegg. (Walstra et al., 2006). Temperatur har en stor innvirkning på løseligheten av CO₂ i ostens vann. Acerbi et al. (2016) fant at løseligheten av CO₂ i ostens vann (semi-hard ost) avtok lineært ved økende temperatur i temperaturområdet 2-25°C. Dette demonstrerer viktigheten av lagringstemperaturen for hullsetting i Gouda type ost. Lagringsforholdene for osten produsert i denne masteroppgaven omfattet i ti døgn på forlager ved 10°C og 21 døgn på gjæringsbu ved 19 °C, etterfulgt av kjølelagring ved 4°C. Siden CO₂ i osten hovedsakelig produseres i løpet av den første uken skjer dette på forlager. Videre skjer selve hulldannelsen hovedsakelig på gjæringsbu, da temperaturøkningen medfører redusert løselighet av CO₂ i ostens vann.

2.4 Formodningstid

En tilnærming til å regulere pH-utviklingen under ysting er å regulere formodningstiden, som er tidsintervallet fra tilsetning av syrekultur frem til løpelegging. Teoretisk forventes det en lavere pH jo lengre formodningstid, grunnet større melkesyreproduksjon (Walstra et al., 2006). I dette forsøket ble det anvendt to nivåer av formodningstid, 45 og 90 minutter, slik at det forventes lavere pH i ystekarene med 90 minutters formodningstid enn i ystekarene med 45 minutters formodningstid ved samme prosesstrinn etter formodning. Hensikten med å anvende to nivåer av formodningstid var å undersøke effekten av ulike pH-nivåer under ysting. Ysting

av Norvegia type ost MF/DF ystemelk er en ny type ystingsteknologi og det foreligger ingen fasit på hva som er den optimale pH-verdien ved løpelegging.

Under ysting har pH innvirkning på en rekke egenskaper, deriblant koaguleringen av kaseinmicellene i ystemelk etter løpelegging. Den første fasen av koaguleringen, som innebærer destabilisering av kaseinmicellene, påvirkes blant annet av enzymaktiviteten til løpe. Den enzymatiske fasen av koaguleringen tar lengre tid ved høyere pH, særlig ved pH-verdier over 6,4 (Fox et al., 2000). I tillegg til å påvirke enzymaktiviteten påvirker pH kalsiumlikevekten i melk, som er forholdet mellom løselig kalsium og CCP. Ved melkas naturlige pH (ca. 6,7) foreligger ca. 72 % av kalsiumet som CCP og 32 % som løselig kalsium i serumfasen. Når pH reduseres øker samtidig innholdet av løselig kalsium. Etter løpelegging bidrar Ca^{2+} ioner til å destabilisere kaseinmicellene ved å nøytralisere negative ladninger på kaseinmicellene og på denne måten intensivere den første fasen av koaguleringen. Aggregering av kaseinmicellen i den andre fasen av koaguleringen påvirkes også av pH, siden løselig kalsium er nødvendig for dannelse av saltbroer mellom kaseinmicellene (Walstra et al., 2006). I forsøkene antas det, som for vanlig ystemelk, at lavere pH ved løpelegging gir kortere koaguleringsstid, grunnet høyere enzymaktivitet samt et høyere innhold av løselig kalsium.

Et interessant aspekt ved å anvende formodningstid som faktor var å undersøke om det påvirket ostens konsistens. Ulike konsistensegenskaper bidrar til det store mangfoldet av ost og anses som et svært viktig kvalitetsmål. Også her spiller kalsiumbalansen en viktig rolle da interaksjoner mellom kaseiner og kalsium er svært viktig for tekstur i ost. Eksempelvis er Feta og Gouda type oster motsetninger med hensyn på tekstur og beskrives som henholdsvis porøse og elastiske. For disse variantene er kalsiumbalansen i ostemassen ved avtapp viktig for å regulere ostens tekstur. Ved produksjon av porøse oster, eksempelvis Feta, anvendes pH-reduksjon som et verktøy for å redusere innholdet av CCP og samtidig øke innholdet av dissosiert kalsium i myse. Dette medfører svakere kaseinmiceller som igjen gjør osten porøs. For å oppnå elastisk tekstur i Gouda kreves både løselig kalsium for å danne kalsiumbroer mellom kaseinmicellene, men også CCP for å bevare den interne rigiditeten til kaseinmicellene. Det er derfor viktig at ostemassens pH ikke er for lav ved pressing da dette medfører svakere kaseinmiceller (Fox et al., 2000, Walstra et al., 2006). Når det anvendes to nivåer av formodningstid vil trolig mer kalsium gå ut i myse i ystekarene med lengst formodningstid (og lavest pH).

2.5 Ysting med MF/DF ystemelk

Mikrofiltrering tillater en oppkonsentrering av kaseinene i melk og diafiltrering tillater i tillegg en reduksjon i laktoseinnholdet. Dette medfører at sammensetningen til ystemelk, fra både MF- og DF retentat, er ulik sammenliknet med ystemelk fra vanlig skummet melk. En konsekvens av dette er potensielt endrede ystingstekniske egenskaper. Kaseininnholdet og det totale tørrstoffinnholdet er høyere i MF/DF retentat enn i skummet melk. I en studie som omhandlet bufferkapasitet i mikrofiltrert retentat fra skummet melk av Wolfschoon-Pombo et al. (2012) ble det rapportert at en økning i tørrstoffinnhold medførte en økning i bufferkapasitet. Hovedårsaken til økningen i bufferkapasitet i MF retentat ble oppgitt å være økningen i innholdet av kaseiner og CCP. En økning i bufferkapasitet i ystemelk kan også påvirke pH-utviklingen under ysting.

Ved ysting med MF/DF ystemelk er myse:ostestoff forholdet i ystekaret redusert sammenliknet med bruk av tradisjonell ystemelk. Heino et al. (2010) rapporterte om økt utbytte per ystekar ved ysting av Edamer type ost fra både UF- og MF ystemelk, sammenliknet med ysting fra samme volum skummet melk. Samtidig var det ingen forskjell i utbyttet sammenliknet med teoretisk utbytte fra vanlig ystemelk. Dette ble også rapportert av Neocleous et al. (2002) ved ysting av Cheddar fra MF retentat. Fordelen med økt utbytte per ystekar er at det øker kapasiteten til ystekarene. Bruk av MF/DF ystemelk kan redusere koaguleringstiden. Thomann et al. (2008) rapporterte om kortere koaguleringstid for MF retentat sammenliknet med koaguleringstiden for vanlig melk ved løpeindusert geldannelse. Dette ble forklart med at flere kaseinmiceller kan danne gel, samtidig som det dannes flere bindinger mellom kaseinmicellene per tidsenhet. Redusert koaguleringstid ved ysting fra MF retentat medfører også kortere prosessid for ystingen. En annen fordel med ysting fra MF retentat er at løpemengden kan nedjusteres (Thomann et al., 2008).

En annen egenskap som differensierer MF retentat fra skummet melk er økt kalsiuminnhold, da CCP konsentreres ved MF via kaseinmicellene. Neocleous et al. (2002) rapporterte om økt kalsiuminnhold ved økt konsentrasjonsfaktor i Cheddar ost ystet fra MF retentat. Oppkonsentrering av kalsium i retentatet er positivt i den forstand at tilsetning av kalsiumklorid under ysting kan utelates, men en økning i kalsiuminnholdet kan også påvirke ostens egenskaper. Upreti et al. (2006) rapporterte om lavere grad av proteolyse under modning av Cheddar ost med et høyt kalsium- og fosforinnhold, sammenliknet med Cheddar med et lavere innhold av kalsium- og fosfor fra samme forsøk. Dette ble forklart med at kalsium og fosfor

muligens endret proteinkonformasjonen til kaseinene, i tillegg til at aktiviteten til chymosin var høyere i Cheddar med lavt kalsium- og fosforinnhold (Upreti et al., 2006). Proteolyse under modning av ost er essensielt for teksturutvikling i ost til en mykere og mer homogen karakter (Lawrence et al., 1987). Hvis et høyt kalsium- og fosforinnhold medfører en lavere grad av proteolyse under modning, kan en økning i kalsiuminnholdet som følge av MF få konsekvenser for teksturutviklingen i ost under modning. Ved produksjon av Gouda type ost tilsettes imidlertid ofte kalsiumklorid (0,1-0,2 %) til ystemelk (Fox et al., 2004). Hvis kalsiuminnholdet i MF/DF ystemelk ikke overskrider den mengden som tilsettes vanlig ystemelk, vil dette antakelig heller ikke påvirke proteolysen.

3. Materialer og metoder

3.1 Forsøksplan

Det ble utført fire ystinger av Norvegia type ost (28 % fett) fra MF/DF retentat, hvorav ett forforsøk med MF retentat den 1. desember 2015. Selve hovedforsøket ble utført i tre blokker på dagene 28. januar, 4. februar og 9. februar (2016). Den praktiske utførelsen av forsøkene ble utført i TINE's pilotanlegg ved NMBU.

3.1.1 Forforsøk

I forforsøket ble det ystet ett ystekar Norvegia type ost fra ca. 280 liter (L) MF retentat der protein- og kaseininnholdet var henholdsvis 4,53 % og 3,30 %. I forforsøket ble det produsert seks oster på ca. 5 kg, men ostene hadde noe varierende størrelse. Det ble anvendt to ulike saltetider, der de tre minste ostene ble saltet i ti timer og de tre største ostene ble saltet i 19 timer.

3.1.2 Hovedforsøk

Tabell 1 viser forsøksdesignet anvendt under hovedforsøket der effekten av faktorene diafiltrering og formodningstid ble undersøkt. Forsøksdesignet hadde to faktorer med to nivåer. Den første faktoren var filtrering der utgangspunktet for ystemelk var enten MF- eller DF retentat. Protein- og kaseininnholdet i retentat var henholdsvis ca. 4,30 % og 3,20 %, altså noe lavere enn i forforsøket. For ysting fra MF retentat ble det anvendt 40% mysefortynning og for DF retentat var mysefortynning utelatt. Mysefortynning var dermed innebygd i faktoren filtrering. Det ble anvendt to nivåer av formodningstid, 45 og 90 minutter, fastsatt etter erfaringer gjort under ystingene til Ediassen (2016). Hensikten med det store spennet i formodningstid var å tydeliggjøre eventuelle effekter av denne faktoren. Av praktiske årsaker ble ystekarene ystet i den samme rekkefølgen i samtlige blokker med hensyn på forsøksfaktorene, men det fysiske ystekaret anvendt i piloten ble randomisert. Fra hvert ystekar ble det produsert seks oster på ca. 5 kg, tilsvarende 24 oster per ysting og 72 oster totalt.

Tabell 1. Anvendt forsøksdesign under hovedforsøket (n=3 blokker) ved ysting av fire ystekar der blokk, navnkode, filtrering, formodningstid, mysefortynning, ystingsrekkefølge og ystekar i pilot er angitt. DF = diafiltrert og MF = mikrofiltrert.

Blokk	Navnkode ystekar	Filtrering	Formodningstid	Myse fortynning	Ystings rekkefølge	Ystekar i pilot
1	DF45	DF	45 min.	-	1	1
	DF90	DF	90 min.	-	2	2
	MF45	MF	45 min.	40 %	3	3
	MF90	MF	90 min.	40 %	4	4
2	DF45	DF	45 min.	-	1	4
	DF90	DF	90 min.	-	2	3
	MF45	MF	45 min.	40 %	3	2
	MF90	MF	90 min.	40 %	4	1
3	DF45	DF	45 min.	-	1	3
	DF90	DF	90 min.	-	2	4
	MF45	MF	45 min.	40 %	3	1
	MF90	MF	90 min.	40 %	4	2

For enkelhetens skyld blir forsøksfaktorene benyttet for å beskrive de ulike prøvene videre i oppgaven, både for retentat, ystemelk, myse og ost. Type filtrering og formodningstid for de ulike prøvene er beskrevet som DF45, DF90, MF45 og MF90, der DF = ysting fra diafiltrert retentat, MF = ysting fra mikrofiltrert retentat, 45 = 45 minutters formodningstid og 90 = 90 minutters formodningstid. Forsøksdesignet i Tabell 1 viser at ystekarene ble ystet i rekkefølgen DF45, DF90, MF45 og MF90 i samtlige blokker, men at det fysiske ystekaret i piloten var randomisert.

3.2 Melk og melkebehandling

3.2.1 Melkebehandling

All melk anvendt ved ysting var kumelk fra NMBU's besetning. Separering, pasteurisering og filtrering av melk ble utført dagen før ysting. Separering og pasteurisering ble utført i en melkebehandlingslinje med kapasitet på 2000 L/time. Separering ble utført ved 55°C (type SA 1-01-175, Westfalia Separator AG, Oelde, Tyskland). Pasteurisering av melk ble utført ved 75°C i 15 sekunder i en platevarmeveksler (type M6-MFMC, Alfa-Laval, Lund, Sverige). Pasteurisering av fløte ble utført ved 80°C i 15 sekunder. Mikrofiltrering ble utført i et spesialtilpasset MF pilot anlegg (APV UF/MF pilot MCC RV 01118340, Silkeborg, Danmark) utstyrt med en rørvarmeveksler som kjøler under filtrering beskrevet i patent no. 330181 av

Hoffmann (2011). Det ble anvendt en keramisk membran (Inside Ceramic, Tami Industries, GEA, Frankrike) med en porestørrelse på 0,14 μm . Gjennomsnittlig transmembrantrykk under filtrering var på 0,31 bar og filtreringstemperaturen var ca. 55°C. I hovedforsøket varierte konsentreringsfaktoren (CF) for kaseiner fra ca. 1,20-1,25. Under MF ble sammensetningen til retentatet kontinuerlig overvåket ved FTIR, med hovedfokus på protein og kaseiner. Etter MF ble halvparten av retentatet diafiltrert for å justere laktoseinnholdet. Dette ble utført ved å tilsette pasteurisert vann til MF retentatet for så å filtrere på nytt. Under diafiltrering ble også laktoseinnholdet i retentatet overvåket. MF- og DF retentat ble oppbevart på kjøletanker for nedkjøling til 4°C over natta. I blokk 1 ble det tilsatt 30% vann til MF retentatet før DF og i blokk 2 og 3 ble det tilsatt 35% vann til MF retentatet før DF. Begrunnelsen for tilsatt vannmengde før DF, samt begrunnelsen for endringen i vanntilsetning før DF etter blokk 1, er beskrevet i diskusjonen. Kort oppsummert var pH i DF ferskost lavere enn pH i MF ferskost i blokk 1, slik at vannmengden før DF ble oppjustert for å nedjustere laktoseinnholdet i DF retentat. Hensikten med dette var å oppnå en moderat pH-økning i DF ferskost.

3.2.2 Sammensetning av skummet melk, retentat og ystemelk

Nedenfor er sammensetningen av retentat og ystemelk fra forforsøket gjengitt, samt sammensetningen av skummet melk, retentat og ystemelk fra hovedforsøket. Sammensetningen ble analysert ved FTIR (beskrevet i avsnitt 3.6.2.1). I ystemelk var det tilsatt fløte. Dette skal illustrere de respektive standardiseringene som ble gjort med hensyn på kasein-, laktose- og fettinnhold. I tillegg vises den faktiske sammensetningen av ystemelk i samtlige ystekar. Det var kun DF retentat og DF ystemelk som var standardisert med hensyn på laktose. Fremgangsmåten for standardisering av fettinnholdet i ystemelk foreligger i vedlegg Q.

3.2.2.1 Forforsøk

Innholdet av protein (%), kaseiner (%), laktose (%) og fett (%) i MF retentat og ystemelk fra forforsøket er fremstilt i Tabell 2. For å oppnå 28 % fett i ost fra MF retentat ble det nødvendige fettinnholdet i ystemelk beregnet ut fra proteininnholdet i retentatet, før fløtetilsetning. Proteininnholdet er høyere i MF retentat enn i vanlig skummet melk. Dette medfører at fettinnholdet i ystemelk fra MF retentat må være noe høyere enn vanlig for å oppnå riktig forhold mellom fett og protein i ost. I forforsøket skulle forholdstallet for fett:protein i ystemelk være lik 0,77.

Tabell 2. Innholdet av protein (%), kaseiner (%), laktose (%) og fett (%) i MF retentat og ystemelk fra forforsøket analysert ved FTIR.

Prøve	Protein (%)	Kaseiner (%)	Fett (%)	Laktose (%)
MF retentat	4,53	3,30	0,11	4,5
Ystemelk	4,30	3,20	2,84	4,41

Tabell 2 viser at proteininnholdet i MF retentatet var 4,53 % og dette tilsvarer at ystemelka skulle inneholdt 3,49 % fett ved bruk av forholdstallet 0,77. Fettinnholdet i ystemelk var dermed for lavt og en sannsynlig konsekvens av dette er et fettinnhold <28 % i ost.

3.2.2.2 Hovedforsøk

Innholdet av protein (%), kaseiner (%), laktose (%) og fett (%) i skummet melk, retentat og ystemelk (fra fire ystekar) fra hovedforsøket er fremstilt i Tabell 3. I hovedforsøket ble det tatt utgangspunkt i retentatets kaseininnhold for beregning av fettinnholdet i ystemelk, der forholdstallet fett:kasein lik 1,05 ble anvendt. Denne rasion tilsvarer forholdstallet for fett:protein i ystemelk anvendt i forforsøket. De oppgitte verdiene for retentatprøvene er fra målinger utført på ystingsdagen.

Tabell 3. Innholdet av protein (%), kaseiner (%), laktose (%) og fett (%) i skummet melk, retentat og ystemelk (fra fire ystekar) fra tre blokker analysert ved FTIR. Oppgitte verdier for retentatprøvene er fra målinger utført på ystingsdagen.

Blokk	Prøve	Ystekar	Protein (%)	Kaseiner (%)	Laktose (%)	Fett (%)
1	Skummet melk	-	3,58	2,67	4,75	0,06
	DF retentat	-	4,42	3,22	3,83	0,13
	MF retentat	-	4,4	3,22	4,69	0,09
	Ystemelk	DF45	4,22	3,12	3,76	3,38
	Ystemelk	DF90	4,23	3,14	3,75	3,33
	Ystemelk	MF45	4,23	3,15	4,56	3,20
	Ystemelk	MF90	4,22	3,14	4,56	3,26
2	Skummet melk	-	3,57	2,68	4,77	0,07
	DF retentat	-	4,26	3,13	3,75	0,13
	MF retentat	-	4,29	3,16	4,69	0,09
	Ystemelk	DF45	4,05	3,04	3,69	3,31
	Ystemelk	DF90	4,06	3,04	3,7	3,22
	Ystemelk	MF45	4,08	3,06	4,54	3,27
	Ystemelk	MF90	4,11	3,09	4,56	3,32
3	Skummet melk	-	3,52	2,63	4,72	0,07
	DF retentat	-	4,22	3,1	3,75	0,12
	MF retentat	-	4,31	3,17	4,66	0,09
	Ystemelk	DF45	4,02	3,01	3,71	3,23
	Ystemelk	DF90	4,02	3,01	3,71	3,24
	Ystemelk	MF45	4,13	3,11	4,54	3,15
	Ystemelk	MF90	4,10	3,09	4,52	3,56

Tabell 3 viser at proteininnholdet i MF- og DF retentat varierte fra ca. 4,2-4,4 %. I ystemelk var proteininnholdet ca. 0,2 % lavere enn i retentat, som en følge av fløtetilsetning. Laktoseinnholdet var, som forventet, lavere i DF- enn i MF retentat. I tillegg var laktoseinnholdet i DF retentat noe lavere i blokk 2 og 3 enn i blokk 1, antakelig grunnet endringen i tilsatt vannmengde før diafiltrering. Fettinnholdet i ystemelk varierte fra ca. 3,2-3,4 %, med unntak av MF ystemelk i blokk 3 der fettinnholdet i MF45- og MF90 ystemelk var henholdsvis 3,15 % og 3,56 %.

3.3 Syrekultur

Startkulturen anvendt under forsøkene var en frysetørret mesofil DL startkultur, Bulk Set HM 505 (Danisco Deutschland GmbH, Niebüll, Tyskland). Startkulturen ble oppbevart ved -40°C. Under tillagning av syrekultur ble 0,13 g startkultur veid ut i fire sterile petriskåler. Inkubering av startkulturen foregikk dagen før ysting ved at 4 L pasteurisert skummet melk ble overført til

fire såer som videre ble plassert i en viskubator, der melka ble varmet opp til 80°C i 30 minutter. Etter varmebehandlingen ble melka avkjølt til 20°C og når temperaturen var stabil på 20°C ble startkulturen tilsatt. Inkubasjonstiden var på 19 timer (fortsatt ved 20°C). Ved endt inkubasjonstid ble syrekulturen avkjølt til 6°C. I forforsøket var det totale volumet ystemelk ca. 300 L og dette tilsvarer omtrent 1,3 % poding. I hovedforsøket var det totale volumet ystemelk ca. 270 L og dette tilsvarer omtrent 1,5 % poding.

3.4 Ysting

Utgangspunktet for anvendt ystingsteknikk i både forforsøket og hovedforsøket var metoden benyttet av Porcellato et al. (2013) for produksjon av Norvegia type ost. Det ble gjort tilpasninger av ystingsteknikken før hovedforsøket, basert på erfaringer og resultater fra forforsøket den 1. desember 2015 og hovedforsøket til Ediassen (2016). Ystingsteknikken for forforsøket er beskrevet kort nedenfor og ystingsteknikken for hovedforsøket er gjengitt i detalj. De endringene som ble gjort i ystingsteknikk fra forforsøket til hovedforsøket er beskrevet i diskusjonen for forforsøket, der den største endringen var modifikasjoner i skjære- og røreprogrammene under ysting. Hastigheten på skjæring og røring ble oppjustert før hovedforsøket.

3.4.1 Forforsøk

I forforsøket ble det benyttet en formodningstid på 30 minutter og formodningstemperaturen i ystemelk var på 31-32°C. Det ble tilsatt 6,9 ml løpe per kg protein (type CHY-MAX® Plus, Chr. Hansen A/S, Hoersholm, Danmark). Koaguleringsstiden var på ca. 30 minutter. Skjæring av koagel ble utført i henhold til programmet vist i Tabell 4. Hastigheten på røreverket ble regulert via kontrollpanelet til ystekarene (type ASTA eismann GmbH food technology 2014, Beckum, Tyskland). Videre ble røring etter skjæring av koagel utført i henhold til programmet vist i Tabell 5. Etter røring ble det utført 40 % mysefortynning. Skjæring av ostestoffet etter mysefortynning ble utført ved hastighet 7 i 5 minutter. Eterrøring ble utført ved hastighet 5,5 i 5 minutter, etterfulgt av 30 minutters røring ved hastighet 7. I løpet av de 5 første minuttene av etterrøringen ble ettervarmingstemperaturen justert til 38 °C. Det var ulik størrelse på ostene grunnet noe skjev skjæring av osteblokken etter forpress. De største og minste ostene ble saltet i henholdsvis 19 og 10 timer. Etter modning i fem uker ble det utført en sensorisk evaluering av osten der saltetiden for hovedforsøket ble bestemt. Det ble foretatt kjemiske og mikrobiologiske analyser av melk- og myseprøver fra selve ystingen, samt av ferskost og ost modnet i fem uker.

Tabell 4. Program for skjæring av koagel under ysting av et ystekar Norvegia type ost fra MF retentat i forforsøket. Hastigheten på røreverket ble regulert via kontrollpanelet til ystekarene (type ASTA eismann GmbH food technology 2014, Beckum, Tyskland).

Trinn	Tid	Hastighet
1	40 sekunder	2,5
2	50 sekunder	4
3	50 sekunder	6
4	70 sekunder	8

Tabell 5. Program for røring etter skjæring av koagel under ysting av et ystekar Norvegia type ost fra MF retentat i forforsøket. Hastigheten på røreverket ble regulert via kontrollpanelet til ystekarene (type ASTA eismann GmbH food technology 2014, Beckum, Tyskland).

Trinn	Tid	Hastighet
1	2 minutter	3
2	2 minutter	4
3	16 minutter	5

3.4.2 Hovedforsøk

Ystingsteknikken for ost produsert fra MF retentat er tilnærmet lik den beskrevet av Ediassen (2016), men ystingsteknikken for ost produsert fra DF retentat er ulik. For ysting fra DF retentat ble laktoseinnholdet justert ved diafiltrering, slik at mysefortynning ble utelatt under ysting. I et forsøk på å oppnå et tilnærmet likt tørrstoffinnhold i alle ostene hadde ystekarene med 45 og 90 minutters formodningstid en etterrøringstid på henholdsvis 30 og 25 minutter. Dette var basert på at ferskost med lengst formodningstid (90 minutter) fra hovedforsøket til Ediassen (2016) hadde et signifikant høyere tørrstoffinnhold enn ferskosten med kortere formodningstid.

Før ystingen kunne begynne ble fire ystekar (type ASTA eismann GmbH food technology 2014, Beckum, Tyskland) og utstyr steamet. Videre ble 250 L MF/DF retentat overført til ystekarene etter forsøksoppsettet, etterfulgt av standardisering av fettinnhold i ystemelk ved tilsetning av fløte. Temperaturen i ystemelk ble justert til 30°C før tilsetting av syrekultur (1,5%) og formodning i 45/90 minutter under langsom røring (ca. hastighet 1). Etter formodning ble løpe tilsatt (9,38 mL per kg kaseiner) under langsom røring, for å sikre jevn fordeling av løpe i ystekaret. Røreverket ble stoppet etter ca. 1 minutt. Løpa var av typen CHY-MAX® Plus (Chr. Hansen A/S, Hoersholm, Danmark). Skjæring av koagelet ble utført 20-25 min etter løpelegging, etter en subjektiv vurdering av koagelets fasthet. Det var forventet en noe kortere

koaguleringsstid for ystekarene med lengst formodningstid grunnet lavere pH. Rett før skjæring ble koagelet løsnet fra kanten av ystekaret med en skrape, deretter ble programmet for skjæring av koagel (Tabell 6) startet. Videre ble program for røring etter skjæring av koagel igangsatt (Tabell 7). I hovedforsøket var hastigheten ved skjæring av koagel og røring etter skjæring av koagel oppjustert sammenliknet med i forforsøket.

Tabell 6. Program for skjæring av koagel i hovedforsøket. Hastigheten på røreverket ble regulert via kontrollpanelet til ystekarene (type ASTA eismann GmbH food technology 2014, Beckum, Tyskland).

Trinn	Tid	Hastighet
1	40 sekunder	3
2	50 sekunder	5
3	50 sekunder	7
4	70 sekunder	9

Tabell 7. Program for røring etter skjæring av koagel. Hastigheten på røreverket ble regulert via kontrollpanelet til ystekarene (type ASTA eismann GmbH food technology 2014, Beckum, Tyskland).

Trinn	Tid	Hastighet
1	1 minutt	3,5
2	19 minutter	6

Ystingsprosessen frem til program for røring etter skjæring av koagel (Tabell 7) var fullført defineres som forysting. Etter forysting var ystingsteknikken ulik for MF- og DF ystekarene. I DF ystekarene ble ettervarmingstemperaturen justert direkte til 37,5°C etter forysting, etterfulgt av etterrøring i 30 minutter for DF45 og 25 minutter for DF90. Dette er også vist i program for skjæring og røring etter forysting (Tabell 8). Når ettervarmingen begynte ble det tilsatt 7,5 g Natriumnitrat per 100 L ystemelk.

I MF ystekarene ble det utført 40 % mysefortynning etter forysting, som i forforsøket. Siden melka var konsentrert var det utfordrende å tappe av 40 % myse både forforsøket og under ystingene til Ediassen (2016). Av den grunn ble det besluttet å tappe av mindre myse og heller tilsette mer ystevann. Ystevannet var pasteurisert og holdt en temperatur på 42°C ved tilsetning til ystekarene. Mysefortynning måtte foregå raskt for å unngå klumpdannelse. Under vanntilsetning ble vannstrømmen fra slangen dreid rundt i ystekarene, for å bryte opp ansamlingen av ostemasse i bunnen av karene. Etter mysefortynning ble program for skjæring og røring etter forysting (Tabell 8) igangsatt. Hastigheten på skjæring og røring etter forysting

måtte være høy for bryte opp eventuelle osteklumper. Etter vanntilsetningen ble det tilsatt 7,5 g Natriumnitrat pr 100 L ystemelk.

Tabell 8. Program for skjæring og røring etter forysting. I DF ystekarene var mysefortynning ekskludert slik at skjæring var utelatt. Hastigheten på røreverket ble regulert via kontrollpanelet til ystekarene (type ASTA eismann GmbH food technology 2014, Beckum, Tyskland).

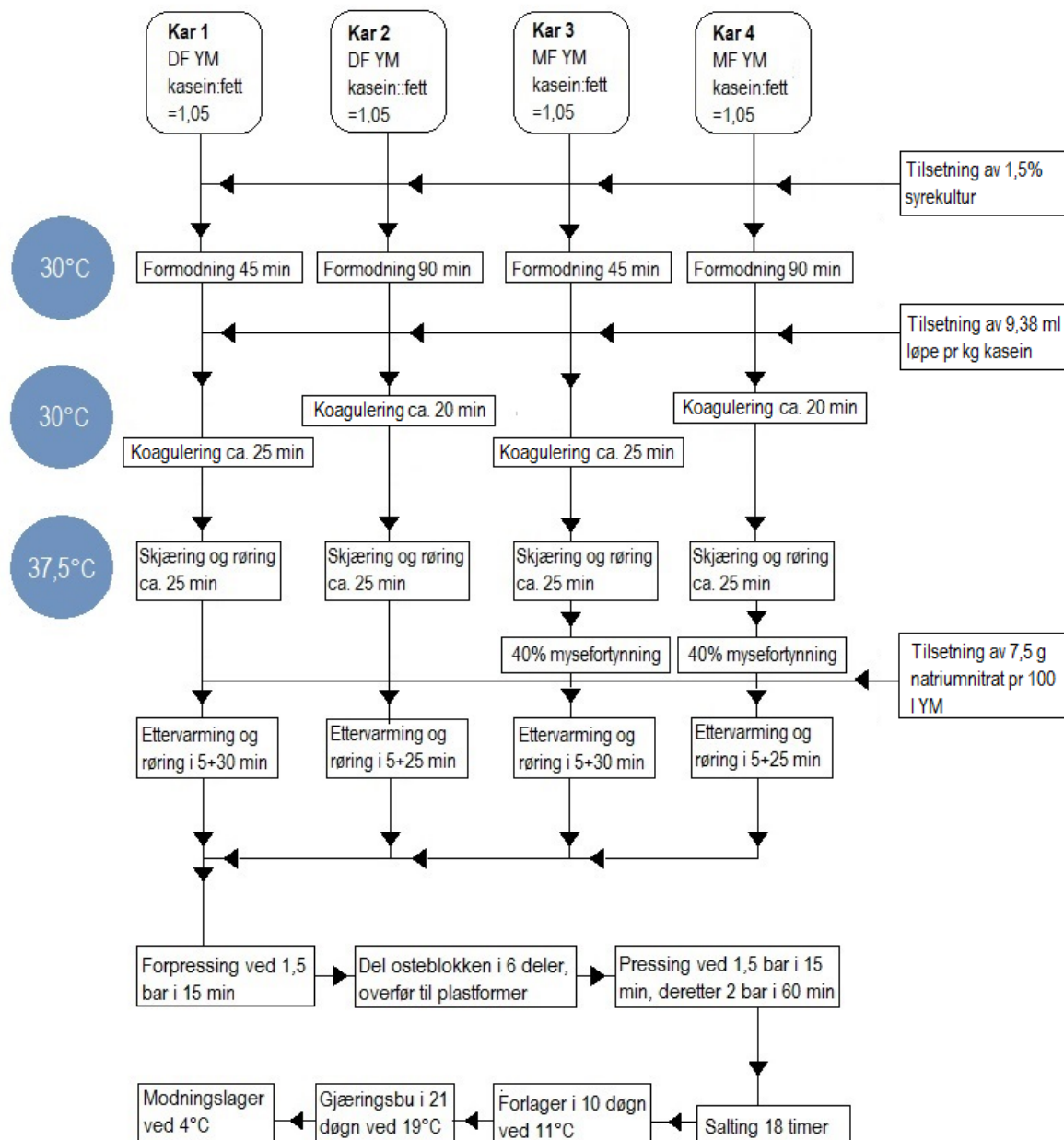
Prosess	Tid	DF45	DF90	MF45	MF90	Hastighet
Skjæring	1 min.	-	-	1 min.	1 min.	7
Skjæring	2,5 min	-	-	2,5 min.	2,5 min.	9
Ettervarming (røring)	ca. 5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	7
Etterrøring	30/25 min.	30 min.	25 min.	30 min.	25 min.	7

Ved endt røring ble ostekorn og myse overført til et rektangulært forpresskar som ga en osteblokk med 60×48 cm grunnflate. Før 2. myseavtapp ble 60 L pasteurisert vann overført til forpresskaret for å hindre at ostekornene ble liggende tørre under forpress, da dette kan medføre pipete struktur i ost. Ostekornene skulle til enhver tid være dekket av myse. Forpress av ostemassen til en osteblokk ble utført ved 1,5 bar i 15 minutter via et presselement (Norgren, Oslo, Norge) spesialtilpasset forpresskaret. Etter forpress ble osteblokken delt opp i seks like deler som videre ble overført til 5 kilos runde osteformer av plast (Laude b.v., Ter Apel, Nederland). Pressing av ost i form ble utført ved 1,5 bar i 15 minutter, deretter ved 2,0 bar i 60 minutter i en Perfora 1537 ostepresse (Perfora, Gram, Danmark). Etter pressing ble ostene tatt ut av formene og merket med dagnummer og ystekar. Ostene ble lagt i kaldt vann inntil all osten var ferdig presset, før overføring til saltlake (11°C, 22°Be og pH 5-5,3) for salting i 18 timer.

