



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2017 30 stp
Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Innvirkningen av kasein- og laktosestandardisering av ystemelk på modning av Gouda-type ost

The influence of casein and lactose standardization
of cheese milk on the ripening of Gouda-type
cheese

Fredrik Haugerud
Matvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven ble gjennomført ved Fakultetet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) våren 2017. Oppgaven er en del av prosjektet «Effekt av råstoffets beskaffenhet på ystingsegenskaper av kaseinkonsentrat» som ledes av Anne-Grethe Johansen og Siv Skeie for henholdsvis TINE og KBM.

Jeg vil få takke alle personene som har bidratt til gjennomførelsen av denne masteroppgaven. Takk til Arnold Olsen, Geirfinn Lund og Ola Tjåland for god hjelp og veiledning under ystingen og etterbehandlingen av osten. Takk til Kari Olsen, May Helene Aalberg og Ahmed Abdelghani for uvurderlig hjelp på laben. I tillegg vil jeg takke familie og kjæreste for korrekturlesing av oppgaven.

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

Ås, mai 2017

Fredrik Haugerud

Sammendrag

I denne oppgaven ble det ystet Gouda-type ost ved bruk av fire forskjellige ystingsteknikker. Bakgrunnen for forsøket var å undersøke hvordan kjemiske og sensoriske aspekter utviklet seg mellom ost ystet på tradisjonell måte, ost ystet fra kaseinstandardisert ystemelk og ost ystet fra kasein- og laktosestandardisert ystemelk, gjennom et modningsforløp på 16 uker. Kaseinstandardisering ble gjort ved mikrofiltrering (MF) og kasein- og laktosestandardiseringen ble gjort ved mikrofiltrering etterfulgt av diafiltrering (MF/DF). Ved å benytte seg av kaseinstandardisert ystemelk kan man nøytralisere naturlige variasjoner av kaseininnholdet i melk. Dette vil kunne bidra til en bedre standardisering av ysteprosessen og gi en jevnere kvalitet på osten. Ved i tillegg å diafiltrere ystemelken vil man kunne regulere og standardisere laktoseinnholdet før ysteprosessen, noe som medfører at mysefortynningssteget kan utelukkes. Det ble i tillegg benyttet to forskjellige ystingsteknikker basert på MF/DF ystemelk for å undersøke hvordan en redusert formodningstid ved en økning av podedeprosenten påvirket ystings- og modningsforløpet til osten.

Resultatene viste at det var klare forskjeller mellom ostene ystet med de ulike ystingsteknikkene. Gjennom modningsforløpet hadde MF/DF ostene en gjennomgående lavere pH enn kontroll og MF osten. Innholdet av tørrstoff og total nitrogen i ostene viste seg i stor grad å være avhengig av konsentreringsfaktoren til kasein, hvor MF osten hadde det gjennomgående høyeste tørrstoff og total nitrogen innhold og kontrollosten det laveste. Den proteolytiske aktiviteten viste seg å være betydelig høyere i MF og kontrollosten, hvor disse hadde et høyere innhold av løselig nitrogen og frie aminosyrer enn MF/DF ostene. Flere av resultatene tydet også på at det hadde forekommet en ulik bakteriologisk aktivitet mellom de ulike ostene gjennom modningsforløpet. Innholdet av kalsium, magnesium og fosfor viste seg derimot å bli lite påvirket av de forskjellige ystingsteknikkene. Den generelle tendensen fra de kjemiske analysene viste at MF og kontrollosten hadde en relativ lik utvikling gjennom modningsforløpet og at de skilte seg fra MF/DF ostene, som også hadde en lik utvikling. Ut ifra den beskrivende sensoriske analysen hadde MF osten den hardeste og mest elastiske strukturen, mens kontrollosten var minst hard og elastisk. MF/DF ostene skilte seg betydelig fra MF og kontrollosten ved at de hadde en høyere intensitet av smaksegenskapene surhet og besk/bitter.