Ostene ble tatt ut av saltlaken for avrenning før overflytting til forlager der de lå i 10 døgn ved 11°C. På forlager ble ostene snudd daglig og smurt med to lag Ceska-coat® (CSK Food Enrichment B.V., Leeuwarden, Nederland). Ostene ble flyttet fra forlager til gjæringsbu der de lå i 21 døgn ved 19°C. På gjæringsbu ble ostene snudd 1-2 ganger per uke. Videre ble ostene flyttet fra gjæringsbu til modningslager, der temperaturen var 4°C. I denne perioden ble ostene vakuumpakket i osteposer (Sealed Air CRYOVAC®, Fredensborg, Danmark). På modningslager ble ostene snudd en gang per uke.

For en mer oversiktlig fremstilling av ystingen i hovedforsøket henvises det til Figur 2 som viser et flytskjema for prosessen. For diafiltrert og mikrofiltrert ystemelk anvendes forkortelsene «DF YM» og «MF YM» der utgangspunktet for ystemelka var 250 L retentat og

pasteurisert fløte. Det totale volumet av ystemelk er ikke angitt i Figur 2 da denne mengden var avhengig av mengden tilsatt fløte og dette varierte med kaseinnholdet i retentatet samt fettinnholdet i fløten. Prosesstemperaturen ved formodning, løpelegging og etterrøring er angitt i blå sirkler.



Figur 2. Flytskjema for ystingen i hovedforsøket. Diafiltrert og mikrofiltrert ystemelk er beskrevet ved forkortelsene «DF YM» og «MF YM». DF- og MF ystekarene foreligger henholdsvis til venstre og høyre i flytdiagrammet. Prosesstemperatur ved formodning, løpelegging og etterrøring er angitt i blå sirkler.

Figur 2 viser både prosessstrinn, prosessid og prosessstemperaturer benyttet i hovedforsøket. For effektiv gjennomføring av hovedforsøket ble det utarbeidet et tidsskjema basert på prosessid vist i Tabell 9. Skjæring av koagel ble utført etter en subjektiv vurdering av koagelets fasthet

og koaguleringsstiden varierte fra 20-25 minutter. Prosesstiden for mysefortynning varierte fra 5-10 minutter, da det var vanskelig å oppnå lik prosesstid for denne operasjonen hver gang.

Tabell 9. Tidsskjema anvendt under ysting av fire ystekar fra MF/DF ystemelk med 45/90 minutters formodningstid. Ved ysting med DF ystemelk var mysefortynning utelatt, slik at den totale prosesstiden for ysting med DF ystemelk var noe kortere enn for ysting med MF ystemelk for ystekarene med lik formodningstid.

Prosess	Tid	DF45	DF90	MF45	MF90
Formodning	45/90 min	0900	0910	1030	1040
Løpelegging	20-25 min	0945	1040	1115	1210
Skjæring og røring	ca. 25 min	1010	1105	1140	1235
1. myseavtapp	ca. 5 min	-	-	1205	1300
Vanntilsetning	ca. 5 min	-	-	1210	1305
Ettervarming til 37,5°C	ca. 5 min	1035	1130	1215	1310
Etterrøring	25/30 min	1040	1135	1220	1315
2. myseavtapp	5 min	1110	1200	1250	1340
Forpress start	15 min	1115	1205	1255	1345
Forpress slutt		1130	1220	1310	1400
Etterpress i form (1,5 bar)	15 min	1135	1225	1315	1405
Etterpress i form (2 bar)	60 min	1150	1240	1330	1420
Etterpress slutt		1255	1340	1430	1520
Ost i vann		1300	1345	1435	-
Ost i saltlake	18 timer	1525	1525	1525	1525
Ut av saltlake		0925	0925	0925	0925

Det var svært viktig å følge oppsettet i Tabell 9 for at ystingen skulle foregå likt i samtlige blokker. Hvis formodning i DF45 kl. 09.00 ble forsinket, ble alle ystekarene forskjøvet like lenge. Etter pressing ble ostene lagt i kaldt vann inntil all osten var ferdig produsert. Ostene fra det siste ystekaret, MF90, ble overført direkte til saltlake etter pressing.

3.5 Avvik

Denne seksjonen omfatter avvik i forhold til standardisering av ystemelk med hensyn på fettinnhold, samt avvik i ystingsteknikk.

3.5.1 Forforsøk

Forholdstallet protein:fett i ystemelk var 0,66 etter fløtetilsetning. I utgangspunktet skulle dette forholdstallet være 0,77 og en sannsynlig konsekvens av dette er et lavere fettinnhold enn 28 % i modnet ost. Årsaken til dette avviket var at det ved en feiltakelse ble antatt at forholdstallet fett:protein skulle være 0,68 og dette ble først oppdaget da det var for sent å tilsette mer fløte. Ettervarmingstemperaturen var på det høyeste oppe i 40°C før temperaturen ble nedjustert til 38°C. Det ble ikke anvendt tappestuss under overføring av ostestoff og myse til forpresskaret.

3.5.2 Hovedforsøk

3.5.2.1 Avvik blokk 1

Prøveuttaket til de kjemiske og mikrobiologiske analysene av ystemelk i DF45 ble foretatt etter tilsetning av syrekultur, slik at denne prøven kan være avvikende i forhold til de øvrige prøvene der prøveuttaket ble gjort før tilsetning av syrekultur.

3.5.2.2 Avvik blokk 2

Ved analyse av ystemelk i MF90 var fettinnholdet 3,17 % etter fløtetilsetning, da den egentlig skulle være 3,32 %. Det ble derfor tilsatt ytterligere 1 liter fløte (44,01 % fett). Etter ekstra fløtetilsetning var fettinnholdet i ystemelka 3,32 %. Prøveuttaket til de kjemiske og mikrobiologiske analysene i ystemelk ble tatt før tilsetningen av ekstra fløte. I DF45 var ettervarmingstemperaturen 1-1,5°C for høy i en periode på ca. 10 minutter. Ved etterrøring var hastigheten til røreverket i DF45 og DF90 i en kort periode innstilt på hastighet 9 istedenfor 7.

3.5.2.3 Avvik blokk 3

I MF45 ystekaret ble det ystet fra 230 L ystemelk istedenfor 250 L, da det ikke var nok MF retentat. Ved en feiltakelse ble beregnet fløtemengde til MF45 og MF90 blandet, slik at fettinnholdet ble for lavt i MF45 ystemelk og for høyt i MF90 ystemelk. Underveis var det flere problemer med pumpa og dette gjorde ystingen noe mer krevende. Under 1. myseavtapp for MF90 ystekaret måtte ystevannet overføres manuelt til ystekaret. Dette medførte noe lengre stillstand under mysefortynning og konsekvensen av dette var klumpdannelse i dette ystekaret. I tillegg ble hastigheten på røreverket i MF90 nedjustert ved temperaturmåling og ikke oppjustert umiddelbart. Da dette ble oppdaget ble hastigheten på røreverket skrudd opp til 9 for å forsøke å bryte opp klumpene og dette var delvis vellykket.

3.6 Analyser

3.6.1 Prøvetakingsplan

Det ble foretatt analyser ved ulike prosesstrinn under ysting, samt analyser av ferskost og modnet ost. Ferskostanalyser ble foretatt ca. 24 timer etter tilsetning av syrekultur og analyser av modnet ost ble foretatt 9 uker fra ystingsdagen. Prøvetakingsplanen for hovedforsøket over hvilke analyser som ble utført for de ulike prøvene er fremstilt i Tabell 10.

Tabell 10. Utførte analyser av ulike prøver i hovedforsøket. Det ble foretatt kontinuerlige pH-målinger under ysting. Det ble kun utført kapillærelektroforese av to oster.

Prøve	pH	FTIR	Kalsium	HPLC	VRBA	Tørrestoff	Kjeldahl	Kapillær elektroforese	Sensorisk bedømmelse
Skummet melk	×	×	×	×			×		
Retentat	×	×	×	×	×		×		
Fløte		×							
Ystemelk	×	×	×	×	×		×		
Formodning	×								
Løpelegging	×								
Etter forysting	×		×	×					
2. Myseavtapp	×		×	×	×				
Etter forpress	×				×				
Etter press	×								
Ferskost	×		×	×	×	×			
Modnet ost	×			×	×	×		(×)	×

Prøvene tatt etter forysting, ved 2. myseavtapp og etter forpress er av myse. Da det ikke var tid til å gjennomføre alle analysene samtidig ble noen prøver fryst ned etter uttak og tint igjen før den aktuelle analysen. Samtlige prøver til kalsiumanalyse og Kjeldahl analyse ble fryst ned. Ved HPLC analyse ble melk- og myseprøver fryst ned før analyse, men ikke osteprøver. Det ble kun utført kapillærelektroforese av to oster, for å avgjøre om det var relevant å analysere alle forsøksvariantene.

3.6.2 Kjemiske analyser

Samtlige kjemiske analyser ble foretatt ved NMBU der analyse for kalsium, magnesium og fosfor ble foretatt på Institutt for miljøvitenskap (IMV) og de øvrige analysene ble foretatt på laboratoriet til forskningsgruppen for Meieriteknologi og Matkvalitet ved IKBM. Prøveuttaket av melk- og myseprøver ble gjort med sterile bulkotestere (SKALA prosessteknikk, Oslo, Norge). For ferskost og modnet ost ble prøveuttaket utført etter IDF 50C:1995 (IDF, 1995) for runde oster, før osten ble kvernet i en TRS grønnsaksskjærer fra Dito Electrolux. Anvendt riveskive var av typen J3.

3.6.2.1 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Innholdet av protein, kaseiner, fett og laktose i skummet melk, retentat, fløte og ystemelk ble analysert ved bruk av MilkoScanTMFT1 FTIR (FOSS, Hillerød, Danmark).

3.6.2.2 pH

Det ble foretatt kontinuerlige pH-målinger i melk og myse under ysting for å ha kontroll på pH-utviklingen. Apparatet som ble brukt var av typen PHM 210 Standard pH-meter (Radiometer Analytical SAS, Villeurbanne Cedex, Frankrike), kalibrert med buffer pH 4 og pH 7. Ved bestemmelse av pH i ost ble 25 g revet ost og 10 ml destillert vann overført til Ola-beger. Prøvens pH ble målt etter ca. 30 minutter.

3.6.2.3 Høytrykks væskrokromatografi (HPLC)

HPLC analyse av melk- og myseprøver ble foretatt som beskrevet av Moe et al. (2013) og analyse av ferskost og modnet ost ble foretatt som beskrevet av Skeie et al. (2008). HPLC analyse av ferdig opparbeidede prøver ble utført av Kari Olsen (Overingeniør, Forskningsgruppe for Meieriteknologi og Matkvalitet, NMBU).

3.6.2.4 Kalsium, magnesium og fosfor

Analyse for kalsium, magnesium og fosfor ble utført etter beskrivelse fra Solfrid Lohne (Overingeniør IMV, NMBU). For melk- og myseprøver ble 2,5-3 g prøve veid inn i teflonrør. For ferskost ble ca. 0,5 g revet ost veid inn i teflonrør før tilsetning av 2 ml deionisert vann. Videre ble melk-, myse- og osteprøvene tilsatt 5 ml HNO₃. Den videre håndteringen av prøvene ble utført av Solfrid Lohne (Overingeniør IMV, NMBU). Prøvene ble dekomponert ved 50 bar og 260 °C i en ultraCLAVE High Performance Microwave Reactor (Milestone, Sorisole, Italia). Etter dekomponering ble prøvene fortynnet med deionisert vann og analysert ved Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry i en Perkin Elmer Optima 5300 DV.

3.6.2.5 MikroKjeldahl

Skummet melk, retentat og ystemelk ble analysert for total nitrogen (TN), ikke protein nitrogen (IPN) og ikke kasein nitrogen (IKN) ved henholdsvis IDF 20-1:2014 (IDF, 2014), IDF 20-4:2001 (IDF, 2001a) og IDF 20-5:2001 (IDF, 2001b) i en KjeltecTM 8400 Analyser unit (FOSS, Hillerød, Danmark).

3.6.2.6 Tørrstoff

Tørrstoffanalyse av ost ble foretatt etter IDF standard 4:2004 (ISO/IDF, 2004). Osten ble revet maskinelt og overført direkte til plastposer for å unngå avdampning før utveiging.

3.6.2.7 Kapillærelektroforese

Kapillærelektroforese ble kun utført som et prøveforsøk, av én DF45 ost og én MF90 ost fra blokk 1. Ved analysetidspunktet var ostene fire uker gamle. Prøveoppbeidelsen av ost til

kapillærelektroforese ble utført ved å homogenisere oppmalt ost, sitratløsning og destillert vann og metoden for prøveopparbeidelsen til kapillærelektroforese er lik prøveopparbeidelsen av ost til MikroKjeldahl beskrevet i IDF standard 20A:1986 (IDF, 1986). Videre ble kapillær elektroforese utført som beskrevet av Jensen (2009). Resultatet fra kapillærelektroforesen foreligger i vedlegg R. Det var svært liten forskjell mellom ostene og det ble derfor besluttet at det ikke var nødvendig å gjennomføre kapillærelektroforese for de resterende ostevariantene.

3.6.3 Mikrobiologisk analyse

Den mikrobiologiske analysen ble utført på laboratoriet til forskningsgruppen for Meieriteknologi og Matkvalitet ved IKBM. Det ble kun utført analyse for koliforme bakterier.

3.6.3.1 Analyse for koliforme bakterier

For å kontrollere råstoff og produksjonshygiene ble det foretatt mikrobiologisk analyse for koliforme bakterier i melk- og myseprøver ved kritiske kontrollpunkt under ysting, samt i ferskost og modnet ost. Prøveuttaket av melk- og myseprøver ble gjort med sterile bulkotestere (SKALA prosessteknikk, Oslo, Norge). For ferskost og modnet ost ble prøveuttaket utført aseptisk etter IDF 50C:1995 (IDF, 1995) for runde oster. Analyse av modnet ost ble kun foretatt for de ostene der koliforme bakterier ble påvist i ferskost.

Anvendt næringsmedium ved analyse for koliforme bakterier var Oxoid CM0107 Violet Red Bile Agar (VRBA) (Oxoid LTD., Basingstoke, Hampshire, England), et selektivt medium for påvisning av koliforme bakterier i vann, mat og meieriprodukter (Oxoid). Agaren ble tilberedt i glassflasker. Det ble benyttet 3,85 g VRBA til 100 ml destillert vann etter anvisning fra produsenten. Agaren ble deretter smeltet ved å sette flasken på kokvannbad i minimum 15 minutter, før overføring til et vannbad ved 48 °C der den ble oppbevart frem til bruk.

Ved analyse av melk- og myseprøver ble 1 mL ufortynnet prøve overført til sterile petriskåler etterfulgt av innstøpning med VRBA. Analysen ble foretatt i to paralleller. Skålene ble inkubert ved 37 °C i 24 timer. For osteprøver ble 11 g prøve veid ut i en steril Omni-Mixer beholder før 99 mL 2% NaCitrat vann tilberedt etter IDF 122B ble tilsatt, til en 10^{-1} fortynning. Prøvene ble homogenisert ved hjelp av en Omni-Mixer (Omni International, Kennesaw Georgia, USA) i 2 minutter ved hastighet 4. Alt utstyr benyttet under prøveuttaket var autoklavert eller flambert. Innstøpning og inkubering ble utført på samme måte som for melk- og myseprøver.

3.6.4 Sensorisk analyse

Totalt 12 oster (én ost fra hvert ystekar fra tre blokker) ble prøvesmakt ved NMBU den 7. mars 2016 for avgjøre hvilke sensoriske tester som skulle gjennomføres. Da hadde osten fra blokk 1, 2 og 3 modnet i henholdsvis 6, 5 og 4 uker. På dette tidspunktet var det, uavhengig av ostens alder, en fremtredende forskjell i konsistens mellom MF- og DF ost der DF ost var betydelig mykere enn MF ost. Det ble besluttet å utføre sensorisk kvalitetsbedømmelse av totalt 12 oster (én ost fra hvert ystekar fra tre blokker), samt beskrivende sensorisk analyse av 6 DF oster (én DF ost fra hvert ystekar fra tre blokker). Sensorisk bedømmelse av ost ble utført av trente dommere ved TINE FOU på Måltidets Hus i Stavanger. Ost produsert i forbindelse med ystingene til Ediassen (2016) ble evaluert samtidig, nærmere bestemt én ost produsert fra MF retentat i forbindelse med et forforsøk utført 7. januar 2016 samt 12 oster produsert fra MF retentat med ulike nivåer av formodningstid i forbindelse med hovedforsøket. All osten (totalt 25) ble kjørt fra Ås til meieriet på Kalbakken og videre med TINE bil til Måltidets Hus. Den sensoriske bedømmelsen ble utført 31. mars 2016 og da hadde osten produsert i blokk 1, 2 og 3 modnet i henholdsvis 9, 8 og 7,5 uker.

Det ble utført kvalitetsbedømmelse av totalt 25 oster, hvorav 12 tilhørende denne masteroppgaven. Seks trente dommere, alle ansatte ved FOU, deltok i kvalitetsbedømmelsen. En utfordring med kvalitetsbedømmelsen var at det i utgangspunktet ikke eksisterte en referanseprøve. Dommerne testet først et utvalg oster, både DF- og MF ost. Etter intern diskusjon mellom dommerne ble det besluttet å bedømme osten fra forsøkene etter en Norvegia[®] norm. Osten produsert i forforsøket til Ediassen (2016) 7. januar 2016 ble benyttet til kalibrering av dommerne i den betydning at dommerne bedømte denne osten først, og diskuterte egenskaper og poenggivning for denne osten i fellesskap, før de andre ostene ble bedømt. Prosedyren for kvalitetsbedømmelse av ost, samt kvalitetskarakteristikken for Norvegia[®] er beskrevet av Kraggerud et al. (2012). Endringer som ble gjort i forhold til denne beskrivelsen var at attributten «utseende» ble ekskludert fra kvalitetsbedømmelsen. Årsaken til dette var at flere av ostene hadde pipete struktur og det ble besluttet at denne kvalitetsfeilen ikke skulle medføre trekk i totalpoeng, da egenskapene konsistens og lukt og smak ble vurdert som viktigere.

Det ble utført beskrivende sensorisk analyse av totalt ti oster, hvorav seks DF oster fra dette hovedforsøket samt fire MF oster produsert 14. januar i forbindelse med hovedforsøket til Ediassen (2016). Det hadde blitt for omfattende med beskrivende sensorisk analyse av all osten

(totalt 25 stykker) med den tiden som var til rådighet. Resultatet fra den beskrivende analysen for MF ost med 45 og 90 minutters formodningstid produsert i forbindelse med hovedforsøkene til Ediassen (2016), er inkludert i resultatdelen i undertegnedes oppgave for å kunne sammenlikne DF- og MF ost. MF osten fra forsøkene til Ediassen (2016) hadde modnet i 11 uker da den sensoriske bedømmelsen ble utført.

Den beskrivende sensoriske analysen ble utført som beskrevet av Kraggerud et al. (2008) og resultatene ble samlet inn ved bruk av programvaren Eye Question (Logic8, Wageningen, Nederland) der attributtene ble bedømt på en kontinuerlig skala fra 1-9. Seks dommere, som forøvrig ikke deltok på kvalitetsbedømmelsen, deltok i den beskrivende analysen. Resultatet fra den beskrivende sensoriske analysen ble sendt fra TINE v/ Gunhild Knustad i form av en autorapport, som omfattet rådata samt ulike plott og statistiske analyser.

3.6.5 Statistisk analyse

For å undersøke effekten av forsøksfaktorene på de kjemiske analyseresultatene, resultatene fra kvalitetsbedømmelsen og resultatene fra den beskrivende sensoriske analysen ble det utført variansanalyse i form av ANOVA type II i statistikkprogramvaren RCommander versjon 3.2.1 (©2015 The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Østerrike). Effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid ble undersøkt. For prøver tatt før formodning ble kun effekten av blokk og filtrering testet slik at den statistiske modellen var ulik for prøver tatt før og etter formodning. Signifikansnivå $p < 0,05$ ble anvendt og ved signifikant effekt ble nullhypotesen forkastet. Anvendt ANOVA modell for effekten av blokk og filtrering for prøver tatt *før* formodning, samt nullhypotesen og den alternative hypotesen, er gjengitt i Figur 3. For prøver tatt *etter* formodning ble effekten av blokk, filtrering og formodningstid testet og anvendt ANOVA modell for prøver tatt *etter* formodning, samt nullhypotese og alternativ hypotese, er gjengitt i Figur 4. De anvendte modellene er i henhold til ANOVA modeller beskrevet av Montgomery (2013).

<p>Modell: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$</p> <p>Der: $y_{ij} = \text{respons}$</p> <p>$\mu = \text{gjennomsnittlig respons}$</p> <p>$\tau_i = \text{effekt av filtrering } i, \text{ der } i = 1, 2$</p> <p>$\beta_j = \text{blokkeffekt } j, \text{ der } j = 1, 2, 3$</p> <p>$\epsilon_{ij} = \text{uforklart variasjon}$</p>	<p>Nullhypotese og alternativ hypotese:</p> <p>Effekt av filtrering: $H_0: \tau_i = 0$ $H_1: \text{minst én } \tau_i \neq 0$</p> <p>Effekt av blokk: $H_0: \beta_j = 0$ $H_1: \text{minst én } \beta_j \neq 0$</p>
---	---

Figur 3. ANOVA modell, samt nullhypotese og alternativ hypotese, for effekten av filtrering og blokk på prøver tatt før formodning der responsen var de ulike kjemiske analyseresultatene.

<p>Modell: $y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \delta_k + \epsilon_{ijk}$</p> <p>Der: $y_{ijk} = \text{respons}$</p> <p>$\mu = \text{gjennomsnittlig respons}$</p> <p>$\tau_i = \text{effekt av filtrering } i, \text{ der } i = 1, 2$</p> <p>$\beta_j = \text{effekt av formodningstid } j, \text{ der } j = 1, 2$</p> <p>$\delta_k = \text{blokkeffekt } k, \text{ der } k = 1, 2, 3$</p> <p>$\epsilon_{ijk} = \text{uforklart variasjon}$</p>	<p>Nullhypotese og alternativ hypotese:</p> <p>Effekt av filtrering: $H_0: \tau_i = 0$ $H_1: \text{minst én } \tau_i \neq 0$</p> <p>Effekt av formodningstid: $H_0: \beta_j = 0$ $H_1: \text{minst én } \beta_j \neq 0$</p> <p>Effekt av blokk: $H_0: \delta_k = 0$ $H_1: \text{minst én } \delta_k \neq 0$</p>
---	---

Figur 4. ANOVA modell, samt nullhypotese og alternativ hypotese, for effekten av filtrering, formodningstid og blokk for prøver tatt etter formodning der responsene var de ulike kjemiske analyseresultatene samt resultatet fra kvalitetsbedømmelsen av osten.

Ved den statistiske analysen ble interaksjonseffekten mellom faktorene testet der det var mulig. Det ble kun testet for interaksjonseffekt mellom blokk og filtrering for enkelte kjemiske analyser tatt før formodning (ANOVA modell Figur 3) der testing for interaksjonseffekt ikke var begrenset av antall frihetsgrader. For prøver tatt etter formodning (ANOVA modell Figur 4) ble kun hovedeffektene testet ved ANOVA, da testing for interaksjonseffekter mellom blokk, filtrering og formodning var begrenset av antall frihetsgrader.

I tillegg til de kjemiske analyseresultatene og resultatet fra kvalitetsbedømmelsen ble det utført noe statistikk på resultatet fra den beskrivende sensoriske analysen. Dette var imidlertid noe utfordrende, siden MF osten var produsert i hovedforsøket til Ediassen (2016) og DF osten var produsert i undertegnedes hovedforsøk. Det var kun to MF oster og seks DF oster (2 oster fra

tre blokker) og ostene hadde ulik alder. Allikevel ble MF osten inkludert i resultatet da sammenlikning av MF- og DF ost var relevant for denne oppgaven. Prøvesmakingen av osten indikerte at effekten av diafiltrering var større enn effekten av modningsperiode.

For å undersøke om det var forskjell mellom de enkelte ostene med hensyn på de ulike attributtene ble det foretatt enveis ANOVA etterfulgt av Tukey test i statistikkprogramvaren RCommander versjon 3.2.1 (©2015 The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Østerrike). I tillegg ble programvaren PanelCheck V1.4.2 (Nofima, Ås, Norge) anvendt til prinsipalkomponentanalyse (PCA). Prinsipalkomponentanalyse er et nyttig statistisk verktøy for å finne sammenhenger i datasett og forklare variasjon (Smith, 2006). Ved denne metoden dannes korrelasjonslinjer i flere dimensjoner der prinsipalkomponent 1 (PC1) er den korrelasjonslinjen som forklarer mest av den totale variasjonen i datasettet. Med utgangspunkt i PC1 kan det dannes flere korrelasjonslinjer og prinsipalkomponent 2 (PC2) er korrelasjonslinjen som forklarer nest mest av den totale variasjonen i datasettet osv. Plott fra PCA gir mye informasjon om variasjonen i datasettet. For DF ost ble det i tillegg foretatt toveis ANOVA av resultatene fra den beskrivende sensoriske analysen, der effekt av blokk og formodningstid med hensyn på de ulike attributtene ble undersøkt.

4. Resultat

4.1 Forforsøk

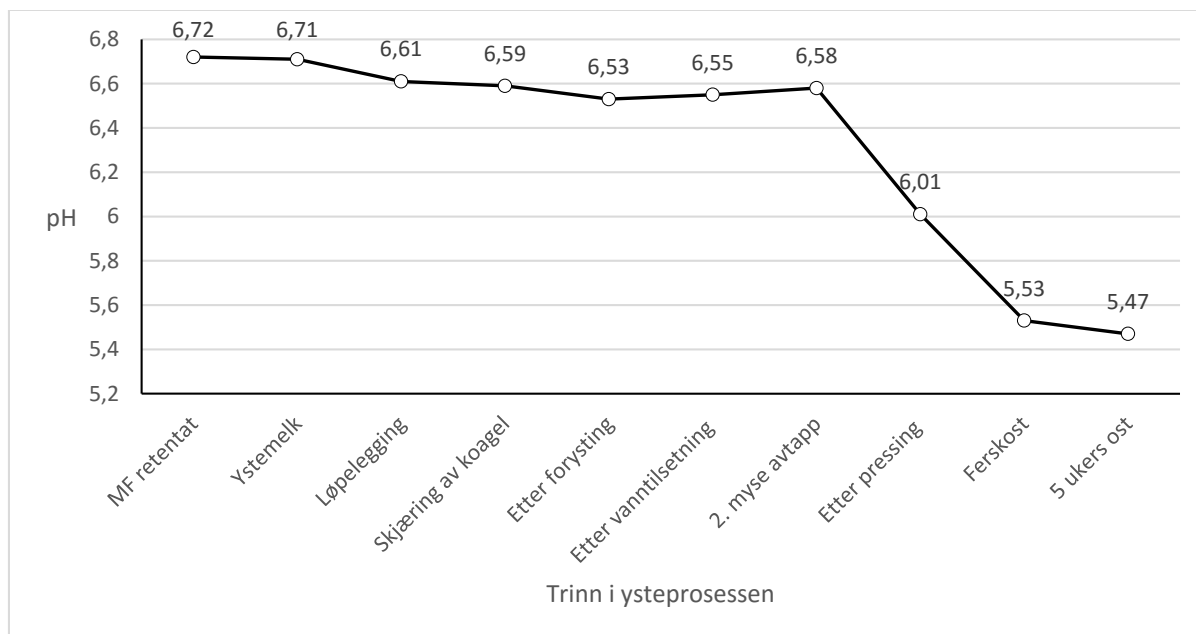
4.1.1 Ysting

Det var flere aspekter vedrørende ystingsteknikk av Norvegia type ost fra MF retentat med forbedringspotensial før hovedforsøket. Dette gjaldt særlig fastheten til koagelet ved skjæring og hastigheten på røreverket under skjæring og røring. Koagelet hadde en fast og klebrig karakter når skjæring av koagelet ble utført. Koagelet hadde klebet fast til kanten av ystekaret og løsnet ikke ved bruk av det automatiske skjæreprogrammet. Røreverket ble derfor stoppet slik at koagelet kunne løsnes fra kanten av ystekaret manuelt. Ved mysefortynning sank ostestoffet til bunnen av ystekaret og formet en relativt fast masse. Under etterrøring var det store osteklumper i ystekaret og etter 2. myseavtapp hang det osteklumper igjen i røreverket til ystekaret. Tiltak som ble gjort for å redusere klumpdannelse før hovedforsøket er beskrevet i diskusjonen.

4.1.2. Kjemiske Analyser

4.1.2.1 pH-utvikling

Det er svært viktig å ha kontroll på pH-utviklingen under ysting. Figur 5 viser pH-utviklingen under ysting, samt pH i ferskost og modnet ost (5 uker) fra forforsøket der det ble ystet ett ystekar Norvegia type ost fra MF retentat med en formodningstid på 30 minutter. Forskjellen mellom pH i ystemelk og pH ved løpelegging illustrerer pH-reduksjonen som følge av tilsetning av syrekultur og formodning. Ved prosesstrinnene skjæring av koagel, etter forysting, etter vanntilsetning og ved 2. myseavtapp ble pH-målingene gjort i myseprøver og ved prosesstrinnet etter pressing ble pH-målingen foretatt i ost.



Figur 5. pH-utviklingen under ysting, samt pH i ferskost og modnet ost (5 uker), fra forforsøket der det ble ystet ett ystekar Norvegia type ost fra MF retentat med 30 minutters formodningstid. Forskjellen mellom pH i ystemelk og pH ved løpelegging illustrerer pH-reduksjonen som følge av tilsetning av syrekultur og formodning. Ved prosesstrinnene skjæring av koagel, etter forysting, etter vanntilsetning og ved 2. myseavtapp ble pH-målingene foretatt i myse og ved prosesstrinnet etter pressing ble pH-målingen foretatt i ost.

Ystemelk hadde i utgangspunktet en pH på 6,71. Det var en moderat nedgang i pH fra etter tilsetning av syrekultur frem til 2. myseavtapp. Ved løpelegging var pH i ystemelk 6,61. I myse etter mysefortynning var det en svak oppgang i pH grunnet tilsetning av ystevann. Ferskost og ost modnet i fem uker hadde en pH på henholdsvis 5,53 og 5,47.

4.1.2.2 Organiske syrer og karbohydrater

Innholdet av organiske syrer og karbohydrater ble bestemt ved HPLC analyse. Tabell 11 viser innholdet (mmol/kg) av sitronsyre, eddiksyre, melkesyre og laktose i myse etter forysting, i myse ved 2. myseavtapp og i ferskost. Disse resultatene er presentert basert på hvilke komponenter som ble mest påvirket under ysting, samt betydningen av komponentene på ulike kvaliteter i ost. De øvrige resultatene fra analysen foreligger i Vedlegg A.

Tabell 11. Innholdet (mmol/kg) av sitronsyre, eddiksyre, melkesyre og laktose i myse etter forysting, myse ved 2. myseavtapp og i ferskost fra forforsøket, der det ble ystet ett ystekar Norvegia type ost fra MF retentat (30 minutters formodningstid).

Prøve	Sitronsyre (mmol/kg)	Eddiksyre (mmol/kg)	Melkesyre (mmol/kg)	Laktose (mmol/kg)
Etter forysting	10,02	1,47	2,61	140,66
2. myseavtapp	7,44	1,23	2,99	102,42
Ferskost	1,55	8,52	139,01	0,42

Innholdet av sitronsyre, eddiksyre og laktose ble redusert som en følge av mysefortynning. Forholdet mellom laktose etter forysting og ved 2. myseavtapp viser reduksjonen i laktoseinnholdet i myse som følge av mysefortynning. Forholdstallet for laktoseinnholdet i myse før og etter 40 % mysefortynning var $102,42:140,66 = 0,73$. Denne ratioen ble anvendt for å beregne vannmengden som skulle tilsettes ved diafiltrering i hovedforsøket. Tanken bak dette var å oppnå likt laktoseinnhold i ostemasse fra DF- og MF ystemelk (beskrevet i diskusjonen). Mengden produsert melkesyre i ferskost korrelerte med laktoseinnholdet etter forysting.

4.1.2.3 Tørrstoff

Tørrstoffinnholdet i ferskost og ost modnet i fem uker var henholdsvis 52,0 % og 58,2 %.

4.1.3 Mikrobiologisk analyse

4.1.3.1 Koliforme bakterier

Det ble ikke påvist koliforme bakterier i melk- eller myseprøver. Ferskost og modnet ost ble ikke testet.

4.1.4 Sensorisk evaluering

Etter fem ukers modning ble det foretatt en sensorisk evaluering av to oster med ulik saltetid, med fokus på utseende, konsistens og lukt og smak. Begge ostene hadde pipete struktur, samt umoden karakter med tanke på konsistens og lukt og smak. Med hensyn på salt smak ble osten som var saltet i 19 timer oppfattet som best. Osten som var saltet i 10 timer hadde lite salt smak og en noe besk ettersmak. På bakgrunn av disse observasjonene ble 18 timers saltetid planlagt for hovedforsøket.

4.2 Hovedforsøk

I hovedforsøket ble det ystet fire ystekar i tre blokker og prøver av retentat, ystemelk, myse og ost fra de fire ystekarene er beskrevet med de respektive navnkodene for forsøksfaktorene oppgitt i Tabell 1.

4.2.1 Ysting

I hovedforsøket foregikk samtlige ystinger relativt problemfritt og de tre blokkene ble utført med kun små avvik. Koagulerings tiden for de ulike ystekarene varierte fra 20-25 minutter og det var en tendens mot at ystekarene med lengst formodningstid hadde kortere koagulerings tid. Det endrede programmet for skjæring og røring av koagel under forysting resulterte i en jevnere

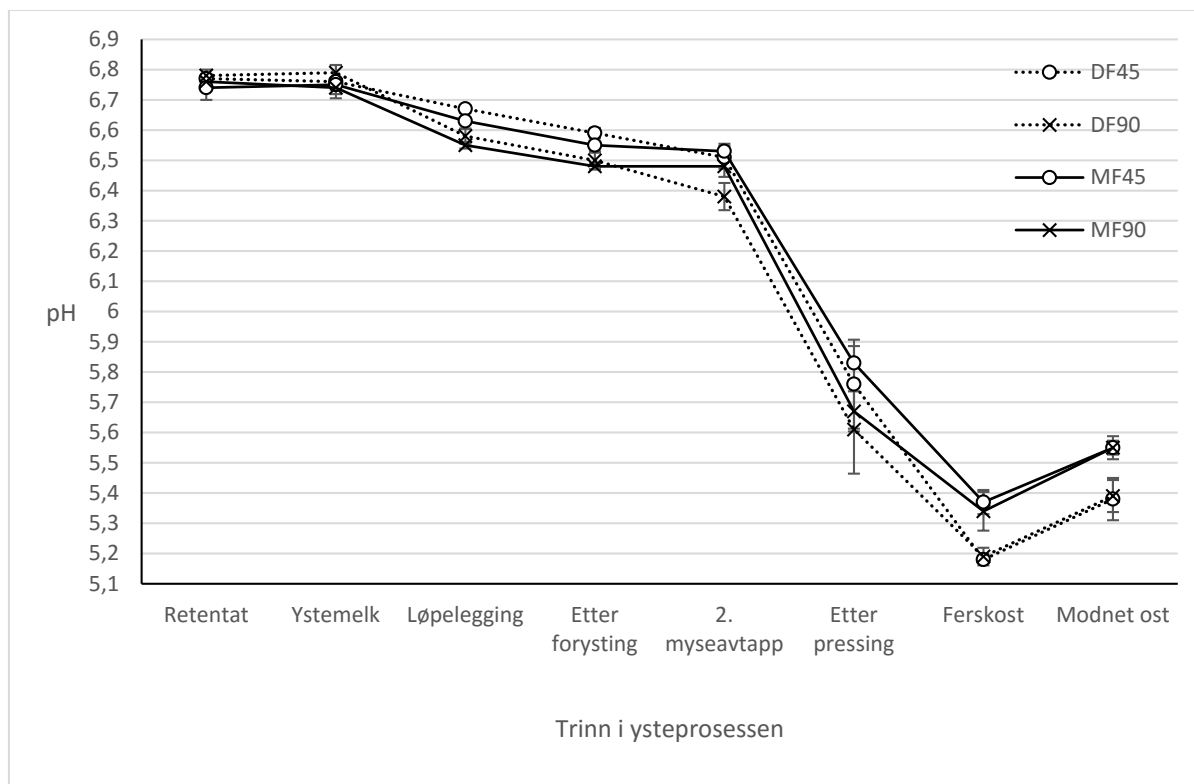
skjæring, sammenliknet med i forforsøket. Kun én gang var det antydning til klumpdannelse i ystekaret (MF90 blokk 3). I dette tilfellet måtte ystevannet overføres manuelt via melkespann under mysefortynning, slik at stillstanden for dette ystekaret var noe lengre under denne prosessen. Ysting med DF ystemelk gikk noe raskere enn ysting med MF ystemelk, da 1. myseavtapp og vanntilsetning var utelatt. Selv om det tidsmessig ikke utgjorde en veldig stor forskjell (ca. 10 minutter) var denne ystingsteknikken svært mye enklere å utføre grunnet mindre håndtering og pumping.

4.2.2 Kjemiske analyser

De kjemiske analyseresultatene er presentert sammen med de respektive resultatene fra ANOVA. Effekten av blokk og forsøksfaktorer på de ulike responsene er presentert ved signifikansnivåene $p < 0,05$, $p < 0,01$ og $p < 0,001$. For tilfeller med ingen signifikant effekt (p -verdier $> 0,05$) anvendes forkortelsen n.s. (not significant).

4.2.2.1 pH-utvikling

Skummet melk hadde en gjennomsnittlig pH på $6,70 \pm 0,35$ før filtrering. Det ble ikke foretatt pH-måling av skummet melk i blokk 1, slik at denne pH-verdien kun er basert på gjennomsnittlig pH-verdi fra blokk 2 (pH 6,67) og blokk 3 (pH 6,72). Det ble foretatt kontinuerlige pH-målinger i melk- og myseprøver under ysting, samt i ferskost og modnet ost. Et komplett datasett for pH-målingene fra tre blokker foreligger i vedlegg L. Den gjennomsnittlige pH-utvikling \pm standardavvik (SD) i de fire ystekarene ved de ulike trinnene i ysteprosessen er presentert i Figur 6. DF- og MF ystekarene har henholdsvis stiptet og heltrukken linje mellom markørene og ystekarene med 45 og 90 minutters formodningstid har henholdsvis sirkelmarkører og kryssmarkører. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 12. Før 2. myseavtapp ble 60 L pasteurisert vann overført til forpresskaret. I myse etter forpress ble det også foretatt pH-måling, der resultatet var en moderat pH-økning (0,05-0,09 pH enheter) fra 2. myseavtapp, antakelig grunnet fortynningen av myse i forpresskaret. Resultatet fra disse pH-målingene er ikke inkludert i Figur 6.



Figur 6. Gjennomsnittlig pH-utvikling \pm SD i de fire ystekarene ved de ulike trinnene i ysteprosessen (n=3 blokker). Målingene gjort etter forysting og ved 2. myseavtapp ble foretatt i myse og målingen gjort etter pressing ble foretatt i ost. DF- og MF ystekarene har henholdsvis stiplet og heltrukket linje mellom markørene og ystekarene med 45 og 90 minutters formodningstid har henholdsvis sirkelmarkører og kryssmarkører.

Tabell 12. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på pH ved ulike trinn i ysteprosessen.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Retentat	n.s.	n.s.	-	0,359
Ystemelk	n.s.	n.s.	-	0,559
Løpelegging	n.s.	<0,01	<0,001	0,944
Etter forysting	n.s.	<0,05	<0,001	0,874
2. myseavtapp	n.s.	<0,05	<0,01	0,788
Etter pressing	n.s.	n.s.	<0,05	0,540
Ferskost	n.s.	<0,001	n.s.	0,895
Modnet ost	<0,05	<0,001	n.s.	0,884

I utgangspunktet hadde retentat og ystemelk pH-verdier fra 6,74-6,79 og det var ingen signifikant effekt av blokk eller filtrering for hverken retentat eller ystemelk. Fra løpelegging til etter pressing var pH konsekvent lavere i ystekarene med 90 minutters formodningstid. Det var signifikant effekt av både filtrering og formodningstid ved løpelegging, samt i myse etter

forysting og ved 2. myseavtapp. Med hensyn på filtrering var pH lavere i MF- enn DF ystekarene fra løpelegging frem til etter forysting, men ved 2. myseavtapp var pH lavere i DF ystekarene. I ost etter pressing var det kun signifikant effekt av formodningstid, der osten med 90 minutters formodningstid hadde lavere pH.

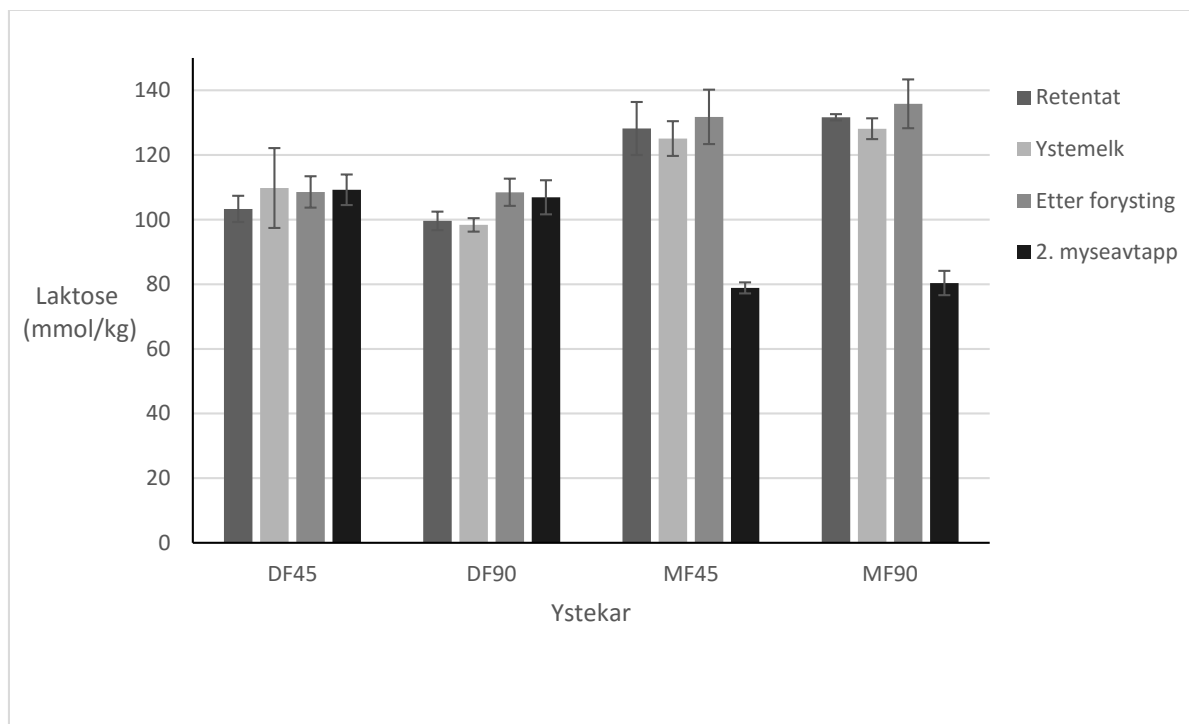
I ferskost og modnet ost var det signifikant effekt av filtrering der DF ost hadde en lavere pH enn MF ost. I blokk 1 ble det tilsatt 30 % vann til MF retentat ved diafiltrering og pH i ferskost fra ystekarene DF45, DF90, MF45 og MF90 var henholdsvis 5,19, 5,17, 5,35 og 5,31. I blokk 1 var dermed pH i ferskost betraktelig lavere i DF- enn i MF ost. I blokk 2 og 3 ble tilsatt vannmengde før diafiltrering oppjustert til 35 % for å nedjustere laktoseinnholdet, men til tross for dette var det fortsatt lavere pH i DF- enn MF ost i blokk 2 og 3. Dette tydeliggjøres også av at det ikke var signifikant blokkeffekt på pH i ferskost. Gjennomsnittlig pH i DF- og MF ferskost var henholdsvis ca. 5,20 og 5,35. Under modning steg ostens pH til ca. 5,38 i DF ost og 5,55 i MF ost. Gjennomsnittlig var det svært liten forskjell mellom ostene med ulik formodningstid og det var ingen signifikant effekt av formodningstid på pH i ferskost eller modnet ost. For modnet ost var det signifikant blokkeffekt.

4.2.2.2 Organiske syrer og karbohydrater

Syreulturens omsetting av organiske syrer og karbohydrater påvirker blant annet pH-utvikling, smaksutvikling og hullsetting i ost. Et komplett datasett for skummet melk, retentat og ystemelk for blokk 1, 2 og 3 foreligger i henholdsvis vedlegg B, C og D. Komplet datasett for ferskost og modnet ost for tre blokker foreligger i henholdsvis vedlegg E og F. Nedenfor omtales de viktigste resultatene.

4.2.2.2.1 Laktose

Diafiltrering av MF retentat ble utført for å justere laktoseinnholdet i ystemelk før ysting. Skummet melk, som var det felles utgangspunktet for MF- og DF retentat, hadde et gjennomsnittlig laktoseinnhold på $131,41 \pm 5,8$ mmol/kg. Det gjennomsnittlige laktoseinnholdet (mmol/kg) \pm SD i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp i de fire ystekarene er fremstilt i Figur 7. I ferskost varierte det gjennomsnittlige laktoseinnholdet fra 0,1-0,39 mmol/kg og i modnet ost ble det ikke detektert laktose. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 13.



Figur 7. Gjennomsnittlig innhold av laktose (mmol/kg) \pm SD i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, fra de fire ystekarene (n=3 blokker).

Tabell 13. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på laktoseinnholdet i retentat, ystemelk, i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Retentat	n.s.	<0,001	-	0,950
Ystemelk	n.s.	<0,001	-	0,734
Etter forysting	<0,01	<0,001	n.s.	0,961
2. Myseavtapp	n.s.	<0,001	n.s.	0,950
Ferskost	n.s.	n.s.	n.s.	0,459

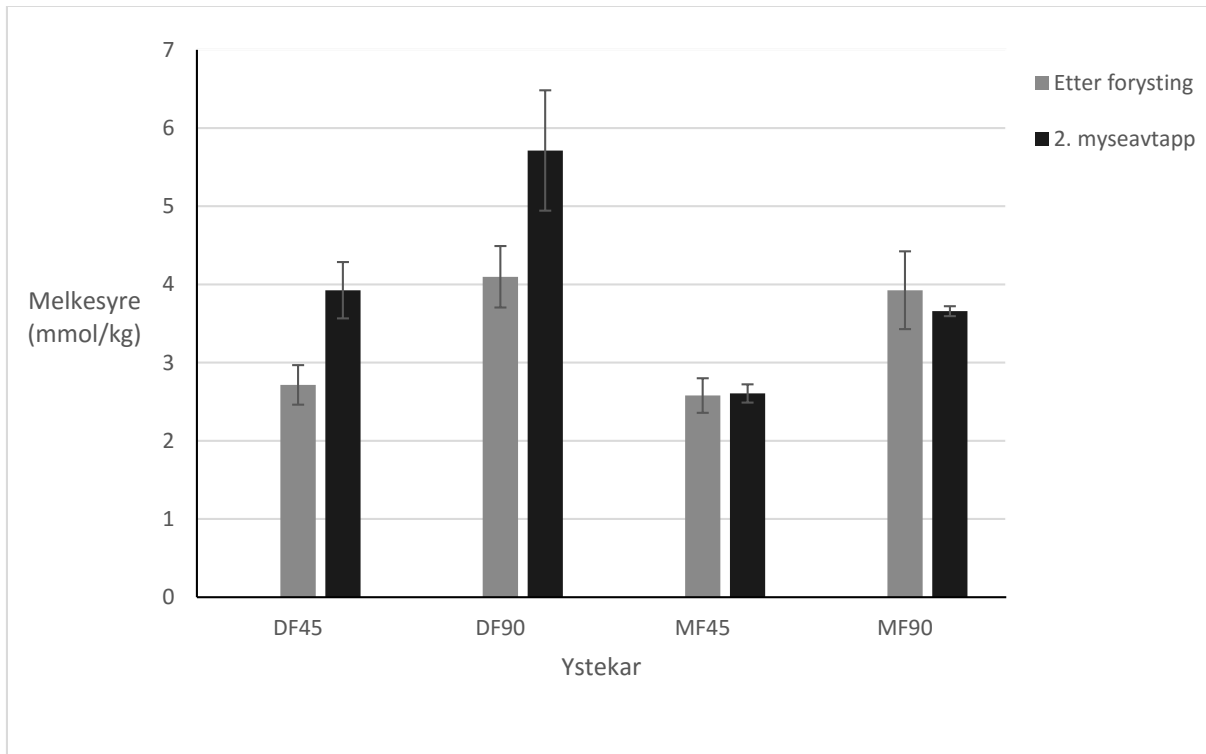
Det var signifikant effekt av filtrering på laktoseinnholdet i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp. I retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting, var laktoseinnholdet lavere i DF- enn i MF ystekarene. I DF- og MF retentat var det gjennomsnittlige laktoseinnholdet henholdsvis ca. 100 mmol/kg og ca. 130 mmol/kg. Med unntak av ystekaret DF45 var laktoseinnholdet noe lavere i ystemelk (tilsatt fløte) enn i retentat for de respektive ystekarene. Figur 7 viser et stort standardavvik for DF45 ystemelk. Grunnen til det store standardavviket sammenliknet med de andre prøvene er antakelig at det har skjedd en feil under analysen av ystemelk fra DF45 blokk 1 der resultatet for laktoseinnholdet var 123,61 mmol/kg. Retentatet for DF45 blokk 1 hadde et laktoseinnhold på 103,47 mmol/kg slik at det er langt mer sannsynlig at det virkelige laktoseinnholdet i DF45 ystemelk fra blokk 1 var

ca. 100 mmol/kg, som også samsvarer bedre med de øvrige resultatene for laktoseinnholdet i DF ystemelk. Den avvikende prøven kunne vært fjernet fra datasettet, men siden laktoseinnholdet i DF45 ystemelk kan antas å være likt som i DF90 ystemelk (siden prøvene er tatt *før* formodning) ble ikke dette gjort.

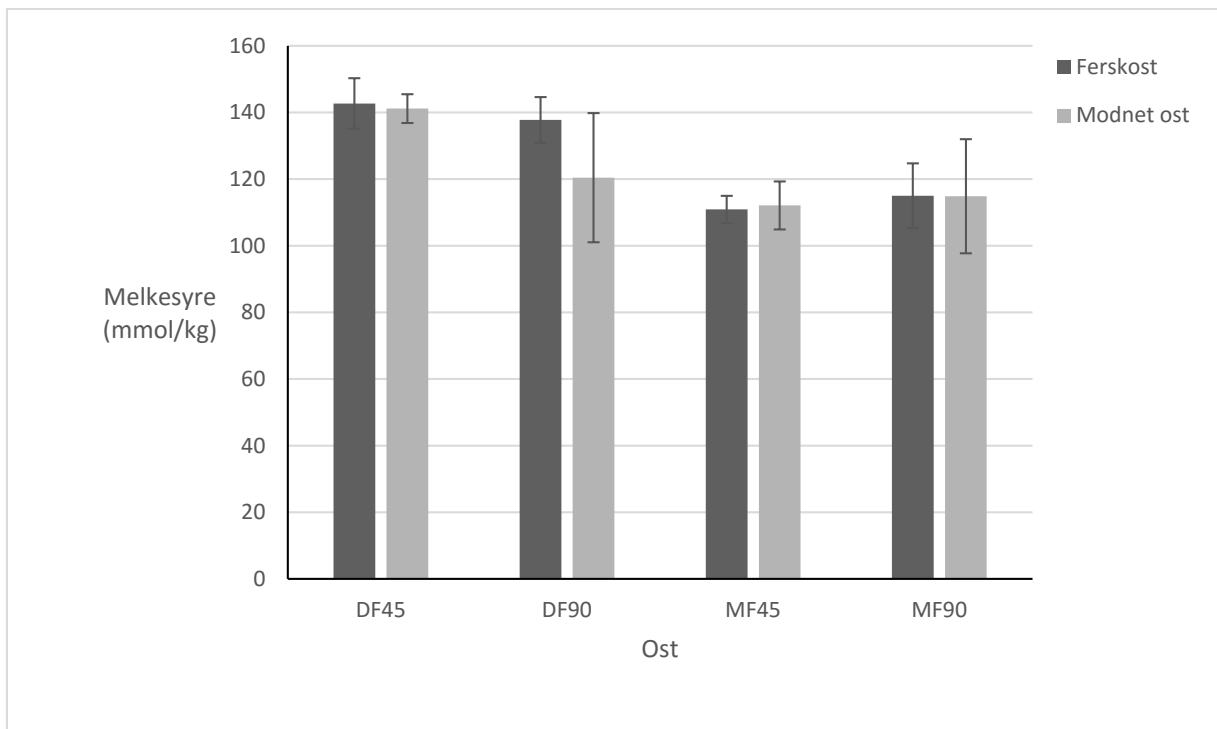
I myse ved 2. myseavtapp var det gjennomsnittlige laktoseinnholdet i ystekarene DF45 og DF90 henholdsvis 109,25 mmol/kg og 106,89 mmol/kg. Til sammenlikning var det gjennomsnittlige laktoseinnholdet i ystekarene MF45 og MF90 henholdsvis 78,88 mmol/kg og 80,37 mmol/kg. Laktoseinnholdet i myse ved 2. myseavtapp var dermed klart lavere for karene ystet fra MF retentat der mysefortynning ble utført. Det var ingen signifikant effekt av formodningstid på laktoseinnholdet i prøvene og kun signifikant blokkeffekt i myse etter forysting. I ferskost var det lite restlaktose igjen og det var ikke signifikant effekt av hverken blokk, filtrering eller formodningstid på laktoseinnholdet i ferskost. I modnet ost hadde all laktosen blitt omsatt.

4.2.2.2.2 Melkesyre

Syrekulturens omsetting av laktose til melkesyre er essensiell for pH-reduksjonen under ysting og i ost. Det ble ikke detektert melkesyre i skummet melk eller i retentat. For ystemelk ble det kun detektert melkesyre i ystemelk DF45 fra blokk 1 der innholdet av melkesyre var 1,96 mmol/kg. Det gjennomsnittlige melkesyreinnholdet (mmol/kg) \pm SD i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp i de fire ystekarene er fremstilt i Figur 8. Det gjennomsnittlige melkesyreinnholdet (mmol/kg) \pm SD i ferskost og modnet ost er fremstilt i Figur 9. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 14.



Figur 8. Gjennomsnittlig innhold av melkesyre (mmol/kg) \pm SD i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp fra de fire ystekarene (n=3 blokker).



Figur 9. Gjennomsnittlig innhold av melkesyre (mmol/kg) \pm SD i ferskost og modnet ost fra de fire ystekarene (n=3 blokker).

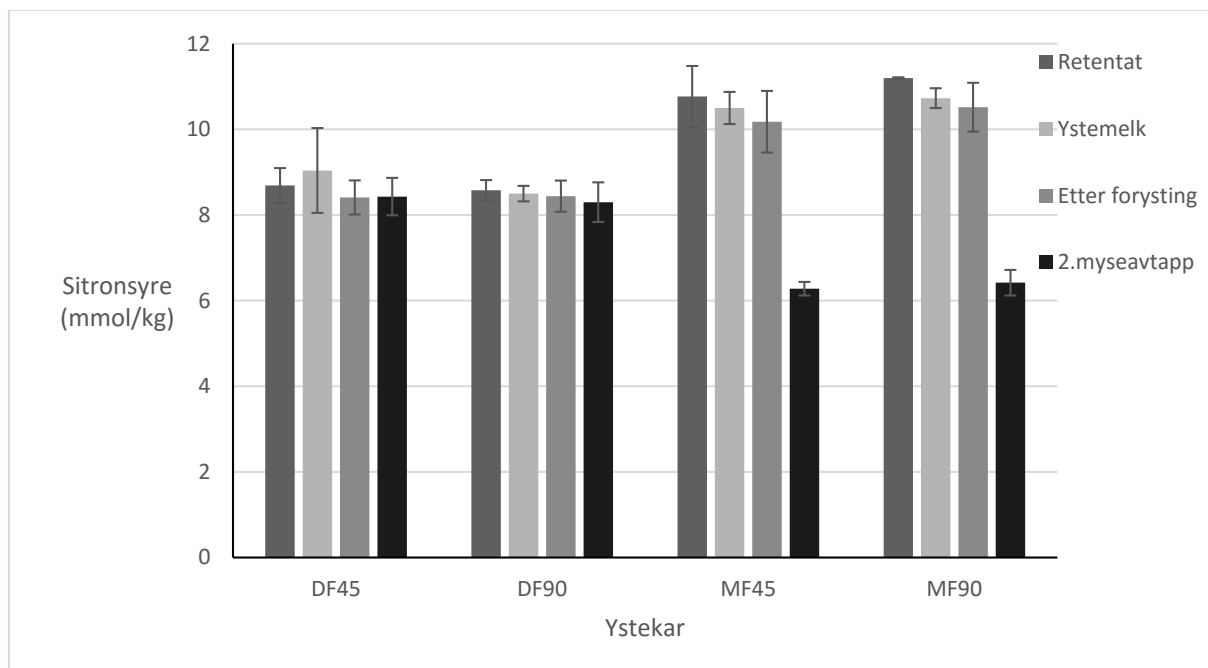
Tabell 14. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på melkesyreinnholdet i ystemelk, i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost og modnet ost.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R²
Ystemelk	n.s.	n.s.	-	0,273
Etter forysting	<0,05	n.s.	<0,001	0,946
2. myseavtapp	n.s.	<0,001	<0,001	0,930
Ferskost	n.s.	<0,001	n.s.	0,822
Modnet ost	n.s.	n.s.	n.s.	0,390

Det var signifikant effekt av formodningstid på melkesyreinnholdet i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp. Figur 8 viser at innholdet av melkesyre i myse, med hensyn på formodningstid, var høyere i ystekarene med 90 minutters formodningstid. I myse etter forysting var det også signifikant blokkeffekt på melkesyreinnholdet. I myse ved 2. myseavtapp var det også signifikant effekt av filtrering, der myse i DF ystekarene hadde et høyere innhold av melkesyre. For DF ystekarene var det en økning i melkesyreinnholdet under etterrøring, men dette var ikke tilfelle for MF ystekarene. Dette er antakelig en effekt av ulik ystingsteknikk, siden mysefortynning kun ble foretatt for MF ystekarene. I ferskost var det kun signifikant effekt av filtrering og Figur 9 viser at melkesyreinnholdet var høyere for DF ost. I modnet ost var det ingen signifikant effekt av hverken blokk, filtrering eller formodningstid. Gjennomsnittlig hadde modnet ost et høyere melkesyreinnholdet i DF ystekarene, men grunnet store standardavvik for DF90- og MF90 ostene var det ingen signifikante forskjeller.

4.2.2.2.3 Sitronsyre

Skummet melk hadde et gjennomsnittlig innhold av sitronsyre på $10,83 \pm 0,34$ mmol/kg. Det gjennomsnittlige sitronsyreinnholdet (mmol/kg) \pm SD i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp i de fire ystekarene er fremstilt i Figur 10. I ferskost og modnet ost varierte innholdet av sitronsyre fra henholdsvis 0,86-1,19 mmol/kg og 0,05-0,10 mmol/kg. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 15.



Figur 10. Gjennomsnittlig innhold av sitronsyre (mmol/kg) \pm SD i prøver fra retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, fra de fire ystekarene (n=3 blokker).

Tabell 15. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på sitronsyreinnholdet i retentat, ystemelk, i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost.

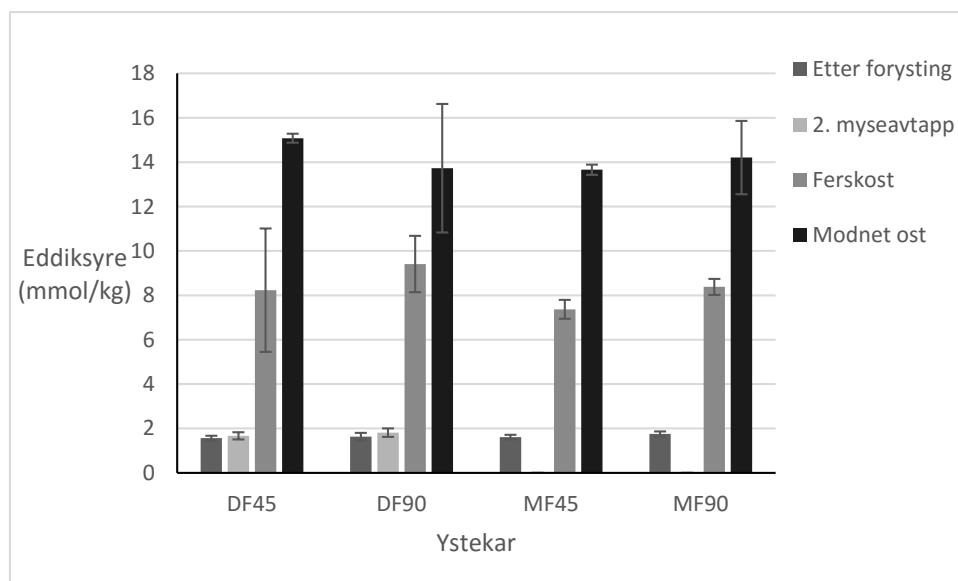
Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Retentat	n.s.	<0,001	-	0,937
Ystemelk	n.s.	<0,001	-	0,794
Etter forysting	<0,01	<0,001	n.s.	0,962
2. myseavtapp	n.s.	<0,001	n.s.	0,931
Ferskost	n.s.	n.s.	n.s.	0,536
Modnet ost	n.s.	n.s.	n.s.	0,669

I DF- og MF retentat var innholdet av sitronsyre henholdsvis ca. 8,6 mmol/kg og ca. 11 mmol/kg. Sammenliknet med skummet melk ($10,83 \pm 0,34$ mmol/kg) hadde DF retentat et betraktelig lavere innhold av sitronsyre. Filtrering hadde en signifikant effekt på sitronsyreinnholdet i samtlige melk- og myseprøver. I retentat, ystemelk og i myse etter forysting var sitronsyreinnholdet lavere i DF- enn i MF ystekarene. I myse ved 2. myseavtapp var sitronsyreinnholdet lavere i MF ystekarene der mysefortynning ble utført. Det var ingen signifikant effekt av formodningstid på innholdet av sitronsyre. I ferskost varierte det gjennomsnittlige sitronsyreinnholdet for de fire ostevariantene fra 0,86-1,19 mmol/kg, men det var ingen signifikant effekt av hverken blokk, filtrering eller formodningstid. I modnet ost var

det lavt innhold av sitronsyre (gjennomsnittlig $0,23 \pm 0,08$ mmol/kg) og ingen signifikant forskjell mellom ostene.

4.2.2.4 Eddiksyre

I skummet melk, retentat og ystemelk ble det ikke detektert eddiksyre ved HPLC. Det gjennomsnittlige eddiksyreinnholdet (mmol/kg) \pm SD i myse etter forysting, myse ved 2. myseavtapp, ferskost og modnet ost fra de fire ystekarene er fremstilt i Figur 11. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 16.



Figur 11. Gjennomsnittlig innhold av eddiksyre (mmol/kg) \pm SD i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost og modnet ost, fra de fire ystekarene (n=3 blokker).

Tabell 16. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på eddiksyreinnholdet i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost og modnet ost.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Etter forysting	<0,01	n.s.	<0,01	0,881
2. myseavtapp	n.s.	<0,001	n.s.	0,990
Ferskost	n.s.	n.s.	n.s.	0,532
Modnet ost	n.s.	n.s.	n.s.	0,085

Figur 11 viser at det gjennomsnittlige eddiksyreinnholdet i myse var relativt likt for samtlige ystekar etter forysting. Det var signifikant effekt av blokk og formodningstid der ystekarene med 90 minutters formodningstid hadde et noe høyere eddiksyreinnhold enn ystekarene med 45 minutters formodningstid. Ved 2. myseavtapp ble det kun detektert eddiksyre i myse fra ystekarene med DF retentat og det var signifikant effekt av filtrering på eddiksyreinnholdet. Dette var antakelig en fortyningseffekt som følge av mysefortyning, og ikke en effekt av

selve filtreringen. I ferskost varierte innholdet av eddiksyre fra 7,4-9,4 mmol/kg og under modning hadde innholdet av eddiksyre steget til 13,7-15,1 mmol/kg og det var ingen signifikant effekt av hverken blokk, filtrering eller formodningstid.