Abstract

In this study Gouda cheese was made using four different cheese making techniques. The aim of this study was to investigate how chemical and sensory aspects developed between cheese made in the traditional way, cheese from casein-standardized milk and cheese made from casein and lactose standardized milk through 16-week of maturation. The casein standardization was done by microfiltration (MF), and the casein and lactose standardization was done by microfiltration followed by diafiltration (MF/DF). By using casein standardized cheese milk, the natural variations of the casein content in milk can be neutralized. This may contribute to standardize the cheese making process, and to provide cheese with a more even quality. The addition of a diafiltration step enables regulation and standardisation of the lactose content prior to the cheese making process, which means that the whey dilution step can be excluded. In addition, two different cheese making techniques based on the MF/DF cheese milk were used to investigate how a reduced preacidification time, in combination with an increased amount of starter culture added, affected the cheese making and maturation process of the cheese.

The results showed clear differences between cheeses made from the different cheese making techniques. Throughout maturation, the MF/DF cheeses had a consistently lower pH than the control and the MF cheese. The content of dry matter and total nitrogen in the cheeses was largely dependent on the casein concentration factor, where the MF cheese had the highest content and the control cheese the lowest. The proteolytic activity was found to be significantly higher in MF and control cheese, where these cheeses had a higher content of soluble nitrogen and free amino acids than the MF/DF cheeses. Several of the results also indicated difference in the microbial activity between the various cheeses through the maturation process. The calcium, magnesium and phosphorus content, however, turned out to be less affected by the various cheese making techniques. The general trend for the chemical analyzes was that the MF and the control cheese had a similar development and that they differed from the MF/DF cheeses. Based on the descriptive sensory analysis, the MF cheese had the hardest and most elastic structure, while the control cheese had the least. The MF/DF cheeses differed significantly from the MF and control cheese as they had a higher intensity of the flavor properties acidity and bitterness.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
1.0 Introduksjon	1
2.0 Teoridel	5
2.1 Gouda-type ost	5
2.2 Melk	5
2.2.1 Sammensetningen til melk	5
2.2.2 Kasein og myseprotein	6
2.2.3 Laktose	7
2.2.4 Fett.....	8
2.3 Membranfiltrering	9
2.3.1 Generelt om membranfiltrering.....	9
2.3.2 Mikrofiltrering.....	10
2.3.3 Diafiltrering	11
2.4 Formodning	11
2.5 Modningsprosessen	11
3.0 Materialer og Metoder.....	15
3.1 Forsøksdesign.....	15
3.2 Melkebehandling	17
3.2.1 Syrekultur	17
3.3 Ysting	17
3.3.1 Prøveysting.....	17
3.3.2 Hovedysting	18
3.3.3 Reserveysting	22
3.3.4 Prøvetakningsplan for ysteprosessen	22

3.3.5 Etterbehandling og lagring av ostene	23
3.3.6 Avvik under ysting	24
3.4 Analyser	24
3.4.1 Prøvetakningsplan for ost.....	24
3.4.2 Kjemiske analyser	25
3.4.3 Sensorisk analyse	30
3.4.4 Statistisk analyse	31
4.0 Resultater.....	33
4.1 Ystemelkens sammensetning	33
4.2 pH-utvikling	34
4.3 Tørrstoff	36
4.4 Organiske syrer og karbohydrater	38
4.5 Total og løselig nitrogen	42
4.6 Initiell kaseinnedbrytning.....	44
4.7 Frie aminosyrer	47
4.8 Flyktige aromakomponenter	49
4.9 Mineraler	51
5.0 Sensorisk bedømmelse	53
5.1 Egenskapsbedømmelse.....	53
5.2 Beskrivende sensorisk analyse	55
5.0 Diskusjon.....	61
5.1 Ystemelkens sammensetning	62
5.2 pH.....	62
5.3 Tørrstoff	65
5.4 Organiske syrer og karbohydrater	67
5.5 Total og løselig nitrogen	69
5.6 Initiell kaseinnedbrytning og videre nedbrytning til frie aminosyrer	70

5.7 Flyktige aromakomponenter	73
5.8 Mineraler	75
5.9 Sensorisk bedømmelse	76
6.0 Oppsummerende diskusjon	79
6.0 Referanser.....	83
7.0 Vedlegg	i