4.2.2.3 Proteininnhold i skummet melk, retentat og ystemelk

Skummet melk, retentat og ystemelk ble analysert for TN, IKN og IPN ved MikroKjeldahl. Ut fra analyseresultatene ble det totale proteininnholdet, det virkelige proteininnholdet, kaseininnholdet og innholdet av native myseproteiner beregnet. Det totale proteininnholdet inkluderer både protein nitrogen og ikke-protein nitrogen. Det virkelige proteininnholdet ble beregnet ved å subtrahere IPN fra TN for så å multiplisere med proteinfaktoren, slik at i det virkelige proteininnholdet er ikke-protein nitrogen ekskludert. Et komplett datasett av analyseresultatene fra MikroKjeldahl foreligger i vedlegg O. Tabell 17 viser det gjennomsnittlige innholdet (%) \pm SD av total protein, virkelig protein, kaseiner og native myseproteiner i skummet melk, retentat og ystemelk fra tre blokker. Signifikansnivåer fra ANOVA for effekt av blokk og filtrering på responsene total protein, virkelig protein, kaseiner og native myseproteiner i retentat og ystemelk er oppgitt i Tabell 18. Interaksjonseffekter mellom blokk og filtrering ble testet for ystemelk, men ikke for retentat, grunnet begrensning i antall frihetsgrader.

Tabell 17. Gjennomsnittlig innhold (%) \pm SD av total protein, virkelig protein, kaseiner og native myseproteiner i skummet melk, retentat og ystemelk (n=3 blokker). Antall analyserte prøver per blokk var n=1 for skummet melk, n=2 for retentat og n=4 for ystemelk. I det totale proteininnholdet er både protein nitrogen og ikke-protein nitrogen inkludert. I det virkelige proteininnholdet er ikke-protein nitrogen ekskludert.

Prøve	Total protein (%)	Virkelig protein (%)	Kaseiner (%)	Native myseproteiner (%)
Skummet melk	3,520 \pm 0,09	3,320 \pm 0,09	2,761 \pm 0,08	0,559 \pm 0,00
DF Retentat	4,252 \pm 0,09	4,086 \pm 0,10	3,483 \pm 0,23	0,603 \pm 0,16
MF Retentat	4,298 \pm 0,05	4,107 \pm 0,04	3,423 \pm 0,17	0,678 \pm 0,18
Ystemelk DF45	4,080 \pm 0,09	3,908 \pm 0,09	3,323 \pm 0,20	0,585 \pm 0,12
Ystemelk DF90	4,080 \pm 0,09	3,909 \pm 0,08	3,350 \pm 0,16	0,560 \pm 0,08
Ystemelk MF45	4,134 \pm 0,07	3,933 \pm 0,07	3,292 \pm 0,18	0,641 \pm 0,12
Ystemelk MF90	4,146 \pm 0,06	3,946 \pm 0,06	3,325 \pm 0,13	0,621 \pm 0,08

Tabell 18. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av blokk, filtrering og interaksjoner mellom blokk×filtrering på innholdet av total protein, virkelig protein, kaseiner og native myseproteiner i retentat og ystemelk fra tre blokker. Antall analyserte prøver per blokk var n=2 for retentat og n=4 for ystemelk. Interaksjonseffekter mellom blokk og filtrering ble ikke testet for retentat, grunnet begrensning i antall frihetsgrader.

Respons	Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Blokk×Filtrering (p-verdi)	R²
Total protein	Retentat	n.s.	n.s.	-	0,841
	Ystemelk	<0,001	<0,001	<0,05	0,986
Virkelig protein	Retentat	n.s.	n.s.	-	0,748
	Ystemelk	<0,001	<0,01	n.s.	0,981
Kaseiner	Retentat	<0,05	n.s.	-	0,976
	Ystemelk	<0,001	n.s.	n.s.	0,276
Native myseproteiner	Retentat	<0,01	<0,05	-	0,995
	Ystemelk	<0,001	<0,05	n.s.	0,948

Tabell 17 viser at MF- og DF retentat hadde et høyere innhold av total protein, virkelig protein, kaseiner og native myseproteiner sammenliknet med skummet melk. Hensikten med mikrofiltrering er konsentrering av kaseiner og forholdet mellom kaseiner i skummet melk og retentat viser at DF- og MF retentat hadde en gjennomsnittlig CF på henholdsvis 1,26 og 1,24. DF- og MF retentat hadde en relativt lik sammensetning av proteiner, men MF retentat inneholdt noe mer native myseproteiner enn DF retentat. For retentat var det kun signifikant effekt av filtrering på innholdet av native myseproteiner. For innholdet av native myseproteiner og kaseiner var det signifikant blokkeffekt. Kaseininholdet i retentat var høyest i blokk 1 og lavest i blokk 3 og innholdet av native myseproteiner var klart høyest i blokk 3 (se vedlegg O).

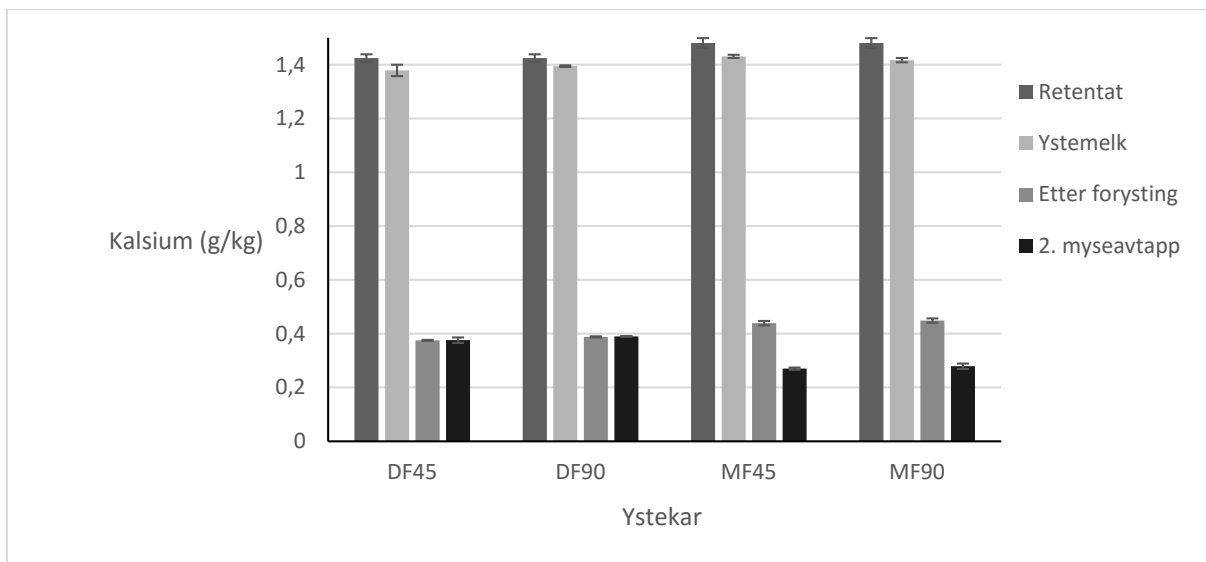
MF ystemelk hadde et høyere innhold av total protein, virkelig protein og native myseproteiner enn DF ystemelk. Kaseininholdet var relativt likt for MF- og DF ystemelk og for denne responsen var det heller ingen signifikant effekt av filtrering. For innholdet av kaseiner i ystemelk var det kun signifikant blokkeffekt. For responsene total protein og virkelig protein var det signifikant effekt av blokk og filtrering i ystemelk, men ikke retentat. Forklaringen på dette er antakelig at det var dobbelt så mange prøver av ystemelk som retentat og dette øker sikkerheten til den statistiske analysen. Med unntak av responsene total protein og virkelig protein i retentat var det gjennomgående signifikant blokkeffekt.

4.2.2.4 Kalsium, magnesium og fosfor

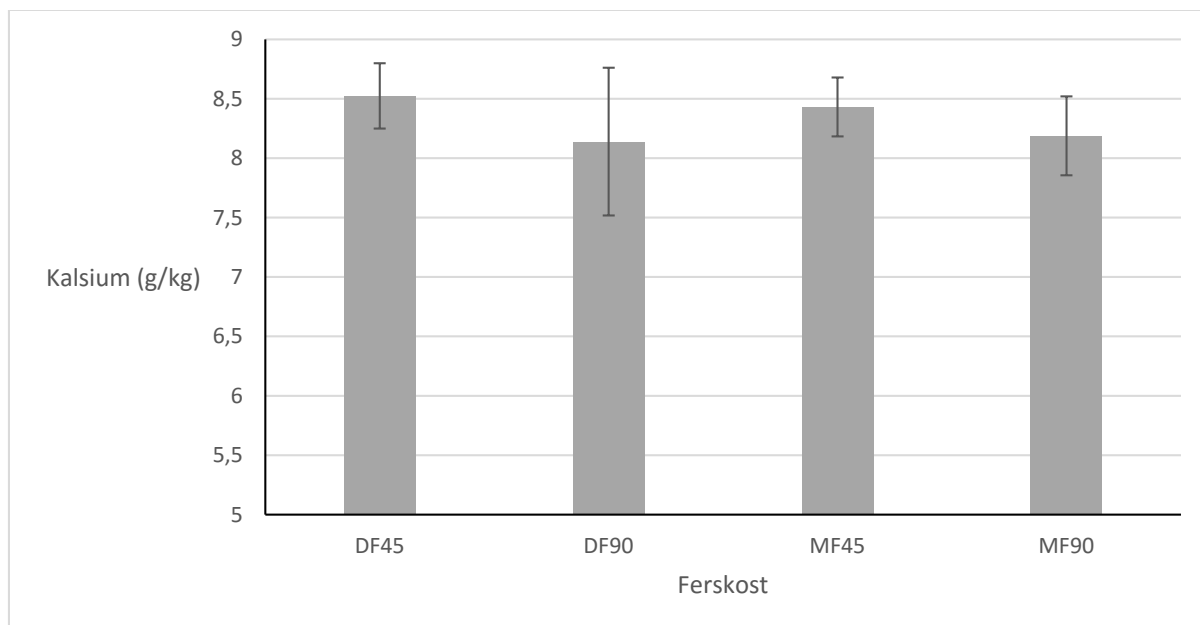
Et komplett datasett av resultatet fra kalsium-, magnesium- og fosforanalysen for prøver av skummet melk, retentat, ystemelk, myse etter forysting, myse ved 2. myseavtapp og av ferskost fra tre blokker foreligger i vedlegg P.

4.2.2.4.1 Kalsium

Skummet melk hadde et gjennomsnittlig kalsiuminnhold på $1,21 \pm 0,04$ g/kg. Det gjennomsnittlige kalsiuminnholdet (g/kg) \pm SD ved ulike prosesstrinn under ysting av de fire ystekarene er fremstilt i Figur 12. Figuren beskriver kalsiuminnholdet i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp. Det gjennomsnittlige kalsiuminnholdet \pm SD i ferskost er fremstilt i Figur 13. Merk at aksens for kalsiuminnholdet begynner ved 5 g/kg i Figur 13. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 19.



Figur 12. Gjennomsnittlig kalsiuminnhold (g/kg) \pm SD i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, fra de fire ystekarene (n=3 blokker).



Figur 13. Gjennomsnittlig kalsiuminnhold (g/kg) \pm SD i ferskost fra de fire ystekarene (n=3 blokker). Aksene for kalsiuminnholdet begynner ved 5 g/kg.

Tabell 19. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på kalsiuminnholdet i retentat og ystemelk, i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Retentat	n.s.	<0,05	-	0,972
Ystemelk	n.s.	<0,001	-	0,799
Etter forysting	n.s.	<0,001	<0,05	0,980
2. myseavtapp	n.s.	<0,001	<0,05	0,987
Ferskost	n.s.	n.s.	n.s.	0,637

Det var signifikant effekt av filtrering på kalsiuminnholdet i retentat og ystemelk der innholdet var høyere i MF- enn i DF retentat. Både DF- og MF retentat hadde et høyere kalsiuminnhold sammenliknet med skummet melk ($1,21 \pm 0,04$ g/kg), slik at kalsium ble oppkonsentrert under filtrering.

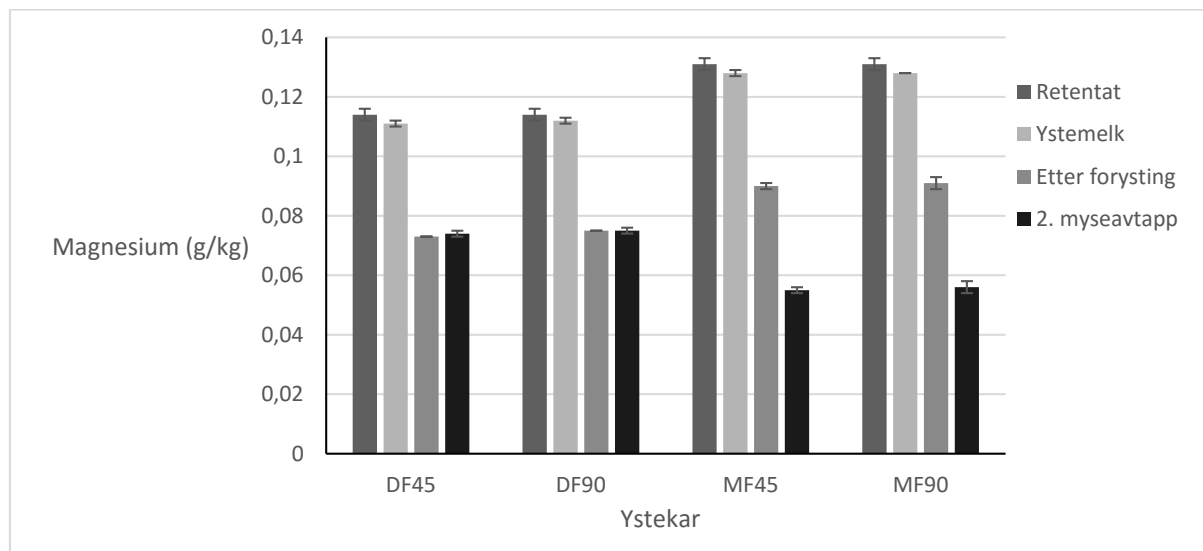
Det var også signifikant effekt av filtrering på kalsiuminnholdet i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp. I myse etter forysting var kalsiuminnholdet høyere i MF ystekarene og ved 2. myseavtapp var kalsiuminnholdet høyere i DF ystekarene. For kalsiuminnholdet i myse var det i tillegg signifikant effekt av formodningstid. Her var det snakk om små forskjeller og denne mengden kommer ikke godt frem i Figur 12. I myse etter forysting var det gjennomsnittlige kalsiuminnholdet for DF45 og DF90 henholdsvis 0,375 g/kg og 0,388 g/kg. For MF45 og MF90 var det gjennomsnittlige kalsiuminnholdet henholdsvis 0,439 g/kg og 0,449 g/kg. Dette resultatet viser dermed at myse i ystekarene med lengst formodningstid hadde et noe høyere

innhold av kalsium løst i myse etter forysting. I myse ved 2. myseavtapp var det gjennomsnittlige kalsiuminnholdet i DF45 og DF90 henholdsvis 0,376 g/kg og 0,390 g/kg. For MF45 og DF90 var det gjennomsnittlige kalsiuminnholdet henholdsvis 0,270 g/kg og 0,279 g/kg. Også ved 2. myseavtapp hadde altså ystekarene med lengst formodningstid et noe høyere innhold av kalsium løst i myse.

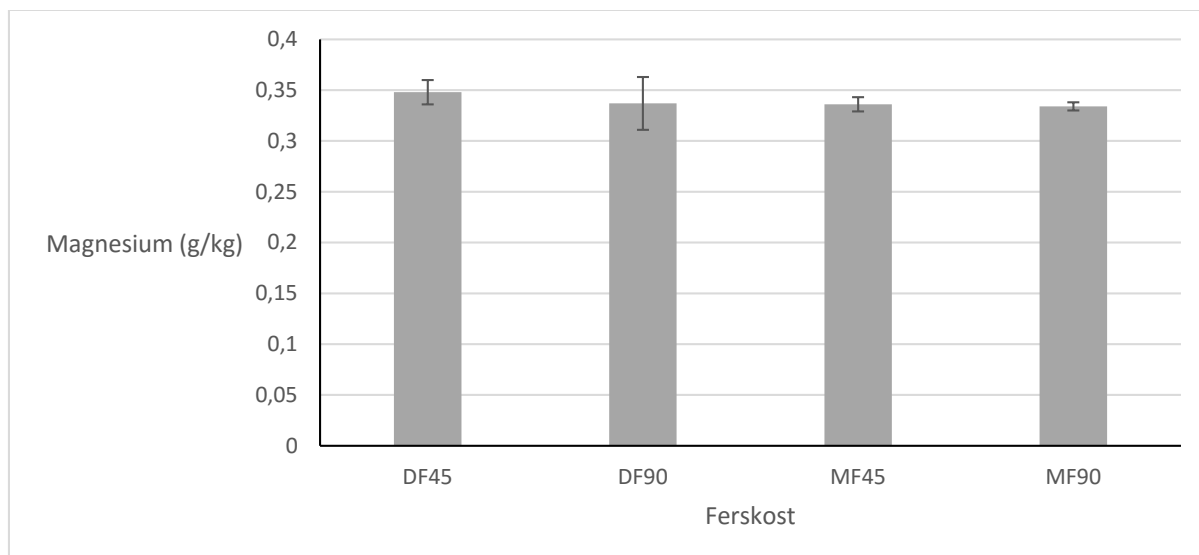
Det var ingen signifikant effekt av hverken blokk, filtrering eller formodningstid på kalsiuminnholdet i ferskost, men gjennomsnittlig var kalsiuminnholdet lavere i osten med lengst formodningstid. Innenfor samme blokk hadde samtlige DF oster med 45 minutters formodningstid et høyere kalsiuminnhold enn DF oster med 90 minutters formodningstid (se vedlegg P) og det samme var tilfellet for MF ost. Grunnet store standardavvik, særlig for DF90, var det ingen signifikans.

4.2.2.4.2 Magnesium

Skummet melk hadde et gjennomsnittlig magnesiuminnhold på $0,119 \pm 0,004$ g/kg. Det gjennomsnittlige magnesiuminnholdet (g/kg) \pm SD ved ulike prosesstrinn under ysting av de fire ystekarene er fremstilt i Figur 14. Figuren beskriver magnesiuminnholdet i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp. Det gjennomsnittlige magnesiuminnholdet (g/kg) \pm SD i ferskost er fremstilt i Figur 15. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 20.



Figur 14. Gjennomsnittlig magnesiuminnhold (g/kg) \pm SD i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, fra de fire ystekarene (n=3 blokker).



Figur 15. Gjennomsnittlig magnesiuminnhold (g/kg) ± SD i ferskost fra de fire ystekarene (n=3 blokker).

Tabell 20. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på magnesiuminnholdet i retentat og ystemelk, i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost.

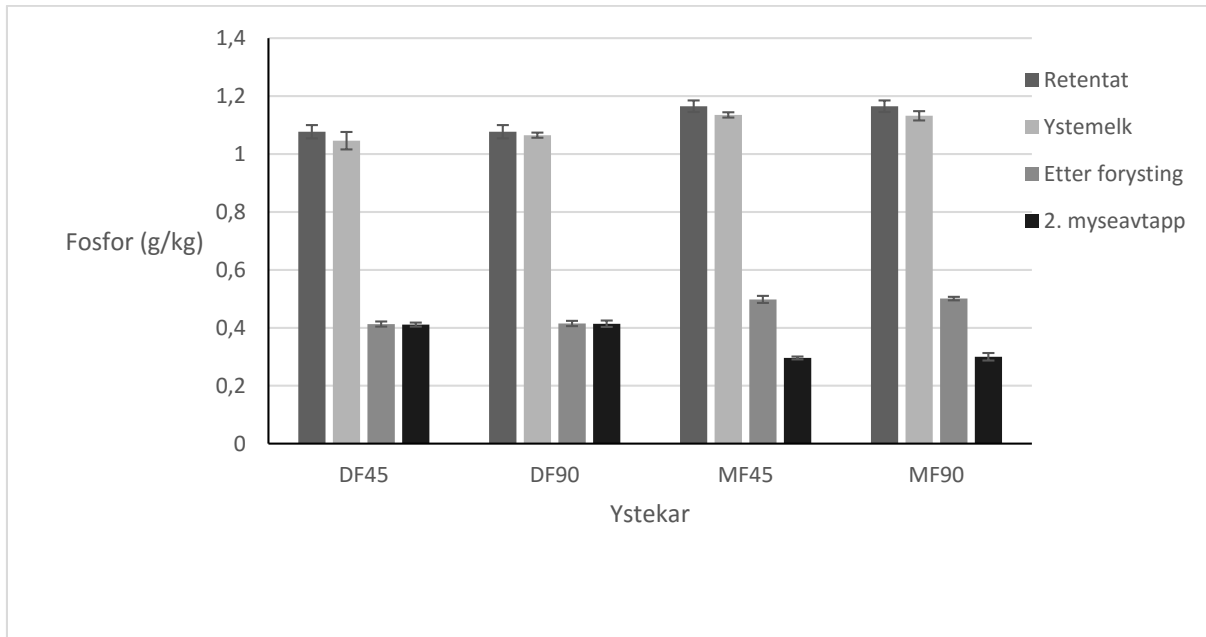
Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Retentat	n.s.	<0,01	-	0,989
Ystemelk	n.s.	<0,001	-	0,990
Etter forysting	n.s.	<0,001	<0,05	0,994
2. myseavtapp	n.s.	<0,001	n.s.	0,992
Ferskost	n.s.	n.s.	n.s.	0,359

Det var signifikant effekt av filtrering på magnesiuminnholdet i retentat og ystemelk der innholdet var høyere i MF- enn i DF retentat. Sammenliknet med skummet melk ($0,119 \pm 0,004$ g/kg) var magnesiuminnholdet høyere i MF retentat og lavere i DF retentat. Det var signifikant effekt av filtrering for myseprøvene. I myse etter forysting var magnesiuminnholdet høyere i MF ystekarene og ved 2. myseavtapp var magnesiuminnholdet høyere i DF ystekarene. For faktoren formodningstid var det kun signifikant effekt i myse etter forysting, der magnesiuminnholdet var høyere i ystekarene med lengst formodningstid. Her var det imidlertid svært små mengder som skilte prøvene og den gjennomsnittlige differansen for DF ystekarene med ulik formodningstid og MF ystekarene med ulik formodningstid var henholdsvis $0,002$ g/kg og $0,001$ g/kg. Det var ingen signifikant effekt av hverken blokk, filtrering eller formodningstid på magnesiuminnholdet i ferskost.

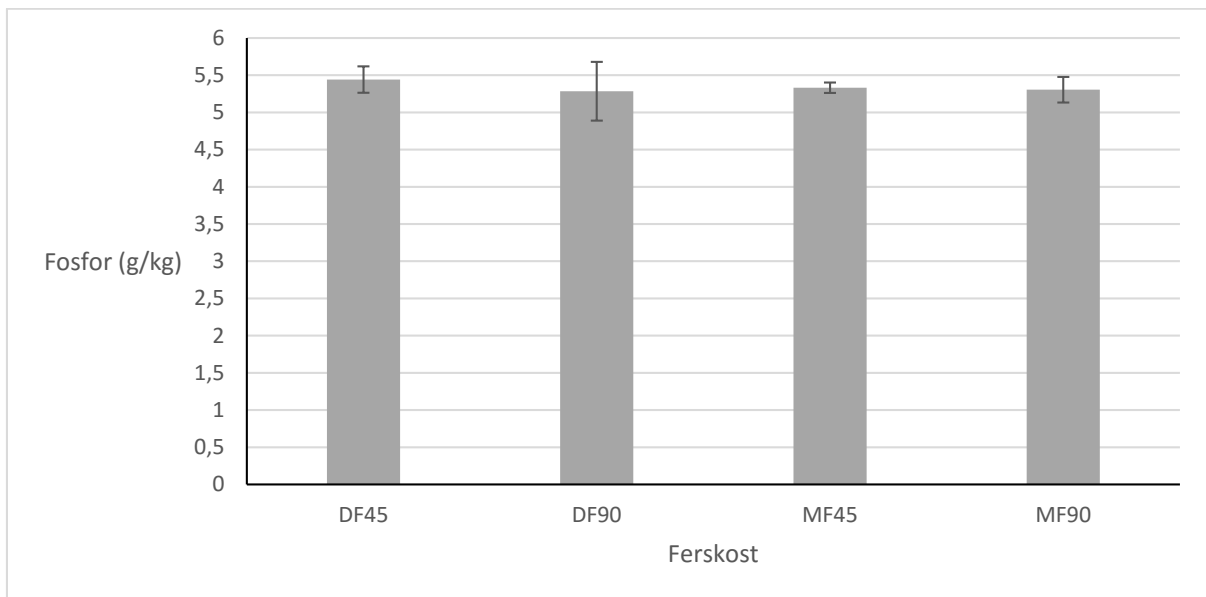
4.2.2.4.3 Fosfor

Skummet melk hadde et gjennomsnittlig fosforinnhold på $0,988 \pm 0,004$ g/kg. Det gjennomsnittlige fosforinnholdet (g/kg) ± SD ved ulike prosesstrinn under ysting av de fire ystekarene er fremstilt i Figur 16. Figuren beskriver fosforinnholdet i retentat og ystemelk, samt

i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp. Det gjennomsnittlige fosforinnholdet (g/kg) \pm SD i ferskost er fremstilt i Figur 17. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 21.



Figur 16. Gjennomsnittlig fosforinnhold (g/kg) \pm SD i retentat og ystemelk, samt i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, fra de fire ystekarene (n=3 blokker).



Figur 17. Gjennomsnittlig fosforinnhold (g/kg) \pm SD i ferskost fra de fire ystekarene (n=3 blokker).

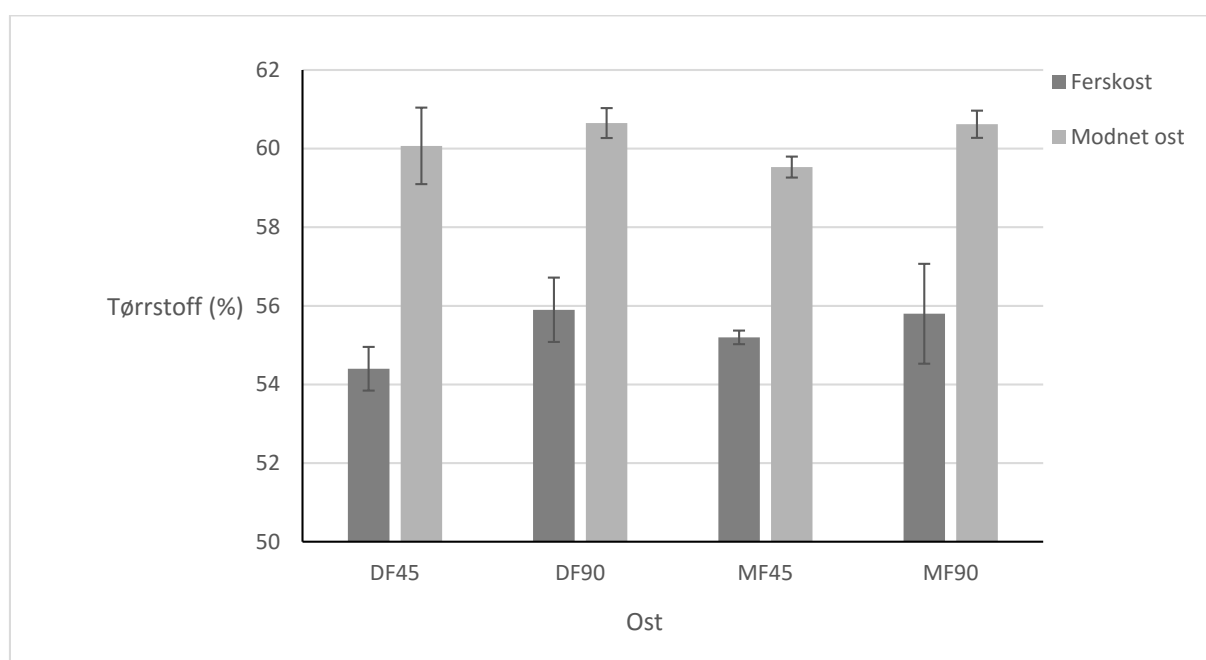
Tabell 21. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på fosforinnholdet i retentat og ystemelk, i myse etter forystring og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Retentat	n.s.	<0,05	-	0,976
Ystemelk	<0,05	<0,001	-	0,941
Etter forystring	<0,05	<0,001	n.s.	0,990
2. myseavtapp	n.s.	<0,001	n.s.	0,989
Ferskost	n.s.	n.s.	n.s.	0,544

For både DF- og MF retentat var det en økning i fosforinnhold sammenliknet med skummet melk ($0,988 \pm 0,004$ g/kg). I retentat og ystemelk hadde MF prøvene et signifikant høyere fosforinnhold enn DF prøvene. Også for myseprøvene var det signifikant effekt av filtrering. I myse etter forystring var fosforinnholdet høyere i MF ystekarene og ved 2. myseavtapp var fosforinnholdet høyere i DF ystekarene. Det var ingen signifikant effekt av formodningstid på fosforinnholdet. Det var ingen signifikant effekt av hverken blokk, filtrering eller formodningstid på fosforinnholdet i ferskost.

4.2.2.5 Tørrstoff

Det ble foretatt tørrstoffanalyse av ferskost og modnet ost. Det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet (%) \pm SD i ferskost og modnet ost fra de fire ystekarene er fremstilt i Figur 18. Merk at akse for tørrstoffinnholdet begynner ved 50 % tørrstoff. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i Tabell 22.



Figur 18. Gjennomsnittlig tørrstoffinnhold (%) \pm SD i ferskost og modnet ost fra de fire ystekarene (n=3 blokker). Aksen for tørrstoffinnholdet begynner ved 50 % tørrstoff.

Tabell 22. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av faktorene blokk, filtrering og formodningstid på tørrstoffinnhold i ferskost og modnet ost (n=3 blokker).

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Ferskost	n.s.	n.s.	0,057	0,539
Modnet ost	n.s.	n.s.	<0,05	0,723

Det var ingen signifikant effekt av blokk eller filtrering på tørrstoffinnholdet i ferskost eller modnet ost. For ferskost var p-verdien for effekt av formodningstid 0,057 og dermed *nesten* signifikant. I modnet ost var det signifikant effekt av formodningstid på tørrstoffinnholdet og Figur 18 viser at ostene med lengst formodningstid hadde et høyere tørrstoffinnhold.

4.2.3 Mikrobiologisk analyse

4.2.3.1 Koliforme bakterier

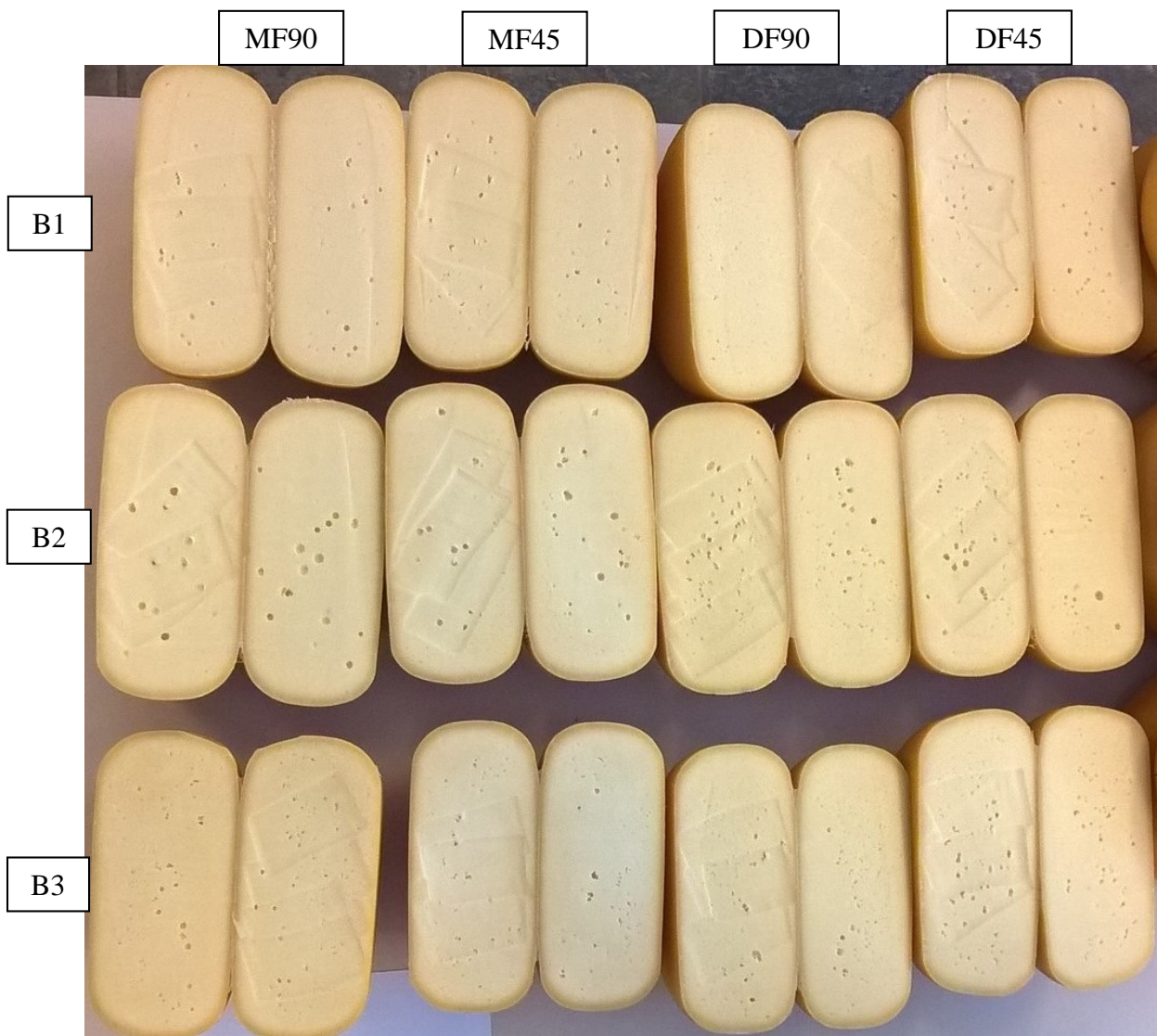
For å undersøke mikrobiologisk melke kvalitet og produksjonshygiene ble det foretatt analyse for koliforme bakterier i melk og myse under ysting, samt i ferskost og modnet ost. Under ysting ble det foretatt analyse av retentat, ystemelk, myse ved 2. myseavtapp og myse i forpresskaret. Analyse av modnet ost ble foretatt 7. og 8. mars, slik at ostene fra blokk 1, 2 og 3 hadde modnet i henholdsvis ca. 4, 5 og 6 uker. Det fullstendige resultatet fra den mikrobiologiske analysen av melk- og myseprøver fra tre blokker foreligger i vedlegg G og det fullstendige resultatet fra den mikrobiologiske analysen av ferskost og modnet ost fra tre blokker foreligger i vedlegg H. En oppsummering av resultatene er gjengitt nedenfor.

I blokk 1 ble det ikke påvist koliforme bakterier i melk- eller myseprøver. I ferskost og modnet ost ble det imidlertid påvist koliforme bakterier i DF90, MF45 og MF90. I blokk 2 ble det påvist koliforme bakterier i myse ved 2. myseavtapp og etter forpress i MF90 ystekaret, men ikke i de øvrige melk- og myseprøvene. Det ble ikke påvist koliforme bakterier i DF ost i blokk 2, men for MF ost var antallet koliforme bakterier $>10^3$ CFU/g, både i ferskost og modnet ost. I blokk 3 ble det ikke påvist koliforme bakterier i melk- eller myseprøver fra DF ystekarene, men det ble allikevel påvist koliforme bakterier i ferskost og modnet ost. I MF45 ystekaret ble det påvist koliforme bakterier i myse ved 2. myseavtapp og etter forpress og for MF90 ystekaret ble det påvist koliforme bakterier i samtlige melk- og myseprøver. Antallet koliforme bakterier i MF osten produsert i blokk 3 var $>10^3$ CFU/g. Kort oppsummert var det var store mengder koliforme bakterier både i ferskost og modnet ost for MF ost i samtlige blokker. Generelt inneholdt DF ost færre koliforme bakterier.

4.2.4 Sensorisk bedømmelse

4.2.4.1 Prøvesmaking før sensorisk bedømmelse

Én ost fra hvert ystekar fra tre blokker ble prøvesmakt ved NMBU da ostene hadde modnet i 4, 5 og 6 uker, for avgjøre hvilke sensoriske tester som skulle gjennomføres. Ostens snittflate fra denne seansen er vist i Figur 19, der hver ost er delt i to og brettet ut. Ostene i den øverste, midterste og nederste raden er produsert i henholdsvis blokk 1, blokk 2 og blokk 3. Med hensyn på forsøksfaktorene er ostene i kolonnene fra venstre til høyre henholdsvis MF90, MF45, DF90 og DF45. Under prøvesmaking var ulikheter i konsistens mest fremtredende. DF ost ble oppfattet som betydelig mykere enn MF ost som hadde en mer gummiliknende tekstur. Flere av ostene ble oppfattet som beske. Det var ingen tydelige effekter av modningsperiode.



Figur 19. Ostens snitt ved prøvesmaking ved NMBU da ostene hadde modnet i 4, 5 og 6 uker. Ostene i den øverste, midterste og nederste raden er produsert i henholdsvis blokk 1, blokk 2 og blokk 3. Med hensyn på forsøksfaktorene er ostene i kolonnene fra venstre til høyre henholdsvis MF90, MF45, DF90 og DF45.

Figur 19 er inkludert for å illustrere ostenes snittflate særlig med tanke på hullsetting. Ostene fra blokk 1 og 3 var mest pipete. MF ost fra blokk 2, særlig MF90, hadde finest hullsetting uten tegn til pipete struktur.

4.2.4.2 Kvalitetsbedømmelse

Det ble utført kvalitetsbedømmelse av osten produsert i hovedforsøket (modnet i 9, 8 og 7,5 uker) etter en Norvegia[®] norm. Hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng fra kvalitetsbedømmelse av ostene DF45, DF90, MF45 og MF90 fra tre blokker, samt osten fra forforsøket til Ediassen (2016) foreligger i vedlegg I. Osten fra forforsøket til Ediassen er inkludert i Vedlegg I fordi denne osten ble benyttet da dommerne diskuterte poenggivningen for de ulike attributtene. Den gjennomsnittlige vurderingen \pm SD fra kvalitetsbedømmelsen av ostene produsert i undertegnedes hovedforsøk, for responsene hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng, er fremstilt i Tabell 23. Det ble anvendt en poengskala fra 1-5, der 5 = samsvar med fastsatt spesifikasjon for Norvegia[®], 4 = minimalt avvik, 3 = merkbart avvik, 2 = betydelig avvik og 1 = meget betydelig avvik. Ved kvalitetsbedømmelse av Norvegia[®] er praksisen i TINE at produkter med en gjennomsnittlig poengsum $>2,7$ er klassifisert for salg (Kraggerud et al., 2012). Signifikansnivåer fra ANOVA for effekt av blokk, filtrering og formodningstid på ostens hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng er oppgitt i Tabell 24.

Tabell 23. Ostens gjennomsnittlige hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng \pm SD fra kvalitetsbedømmelse av DF45, DF90, MF45 og MF90 (n=3 blokker). Det ble anvendt en poengskala fra 1-5, der 1 er dårligst og 5 er best.

Ost	Hovedpoeng	Konsistenspoeng	Lukt- og smakspoeng
DF45	2,97 \pm 0,46	3,36 \pm 0,42	3,08 \pm 0,34
DF90	3,16 \pm 0,02	3,53 \pm 0,18	3,22 \pm 0,05
MF45	3,34 \pm 0,14	3,42 \pm 0,09	3,45 \pm 0,05
MF90	3,53 \pm 0,09	3,61 \pm 0,10	3,58 \pm 0,17

Tabell 24. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekten av blokk, filtrering og formodningstid på responsene hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng fra kvalitetsbedømmelse av osten produsert i hovedforsøket (n=3 blokker).

Prøve	Blokk (p-verdi)	Filtrering (p-verdi)	Formodningstid (p-verdi)	R ²
Hovedpoeng	n.s.	<0,05	n.s.	0,742
Konsistenspoeng	n.s.	n.s.	n.s.	0,509
Lukt- og smakspoeng	n.s.	<0,01	n.s.	0,780

Ved kvalitetsbedømmelsen fikk ingen av ostene topp kvalitet etter Norvegia[®] norm, hverken for hovedpoeng, konsistens eller lukt og smak, men samtlige hadde en gjennomsnittlig poengsum >2,7 som er salgskriteriet for Norvegia[®]. Ost DF45 fikk lavest gjennomsnittlig poengsum for samtlige responser og hadde i tillegg klart høyest standardavvik mellom blokkene, både for hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng. Ost DF45 fra blokk 3 fikk lavest poengsum for samtlige responser i samtlige blokker. Denne osten hadde en gjennomgående sprekk i ostens indre og ble av dommerne oppfattet som besk, sur og uren. Uren smak var en kommentar som også ble brukt for flere av de andre ostene, både DF- og MF ost.

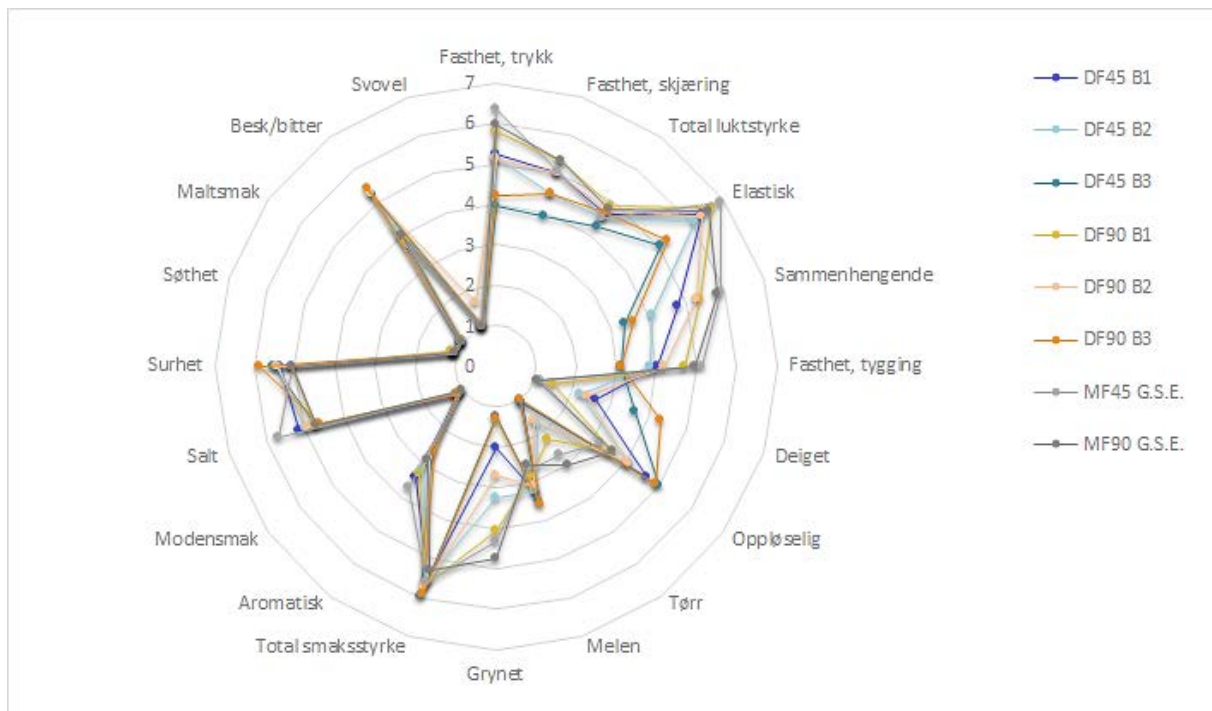
Det var signifikant effekt av filtrering på hovedpoeng og lukt- og smakspoeng der MF ost ble vurdert bedre enn DF ost. For konsistens var det ingen signifikant effekt av hverken filtrering eller formodningstid. Det var ingen signifikant blokkeffekt på responsene hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng. Ved kvalitetsbedømmelse av osten produsert i hovedforsøket ble MF90 bedømt som best i samsvar med Norvegia[®] spesifikasjonene.

4.2.4.3 Beskrivende sensorisk analyse

Det ble ikke foretatt beskrivende analyse av samtlige oster, da dette ikke var gjennomførbart med den tiden som var til rådighet. Det ble utført beskrivende sensorisk analyse av DF45 og DF90 fra tre blokker (modnet i 9, 8 og 7,5 uker), samt av fire MF oster modnet i 11 uker fra hovedforsøkene til Ediassen (2016). To varianter av MF ostene (med tilsvarende formodningstid som i undertegnedes forsøk) fra hovedforsøkene til Ediassen (2016) er presentert i resultatet i denne oppgaven for å sammenlikne DF- og MF ost. Ostene fra hovedforsøket til Ediassen (2016) er merket MF45 G.S.E. (MF ost, 45 minutters formodningstid, Guro Smedstuen Ediassen) og MF90 G.S.E. (MF ost, 90 minutters formodningstid, Guro Smedstuen Ediassen). Intensiteten av de ulike attributtene i de ulike ostene fra den beskrivende sensoriske analysen, samt resultatene fra Tukey testen, foreligger i vedlegg J.

Under bedømmelsen ble det anvendt en kontinuerlig poengskala fra 1-9 for å beskrive intensiteten til de ulike attributtene der 1 er lav/liten intensitet og 9 er høy/stor intensitet. Ytterpunktene til skalaen for de ulike attributtene er definert ulikt og dette er beskrevet av Kraggerud et al. (2008). Figur 20 viser et edderkoppdiagram der intensiteten av attributtene til de ulike ostene er presentert. DF45 ost har blå fargekode, DF90 ost har oransje fargekode og MF ost fra hovedforsøket til Ediassen (2016) har grå fargekode. Årsaken til at DF ost fra de tre blokkene er presentert separat og ikke som et gjennomsnitt var store forskjeller i enkelte

egenskaper. Ostene hadde ulik alder da den beskrivende sensoriske analysen ble utført og derfor ble ostene presentert separat da dette utgjør en mulig kilde til variasjon. Ostene er navngitt med respektive forsøksfaktorer og blokk (B1, B2, B3).

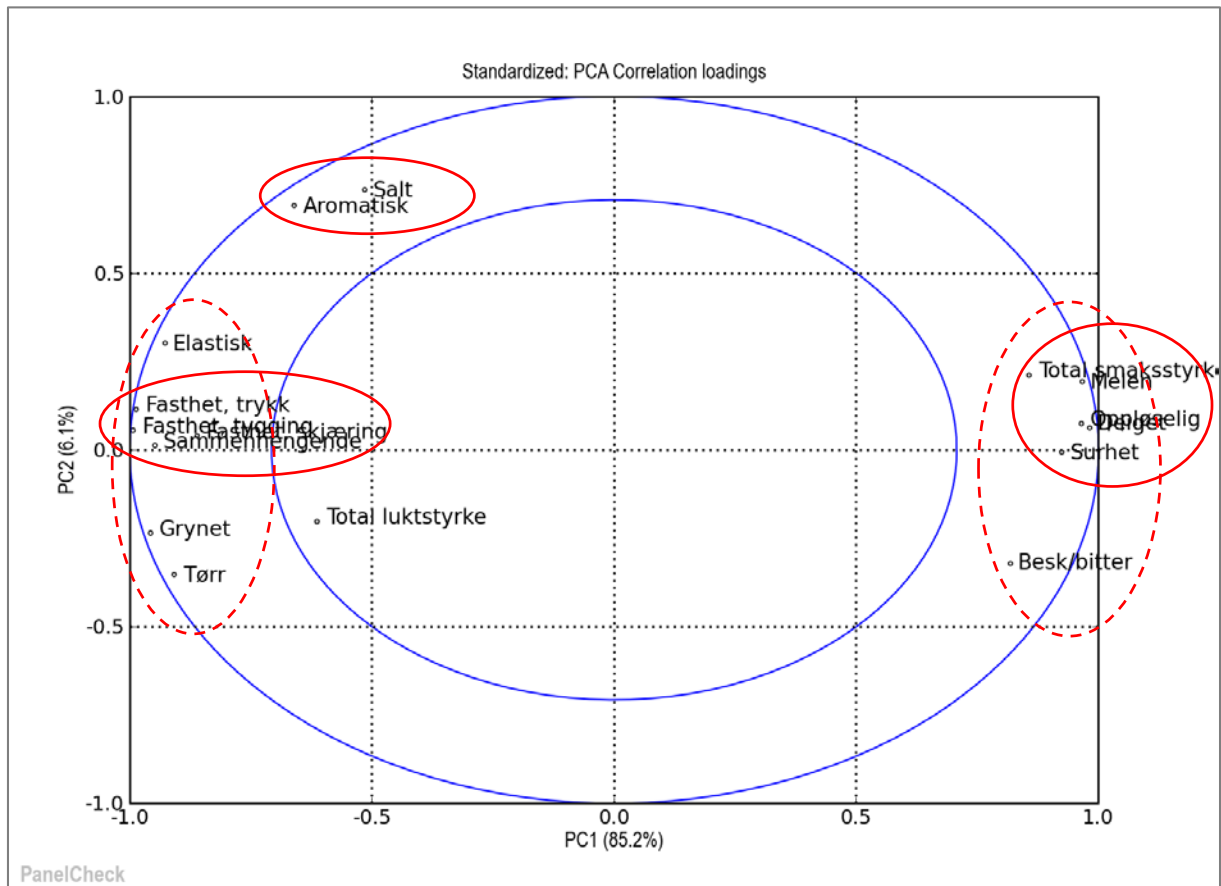


Figur 20. Intensiteten av de ulike attributtene i de ulike ostene fra den beskrivende sensoriske analysen. DF45 ost har blå fargekode, DF90 ost har oransje fargekode og MF ost fra hovedforsøket til Ediasen (2016) har grå fargekode. Det ble anvendt en poengskala fra 1-9, der 1 er lav/liten intensitet og 9 er høy/stor intensitet.

Figur 20 viser at de ulike ostene differensierte mest for attributtene grynet, tørr, oppløselig, deiget, sammenhengende, elastisk og fasthet (både trykk, skjæring og tygging). Dette viser at forskjeller i tekstur og konsistens var klart mest fremtredende. Tukey test ble utført for å undersøke om det var signifikant forskjell mellom ostene med hensyn på de ulike attributtene. For attributtene total luktstyrke, modensmak, søthet og maltsmak var det ingen signifikant forskjell mellom noen av ostene, mens det for de øvrige attributtene var signifikante forskjeller. For egenskapen deiget hadde begge MF ostene, samt DF90 fra blokk 3, lavest intensitet. Tukey test viste at samtlige oster med unntak av DF90 B3 og DF45 B2 var signifikant forskjellig fra MF ost for denne attributten. DF45 fra blokk 2 kun var signifikant forskjellig fra MF90 G.S.E. som hadde lavest intensitet for attributten deiget. Ostene DF45 fra blokk 3, DF90 fra blokk 2 og DF90 fra blokk 3 var mest beske og bitre.

For å undersøke sammenhenger mellom de ulike attributtene og produktene grundigere ble det foretatt PCA i PanelCheck. Figur 21 illustrerer korrelasjonen mellom de ulike attributtene benyttet under den beskrivende sensoriske analysen i et standardisert korrelasjonsplott. For at

attributtene skal være signifikante må de foreligge i den ytre sirkelen i plottet. Attributter med kort avstand mellom hverandre hadde positiv korrelasjon. I Figur 21 er positivt korrelerende attributter markert med røde sirkler. Attributter som er markert med en rød, stiplet sirkel er relativt likt fordelt langs PC1, men mer spredt fordelt langs PC2. Attributtene modensmak, søthet, maltsmak og svovelsmak hadde SD lik 0 og ble utelatt fra analysen.

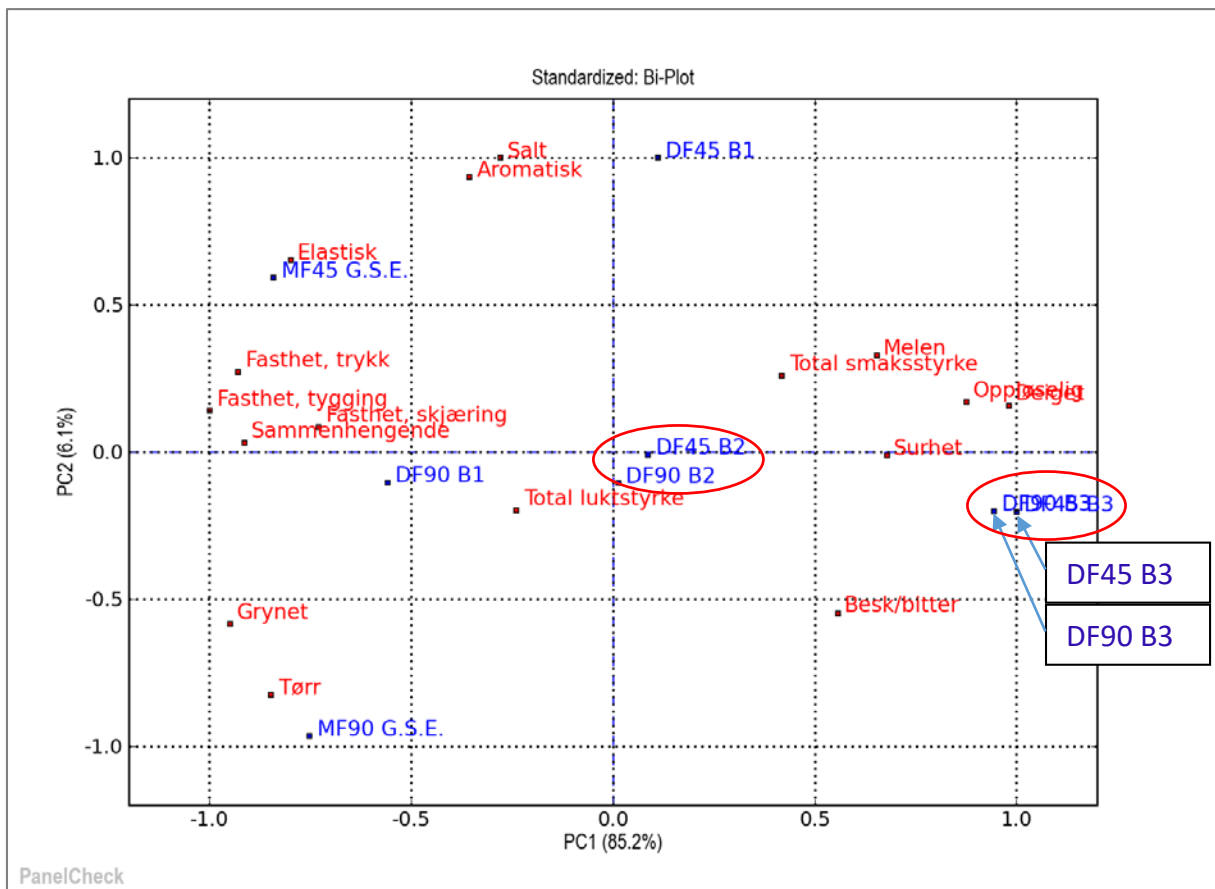


Figur 21. Korrelasjonen mellom de ulike attributtene benyttet under den beskrivende sensoriske analysen illustrert i et standardisert PCA korrelasjonsplott for de ulike attributtene. Positivt korrelerende attributter er markert med røde sirkler. Attributter som er markert med en rød, stiplet sirkel er relativt likt fordelt langs PC1, men mer spredt fordelt langs PC2. Attributtene modensmak, søthet, maltsmak og svovelsmak hadde SD lik 0 og ble utelatt fra analysen.

Ved PCA forklarte PC1 og PC2 henholdsvis 85,2 % og 6,1 % av variasjonen i datasettet. Figur 21 viser at de tre attributtene som beskrev fasthet og attributten sammenhengende utgjorde en gruppe på venstre siden av plottet med høy positiv korrelasjon. Attributtene elastisk, grynet og tørr var lokalisert nær denne gruppen langs PC1, og dermed positivt korrelerende, men samtidig var disse attributtene mer spredt langs PC2. Attributtene total smaksstyrke, deiget, melen, oppløselig og surhet, var lokalisert på høyre side av plottet og dermed negativt korrelerende med attributtene på venstre side. Egenskapen besk/bitter var lokalisert nær denne egenskapsgruppen, men avstanden var større langs PC2. Gruppene av attributter fordelt i ytterkantene av PC1 utgjorde de største kildene til variasjonen i datasettet og dette inkluderer

samtligge attributter som omfattet konsistens, i tillegg til surhet, total smaksstyrke og besk/bitter.Attributtene aromatisk og salt hadde positiv korrelasjon og var negativt korrelert med attributten besk/bitter.

For å illustrere sammenhengen mellom attributtene og de ulike ostene ble det i tillegg laget et Bi-plot i PanelCheck. Figur 22 viser et standardisert Bi-plot der de ulike ostene har blå fargekode og attributtene har rød fargekode. Oster med liknende egenskaper er markert med røde sirkler.



Figur 22. Standardisert Bi-plot der de ulike ostene har blå fargekode og attributtene har rød fargekode. Oster med liknende egenskaper er markert med røde sirkler. MF ostene var produsert i hovedforsøket til Ediassen (2016).

Bi-plottet i Figur 22 tydeliggjør at det var forskjeller mellom ostene. MF ost fra hovedforsøket til Ediassen (2016) er fordelt til venstre i plottet langs PC1, sammen med DF90 ost fra blokk 1. Disse ostene var dermed fastere og mer sammenhengende enn de øvrige variantene. Attributtene elastisk, grynet og tørr er også representert på venstre side av plottet sammen med MF osten og DF90 fra blokk 1, men disse attributtene er mer spredt langs PC2. Prinsipalkomponent 2 forklarte imidlertid kun 6,1 % av variasjonen i datasettet, slik at fordelingen langs PC2 er mindre viktig. Allikevel illustrerer plottet at MF45 G.S.E. hadde mest

elastisk karakter av samtlige oster og at MF90 G.S.E var mest tørr. Begge DF ostene fra blokk 2 ligger i midten av PCA plottet og utgjorde midtsjiktet ved den beskrivende sensoriske analysen. Et interessant utfall av analysen var at DF45 og DF90 fra blokk 1 ligger langt fra hverandre i plottet og i motsetning til dette resultatet ligger DF ostene med ulik formodningstid fra blokk 2 svært nær hverandre og det samme er tilfellet for DF ostene fra blokk 3. Avstanden mellom DF45 og DF 90 fra blokk 1 er imidlertid størst langs PC2, men samtidig er også avstanden langs PC1 betydelig større sammenliknet med DF ostene fra blokk 2 og 3.

For DF ost fra tre blokker (totalt 6 oster) ble det i tillegg til PCA utført ANOVA der effekten av blokk og formodningstid på intensiteten av de ulike attributtene fra den beskrivende sensoriske analysen ble testet. Fullstendig resultat fra ANOVA der samtlige attributter (totalt 20) er presentert foreligger i vedlegg K. Signifikansnivåer fra ANOVA for attributter med signifikant effekt av blokk eller formodningstid er presentert i Tabell 25.

Tabell 25. Attributter med signifikant effekt av blokk eller formodningstid ved beskrivende sensorisk analyse av DF ost fra n=3 blokker.

Attributt	Blokk	Formodningstid	R ²
Fasthet, trykk	<0,05	n.s.	0,964
Fasthet, skjæring	<0,05	<0,05	0,983
Total luktstyrke	n.s.	<0,05	0,957
Elastisk	<0,01	<0,05	0,998
Aromatisk	<0,05	n.s.	0,978
Søthet	<0,01	<0,05	0,996

For DF ost var det signifikant blokkeffekt for samtlige attributter presentert i Tabell 25, med unntak av total luktstyrke. Det var signifikant effekt av formodningstid på attributtene fasthet (skjæring), total luktstyrke, elastisk og søthet. Ost DF45 var mindre fast og elastisk enn DF90 ost og hadde i tillegg en lavere intensitet for total luktstyrke. For attributten søthet, som for øvrig anses som en uønsket kvalitet for en Norvegia type ost, var det signifikant effekt av både blokk og formodningstid, men forskjellen mellom de ulike prøvene var svært liten og ytterpunktene skilte kun med 0,1 poeng. Figur 20 illustrerer at samtlige prøver i prinsippet fikk 1 poeng for attributten søthet slik at signifikant forskjell for søthet ikke vurderes som viktig.

5. Diskusjon

5.1 Forforsøk

Under forforsøket ble det ystet ett kar Norvegia type ost fra MF ystemelk for å teste ut den planlagte ystingsteknikken og bestemme ostens saltetid. Erfaringer fra forforsøket bidro til enkelte endringer i ystingsteknikken før hovedforsøket, deriblant endret skjære- og røreprogram.

Under formodning (30 minutter ved 31-32°C) ble ystemelkas pH redusert fra pH 6,71 ved tilsetning av syrekultur til pH 6,61 ved løpelegging. På bakgrunn av noe høy pH under ystingen i forforsøket ble formodningstemperaturen nedjustert til 30°C i hovedforsøket, i tillegg ble det besluttet at formodningstiden skulle være minimum 45 minutter. Disse justeringene ble gjort for å øke syrekulturens aktivitet under ysting i hovedforsøket. Koaguleringstiden under ystingen i forforsøket var relativt kort (30 minutter) og dette samsvarer med resultater fra Thomann et al. (2008) der det rapporteres om redusert koaguleringstid for MF retentat sammenliknet med vanlig melk ved løpeindusert geldannelse. Svanborg (2016) fant også at koaguleringstiden var kortere ved ysting med kaseinstandardisert ystemelk (4,04 % kasein) enn ved ysting med vanlig ystemelk (2,89 % kasein), henholdsvis 22 og 45 minutter. Til sammenlikning var kaseininnholdet i ystemelka under forforsøket til undertegnedes masteroppgave 3,20 % og koaguleringstiden var på 30 minutter. Disse resultatene illustrerer at økt kaseinkonsentrasjon gir redusert koaguleringstid, fordi høyere kaseinkonsentrasjon gir kaseinmiceller som ligger tettere og flere bindinger dannes mellom kaseinmicellene per tidsenhet (Thomann et al., 2008).

Etter forforsøket ble det diskutert om løpemengden skulle nedjusteres før hovedforsøkene, eventuelt inngå som en forsøksfaktor, da et argument for ysting med MF ystemelk er muligheten for å redusere nødvendig løpemengde for koagulering (Thomann et al., 2008). Løpe har imidlertid også en viktig funksjon for teksturutvikling i ost under modning, der chymosin bryter ned α_{s1} -kasein til α_{s1} -I kasein som igjen bidrar til å svekke kaseinnettverket (Lawrence et al., 1987). På bakgrunn av dette ble det bestemt å anvende samme løpemengde i hovedforsøket som i forforsøket, nettopp for å sikre nedbrytning av α_{s1} -kasein.

Koagelet hadde en fast og klebende karakter da skjæringen ble utført. Dette fikk konsekvenser for skjæringen da koagelet ikke slapp kanten av ystekaret. Etter mysefortynning var det store osteklumper i ystekaret, antakelig grunnet ansamling av ostestoff til en fast masse i bunnen av

ystekaret ved mysefortynning, kombinert med for lav intensitet for å bryte opp osteklumpene under påfølgende skjæring og etterrøring. På bakgrunn av disse observasjonen ble det foretatt modifikasjoner av ystingsteknikken før hovedforsøket. Modifikasjonene ble gjort i samråd med Ola Nordvik fra TINE, som deltok på ysting fra MF retentat under forforsøket 7. januar i forbindelse med masteroppgaven til Ediassen (2016). Det ble foretatt tre endringer før hovedforsøket der ambisjonen var å bedre ystingsteknikken med tanke på skjæring og røring. For det første ble det bestemt at koagelet skulle ha en løsere karakter ved skjæring. Det ble ikke fastsatt noen bestemt koaguleringsstid da kaseinkonsentrasjonen i ystemelk, samt pH ved løpelegging, antakelig ville variere i de ulike ystekarene. Begge disse faktorene har innvirkning på koaguleringsstiden og av den grunn ble skjæring av koagelet under hovedforsøket utført etter en subjektiv vurdering av koagelets fasthet. Ulempen ved dette er at det vil være umulig å skjære koagelet ved nøyaktig lik fasthet i samtlige ystekar. Det andre grepet som ble gjort var at koagelet ble manuelt løsnet fra kanten av ystekaret med en lang skrape før skjæringen ble igangsatt, slik at hele koagelet ble jevnt kuttet. Denne justeringen gjelder spesifikt for ystekarene i pilotanlegget ved NMBU (type ASTA eismann GmbH food technology 2014, Beckum, Tyskland) og er kun aktuelt for ystekar der skjæreknivene ikke kutter langs kanten av ystekaret. Den tredje justeringen som ble gjort var å øke hastigheten til røreverket i ystekaret, både under skjæring/røring av koagel og under skjæring/røring under etterrøring. Hensikten med dette var henholdsvis å oppnå en jevnere skjæring av koagelet og å bryte opp eventuelle osteklumper/forhindre klumpdannelse under etterrøring. Skjære- og røreprogrammene for både forforsøk og hovedforsøk er beskrevet i avsnitt 3.4 Ysting, og der vises nøyaktig hvilke endringer som ble utført.