1.0 Introduksjon

Ost tilhører gruppen fermenterte meieriprodukter og produseres over hele verden i et stort mangfold av smaker, teksturer og former. Det er antatt at kunsten å lage ost utviklet seg i Midtøsten for om lag 8000 år siden og at det i dag finnes mer enn 1000 varianter (Fox et al., 2017). Ysting av ost er i seg selv en relativt enkel prosedyre, men den involverer komplekse kjemiske og fysiske fenomener under produksjon og modning. Det er hovedsakelig en konsentreringsprosess av melkeproteinene kasein, og fortsetter med produksjonstrinn som er utformet for å kontrollere de kjemiske egenskapene til kaseinmolekylet. Faktorer som påvirker de fysiske og reologiske egenskapene til ost er som følger: pH, oppløsning av kolloidalt kalsiumfosfat, proteolyse, temperatur og ostens sammensetning (spesielt innholdet av kasein, fett og vann). Disse faktorene er igjen avhengige av hvordan ystings- og modningsprosessen utføres, hvor melkebehandling, syrekultur, koagulering, kutting og røring av koagelet, ettervarming, mysefortynning, pressing og salting er av stor betydning for hvordan ulike ostetyper produseres. Det første steget for å produsere en ost med gjentagende kvalitet er å kontrollere sammensetningen til melken. Hvis melkens sammensetning ikke er konsistent, vil en etterfølgende standardisert ystings- og modningsprosess ikke produsere ost av samme kvalitet hver gang. Årsaker til at melkens sammensetning varierer kan være ulik fôring, tid på året, laktasjonstidspunkt, kurase m.m. (Law and Tamime, 2010).

Gjennom de siste 25 årene har det skjedd mange forandringer vedrørende meieriprodukter og meieriteknologi, hvor utviklingen av membranfiltreringsteknologi har vært sentralt i meieriindustrien. Membranfiltrering har åpnet muligheten for å kontrollere sammensetningen til ystemelken, som igjen bidrar til en mer kontrollert osteproduksjon (Henning et al., 2006). I meieriindustrien har mikrofiltrering (MF) hovedsakelig blitt brukt til å fjerne bakterier og sporer fra melk, ofte i kombinasjon med varmebehandling, men det er nå en fremvoksende teknologi som brukes for å fraksjonere native myseproteiner fra kaseinmiceller. Med denne filtreringsmetoden kan man standardisere kaseininnholdet i melken før ysting, samtidig som kvaliteten på mysenproteinene øker betraktelig ved at de blir separert ut før ysteprosessen (Maubois, 1997, Law and Tamime, 2010). Ved kaseinstandardisering oppnår man en jevnere kvalitet på ystemelken ved at de sesongrelaterte variasjonene i melkens sammensetning minimaliseres. Man vil dermed kunne oppnå en bedre kvalitetsstyring under osteproduksjonen (Guinee et al., 2006).

Modning innebærer de biokjemiske, mikrobiologiske, strukturelle, fysiske og sensoriske forandringene som oppstår under lagringsprosessen hvor fersk ostemasse omdannes til oster med ønskede karakteristikk. For de fleste løpefelte oster er modningsprosessen av enorm betydning, og det skjer en rekke forandringer i osten gjennom dette forløpet. De prosessene som er av størst betydning er nedbrytning av karbohydrater, proteiner og fett, samt endringer i mineral likevekten. Disse forandringene er i sin tur forbundet med endring i pH, proteinhydrering, fettaggregering og svelling av kaseinmatriksen. Melkens sammensetning påvirker ostens sammensetning, som igjen påvirker modningsprosessen. Proteolysen blir i stor grad påvirket av ratioen mellom kasein og fett og vann i osten. En lavere ratio gjør at osten blir mer myk og deigaktig (lav fett ost) eller svak og klebrig (høy fett ost). En høyere ratio vil derimot gi en fastere og mindre sammenhengende ost (Law and Tamime, 2010).