Mysefortynning foretas i hovedsak for å nedjustere laktoseinnholdet i ostemassen, for å kontrollere pH-utviklingen i den grad at osten ikke skal bli for sur (Fox et al., 2000). I forforsøket ble det foretatt 40 % mysefortynning. I hovedforsøket var diafiltrering av MF retentat en av forsøksfaktorene og hensikten med dette var å utelate mysefortynning fra ystingsprosessen ved å indirekte justere laktoseinnholdet i ostemassen. En av utfordringene i forhold til dette var å bestemme hvor mye vann som skulle tilsettes under diafiltrering for å etterlikne en 40 % mysefortynning best mulig. Utgangspunktet for å bestemme vannmengden som ble tilsatt før diafiltrering var laktoseinnholdet i myse før og etter 40 % mysefortynning i forforsøket, siden dette forholdet gir en indikasjon på laktosereduksjonen. Forholdstallet for laktoseinnholdet i myse etter mysefortynning var 0,73. Dette tallet ble multiplisert med laktoseinnholdet i MF retentatet for å beregne ønsket laktoseinnhold i DF retentatet. Videre ble

MF retentatet fortynnet med den nødvendige vannmengden før mikrofiltrering ble gjentatt. Et eksempel på utregning av tilsatt vannmengde til MF retentat før diafiltrering foreligger i vedlegg M.

I ferskost var det lite restlaktose, slik at mesteparten av laktosen hadde blitt omdannet til melkesyre. Ferskosten fra forforsøket hadde en pH på 5,53. I Gouda type ost forventes det normalt en pH på 5,2-5,3 på dette tidspunktet, slik at pH i ferskost fra forforsøket var høyere enn det som er forventet (Fox et al., 2000, Fox et al., 2004). I tillegg til innholdet av melkesyre avhenger ostens pH av ostens bufferkapasitet. Bufferstoffer i ost kan deles inn i kategorien proteiner og i kategorien svake syrer/baser og deres salter (Salaün et al., 2005). I forforsøket ble det tilsatt for lite fløte under standardisering av fettinnholdet i ystemelk. En mulig konsekvens av dette er at forholdet protein:fett i ostens tørrstoff var høyere enn normalt, slik at også konsentrasjonen av bufferstoffer kan ha vært høyere enn normalt. Høyere konsentrasjon av bufferstoffer kan muligens forklare hvorfor pH i ferskost fra forforsøket var høyere enn det som er forventet for en Gouda type ost.

Tørrstoffinnholdet i ost modnet i fem uker var 58,2 % og dette utgjør en normal verdi for en Gouda type ost (Codex Alimentarius, 2013). Faktorer som bestemmer tørrstoffinnholdet inkluderer pH, skjæring/røring, ettervarmingstemperatur og etterrøringstid (Fox et al., 2000). Ettervarmingstemperaturen under forforsøket var 38°C, men temperaturen var i en kort periode oppe i 40°C. Høyere ettervarmingstemperatur gir økt synerese og dermed høyere tørrstoffinnhold i ost (Fox et al., 2000). I hovedforsøkene til Ediassen (2016) ble ettervarmingstemperaturen nedjustert til 37,5°C og basert på tørrstoffinnholdet i ferskost ble denne ettervarmingstemperaturen også benyttet videre i forsøkene til denne oppgaven. Før hovedforsøket ble hastigheten for skjæring og røring under etterrøring oppjustert for å redusere klumpdannelse, og dette kan muligens også påvirke tørrstoffinnholdet i osten. Årsaken til dette er at syneresen til ostestoffet øker proporsjonalt med intensiteten på røringen (Fox et al., 2000).

Osten fra forforsøket hadde pipete struktur og dette betraktes som en kvalitetsfeil. En mulig årsak til dette var lite skånsom overføring av ostekorn og myse til forpresskaret ved 2. myseavtapp. Det ble ikke anvendt tappestuss, slik at avstand mellom tappekranen på ystekaret og bunnen av forpresskaret var stor, særlig i begynnelsen av tappingen. En konsekvens av dette kan være at luft ble pisket inn under tapping. Dette kan resultere i luftlommer i osteblokken og disse utgjør potensielle hullanlegg i osten. For Norvegia type ost er det viktig å begrense antall hullanlegg for å oppnå fin hullsetting (TINE.no, 2016c). I hovedforsøket ble det anvendt

tappestuss, slik at avstanden mellom tuten og bunnen av forpresskaret var redusert, som et tiltak for å gjøre overføringen av ostekorn og myse til forpresskaret mer skånsom. En annen mulig årsak til at ostene fikk pipete struktur er at nivået av myse i forpresskaret tidvis var lavere enn nivået på ostemassen under 2. myseavtapp, slik at ostekornene ble liggende tørre. For å begrense antall hullanlegg er det viktig at ostekornene er dekket av myse (TINE.no, 2016c). I hovedforsøket ble pasteurisert vann overført til forpresskaret før 2. myseavtapp, for å sikre at ostekornene til enhver tid var dekket av myse.

Osten som var saltet i 19 timer hadde ønsket saltsmak og på bakgrunn av dette ble det bestemt at osten i hovedforsøket skulle saltes i 18 timer. Grunnen til én time redusert saltetid var at det skulle ystes fra et mindre volum retentat i hovedforsøket (250 L istedenfor 280 L), slik at det var forventet en noe mindre størrelse på ostene sammenliknet med osten fra forforsøket. Osten som var saltet i ti timer ble oppfattet som besk, men siden osten kun var fem uker under prøvesmakingen videreutvikles smaken under lengre modning. Norvegia® Original modnes i tre måneder før den selges i butikk (TINE.no, 2016a). Årsaken til at osten ble testet på et tidlig tidspunkt var behovet for en indikasjon på saltetiden før hovedforsøket til Ediasen (2016) skulle begynne.

5.2 Hovedforsøk

5.2.1 Endringer i ystingsteknikk

I hovedforsøket ble det ystet Norvegia type ost fra MF- og DF retentat med to nivåer av formodningstid i tre blokker. Jevn skjæring av koagelet ble oppnådd ved å løsne koagelet fra kanten av ystekaret før skjæring, kombinert med høy hastighet på røreverket slik at ostemassen ikke klebet til hverandre. Endringene som ble gjort i ystingsteknikk fra forforsøket til hovedforsøket eliminerte problemet med klumpdannelse under ysting. Under ysting av MF ystekarene var det svært viktig at mysefortynning ble utført raskt for å forhindre klumpdannelse. I tillegg ble vannstrømmen fra slangen dreid rundt i ystekaret under tilsetning av ystevannet for å bryte opp ansamlingen av ostemasse i bunnen av karet. Kun én gang ble det registrert klumpdannelse. I dette tilfellet var det lengre stillstand for ystekaret under mysefortynning, grunnet manuell overføring av ystevann, og samtidig ble ystekaret satt på for lav hastighet under etterrøring etter en temperaturmåling. Manuell overføring av ystevannet gjorde i tillegg at ostemassen i bunnen av ystekaret ikke ble brutt opp av vannstrømmen på samme måte som ved vanntilsetning via slange. Under ysting av DF ystekarene var ikke stillstand i karene et problem fordi røreverket gikk kontinuerlig fra skjæring av koagel frem til 2. myseavtapp. I disse

ystekarene var heller aldri klumpdannelse et problem. Disse observasjonene belyser at det til enhver tid er viktig å forhindre stillstand i ystekaret under ysting fra mikrofiltrert ystemelk for å hindre klumpdannelse.

5.2.2 Retentat og ystemelk

For å undersøke effekten av diafiltrering ble det foretatt en rekke kjemiske analyser som kartla sammensetningen til retentat og ystemelk. MF retentat var standardisert med hensyn på kaseininnhold og DF retentat var standardisert med hensyn på både kasein- og laktoseinnhold. Retentat fra både MF og DF hadde en noe høyere pH enn skummet melk. Forklaringen på dette er antakelig at begge hadde et høyere innhold av kasein og kalsium slik at dette medførte økning i bufferkapasitet (Wolfschoon-Pombo et al., 2012). Det var ingen signifikant forskjell i pH for MF- og DF retentat eller ystemelk.

Diafiltrering var en av to forsøksfaktorer og ble utført på MF retentat for å regulere laktoseinnholdet i ystemelk *før* ysting. Laktoseinnholdet i skummet melk og MF retentat var relativt likt (ca. 130 mmol/kg). Diafiltrering medførte at laktoseinnholdet i retentatet ble redusert til ca. 100 mmol/kg, i tillegg ble innholdet av andre komponenter, eksempelvis mineraler og organiske syrer, fortynnet i retentatet. I blokk 1 ble MF retentatet tilsatt 30 % vann før diafiltrering. Bakgrunnen for tilsatt vannmengde var forholdet mellom laktoseinnholdet i myse ved 1. og 2. myseavtapp etter 40 % mysefortynning under ysting fra MF retentat i forforsøket. I blokk 1 var pH i ferskost lavere for DF ost enn MF ost. På bakgrunn av dette ble vannmengden ved diafiltrering økt til 35 % i blokk 2 og 3 i håp om at en moderat reduksjon i laktoseinnholdet skulle bidra til å utlikne forskjellen i pH i ferskost. Laktoseinnholdet i DF retentat var ca. likt for samtlige blokker og forskjellen i pH i ferskost mellom de tre blokkene var svært liten. Dermed var økningen i vannmengde fra 30 % til 35 % ved diafiltrering ubetydelig i forhold til å justere pH i ferskost. En alternativ tilnærming til å utlikne forskjellen i pH i ferskost, som muligens hadde vært mer effektiv, hadde vært å nedjustere nivået av mysefortynning i MF ystekarene.

Som forventet hadde både MF- og DF retentat høyere innhold av total protein, virkelig protein og kaseiner enn skummet melk. Det gjennomsnittlige kaseininnholdet i retentat var 3,4-3,5 %, tilsvarende en CF på 1,25 fra skummet melk. Retentatet hadde også et høyere innhold av native myseproteiner sammenliknet med skummet melk og dette resultatet viser at myseproteiner til en viss grad ble holdt tilbake av membranen under filtrering. I forkant av filtrering ble melka pasteurisert og dette kan ha medført varmedenaturering av myseproteiner slik at de ikke har

kunnet passere membranen (Svanborg et al., 2014). Det var kun innholdet av native myseproteiner som var signifikant forskjellig for DF- og MF retentat, der innholdet var noe høyere i MF retentat. Dette resultatet indikerer at mer native myseproteiner gikk ut i permeatet under diafiltrering, og som dermed ikke hadde denaturert ved pasteurisering.

Myseproteiner innehar funksjonelle egenskaper som gjør dem til en ettertraktet næringsmiddel ingrediens (Svanborg, 2016). Et av de viktigste argumentene for ysting fra kaseinstandardisert ystemelk fra mikrofiltrering er utvinning av en nativ mysefraksjon, og derfor er det ønskelig med et lavt innhold av native myseproteiner i retentatet og et tilsvarende høyt innhold i permeatet. Gjennomsnittlig hadde retentatet fra hovedforsøket et høyere innhold av native myseproteiner sammenliknet med skummet melk, slik at myseproteiner til en viss grad ble holdt tilbake av membranen under filtrering. Det ble ikke foretatt kjemiske analyser av permeatet fra MF slik at forholdet mellom innholdet av native myseproteiner i permeatet og retentatet er ukjent.

I forsøket ble skummet melk pasteurisert i forkant av mikrofiltrering. Svanborg et al. (2014) fant at permeat fra skummet melk som var pasteurisert før MF hadde et lavere totalinnhold av native myseproteiner enn permeat fra upasteurisert skummet melk. Dette ble forklart med at varmebehandlingen antakelig medførte denaturering, etterfulgt av dannelse av β -LG/ κ -kasein komplekser, myseproteinaggregater eller andre aggregater mellom myseproteiner og kaseiner. Denne studien ble også utført i pilotanlegget ved NMBU med samme MF anlegg, men membranen var ulik og hadde større porestørrelse (0,2 μ m) (Svanborg et al., 2014). Siden membranen som ble anvendt under mikrofiltrering i forbindelse med undertegnedes masteroppgave hadde en mindre porestørrelse (0,14 μ m) øker dette sannsynligheten for at denaturerte myseproteiner ble holdt tilbake av membranen under MF. Ved å utføre MF *før* pasteurisering elimineres faren for varmedenaturering av myseproteiner som følge av pasteurisering, slik at en større andel myseproteiner sannsynligvis går ut i permeatet, men dette kan også få konsekvenser for den mikrobiologiske kvaliteten til retentatet siden bakterier oppkonsentreres under MF.

Ulikt laktoseinnhold utgjorde den største forskjellen mellom DF- og MF retentat, men diafiltrering påvirket også innholdet av andre komponenter. DF retentat hadde et signifikant lavere innhold av sitronsyre enn MF retentat der differansen var ca. 2,4 mmol/kg. Diafiltrering medførte dermed at mer sitronsyre gikk ut i permeatet. Sammenliknet med skummet melk hadde DF retentat et lavere innhold av sitronsyre og MF retentat hadde et høyere innhold av

sitronsyre. Forskjellen i sitronsyreinnholdet mellom retentatene og skummet melk var imidlertid relativt liten. Med hensyn på mineralinnholdet i retentat var det også signifikant effekt av filtrering, der MF retentat hadde et høyere innhold av kalsium, magnesium og fosfor enn DF retentat. Sammenliknet med skummet melk var mineralinnholdet i MF retentat høyere. Diafiltrering medførte noe utvasking av vannløselige mineraler, slik at forskjellen i mineralinnholdet for DF retentat og skummet melk var mindre.

I ystemelk var det signifikant effekt av filtrering på de samme responsene som i retentat, men med hensyn på proteininnholdet var det i tillegg signifikant effekt av filtrering på innholdet av total protein og virkelig protein, der MF ystemelk hadde et høyere innhold enn DF ystemelk. Årsaken til at det var signifikant effekt av filtrering på innholdet av total protein og virkelig protein i ystemelk, men ikke i retentat, er antakelig et større antall analyserte prøver for ystemelk, som igjen øker sikkerheten til den statistiske analysen. Det gjennomsnittlige kaseininnholdet i ystemelk der fløte var tilsatt varierte fra 3,29-3,35 % og det var ingen signifikant forskjell mellom DF- og MF ystemelk. Det var ønskelig med relativt likt kaseininnhold i ystemelk, særlig for DF- og MF ystemelk i samme blokk, da ulikt kaseininnhold ville utgjort en uønsket kilde til variasjon. Det var signifikant blokkeffekt på kaseininnholdet for de tre blokkene der innholdet av kaseiner var høyest i blokk 1 og lavest i blokk 3. Det var ikke fokus på å oppnå nøyaktig likt kaseininnhold i MF/DF retentat i de ulike blokkene slik at blokkeffekt heller ikke var uventet. Kort oppsummert hadde altså MF ystemelk et høyere innhold av laktose, total protein, virkelig protein, native myseproteiner, sitronsyre og mineraler enn DF ystemelk.

5.2.3 Ysting

Under ysting fra DF ystemelk var mysefortynning utelatt, men med unntak av denne prosessen var ystingsteknikken lik. En viktig del av oppgaven var nettopp utarbeiding av ystingsteknikk for MF- og DF ystemelk før forsøkene, samt evaluering av de to ystingsteknikkene etter forsøkene. Under ysting ble også effekten av to nivåer av formodningstid undersøkt. Hensikten med dette var å undersøke om ulik pH ved ulike prosesstrinn under ysting påvirket ostens egenskaper.

På ystingsdagen hadde ystekarene med lengst formodningstid gjennomgående lavest pH fra løpelegging frem til og med pH-målingen av ost etter pressing. Dette resultatet samsvarer med at melkesyreinnholdet i myse var høyest i ystekarene med lengst formodningstid. Med hensyn på faktoren filtrering var pH ved løpelegging og i myse etter forysting signifikant lavere i MF-

enn i DF ystekarene. Ved 2. myseavtapp var imidlertid pH lavere i DF ystekarene. Dette var antakelig en effekt av ystingsteknikk da mysefortynning var innebygd i faktoren filtrering. Mysefortynning medførte en umiddelbar pH-økning i myse siden ystevannet fortynner konsentrasjoner av H^+ ioner. Under etterrøring fortsetter syrekulturen å produsere melkesyre, slik at pH i myse ved 2. myseavtapp ikke nødvendigvis er høyere enn i myse før mysefortynningen. Resultatet fra pH-målingene samsvarer med at melkesyreinnholdet i myse i DF ystekarene økte under etterrøring og at melkesyreinnholdet i myse var på omtrent samme nivå før og etter etterrøring i MF ystekarene. Under etterrøring etter mysefortynning hadde MF ystekarene høyere pH i myse, og antakelig også høyere pH i ostemassen.

Ved ysting fra DF ystemelk var laktoseinnholdet standardisert ved diafiltrering, mens det ved ysting fra MF ystemelk ble utført tradisjonell mysefortynning for å justere laktoseinnholdet i ostemassen. Ved 2. myseavtapp var laktoseinnholdet i myse klart lavere i MF ystekarene (ca. 80 mmol/kg) enn i DF ystekarene (ca. 108 mmol/kg), slik at ostemasse fra MF ystekarene antakelig hadde et lavere laktoseinnhold enn ostemasse fra DF ystekarene. Innholdet av tilgjengelig laktose for syrekulturen burde vært tilnærmet lik i ostemassen fra DF- og MF ystemelk for å oppnå lik mengde produsert melkesyre i ostene. Mysefortynning reduserte i tillegg innholdet av sitronsyre og eddiksyre i myse ved 2. myseavtapp i MF ystekarene.

Etter forysting hadde myse i MF ystekarene et høyere innhold av kalsium, magnesium og fosfor enn myse i DF ystekarene. Dette resultatet samsvarer med at både retentat og ystemelk fra MF hadde et høyere mineralinnhold enn både retentat og ystemelk fra DF. Formodningstid ble valgt som en faktor blant annet for å undersøke om endringer i pH påvirket kalsiuminnholdet i myse, siden pH-reduksjon medfører dissosiering av CCP til løselige kalsiumioner. Dette er av stor interesse siden innholdet av kalsium og kalsiumlikevekten påvirker konsistensegenskaper i ost. Både kalsium- og magnesiuminnholdet i myse etter forysting var noe høyere i ystekarene med lengst formodningstid (og lavest pH). Dette resultatet samsvarer med at pH-reduksjon medfører en økning i andelen av løselig kalsium og magnesium (Walstra et al., 2006).

I myse ved 2. myseavtapp var det signifikant effekt av filtrering på innholdet av kalsium, magnesium og fosfor der innholdet var klart lavest i MF ystekarene. Dette var antakelig en effekt av mysefortynning. Til tross for at mineralinnholdet i myse var lavere i MF- enn i DF ystekarene ved 2. myseavtapp, er det ikke nødvendigvis et lavere mineralinnhold i selve ostemassen, blant annet fordi MF- og DF ystemelk hadde et ulikt innhold av mineraler i utgangspunktet. Som nevnt i forrige avsnitt ble formodningstid valgt som en faktor

hovedsakelig for å undersøke om endringer i pH påvirket kalsiumlikevekten under ysting. Felles for både DF- og MF ystekarene var at ystekarene med lengst formodningstid hadde et høyere innhold av kalsium i myse ved 2. myseavtapp, men forskjellen var ganske liten. Siden innholdet av løselig kalsium var høyere i ystekarene med lengst formodningstid kan det også forventes et lavere kalsiuminnhold i ostene fra disse ystekarene, siden mer kalsium antakelig har gått ut med mysa.

I tillegg til kjemiske analyser ble det utført analyse for koliforme bakterier under ysting for å undersøke produksjonshygiene. Under samtlige ystinger var det problemer med uønskede koliforme bakterier. Av melkeprøvene som ble analysert ble det kun påvist koliforme bakterier i retentat fra MF90, blokk 3. Siden MF retentat anvendt til MF45 og MF90 ble oppbevart på samme tank, og det ikke ble påvist koliforme bakterier i retentat fra MF45, tyder dette på at kontamineringen skjedde i ystekaret. Karet kan ha vært utilstrekkelig steamet, eventuelt kan kontamineringen ha skjedd under overføring av MF retentat fra tank til ystekar. Siden de øvrige retentat- og melkeprøvene ikke inneholdt koliforme bakterier var pasteurisering av melk og produksjonshygiene under membranfiltrering tilstrekkelig.

Samtlige MF oster inneholdt koliforme bakterier. DF ost var mindre utsatt. Forklaringen på dette er antakelig at MF ost ble ystet senest på dagen, slik at utilstrekkelig vask av utstyr under ysting utgjør en sannsynlig årsak til kontamineringen. Det er vanskelig å peke ut én kilde til kontamineringen. Der koliforme bakterier ble påvist i ferskost, men ikke melk- og myseprøver, er håndteringen fra forpresskar til osteformene en mulighet. En annen mulighet er mikroorganismer i aerosoler i luften som oppstår under vask og spyling av gulv og ystekar, eventuelt utilstrekkelig vask av utstyr. Det er vanskelig å si om, eventuelt i hvilken grad, innholdet av koliforme bakterier har påvirket ostens kvalitet.

5.2.4 Ost

For å undersøke om forsøksfaktorene påvirket ostens egenskaper ble det foretatt ulike analyser av ferskost og modnet ost. Mesteparten av den tilgjengelige laktosen i ostemassen omdannes til melkesyre innen 24 timer etter tilsetning av syrekultur (Walstra et al., 2006). Etter pressing hadde ostene med lengst formodningstid signifikant lavere pH. I ferskost og modnet ost var det imidlertid kun signifikant effekt av filtrering, der DF ost hadde en lavere pH enn MF ost. Hovedårsaken til forskjellen i ostenes pH var antakelig en større melkesyreproduksjon i DF ost, grunnet et høyere laktoseinnhold i ostemassen fra DF ystemelk som en følge av ulik teknikk for å justere laktoseinnholdet. Dette samsvarer med at laktoseinnholdet i myse ved 2.

myseavtapp var betraktelig høyere i DF ystekarene enn i MF ystekarene (hhv. ca. 108 mmol/kg og 80 mmol/kg).

I DF ost var gjennomsnittlig pH i ferskost og modnet ost (9 uker) henholdsvis ca. 5,20 og 5,38. MF ost hadde høyere pH-verdier, på ca. 5,35 i ferskost og 5,55 i modnet ost. For Gouda type ost oppgis pH-verdien i ferskost og i ost modnet i 3 måneder til henholdsvis 5,2-5,3 og 5,4-5,5 der pH-økningen under modning skjer som en følge av proteolyse og dannelse av NH₃ fra aminosyrer (Fox et al., 2000, Fox et al., 2004). Dermed hadde både MF- og DF ost en pH-utvikling liknende det som er forventet i en Gouda type ost under modning. Dette resultatet viser at diafiltrering av MF retentat var en velegnet teknikk for indirekte å justere både laktoseinnholdet i ostemassen og ostens pH. I MF ystekarene ble 40 % mysefortynning anvendt og dette nivået brukes også ofte ved ysting fra vanlig ystemelk. Siden det ble ystet fra konsentrert melk er det mulig at 40 % mysefortynning ga et litt lavt laktoseinnhold i ostemassen og dermed en noe høy pH i ost.

Hovedårsaken til ulik pH i MF- og DF ost var antakelig ulikt melkesyreinnhold i ost. Forskjellen i ostenes melkesyreinnhold kunne blitt redusert ved å utlikne forskjellen i tilgjengelig laktose i ostemassen, enten ved å redusere nivået av mysefortynning under ysting av MF ost, eventuelt ved å oppjustere vanntilsetningen under diafiltrering ytterligere. En annen faktor som muligens har hatt innvirkning på ostens pH er innholdet av bufferstoffer. Ostens bufferegenskaper avhenger i stor grad av ostens proteiner, samt svake syrer/baser og deres salter (Salaün et al., 2005). Med hensyn på det totale mineralinnholdet i ost var det ingen signifikante forskjeller mellom DF- og MF ost. Proteininnholdet ble ikke testet.

Det ble foretatt tørrstoffanalyse av både ferskost og modnet ost. Den modnede osten hadde relativt høyt tørrstoffinnhold (59,0-61,1 %). Gouda ost finnes i ulike varianter med hensyn på fett- og tørrstoffinnhold. I kodeks standard for Gouda er ulike nivåer av fettinnhold i tørrstoff oppgitt sammen med respektive minimumskrav for totalt tørrstoffinnhold. Fettinnholdet i tørrstoff skal være minimum 30 % med et korresponderende tørrstoffinnhold på minimum 48 %. De oppgitte verdiene for det totale tørrstoffinnholdet i kodeksen varierer fra 48-62 %, men det er ikke fastsatt en øvre grense for totalt tørrstoffinnhold (Codex Alimentarius, 2013). I forbindelse med denne masteroppgaven ble det ikke foretatt fettanalyse av modnet ost, slik at fettinnholdet i ostens tørrstoff ikke er kjent. I utgangspunktet er det forventet at fettinnholdet i ostene er tilnærmet likt, da fettinnholdet i ystemelk var standardisert. Under produksjon av Cheddar ost fra MF retentat har det blitt rapportert om en økning i tørrstoffinnhold i ost med

økt konsentreringsfaktor under MF (Neocleous et al., 2002) og dette resultatet indikerer at ysting fra MF retentat kan gi et høyere tørrstoffinnhold i ost sammenliknet med tradisjonell ystemelk der kaseininnholdet er lavere. I hovedforsøket var kaseininnholdet i ystemelk likt. Det var ingen signifikant effekt av type filtrering på tørrstoffinnholdet og dette indikerer også at den modifiserte ystingsteknikken for DF retentat, der mysefortynning var utelatt, ikke påvirket tørrstoffinnholdet.

Sammenliknet med osten produsert i forforsøket hadde samtlige oster fra hovedforsøket et høyere tørrstoffinnhold. Modnet ost fra forforsøket var imidlertid fire uker yngre ved analysetidspunktet. Ettervarmingstemperaturen ble nedjustert før hovedforsøket, og på bakgrunn av dette burde tørrstoffinnholdet i ostene fra hovedforsøket vært lavere enn i forforsøket. Årsaken til at ostene produsert i hovedforsøket hadde et høyere tørrstoffinnhold var antakelig økt synerese under røring og etterrøring grunnet høyere intensitet på røringen (Fox et al., 2000). Denne effekten kan muligens motvirkes ved å redusere ettervarmingstemperaturen ytterligere. Hastigheten for røring i hovedforsøket var oppjustert hovedsakelig for å forhindre osteklumper. Ved ysting fra MF retentat i forforsøket var det først under etterrøring at osteklumper var et problem, antakelig forårsaket av stillstand i ystekaret ved mysefortynning, kombinert med for lav skjære- og rørehastighet under etterrøring. For DF ost var mysefortynning utelatt og osteklumper var aldri et problem. For DF ystekarene kunne muligens rørehastigheten under etterrøring vært lavere, fremdeles uten at osteklumper hadde vært et problem. Dette kunne redusert syneresen under etterrøring og dermed redusert tørrstoffinnholdet i osten. Med unntak av mysefortynning skulle ystingsteknikken for DF- og MF ost være lik, slik at ulik rørehastighet i ystekarene ikke var aktuelt under hovedforsøket.

Det var signifikant effekt av formodningstid på tørrstoffinnholdet i modnet ost, der tørrstoffinnholdet var høyere for ystekarene med lengst formodningstid. En mulig forklaring på dette er at tørrstoffinnholdet i ost påvirkes av grad av synerese under røring og etterrøring. I teorien øker grad av synerese under ysting ved pH-reduksjon mot det isoelektriske punktet til kaseiner (Fox et al., 2000). Tørrstoffinnholdet i DF90- og MF90 ost var svært likt, til tross for at pH i myse ved 2. myseavtapp var lavere i DF90 ystekarene, og at det da kunne forventes et høyere tørrstoffinnhold i DF90 ost. Forklaringen på dette kan være at det tar noe tid før pH i myse og ostekorn er i balanse under etterrøring. I starten av etterrøringen kan dermed pH i ostekornene fra DF90- og MF90 ystekarene vært tilnærmet lik. I tillegg hadde myse i MF90 ystekarene i utgangspunktet en noe lavere pH enn myse i DF90 ystekarene.

Under hovedforsøket til Ediassen (2016) var det signifikant effekt av formodningstid på tørrstoffinnholdet i ferskost der varianten med lengst formodningstid hadde et signifikant høyere tørrstoffinnhold. På bakgrunn av denne observasjonen ble etterringstiden i undertegnedes hovedforsøk nedjustert med fem minutter for ystekarene med lengst formodningstid. Hensikten med dette var å utlikne effekten av formodningstid, da det var ønsket å produsere ost med tilnærmet likt tørrstoffinnhold. Dette var imidlertid ikke vellykket da det fremdeles var høyere tørrstoffinnhold i osten med lengst formodningstid. En av fordelene med likt tørrstoffinnhold i de ulike ostene er at det da ikke behøves justering med hensyn på tørrstoffinnhold av de øvrige kjemiske analyseresultatene. Et interessant aspekt ved ostens tørrstoffinnhold var at det var signifikant effekt av formodningstid i modnet ost, men ikke i ferskost. I ferskost var det imidlertid *nesten* signifikant effekt av formodningstid. Forklaringen på dette kan være at forskjellen mellom ostene ble forsterket når ostens vanninnhold reduseres under modning.

Ostens sensoriske egenskaper ble evaluert ved kvalitetsbedømmelse samt beskrivende sensorisk analyse. Kvalitetsbedømmelse av DF- og MF ost ble utført etter en Norvegia[®] norm, hvilket betyr at egenskaper som differensierte osten fra Norvegia[®] resulterte i poengtrekk. Kvalitetsbedømmelse av Norvegia[®] ost med ulik modningsperiode (8, 24 og 40 uker) er beskrevet av Kraggerud et al. (2012). Ved kvalitetsbedømmelse opererer TINE med en poengskala fra 1-5 der produkter med en gjennomsnittlig poengsum >2,7 er klassifisert for salg. Gjennomsnittlig innfridde alle de fire ostevariantene kvalitetskravet med hensyn på faktorene hovedpoeng, konsistens og lukt og smak. Ostens ytre og indre utseende var ekskludert fra vurderingen, slik at kvalitetsbedømmelsen ikke var fullverdig med hensyn på om produktet kunne selges. Årsaken til dette var stor variasjon i ostens indre utseende, der flere av ostene hadde pipete struktur, mens andre hadde fin hullsetting. Egenskapene konsistens og lukt og smak ble vurdert som viktigere, og derfor ble ostens utseende neglisjert ved kvalitetsbedømmelsen. Årsaken til at flere av ostene hadde pipet struktur er antakelig et resultat av ystingsteknikken og dette er også beskrevet i diskusjonen for forforsøket. Store forskjeller i ostens struktur kan ha vært en konsekvens av hvordan 2. myseavtapp ble gjennomført, nærmere bestemt om luft ble pisket inn under tapping eller om ostekornene ble liggende tørre i forpresskaret under tapping. Ostens indre struktur kan muligens forbedres ved å forbedre ystingsteknikken ved dette trinnet av ystingsprosessen.

Ved kvalitetsbedømmelsen var det signifikant effekt av filtrering på ostens hovedpoeng og lukt- og smakspoeng der MF ost ble vurdert bedre enn DF ost. Dette resultatet indikerer at MF ost

var mer lik en Norvegia[®]. Gjennomsnittlig ble MF90 ost vurdert best for hovedpoeng med en poengsum på $3,53 \pm 0,09$. Det var dermed et stykke igjen til topp kvalitet, også for den osten som var best i samsvar med Norvegia[®]. Dette er imidlertid ikke sammenfallende med at ostene produsert i forsøkene var av dårlig kvalitet, men av ulik karakter enn referansen for en Norvegia[®] av utmerket kvalitet. I studien av Kraggerud et al. (2012) hadde ost modnet i 8 uker gjennomsnittlig 3 poeng for hovedpoeng, 3,2 poeng for konsistens og 3,2 poeng for lukt og smak. Dette viser at flere av ostene produsert i forbindelse med undertegnedes masteroppgave, som for øvrig hadde modnet i og 7,5, 8 og 9 uker, hadde en høyere poengsum for disse kvalitetsmålene enn ostene i sistnevnte studie.

Den beskrivende sensoriske analysen viste at flere av DF ostene var sure, beske og bitre og dette har antakelig bidratt til poengtrekk for DF ost med hensyn på lukt og smak i kvalitetsbedømmelsen, og dermed også poengtrekk for ostens hovedpoeng. Bitterhet utgjør en av de vanligste årsakene til usmak i ost om intensiteten blir for høy og hovedårsaken til bitter smak i ost er akkumulering av hydrofobe peptider fra proteolyse (Fox et al., 2000). Det var ingen signifikant effekt av formodningstid på resultatene fra kvalitetsbedømmelsen.