Det finnes en rekke studier som omhandler bruk av mikrofiltrert melk til osteproduksjon. I en studie av Brandsma and Rizvi (1999) ble det produsert Mozzarella fra mikrofiltrert skummet melk. Mikrofiltreringen ble gjort ved ulike pH på skummet melken og det viste seg at en filtrering ved pH 6,0 reduserte kalsiuminnholdet med 20,1 % og myseproteininnholdet steg med 12,6 % i forhold til filtrering ved pH 6,6. Studien konkluderte med at mikrofiltrering ved pH 6,0 var en velegnet metode for å produsere ystemelk med et høyt kaseininnhold, hvor innhold av kalsium og myseprotein ble redusert og justert før selve ysteprosessen. En lignende studie ble gjort av Ardisson-Korat and Rizvi (2004). Her ble det funnet at Mozzarella ost produsert fra ystemelk med høy konsentreringsfaktor av kasein, fra mikrofiltrert skummet melk med pH 6,0, gav en lignende sammensetning som Mozzarella laget på tradisjonell måte, men den hadde en betydelig lavere proteolysegrad. I en studie av Heino et al. (2010) ble det funnet at Edamerost fra MF-ystemelk gav en senere modningsprosess, samt at ostene fikk en hardere og mer elastisk struktur. Dette ble også observert av Neocleous et al. (2002) for Cheddarost, men ved å øke vanninnholdet i osten fra MF-ystemelk ble forskjellene ved modning og tekstur eliminert. Det har også blitt utført en studie for å undersøke den økonomiske lønnsomheten ved å bruke MF ystemelk til osteproduksjon. De økonomiske modellen i studien tok i betraktning en rekke faktorer som melkepris, produksjonskostnader, videreforedlingskostnader av permeatet m.m. MF ystemelk ble funnet å være mer lønnsomt for 30 av 36 måneder enn tradisjonell ystemelk ved produksjon av ost, i perioden 1998-2000. (Papadatos et al., 2003).

Denne masteroppgave bygger videre på prosjektet «Effekt av råstoffets beskaffenhet på ystingsegenskaper av kaseinkonsentrat» som ledes av Anne-Grethe Johansen for TINE og Siv Skeie for Fakultetet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM). Hovedmålet med dette prosjektet er å undersøke hvordan kaseinstandardisert melk påvirker egenskapene til Gouda-type ost. Tidligere, i samme prosjekt, har Ediassen (2016) undersøkt betydningen av formodning ved ysting av Gouda-type ost fra kaseinstandardisert melk, innvirkningen på kalsiuminnholdet og konsistens i osten. Flaatten (2016) undersøkte effekten av diafiltrering og formodningstid på Norvegia-type ost fra kaseinstandardisert ystemelk og de Billot (2016) undersøkte initiell mikrobiota i Gouda-type ost fra kaseinstandardisert ystemelk.

Hensikten med undertegnede masteroppgave var å undersøke hvordan Gouda-type ost ystet av; 1) kaseinstandardisert ystemelk ved hjelp av MF og 2) kasein- og laktosestandardisert ystemelk ved hjelp av MF etterfulgt av diafiltrering (DF), utviklet seg under ystings- og modningsprosessen i forhold til hverandre og i forhold til Gouda-type ost ystet av ustandardisert ystemelk. Formålet med DF var å justere laktoseinnholdet i ystemelken i forkant av ysteprosessen. Denne teknikken muliggjør utelatelsen av det tradisjonelle mysefortynningssteget, og kan potensielt effektivisere ystingsprosessen. Det var også ønskelig å undersøke muligheten for å redusere formodningstiden ved å øke podedeposenten, og se hvordan dette påvirket ystings- og modningsprosessen. Det ble dermed ystet et kar fra MF/DF ystemelk med en formodningstid på 90 minutter og en podedeposent på 1,5 og et MF/DF kar med en formodningstid på 30 minutter og en podedeposent på 2,5 %. For å undersøke effekten av ystingsteknikk ble pH-utviklingen og innholdet av organiske syrer og karbohydrater under ystingsprosessen analysert. Under ostenes modningsforløp ble det i tillegg gjort en rekke andre kjemiske analyser, samt to sensoriske kvalitetsbedømmelser og to beskrivende sensoriske analyser. Ysteprosessen og håndteringen av ostene under modningsforløpet ble gjort i samarbeid med oppgaven til de Billot (2016).