Allerede i forkant av den sensoriske bedømmelsen var det klart at osten produsert fra DF- og MF ystemelk hadde store forskjeller i konsistens, basert på en prøvesmaking utført ved NMBU. I den beskrivende sensoriske analysen ble det bekreftet at DF ost generelt hadde en mer deiget karakter enn MF ost, med ett unntak (DF90 ost fra blokk 1). I kvalitetsbedømmelsen var det ingen signifikant effekt av filtrering på konsistenspoeng. Dommerne skrev kommentarer i tillegg til poeng under kvalitetsbedømmelsen og i kommentarfeltet kom det frem at DF- og MF ost hadde ulik konsistens. Generelt fikk DF ost kommentarer som myk og deiget. I motsetning til dette fikk MF ost kommentarer som elastisk og fast. DF- og MF ost ble allikevel ikke dømt ulikt under kvalitetsbedømmelsen og dette kan antakelig forklares av at konsistensen ble bedømt i forhold til Norvegia[®], der både DF- og MF ost var noe avvikende, men i ulike retninger. For å kunne gjennomføre en kvalitetsbedømmelse er det helt nødvendig med en referanse for sammenlikning. Under intern diskusjon i dommerpanelet ble det bestemt at kvalitetsbedømmelsen skulle utføres etter en Norvegia[®] norm, da osten fra forsøkene ble oppfattet som lik nok. Hensikten med hovedforsøket var å produsere en Norvegia type ost, men å produsere en ost av topp Norvegia[®] kvalitet på første forsøk hadde vært flott, men samtidig usannsynlig.

En ulempe med kvalitetsbedømmelsen er at ostene hadde ulike egenskaper sammenliknet med en Norvegia[®], men ikke nødvendigvis dårlige egenskaper. En studie av Hersleth et al. (2005) omhandler sensorisk bedømmelse av Norvegia[®] ost der resultatet fra ulike sensoriske analyseteknikker ble sammenliknet, nærmere bestemt kvalitetsbedømmelse, beskrivende sensorisk analyse og forbrukertest. Kvalitetsbedømmelse og beskrivende analyse ble utført på totalt 12 Norvegia[®] oster og ved å sammenlikne resultatene fra kvalitetsbedømmelsen med resultatene fra den beskrivende sensoriske analysen ble egenskapene som bidro i positiv eller negativ retning under kvalitetsbedømmelsen kartlagt. Fem av ostene ble plukket ut til forbrukertest og en interessant observasjon var at ost som ble bedømt dårlig i kvalitetsbedømmelsen kunne være godt likt av forbrukerne. Et konkret eksempel fra denne studien var at en ost der egenskapene syrlig og deiget var mest fremtredende ble dårlig bedømt av kvalitetsdommerne, men var godt likt av en stor forbrukergruppe. Videre ble det oppgitt at dette resultatet indikerte at det er et potensielt marked for syrligere og mer deiget ost (Hersleth et al., 2005). Liknende resultater ble rapportert av Kraggerud et al. (2012) der det også var uenighet i dommernes vurdering av ostens kvalitet og forbrukerpreferanser for Norvegia ost. I denne studien ble det også oppgitt at det muligens var et marked for nye Norvegia varianter, basert på forbrukerpreferanser, deriblant en variant med mykere konsistens og egenskaper som bitter, salt og deiget. Resultatene fra studiene av Hersleth et al. (2005) og Kraggerud et al. (2012) indikerer at til tross for at DF ost ble dårligere vurdert enn MF ost i kvalitetsbedømmelsen, kan det fortsatt være et potensielt marked for DF ost. Basert på konsistens og smak i DF ost kan mikrofiltrering etterfulgt av diafiltrering og endret ystingsteknikk være en god tilnærming til å produsere en Norvegia type ost med mykere konsistens og syrligere smak.

Det er vanskelig å peke ut én enkelt årsak til forskjeller i konsistensegenskaper mellom DF- og MF ost. Basert på dommernes kommentarer fra kvalitetsbedømmelsen, samt resultatet fra den beskrivende analysen, hadde DF ost ved analysetidspunktet generelt en mykere, mer deiget tekstur enn MF ost. Unntaket var DF90 fra blokk 1. Denne varianten hadde det høyeste tørrstoffinnholdet av samtlige oster og dette kan være en mulig forklaring på hvorfor denne varianten var fastere sammenliknet med de øvrige DF ostene. Årsaken til dette er at kaseinnettverket i ost er fastere jo lavere forholdstallet vann:kasein er (Lawrence et al., 1987) slik at ost blir fastere med økende tørrstoffinnhold.

Reologiske egenskaper samt tekstonegenskaper i ost er beskrevet av Fox et al. (2000) og er et resultat av et svært komplekst samspill mellom ulike faktorer, deriblant ostens sammensetning,

grad av proteolyse, fysiokjemiske egenskaper og ostens mikro- og makrostruktur. For en Gouda type ost beskrives mikrostrukturen som et kalsiumfosfat-parakasein nettverk sammensatt av parakasein aggregater (fra delvis sammensmeltede kaseinmiceller) via hydrofobe og elektrostatiske interaksjoner. En viktig egenskap for konsistens i ost er kalsiuminnholdet og forholdet mellom løselig kalsium og CCP. Osten med 90 minutters formodningstid hadde et lavere kalsiuminnhold enn osten med 45 minutters formodningstid, men grunnet store standardavvik var det ingen signifikant forskjell. I ost foreligger kalsium enten som CCP eller dissosiert i ostens vann. Dette er en kompleks likevekt som blant annet påvirkes av saltinnholdet i ostens vann i form av Na^+ ioner og ostens pH. Under modning blir Ca^{2+} ioner som er festet til kaseiner delvis erstattet av Na^+ ioner (Fox et al., 2000).

Når CCP går over til dissosiert form svekkes kaseinmicellene og dette kan gi opphav til ost med en lite sammenhengende (kort) tekstur. For å oppnå en elastisk tekstur i ost er det viktig med sterke kaseinmiceller. DF ost hadde en lavere pH enn MF ost, både i ferskost og modnet ost, og dette kan muligens forklare forskjellene i konsistens. Ostens pH påvirker kalsiumlikevekten i den grad at DF ost antakelig hadde et høyere innhold av løselig kalsium i ostens vann og et lavere innhold av CCP enn MF ost. Dette svekker kaseinmicellene og kan være årsaken til deiget, lite sammenhengende tekstur i DF ost. Tilsvarende, hvis MF ost hadde et høyere innhold av CCP, var antakelig også kaseinmicellene sterkere i MF ost. Dette kan muligens forklare hvorfor MF ost var mer elastisk (Fox et al., 2000, Walstra et al., 2006). Det var også forskjeller i konsistens mellom DF ost med like forsøksfaktorer fra ulike blokker i den beskrivende sensoriske analysen. Signifikant blokkeffekt for pH i modnet ost kan muligens bidra til å forklare forskjeller i konsistens for DF ost. DF90 ost fra blokk 1 var fastere, mer elastisk og hadde samtidig en høyere pH enn DF90 ost fra blokk 2 og 3. Kaseinmicellene kan ha vært sterkere i DF90 ost fra blokk 1 grunnet mer CCP. Kombinert med at denne osten hadde det høyeste tørrstoffinnholdet kan dette muligens forklare forskjellene i konsistens.

Ystingsteknikken for DF- og MF ost kan også ha påvirket ostens konsistens på ulike måter. I tillegg til forskjeller i pH kan mysefortynning ha bidratt til å redusere innholdet av myseproteiner i ostemassen. Ystemelk fra DF retentat hadde et lavere innhold av native myseproteiner i utgangspunktet, men mysefortynning under produksjon av MF ost kan ha medført et lavere innhold av myseproteiner i MF- enn i DF ost. Proteininnholdet/proteinsammensetningen i ost ble imidlertid ikke testet. Rodríguez et al. (1999) studerte effekten av ulik membranfiltreringsteknologi (UF og MF) på tekstur og mikrostruktur i fettredusert semi-hard ost. Innholdet av myseproteiner bevart i retentatet fra MF

og UF var henholdsvis 35 % og 100 %. Teksturanalyser viste at MF ost var hardere og fastere enn UF ost. I UF ost dannet denaturerte myseproteiner interaksjoner med kaseinnettverket og dette ble oppgitt som en mulig forklaring på forskjellen i konsistensegenskapene til osten (Rodríguez et al., 1999).

Teksturutvikling i ost med hensyn på proteolyse beskrives av Lawrence et al. (1987) og kan i hovedsak inndeles i to faser. Den første fasen skjer fra osten er 7-14 dager og innebærer at løpeenzymet chymosin hydrolyser ca. 20 % av α_{s1} -kaseinet til α_{s1} -I kasein. Ferskost har i utgangspunktet en gummiliknende tekstur, men den initierende nedbrytningen av α_{s1} -kasein bidrar til å svekke kaseinnettverket, slik at osten får en mykere og mer homogen tekstur. I den andre fasen av teksturutvikling i ost skjer endringene langsommere, i takt med nedbrytningen av det resterende α_{s1} -kaseinet og de øvrige kaseinene (Lawrence et al., 1987).

Den enzymatiske hydrolysen av α_{s1} -kasein avhenger av innholdet av gjenværende chymosin i ostemassen, samt enzymaktiviteten. Lavere pH ved 2. myseavtapp gir økt retensjon av chymosin i ostemassen og lavere pH i ost øker enzymaktiviteten (Lawrence et al., 1987, Creamer et al., 1985). Under ysting hadde ystekarene med 90 minutters formodningstid en lavere pH ved 2. myseavtapp enn ystekarene med 45 minutters formodningstid, slik at innholdet av chymosin i teorien skal være høyere i osten med 90 minutters formodningstid. Det er imidlertid et annet aspekt som muligens har påvirket retensjonen av løpe i ostestoffet i større grad, nemlig ulik ystingsteknikk for DF- og MF ost. Mysefortynning kan ha medført et lavere innhold av chymosin i ostemassen og dermed langsommere nedbrytning av α_{s1} -kasein i MF ost enn i DF ost. Dette kan også være forklaringen på den store forskjellen i konsistens under prøvesmaking av osten (modnet i 4, 5 og 6 uker) ved NMBU der det var en markant forskjell i konsistens mellom DF- og MF ost, og der DF ost var overraskende myk på et så tidlig stadium i modningsprosessen. Muligens utliknes forskjellene mellom DF- og MF ost under videre modning.

En tilnærming til å bremse teksturutviklingen (mykningen) under ysting av Norvegia type ost fra DF retentat kan være å redusere løpemengden. I tillegg til at DF osten sannsynligvis hadde et høyere innhold av chymosin hadde i tillegg DF ost lavere pH, slik at enzymaktiviteten muligens har vært høyere i DF- enn MF ost. Ulikt innhold av chymosin og ulik enzymaktivitet kan dermed også muligens ha bidratt til forskjeller i konsistens mellom DF- og MF ost. Hypotetisk sett, hvis pH i MF- og DF ost hadde vært lik og det fremdeles hadde vært forskjeller

i ostens konsistensegenskaper, hadde ulikt innhold av løpe i osten som følge av ulik ystingsteknikk vært en sannsynlig forklaring.

For å undersøke forskjeller i proteolyse mellom DF- og MF ost ble det utført kapillærelektroforese av ostene DF45 og MF90 fra blokk 1 da ostene hadde modnet i fire uker. Det var tilnærmet ingen forskjeller i proteolyse mellom disse ostene og det ble derfor besluttet at det ikke var nødvendig å gjennomføre kapillærelektroforese for de resterende ostene. Ved den beskrivende sensoriske analysen ble DF45 fra blokk 1 bedømt i midtsjiktet for konsistensattributtene. MF90 fra blokk 1 ble ikke bedømt under den beskrivende sensoriske analysen, men MF90 produsert i forbindelse med hovedforsøket til Ediassen (2016) ble bedømt som fastere og mer elastisk sammenliknet med DF45 fra blokk 1. Selv om det ikke var noen forskjell mellom de to ostene som ble valgt ut for kapillærelektroforese kunne det allikevel vært aktuelt å utføre analysen for å undersøke proteolysen i den resterende osten, da de to variantene som ble testet ikke nødvendigvis var representative for resten av ostene.

5.3 Oppsummerende diskusjon

Ysting av Norvegia type ost fra kaseinstandardisert ystemelk er på forsøksstadiet og foreløpig er det, etter undertegnedes viten, ingen publikasjoner på liknende forsøk annet enn masteroppgaven til medstudent Ediassen (2016) der betydningen av formodning under ysting av Gouda type ost fra kaseinstandardisert melk ble undersøkt. Kaseinstandardisering av ystemelk kan bidra til en mer optimalisert bruk av komponentene i melk. I dag standardiseres fettinnholdet i ystemelk, men ved mikrofiltrering kan ystemelk i tillegg standardiseres med hensyn på kaseininnhold og eventuelt laktoseinnhold ved diafiltrering. To grunnleggende krav for å ta i bruk mikrofiltrering til kaseinstandardisering av ystemelk i industriell skala er at det gir ost av tilfredsstillende kvalitet og at det er økonomisk lønnsomt. Selve osten var hovedfokuset for denne oppgaven, fordi osten først og fremst må være av tilfredsstillende kvalitet for at kaseinstandardisering av ystemelk skal være aktuelt. Kvaliteten til permeatet fra mikrofiltrering (nativ myse) og myse fra selve ystingen ble ikke undersøkt, da dette hadde blitt for omfattende for denne oppgaven. Både nativ myse og myse fra ysting med kaseinstandardisert ystemelk ved MF er beskrevet av Svanborg (2016).

Siden mysefortynning var utelatt gikk ysting med DF ystemelk noe raskere enn ysting med MF ystemelk, men den største forskjellen var at ystingsteknikken for DF ystemelk var enklere å utføre grunnet betraktelig mindre håndtering. Denne erfaringen indikerer at ysting fra DF ystemelk med denne typen ystingsteknikk også kan bidra til å forenkle ystingsprosessen ved en

eventuell industriell implementering. Dette må imidlertid veies opp imot en mer arbeidskrevende membranfiltrering i forkant av ystingen. For DF ost var pH-utviklingen under modning i samsvar med det som er forventet for en Gouda type ost, slik at diafiltrering av MF retentat var en god teknikk for indirekte å justere laktoseinnholdet i ostemassen. MF ost hadde høyere pH, sannsynligvis fordi laktoseinnholdet i DF ostemasse var høyere enn i MF ostemasse, grunnet ulik teknikk for å justere laktoseinnholdet. Dette er basert på at laktoseinnholdet i myse ved 2. myseavtapp var høyere i DF ystekarene, i tillegg til at DF ost hadde et høyere innhold av melkesyre enn MF ost.

Ved sensorisk bedømmelse av osten var de mest fremtredende forskjellene mellom MF- og DF ost forskjeller i konsistensegenskaper. Dette kan muligens forklares av forskjellen i pH, siden ostens pH påvirker kalsiumlikevekten og enzymaktiviteten i ost. En annen mulig forklaring er at DF ost muligens hadde et høyere innhold av løpeenzymer i osten, som en effekt av å utelate mysefortynning under ysting. Kombinert med en lavere pH kan dette ha medført en raskere proteolyse i DF ost slik at denne varianten ble mykere og mer besk/bitter på et tidligere stadium av modningsprosessen, sammenliknet med MF ost. Under ysting ble også forsøksfaktoren formodningstid undersøkt. I den sensoriske kvalitetsbedømmelsen av osten var det ingen signifikant effekt av formodningstid. Det foreligger ingen fasit på hva som er optimal formodning for ysting med kaseinstandardisert ystemelk, men fra et industrielt perspektiv er antakelig en kort formodningstid foretrukket grunnet raskere prosessid.

Arbeidet med denne masteroppgaven viste at det er mulig å produsere en Norvegia type ost både fra MF- og DF ystemelk. Standardisering av kaseininnholdet i ystemelk ved mikrofiltrering kan bidra til å standardisere ystingsprosessen ytterligere, blant annet ved å eliminere sesongvariasjon i sammensetningen av ystemelk. Diafiltrering som et verktøy for å standardisere laktoseinnholdet i ystemelk gjør at mysefortynning kan utelates under ysting og dette kan bidra til å forenkle selve ystingsprosessen i industriell skala. Det er flere aspekter vedrørende ysting fra kaseinstandardisert ystemelk som kan være aktuelle for videre arbeid. MF ost var best i samsvar med en Norvegia[®], men DF ost har et stort potensiale i forhold til å forenkle ystingsprosessen. Det hadde vært interessant å fortsette arbeidet med produksjon av Norvegia type ost fra DF ystemelk og fokusere på konsistensendringer i osten under modning. Basert på resultatene fra denne oppgaven kan aktuelle problemstillinger være å undersøke betydningen av pH eller løpemengde på konsistensegenskaper i DF ost. En reduksjon i løpemengden, sammenliknet med løpemengden brukt under ystingene i denne oppgaven, vil muligens fremme en langsommere proteolyse og en mer balansert modningsprosess.

6. Referanser

- ACERBI, F., GUILLARD, V., GUILLAUME, C. & GONTARD, N. 2016. Impact of selected composition and ripening conditions on CO₂ solubility in semi-hard cheese. *Food Chemistry*, 192, 805-812.
- BRANDSMA, R. L., RIZVI, S.S.H. 2001. Manufacture of Mozzarella cheese from highly-concentrated skim milk microfiltration retentate depleted of whey proteins¹. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 611-624.
- BRANS, G., SCHROËN, C. G. P. H., VAN DER SMAN, R. G. M. & BOOM, R. M. 2004. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *Journal of Membrane Science*, 243, 263-272.
- BURRINGTON, K. J. 2013. Milk Fractionation Technology and Emerging Milk Protein Opportunities. U.S. Dairy Export Council®. Retrived from <http://www.usdairy.com/~media/usd/public/technicalreportmilkfractionationtechnology.pdf.pdf>
- CODEX ALIMENTARIUS. 2013. CODEX STAN 266-1966. Standard for Gouda. Codex Alimentarius, International Food Standards, WHO/FAO.
- CONSIDINE, T., PATEL, H. A., ANEMA, S. G., SINGH, H. & CREAMER, L. K. 2007. Interactions of milk proteins during heat and high hydrostatic pressure treatments — A Review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 8, 1-23.
- CREAMER, L. K., LAWRENCE, R. C. & GILLES, J. 1985. Effect of acidification of cheese milk on the resultant Cheddar cheese. *N.Z.J. Dairy Sci. Technol.* 1985;20:185–203.
- 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*, Volume 3, 449-467.
- DE KRUIF, C. G. 1998. Supra-aggregates of casein micelles as a prelude to coagulation. *Journal of Dairy Science*, Volume 81, 3019-3028.
- EDIASSEN, G. S. 2016. *Betydningen av formodning ved ysting av Gouda-type ost fra kaseinstandardisert melk, innvirkning på kalsiuminnholdet og konsistens i osten*. Master of Science, Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- FARRELL, H. M., JIMENEZ-FLORES, R., BLECK, G. T., BROWN, E. M., BUTLER, J. E., CREAMER, L. K., HICKS, C. L., HOLLAR, C. M., NG-KWAI-HANG, K. F. & SWAISGOOD, H. E. 2004. Nomenclature of the Proteins of Cows' Milk-Sixth Revision. *Journal of Dairy Science*, 87(6), 1641-1674. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/195809687?accountid=28244>.
- FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M. & MCSWEENEY, P. L. H. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*, Copyright © 2000 Aspen Publishers, Inc., 200 Orchard Ridge Drive, Gaithersburg, MD 20878, 1-587
- FOX, P. F., MCSWEENEY, P. L. H., COGAN, T. M. & GUINEE, T. P. 2004. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Volume 2, Major Cheese Groups*. Elsevier Science, 1-434.
- GÉSAN-GUIZIOU, G., BOYAVAL, E. & DAUFIN, G. 1999. Critical stability conditions in crossflow microfiltration of skimmed milk: transition to irreversible deposition. *Journal of Membrane Science*, 158, 211-222.
- 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: 468-482.

- HANTO, K. A. 2011. *Gräddost ystet av kaseinanriktet retentat fra mikrofiltrering*. Master of Science, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- HEINO, A. 2009. *Microfiltration in Cheese and Whey Processing*. Academic Dissertation, University of Helsinki Department of Food Technology, 1-112.
- HEINO, A., UUSI-RAUVA, J. & OUTINEN, M. 2010. Pre-treatment methods of Edam cheese milk. Effect on cheese yield and quality. *LWT - Food Science and Technology* 43 (2010), 640–646.
- HERSLETH, M., ILSENG, M. A., MARTENS, M. & NÆS, T. 2005. PERCEPTION OF CHEESE: A COMPARISON OF QUALITY SCORING, DESCRIPTIVE ANALYSIS AND CONSUMER RESPONSES. *Journal of Food Quality*, 28, 333-349.
- HOFFMANN, T. 2011. *Membrane filtration and membrane filtration assembly*. TINE SA. PCT/NO2011/000073.
- HOLT, C., DE KRUIF, C. G., TUINIER, R. & TIMMINS, P. A. 2003. Substructure of bovine casein micelles by small-angle X-ray and neutron scattering. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 213, 275-284.
- IDF. 1986. *Determination of nitrogen content (Kjeldahl method) and calculation of crude protein content*. IDF 20 A. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- IDF. 1995. *Milk and milk products - Guidance on sampling*. IDF 50C:1995. International Dairy Federation, Brussel, Belgium.
- IDF. 2001a. *Milk - Determination of nitrogen content - Part 4: Determination of non-protein-nitrogen content*. IDF 20-4:2001. International Dairy Federatvon, Brussels, Belgium.
- IDF. 2001b. *Milk - Determination of nitrogen content - Part 5: Determination of protein-nitrogen content*. IDF 20-5:2001. International Dairy Federatvon, Brussels, Belgium.
- IDF. 2014. *Milk and milk products - Determination of nitrogen content - Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation*. IDF 20-1:2014. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- ISO/IDF. 2004. *Cheese and processed cheese. Determination of total solids content (reference method)*. International Standard ISO 5534, IDF 4. ISO, Geneva, Switzerland and IDF, Brussels, Belgium.
- JENSEN, M. P., VOGENSEN, F.K., ARDÖ, Y. 2009. Variation in caseinolytic properties of six cheese related *Lb. helveticus* strains. *International Dairy Journal*, 19, 661-668.
- 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, 801-810.
- KRAGGERUD, H., SOLEM, S. & ABRAHAMSEN, R. K. 2012. Quality scoring – A tool for sensory evaluation of cheese? *Food Quality and Preference*, 26, 221-230.
- LAWRENCE, R. C., CREAMER, L. K. & GILLES, J. 1987. Texture Development During Cheese Ripening. *Journal of Dairy Science*, 70, 1748-1760.
- MARELLA, C., MUTHUKUMARAPPAN, K. & METZGER, L. E. 2013. Application of Membrane Separation Technology for Developing Novel Dairy Food Ingredients. *Journal of Food Processing & Technology* 4:269.
- MAUBOIS, J. L., PIERRE, A., FAUQUANT, J. & PIOT, M. 1987. Industrial Fractionation of Main Whey Protein. *Bulletin of the International, Dairy Federation*, N. 212. 154-159.
- MOE, K. M., PORCELLATO, D. & SKEIE, S. 2013. Metabolism of milk fat globule membrane components by nonstarter lactic acid bacteria isolated from cheese. *Journal of Dairy Science*, 96, 727-739.
- MONTGOMERY, D. C. 2013. *Design and Analysis of Experiments, International Student Version*, John Wiley & Sons Singapore Pte. Ltd, 1-730.

- NEOCLEOUS, M., BARBANO, D. M. & RUDAN, M. A. 2002. Impact of low concentration factor microfiltration of milk component recovery and cheddar cheese yield. *Journal of Dairy Science*, 85(10), 2415-2424.
- OXOID. *Dehydrated Culture Media, VIOLET RED BILE LACTOSE AGAR* [Online]. ©2001 - 2016 Oxoid Limited, All rights reserved. Part of Thermo Fisher Scientific. Available: http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0107&c=UK&lang=EN.
- 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, 1564-1577.
- PORCELLATO, D., ØSTLIE, H. M., BREDE, M. E., MARTINOVIC, A. & SKEIE, S. B. 2013. Dynamics of starter, adjunct non-starter lactic acid bacteria and propionic acid bacteria in low-fat and full-fat Dutch-type cheese. *International Dairy Journal*, 33, 104-111.
- RODRÍGUEZ, J., REQUENA, T., FONTECHA, J., GOUDÉDRANCHE, H. & JUÁREZ, M. 1999. Effect of Different Membrane Separation Technologies (Ultrafiltration and Microfiltration) on the Texture and Microstructure of Semihard Low-Fat Cheeses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 558-565.
- SALAÜN, F., MIETTON, B. & GAUCHERON, F. 2005. Buffering capacity of dairy products. *International Dairy Journal*, 15, 95-109.
- 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, 158-168.
- SMITH, L. I. 2006. A tutorial on Principal Components Analysis. Available: http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf.
- SVANBORG, S. 2016. *Production and characterisation of native whey and native whey products*. Philosophiae Doctor (PhD), Norwegian University of Life Science.
- SVANBORG, S., JOHANSEN, A.-G., ABRAHAMSEN, R. K. & SKEIE, S. B. 2014. Initial pasteurisation effects on the protein fractionation of skimmed milk by microfiltration. *International Dairy Journal*, 37, 26-30.
- THOMANN, S., SCHENKEL, P. & HINRICHS, J. 2008. THE IMPACT OF HOMOGENIZATION AND MICROFILTRATION ON RENNET-INDUCED GEL FORMATION. *Journal of Texture Studies*, 39, 326-344.
- TINE.no. 2016a. *Norvegia® Original* [Online]. Available: <http://www.tine.no/merkevarer/norvegia/produkter/norvegia> [Accessed 24.2.2016].
- TINE.no. 2016b. *TINE Edamer* [Online]. Available: <http://www.tine.no/merkevarer/hvitost/produkter/tine-edamer> [Accessed 4.4.2016].
- TINE.no. 2016c. *Hvordan lager vi Norvegia®?* [Online]. Available: <http://www.tine.no/merkevarer/norvegia/artikler/hvordan-lager-vi-norvegia> [Accessed 24.2.2016].
- UPRETI, P., METZGER, L. E. & HAYES, K. D. 2006. Influence of Calcium and Phosphorus, Lactose, and Salt-to-Moisture Ratio on Cheddar Cheese Quality: Proteolysis During Ripening. *Journal of Dairy Science*, 89, 444-453.
- WALSTRA, P., WOUTERS, J. T. M. & GEURTS, T. J. 2006. *Dairy Science and Technology*, Taylor & Francis Group, 1-763.
- WOLFSCHOON-POMBO, A. F., BÖTTGER, D. & LÖSCHE, K. 2012. Pufferkapazität mikrofiltrierter Magermilchkonzentrate (Buffer Capacity of Microfiltered Skim Milk Concentrates). *Chemie Ingenieur Technik*, 84, 465-474.

7. Vedlegg

Vedlegg A. HPLC. Innholdet av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp, samt i ferskost, ved ysting av Norvegia type ost fra MF retentat (30 minutters formodningstid) fra forforsøket 1. desember 2015. Glukose og propionsyre ble ikke detektert ved HPLC og er derfor fjernet fra tabellen.

Prøve	Sitronsyre	α -ketoglutarat	Orotinsyre	Pyrodruesyre	Ravsyre	Melkesyre	Maurisyre	Eddiksyre	Urinsyre	DL-Pyroglutaminsyre	Laktose	Galaktose
	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg
Etter forysting	10,02	0,15	0,46	0,03	4,83	2,61	0	1,47	0,11	0	140,66	0,08
2.myse avtapp	7,44	0,11	0,34	0,03	3,52	2,99	0	1,23	0,08	0	102,42	0,10
Fersk ost	1,55	0,08	0,05	0,04	1,50	139,01	0,79	8,52	0,07	0,07	0,42	1,01

Vedlegg B. HPLC. Innholdet av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) i melk/myseprøver fra blokk 1. DL-pyroglutamat, propionsyre, maursyre og glukose ble ikke detektert.

Kar	Prøve	Sitronsyre	α -ketoglutarat	Orotinsyre	Pyruvat	Ravsyre	Melkesyre	Urinsyre	Eddiksyre	Laktose	Galaktose
		mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg
-	Skummet melk	10,55	0,20	0,49	n.d.	4,80	n.d.	0,12	n.d.	128,53	0,18
DF45	Retentat	8,95	0,16	0,39	0,01	4,06	n.d.	0,09	n.d.	103,47	0,08
	Ystemelk	10,14	0,18	0,47	0,02	4,40	1,96	0,11	n.d.	123,61	0,20
	Etter forysting	8,58	0,18	0,41	0,01	3,61	3,01	0,07	1,49	111,12	0,25
	2. Myseavtapp	8,64	0,17	0,42	0,02	3,58	4,12	0,07	1,55	112,85	0,32
DF90	Retentat	8,32	0,14	0,37	0,03	3,75	n.d.	0,08	n.d.	96,50	0,08
	Ystemelk	8,63	0,15	0,38	0,01	3,94	n.d.	0,09	n.d.	99,82	0,14
	Etter forysting	8,50	0,18	0,41	0,02	3,45	4,20	0,06	1,59	110,92	0,29
	2. Myseavtapp	8,43	0,18	0,41	0,02	2,59	5,85	0,07	1,89	110,01	0,36
MF45	Retentat	11,19	0,21	0,51	n.d.	5,16	n.d.	0,12	n.d.	132,07	0,10
	Ystemelk	10,18	0,19	0,47	n.d.	4,62	n.d.	0,11	n.d.	121,31	0,20
	Etter forysting	9,74	0,20	0,48	0,01	3,73	2,65	0,09	1,54	127,67	0,30
	2. Myseavtapp	6,10	0,13	0,30	0,01	2,35	2,61	0,05	n.d.	76,96	0,23
MF90	Retentat	11,19	0,22	0,51	n.d.	5,06	n.d.	0,12	n.d.	131,85	0,13
	Ystemelk	10,47	0,19	0,48	n.d.	4,79	n.d.	0,11	n.d.	124,46	0,19
	Etter forysting	10,60	0,22	0,52	0,01	4,36	3,90	0,09	1,82	138,77	0,31
	2. Myseavtapp	6,26	0,14	0,30	n.d.	2,01	3,71	0,05	n.d.	78,74	0,38

Vedlegg C. HPLC. Innholdet av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) i melk/myseprøver fra blokk 2. DL-pyroglutamat, propionsyre, maursyre og glukose ble ikke detektert.

Kar	Prøve	Sitronsyre	α -ketoglutarat	Orotinsyre	Pyruvat	Ravsyre	Melkesyre	Urinsyre	Eddiksyre	Laktose	Galaktose
		mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg
-	Skummet melk	10,73	0,21	0,50	n.d.	3,35	n.d.	0,11	n.d.	134,57	0,38
DF45	Retentat	8,22	0,14	0,37	0,03	2,65	n.d.	0,07	n.d.	99,16	0,07
	Ystemelk	8,22	0,13	0,37	0,02	2,74	n.d.	0,08	n.d.	99,79	0,17
	Etter forysting	7,95	0,16	0,39	0,06	2,30	2,57	0,05	n.d.	102,98	0,25
	2. Myseavtapp	7,93	0,16	0,39	0,07	2,00	3,51	0,04	1,60	103,88	0,29
DF90	Retentat	8,62	0,14	0,39	0,02	2,81	n.d.	0,08	n.d.	100,20	0,12
	Ystemelk	8,57	0,15	0,38	0,03	2,84	n.d.	0,08	n.d.	99,30	0,14
	Etter forysting	8,05	0,16	0,39	0,05	2,25	3,66	0,04	1,49	103,59	0,32
	2. Myseavtapp	7,78	0,16	0,38	0,06	1,24	4,88	0,05	1,59	100,79	0,42
MF45	Retentat	9,95	0,19	0,46	0,02	3,38	n.d.	0,10	n.d.	118,78	0,15
	Ystemelk	10,38	0,19	0,47	0,02	3,51	n.d.	0,11	n.d.	122,70	0,20
	Etter forysting	9,79	0,21	0,48	0,03	2,82	2,33	0,07	n.d.	126,21	0,32
	2. Myseavtapp	6,34	0,13	0,31	0,03	1,71	2,49	0,04	n.d.	79,39	0,38
MF90	Retentat	11,21	0,21	0,51	0,02	3,63	n.d.	0,11	n.d.	130,63	0,25
	Ystemelk	10,88	0,20	0,50	0,02	3,66	n.d.	0,11	n.d.	130,54	0,24
	Etter forysting	9,91	0,22	0,49	n.d.	2,94	3,44	0,06	1,61	127,24	0,33
	2. Myseavtapp	6,77	0,14	0,33	0,04	1,33	3,67	0,04	n.d.	84,67	0,34

Vedlegg D. HPLC. Innholdet av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) i melk/myseprøver fra blokk 3. DL-pyroglutamat, propionsyre, maursyre og glukose ble ikke detektert.

Kar	Prøve	Sitronsyre	α -ketoglutarat	Orotinsyre	Pyruvat	Ravsyre	Melkesyre	Urinsyre	Eddiksyre	Laktose	Galaktose
		mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg
-	Skummet melk	11,21	0,22	0,52	n.d.	3,38	n.d.	0,12	n.d.	140,12	0,28
DF45	Retentat	8,89	0,15	0,40	0,02	1,34	n.d.	0,08	n.d.	107,28	0,19
	Ystemelk	8,75	0,15	0,39	0,02	1,33	n.d.	0,08	n.d.	105,94	0,21
	Etter forysting	8,69	0,17	0,42	0,04	0,47	2,57	0,06	1,64	111,59	0,29
	2. Myseavtapp	8,72	0,18	0,42	0,06	n.d.	4,15	0,06	1,85	111,01	0,36
DF90	Retentat	8,79	0,15	0,40	0,02	1,27	n.d.	0,08	n.d.	102,13	0,21
	Ystemelk	8,29	0,14	0,37	0,02	1,29	n.d.	0,08	n.d.	95,99	0,19
	Etter forysting	8,77	0,18	0,42	0,03	0,04	4,43	0,06	1,82	110,87	0,34
	2. Myseavtapp	8,68	0,18	0,41	0,03	n.d.	6,40	0,07	1,95	109,86	0,38
MF45	Retentat	11,16	0,22	0,51	n.d.	3,35	n.d.	0,11	n.d.	133,75	0,24
	Ystemelk	10,91	0,21	0,50	n.d.	3,35	n.d.	0,11	n.d.	131,23	0,22
	Etter forysting	11,01	0,24	0,53	0,03	2,84	2,75	0,08	1,68	141,47	0,39
	2. Myseavtapp	6,40	0,13	0,31	0,03	1,47	2,72	0,04	n.d.	80,28	0,26
MF90	Retentat	11,21	0,21	0,51	n.d.	3,35	n.d.	0,10	n.d.	132,54	0,33
	Ystemelk	10,86	0,21	0,50	n.d.	3,25	n.d.	0,10	n.d.	129,32	0,36
	Etter forysting	11,04	0,25	0,53	0,03	3,02	4,44	0,09	1,82	141,45	0,39
	2. Myseavtapp	6,23	0,13	0,30	0,03	1,13	3,59	0,04	n.d.	77,69	0,42

Vedlegg E. HPLC. Innholdet av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) i ferskost for tre blokker. Glukose ble ikke detektert.

Blokk	Kar	Sitronsyre mmol/kg	α - ketogutarat mmol/kg	Orotinsyre mmol/kg	Pyruvat mmol/kg	Ravsyre mmol/kg	Melkesyre mmol/kg	Maurisyre mmol/kg	Urinsyre mmol/kg	Propionsyre mmol/kg	DL- pyroglutamat mmol/kg	Eddiksyre mmol/kg	Laktose mmol/kg	Galaktose mmol/kg
1	DF45	0,80	0,06	0,05	0,72	2,36	144,99	0,30	0,01	1,23	0,08	8,93	0,28	0,30
	DF90	0,64	0,04	0,07	0,68	2,57	130,28	n.d.	0,02	1,05	0,07	9,17	0,37	0,35
	MF45	0,91	0,06	0,03	0,71	1,50	113,72	0,20	0,02	0,77	0,06	7,84	0,16	0,13
	MF90	0,80	0,03	0,04	0,70	2,01	114,59	n.d.	0,02	0,99	0,06	8,17	0,14	0,11
2	DF45	1,87	0,05	0,08	0,39	1,50	134,22	n.d.	0,03	n.d.	0,10	5,16	0,30	1,95
	DF90	1,43	0,05	0,09	0,56	1,69	139,25	n.d.	0,04	0,58	0,08	8,28	n.d.	1,28
	MF45	0,95	0,08	0,03	0,78	1,61	112,76	0,28	0,02	0,86	0,07	7,00	0,09	0,51
	MF90	0,92	0,06	0,05	0,83	1,87	124,92	n.d.	0,02	0,95	0,05	8,80	0,15	0,40
3	DF45	0,88	0,11	0,08	0,48	1,27	148,86	0,54	0,04	0,70	0,10	10,59	0,60	0,31
	DF90	0,69	0,08	0,08	0,79	1,98	143,75	0,70	0,04	1,34	0,09	10,78	n.d.	0,55
	MF45	1,25	0,11	0,04	0,41	1,34	106,21	n.d.	0,03	0,57	0,06	7,27	0,50	0,55
	MF90	0,86	0,05	0,04	0,73	1,43	105,52	n.d.	0,02	0,89	0,07	8,17	n.d.	n.d.

Vedlegg F. HPLC. Innholdet av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) i modnet ost for tre blokker. Laktose, glukose og propionsyre ble ikke detektert.

Blokk	Kar	Sitronsyre mmol/kg	α -ketoglutarat mmol/kg	Orotinsyre mmol/kg	Pyruvat mmol/kg	Ravsyre mmol/kg	Melkesyre mmol/kg	Mauksyre mmol/kg	Urinsyre mmol/kg	DL-pyrogulutamat mmol/kg	Eddiksyre mmol/kg	Galaktose mmol/kg
1	DF45	0,24	0,05	0,05	0,89	3,54	137,67	0,36	0,019	1,65	15,28	0,12
	DF90	0,26	0,04	0,07	1,02	5,25	132,24	0,33	0,018	1,53	15,05	0,14
	MF45	0,24	0,06	0,03	0,86	2,48	111,09	0,22	0,020	1,64	13,34	0,11
	MF90	0,30	0,06	0,04	1,00	3,37	105,79	0,17	0,025	1,77	13,93	0,16
2	DF45	0,37	n.d.	0,08	0,92	4,37	146,00	n.d.	0,041	0,63	14,87	0,13
	DF90	0,29	n.d.	0,07	0,65	2,77	98,08	n.d.	0,007	1,08	10,41	0,10
	MF45	0,26	0	0,03	0,77	3,63	119,75	0,23	0,022	1,12	13,71	0,11
	MF90	0,16	0	0,05	0,98	4,26	134,61	n.d.	0,035	0,99	15,98	0,13
3	DF45	0,19	0,03	0,08	0,98	3,31	139,80	0,65	0,035	1,34	15,08	0,09
	DF90	0,17	0,06	0,08	1,21	3,98	131,01	0,24	0,014	2,04	15,74	0,19
	MF45	0,08	0,04	0,04	0,69	2,61	105,46	0,14	0,009	2,03	13,93	0,09
	MF90	0,16	n.d.	0,04	0,85	2,39	104,14	n.d.	0,008	1,75	12,71	0,12

Vedlegg G. Antall koliforme bakterier (CFU/ml) i melk- og myseprøver under ysting fra tre blokker.

Blokk	Prøve	Koliforme bakterier (CFU/ml)			
		DF45	DF90	MF45	MF90
1	Retentat	0	0	0	0
	Ystemelk	0	0	0	0
	2. Myseavtapp	0	0	0	0
	Etter forpress	0	0	0	0
2	Retentat	0	0	0	0
	Ystemelk	0	0	0	0
	2. Myseavtapp	0	0	0	1
	Etter forpress	0	0	0	2
3	Retentat	0	0	0	3
	Ystemelk	0	0	0	4
	2. Myseavtapp	0	0	97	92
	Etter forpress	0	0	27	100

Vedlegg H. Antall koliforme bakterier (CFU/g) i ost fra tre blokker. De ostene der det ikke ble påvist koliforme bakterier i ferskost ble utelatt fra analysen av modnet ost.

Blokk	Prøve	Koliforme bakterier (CFU/g)			
		DF45	DF90	MF45	MF90
1	Ferskost	<10	60	20	250
	Modnet ost	Ikke testet	15	440	350
2	Ferskost	<10	<10	>10 ³	>10 ³
	Modnet ost	Ikke testet	Ikke testet	>10 ³	>10 ³
3	Ferskost	111	35	>10 ³	>10 ³
	Modnet ost	15	40	>10 ³	>10 ³

Vedlegg I. Hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt/smakspoeng fra kvalitetsbedømmelse av DF45, DF90, MF45 og MF90 fra n=3 blokker, samt ost produsert i et forforsøk utført 7. januar 2016 i forbindelse med ystingene til Ediassen (2016, pågåar) navngitt forforsøk G.S.E. Osten fra dette forforsøket ble benyttet da dommerne diskuterte egenskaper og poenggivning i forkant av kvalitetsbedømmelsen. Anvendt poengskala er fra 1-5 der 1 er dårligst og 5 er best. Den presenterte poengsummen er den gjennomsnittlige vurderingen til seks dommere.

Blokk	Ost	Hovedpoeng	Konsistenspoeng	Lukt- og smakspoeng
	Forforsøk G.S.E.	3,58	3,67	3,58
1	DF45	3,42	3,75	3,42
	DF90	3,17	3,67	3,25
	MF45	3,42	3,42	3,42
	MF90	3,58	3,5	3,75
2	DF45	3	3,42	3,08
	DF90	3,13	3,58	3,17
	MF45	3,42	3,5	3,5
	MF90	3,58	3,67	3,58
3	DF45	2,5	2,92	2,75
	DF90	3,17	3,33	3,25
	MF45	3,17	3,33	3,42
	MF90	3,42	3,67	3,42

Vedlegg J. Resultatet fra den beskrivende sensoriske analysen av DF ost med to nivåer av formodningstid fra tre blokker, samt to MF varianter produsert i forbindelse med masteroppgaven til Ediasen (2016, pågår) merket G.S.E. Det ble anvendt en poengskala fra 1-9 for intensiteten til attributtene, der 1 var lav/liten intensitet og 9 var høy/stor intensitet. Det ble utført en-veis ANOVA etterfulgt av Tukey test av alle analyseresultatene. Anvendt signifikansnivå ved Tukey var 0,05. Det ble utført Tukey for hver enkelt attributt slik at alle ostene med lik bokstav i en og samme rad tilhører samme gruppe for den aktuelle attributten. Oster med ulik bokstav er signifikant forskjellige for den respektive attributten.

Attributt	DF45			DF90			MF45	MF90
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	G.S.E.	G.S.E.
Fasthet, trykk	5,25 ^{BC}	5,15 ^C	3,95 ^D	5,78 ^{ABC}	5,1 ^C	4,23 ^D	6,35 ^A	5,98 ^{AB}
Fasthet, skjæring	5,03 ^{AB}	4,47 ^{BC}	3,88 ^C	5,33 ^A	5,01 ^{AB}	4,47 ^{BC}	5,04 ^{AB}	5,33 ^A
Total luktstyrke	4,64	4,52	4,27	4,88	4,73	4,66	4,53	4,79
Elastisk	6,36 ^A	6,11 ^A	5,09 ^B	6,66 ^A	6,33 ^A	5,27 ^B	6,91 ^A	6,54 ^A
Sammenhengende	4,78 ^{BC}	4,08 ^{CD}	3,38 ^D	5,37 ^D	5,28 ^{AB}	3,6 ^D	5,88 ^A	5,81 ^A
Fasthet, tygging	4,03 ^C	3,87 ^D	3,11 ^D	4,72 ^{AB}	4,18 ^{BC}	3,14 ^D	5,12 ^A	4,95 ^A
Deiget	2,62 ^{BC}	2,19 ^{CDE}	3,65 ^{AB}	1,48 ^{DEF}	2,38 ^{CD}	4,33 ^A	1,19 ^{EF}	1,08 ^F
Oppløselig	4,64 ^{AB}	4,11 ^{BC}	5,04 ^A	3,59 ^{CD}	4,05 ^{BC}	4,92 ^A	3,22 ^D	3,58 ^{CD}
Tørr	1,1 ^C	1,76 ^{BC}	1,06 ^C	2,22 ^{AB}	1,63 ^{BC}	1,02 ^C	2,69 ^A	3,04 ^A
Melen	3,34 ^{ABC}	3,26 ^{ABC}	3,52 ^{AB}	2,86 ^{ABC}	3,12 ^{ABC}	3,6 ^A	2,72 ^{BC}	2,56 ^C
Grynet	2 ^{CD}	3,25 ^{BC}	1,25 ^D	4,07 ^{AB}	2,71 ^C	1,29 ^D	4,31 ^{AB}	4,76 ^A
Total smaksstyrke	5,53 ^{AB}	5,51 ^{AB}	5,97 ^A	5,67 ^{AB}	5,75 ^{AB}	5,93 ^A	5,62 ^{AB}	5,3 ^B
Aromatisk	3,38 ^{AB}	3,12 ^{AB}	2,76 ^{AB}	3,26 ^{AB}	2,81 ^{AB}	2,62 ^B	3,69 ^A	2,87 ^{AB}
Modensmak	1,17	1,04	1,18	1,05	1,09	1,18	1,05	1,02
Salt	5,16 ^{AB}	4,97 ^{AB}	4,71 ^B	4,72 ^{AB}	4,93 ^{AB}	4,59 ^B	5,66 ^A	4,68 ^B
Surhet	5,34 ^{AB}	5,4 ^{AB}	5,54 ^{AB}	5,05 ^B	5,46 ^{AB}	5,88 ^A	5,08 ^B	5,08 ^B
Søthet	1,12	1,05	1,06	1,15	1,07	1,08	1,07	1,05
Maltsmak	1,04	1,03	1,03	1,06	1,03	1,06	1,03	1,02
Besk/bitter	3,95 ^{BC}	4,18 ^{ABC}	5,21 ^{AB}	3,77 ^C	5,26 ^{AB}	5,4 ^A	3,7 ^C	3,99 ^{BC}
Svovel	1,04 ^B	1,02 ^B	1,03 ^B	1,04 ^B	1,66 ^A	1,05 ^B	1,05 ^B	1,04 ^B

Vedlegg K. Signifikansnivåer fra ANOVA for effekt av blokk og formodningstid på den gjennomsnittlige intensiteten av attributtene fra den beskrivende analysen av DF ost produsert i hovedforsøket.

Attributt	Blokk	Formodningstid	R²
Fasthet, trykk	<0,05	n.s.	0,964
Fasthet, skjæring	<0,05	<0,05	0,983
Total luktstyrke	n.s.	<0,05	0,957
Elastisk	<0,01	<0,05	0,998
Sammenhengende	n.s.	n.s.	0,933
Fasthet, tygging	n.s.	n.s.	0,944
Deiget	n.s.	n.s.	0,835
Oppløselig	n.s.	n.s.	0,807
Tørr	n.s.	n.s.	0,588
Melen	n.s.	n.s.	0,783
Grynet	n.s.	n.s.	0,703
Total smaksstyrke	n.s.	n.s.	0,894
Aromatisk	<0,05	n.s.	0,978
Modensmak	n.s.	n.s.	0,651
Salt	n.s.	n.s.	0,797
Surhet	n.s.	n.s.	0,729
Søthet	<0,01	<0,05	0,996
Maltsmak	n.s.	n.s.	0,785
Besk/bitter	n.s.	n.s.	0,846
Svovel	n.s.	n.s.	0,593

Vedlegg L. Resultat fra pH-målinger av melk/myseprøver under ysting, samt i ost etter pressing, ferskost og modnet ost i de fire ystekarene fra tre blokker.

Prøve	Blokk 1			Blokk 2			Blokk 3		
	DF90	MF45	MF90	DF90	MF45	MF90	DF90	MF45	MF90
Retentat	6,78	6,71	6,73	6,8	6,74	6,77	6,76	6,75	6,78
Ystemelk	6,79	6,73	6,72	6,82	6,76	6,75	6,77	6,76	6,76
5 min etter tilsatt syrekultur	6,7	6,67	6,66	6,74	6,68	6,69	6,68	6,68	6,68
Løpelegging	6,67	6,62	6,54	6,61	6,66	6,56	6,56	6,61	6,56
Mellom skjæring og røring (myse)	6,61	6,58	6,53	6,57	6,62	6,56	6,53	6,64	6,56
Etter forysting (myse)	6,57	6,52	6,47	6,53	6,55	6,48	6,47	6,57	6,49
2. myseavtiapp (myse)	6,49	6,5	6,43	6,42	6,53	6,46	6,33	6,55	6,5
Etter forpress (myse)	6,57	6,58	6,5	6,5	6,61	6,52	6,42	6,6	6,56
Etter press (ost)	5,84	5,77	5,63	5,63	5,84	5,64	5,45	5,88	5,75
Ferskost	5,19	5,35	5,31	5,22	5,35	5,29	5,17	5,42	5,41
Modnet ost	5,45	5,54	5,59	5,35	5,54	5,53	5,37	5,58	5,52

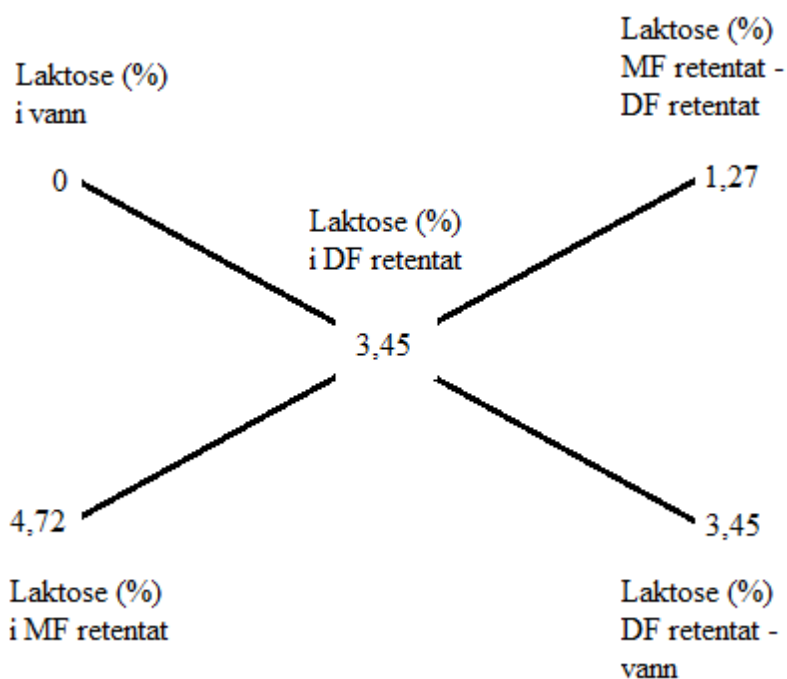
Vedlegg M. Eksempel på utregning av vanntilsetning til MF retentat før diafiltrering. Eksempelet er fra filtrering utført 3.2.2016, d.v.s. retentat anvendt i blokk 2.

Laktoseinnholdet i MF retentatet som skulle diafiltreres: 4,72 %

Denne verdien ble multiplisert med forholdstallet for laktoseinnholdet i myse før og etter mysefortynning for å regne ut ønsket laktoseinnhold i DF retentat.

Ønsket laktoseinnhold DF retentat: $4,72 \% \times 0,73 = 3,45 \%$

Videre ble konvoluttmetoden anvendt for å beregne mengden vann som skulle tilsettes MF retentatet før diafiltrering:



Det var 600 L MF retentat som skulle diafiltreres.

Vanntilsetning til MF retentat før diafiltrering (L): $(600 \text{ L} \times 1,27)/3,45 = 220 \text{ L vann}$

Dette tilsvarte $220/600 = 36,8 \%$

Laktoseinnholdet går noe ned etter tilsetning av fløte til ystemelk, derfor ble det besluttet å tilsette 35 % vann, tilsvarende 210 L. I blokk 1 ble det kun tilsatt 30 % vann, både fordi fløtetilsetning medfører redusert laktoseinnhold og fordi det var noe usikkerhet rundt hvor mye laktose som faktisk ville gå ut i permeatet under diafiltrering. Grunnet lav pH i DF ferskost i blokk 1 ble vanntilsetningen oppjustert for blokk 2 og 3.

Vedlegg N. Tørrstoffinnhold (%) i ferskost og modnet ost fra DF45, DF90, MF45 Og MF90 fra tre blokker.

Blokk	Ystekar	Tørrstoff ferskost (%)	Tørrstoff modnet ost (%)
1	DF45	54,9	60,9
	DF90	56,6	61,1
	MF45	55,3	59,8
	MF90	56,5	60,8
2	DF45	54,5	60,3
	DF90	56,1	60,3
	MF45	55,3	59,3
	MF90	54,3	60,9
3	DF45	53,8	59,0
	DF90	55	60,6
	MF45	55	59,5
	MF90	56,5	60,2

Vedlegg O. Resultat fra MikroKjeldahl. Innholdet av total protein (%), virkelig protein (%), kaseiner (%) og native myseproteiner (%) i skummet melk, retentat og ystemelk fra tre blokker. I det totale proteininnholdet er både protein nitrogen og ikke-protein nitrogen inkludert. I det virkelige proteininnholdet er ikke-protein nitrogen ekskludert.

Skummet melk:

Blokk	Total protein (%)	Virkelig protein (%)	Kaseiner (%)	Native myseproteiner (%)
1	3,410	3,222	2,704	0,519
2	3,582	3,375	2,857	0,517
3	3,563	3,363	2,723	0,640

Retentat:

Blokk	Filtrering	Total protein (%)	Virkelig protein (%)	Kaseiner (%)	Native myseproteiner (%)
1	DF	4,360	4,199	3,681	0,517
	MF	4,340	4,143	3,557	0,586
2	DF	4,197	4,039	3,530	0,509
	MF	4,248	4,059	3,497	0,562
3	DF	4,199	4,021	3,237	0,783
	MF	4,305	4,119	3,233	0,886

Ystemelk:

Blokk	Kar	Total protein (%)	Virkelig protein (%)	Kaseiner (%)	Native myseproteiner (%)
1	DF45	4,170	4,004	3,483	0,521
	DF90	4,180	3,999	3,494	0,505
	MF45	4,210	4,016	3,437	0,579
	MF90	4,200	4,006	3,424	0,582
2	DF45	4,075	3,899	3,388	0,512
	DF90	4,064	3,897	3,374	0,523
	MF45	4,115	3,908	3,344	0,564
	MF90	4,151	3,947	3,378	0,569
3	DF45	3,994	3,819	3,099	0,721
	DF90	3,997	3,833	3,182	0,651
	MF45	4,077	3,875	3,094	0,781
	MF90	4,087	3,887	3,174	0,713

Vedlegg P. Innholdet av kalsium, magnesium og fosfor i skummet melk, retentat og ystemelk, i myse etter forysting og ved 2. myseavtapp og i ferskost fra tre blokker.

Melk- og myseprøver:

Blokk	Prøve	Ystekar	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	P (g/kg)
blokk 1	Skummet melk	-	1,1656	0,1155	0,9598
blokk 2	Skummet melk	-	1,2419	0,1233	1,0163
blokk 3	Skummet melk	-	1,2219	0,1195	0,9879
blokk 1	DF Retentat	-	1,4395	0,1152	1,0985
	MF Retentat	-	1,4863	0,1298	1,1672
blokk 2	DF Retentat	-	1,4258	0,1138	1,0793
	MF Retentat	-	1,4955	0,1329	1,1835
blokk 3	DF Retentat	-	1,4107	0,1115	1,0520
	MF Retentat	-	1,4600	0,1290	1,1441
blokk 1	Ystemelk	DF45	1,4012	0,1122	1,0764
	Ystemelk	DF90	1,3981	0,1117	1,0752
	Ystemelk	MF45	1,4354	0,1267	1,1421
	Ystemelk	MF90	1,4253	0,1278	1,1485
blokk 2	Ystemelk	DF45	1,3756	0,1108	1,0448
	Ystemelk	DF90	1,3944	0,1127	1,0589
	Ystemelk	MF45	1,4236	0,1286	1,1371
	Ystemelk	MF90	1,4166	0,1280	1,1317
blokk 3	Ystemelk	DF45	1,3601	0,1097	1,0165
	Ystemelk	DF90	1,3923	0,1124	1,0608
	Ystemelk	MF45	1,4335	0,1279	1,1254
	Ystemelk	MF90	1,4094	0,1272	1,1165
blokk 1	Etter forysting	DF45	0,3760	0,0732	0,4211
	Etter forysting	DF90	0,3892	0,0743	0,4248
	Etter forysting	MF45	0,4471	0,0898	0,5090
	Etter forysting	MF90	0,4401	0,0890	0,4970
blokk 2	Etter forysting	DF45	0,3734	0,0731	0,4138
	Etter forysting	DF90	0,3856	0,0749	0,4152
	Etter forysting	MF45	0,4376	0,0907	0,4996
	Etter forysting	MF90	0,4542	0,0926	0,5082
blokk 3	Etter forysting	DF45	0,3762	0,0724	0,4029
	Etter forysting	DF90	0,3882	0,0746	0,4061
	Etter forysting	MF45	0,4318	0,0887	0,4849
	Etter forysting	MF90	0,4518	0,0904	0,4981
blokk 1	2. myseavtapp	DF45	0,3774	0,0741	0,4174
	2. myseavtapp	DF90	0,3889	0,0757	0,4237
	2. myseavtapp	MF45	0,2660	0,0534	0,2929
	2. myseavtapp	MF90	0,2804	0,0554	0,3013
blokk 2	2. myseavtapp	DF45	0,3657	0,0741	0,4041
	2. myseavtapp	DF90	0,3903	0,0763	0,4165
	2. myseavtapp	MF45	0,2735	0,0561	0,3010
	2. myseavtapp	MF90	0,2889	0,0581	0,3131
blokk 3	2. myseavtapp	DF45	0,3859	0,0750	0,4112
	2. myseavtapp	DF90	0,3902	0,0741	0,4025
	2. myseavtapp	MF45	0,2698	0,0549	0,2934
	2. myseavtapp	MF90	0,2682	0,0536	0,2867

Ferskost:

Blokk	Prøve	Ystekar	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	P (g/kg)
blokk 1	Ferskost	DF45	8,5928	0,3577	5,5796
	Ferskost	DF90	8,3683	0,3392	5,4239
	Ferskost	MF45	8,7156	0,3309	5,4112
	Ferskost	MF90	8,5687	0,3384	5,5047
blokk 2	Ferskost	DF45	8,7578	0,3518	5,5061
	Ferskost	DF90	8,6137	0,3622	5,5886
	Ferskost	MF45	8,3169	0,3346	5,2806
	Ferskost	MF90	7,9617	0,3297	5,1951
blokk 3	Ferskost	DF45	8,2209	0,3350	5,2406
	Ferskost	DF90	7,4345	0,3095	4,8380
	Ferskost	MF45	8,2602	0,3438	5,3031
	Ferskost	MF90	8,0327	0,3325	5,2165

Vedlegg Q. Standardisering av fettinnhold i ystemelk.

Beregning av fettinnhold i ystemelk (FYM):

Først ble ønsket fettinnhold i ystemelk (YM) beregnet. I forforsøket ble forholdstallet fett:protein i ystemelk lik 0,77 anvendt og i hovedforsøket ble forholdstallet fett:kasein i ystemelk lik 1,05 anvendt.

Forforsøk:

$$\frac{\text{Fettinnhold YM (\%)}}{\text{Protein (\%)}} = 0,77$$

$$\text{Fettinnhold YM} = 0,77 \times \text{Protein (\%)}$$

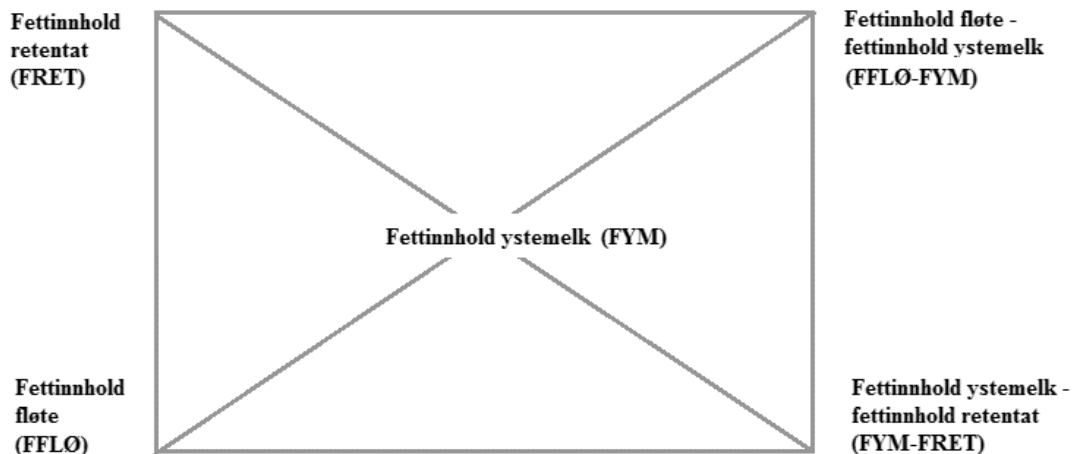
Hovedforsøk:

$$\frac{\text{Fettinnhold YM (\%)}}{\text{Kaseiner (\%)}} = 1,05$$

$$\text{Fettinnhold YM (\%)} = 1,05 \times \text{Kaseiner (\%)}$$

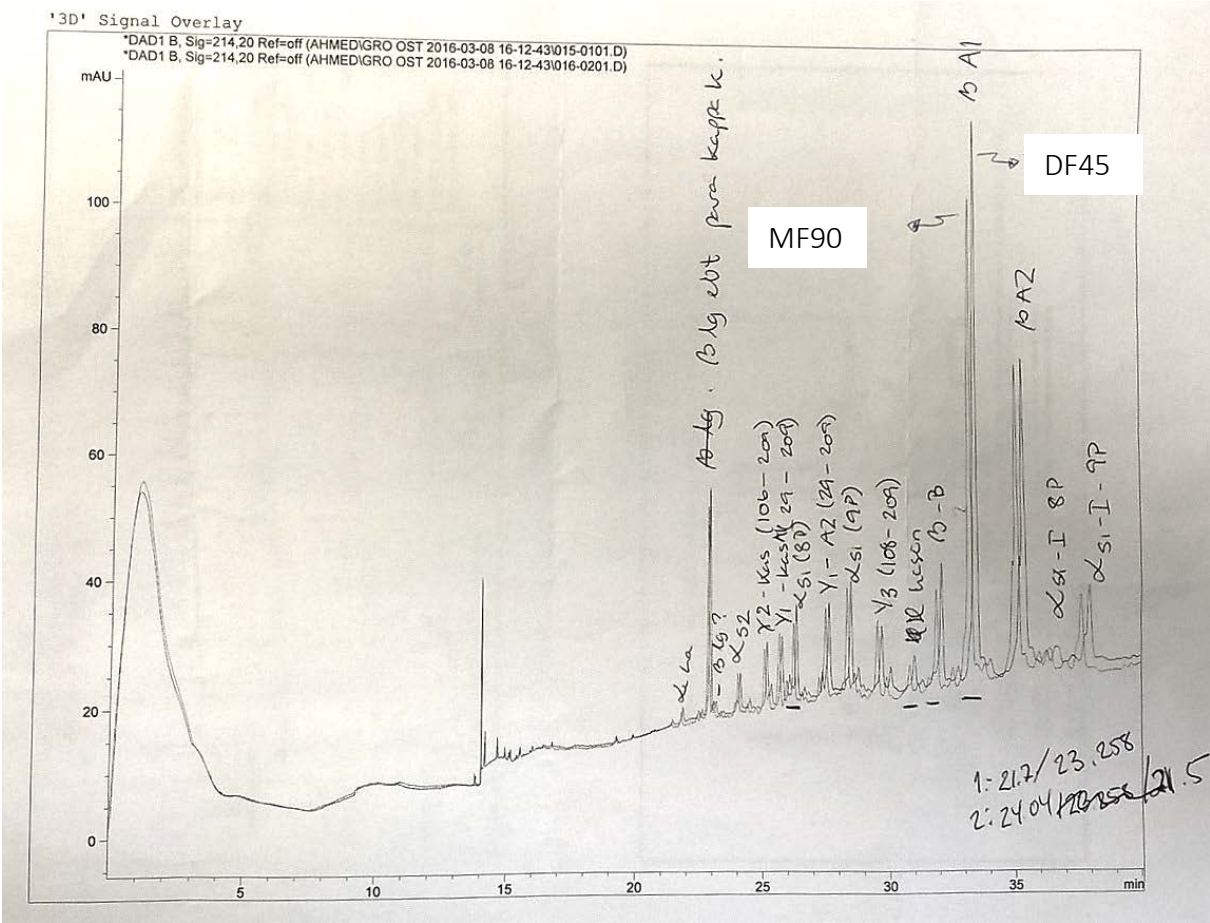
Beregning av fløtetilsetning til retentat:

Konvoluttmetoden (vist nedenfor) ble benyttet for å beregne fløtemengden som måtte tilsettes retentat for å oppnå ønsket fettinnhold i ystemelk, basert på fettinnholdet i fløte og retentat, samt volumet av retentat det skulle ystes fra.



$$\text{Fløtemengde (L)} = \frac{\text{Volum retentat (L)} \times (\text{FYM} - \text{FRET})}{(\text{FFLØ} - \text{FYM})}$$

Vedlegg R. Resultat fra kapillærelektroforese av ost DF45 og MF90 fra blokk 1.





Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

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