2.0 Teoridel

2.1 Gouda-type ost

Gouda er en ostetype som opprinnelig kommer fra Nederland, men produseres nå over hele verden. Gouda er en løpefelt ost som produseres fra syrnnet kumelk ved bruk av en mesofil DL-syrekultur bestående av *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* og *Leuconostoc mesenteroides*. Når ystemelken er koagulert kuttes koagelet og deretter blir ostemassen og mysen rørt, før det utføres et myseavtapp. Ved myseavtapp fjernes en del av myse og erstattes med temperert vann. Dette gjøres for å tynne ut innholdet av laktose, noe som vil bidra med å kontrollere pH-utviklingen når osten er ferdig presset. Blandingen av ostemasse og myse går så igjennom et ettervarmingssteg før ostemassen forpresses mens den er dekket av myse. Ostemassen kan så kuttes og formes før den presses og legges i saltlake. Tradisjonelt dekkes Gouda av en gul plastemulsjon og modnes så i 2-3 måneder eller lengre. Gouda har normalt en semi-hard konsistens med en glatt struktur og små hull som er jevnt fordelt (Fox et al., 2017). Norvegia® er en Gouda-type ost som har vært produsert i Norge siden 1859 og den modnes i 3, 9 eller 15 måneder før salg (TINE, 2017). I oppgaven vil Norveiga® bli brukt som referanse for den sensoriske egenskapsbedømmelsen av ostene.

2.2 Melk

2.2.1 Sammensetningen til melk

Melk består av vann, proteiner (kasein og myseprotein), fett, laktose, mineraler (løselige og uløselig) og noen mindre bestanddeler som enzymer, ikke-protein nitrogenholdige forbindelse, frie aminosyrer, peptider m.m. Kaseinfraksjonen er forbundet med de uløselige mineralene som et kalsiumfosfat-kaseinkompleks, mens myseproteinene er løst i serumsfasen som enkeltproteiner. Fettfraksjonen består hovedsakelig av triglyserider og eksisterer som fettkuler omgitt av en lipoproteinmembran. Resten av melkens komponenter er løst i serumsfasen (laktose, løselige mineraler, sitronsyre m.m). Gjennomsnittlig innhold av disse komponentene i kumelk er 87,9 % vann, 3,25 % protein (2,51 % kasein og 0,54 % myseprotein), 3,55 % fett, 4,42 % laktose og 0,74 % mineraler (Law and Tamime, 2010). Dette innholdet vil kunne variere på grunn av genetiske forskjeller mellom individer, laktasjonsperiode, fôrtype m.m. Under osteproduksjon går melken gjennom en delvis dehydrering hvor serumsfraksjonen skilles ut og det skjer en oppkonsentrering av fett,

kaseiner (i noen tilfeller denaturerte og aggregerte myseproteiner) og noen av mineralene (Law and Tamime, 2010).

2.2.2 Kasein og myseprotein

Proteinene i melken kan inndeles i kaseiner og myseproteiner. Disse proteinene kan skilles ved å senke pH i melken til 4,6 (det isoelektriske punkt), ved rundt 30 °C, noe som vil føre til at omkring 80 % av proteinene feller ut. Den utfelte fraksjonen vil bestå av kaseiner og de proteinene som fortsatt er løselige vil bestå av myseproteiner (Fox et al., 2015).

2.2.2.1 Kasein

Kaseinene i kumelk kan inndeles i fire hovedtyper, α_{s1} -kasein, α_{s2} -kasein, β -kasein og κ -kasein som forholdsvis utgjør 37, 10, 35 og 12 % av det totale kaseininnholdet. I melk foreligger kaseinene som store, kolloidale, partikler kjent som miceller. Kaseinmicellene består av 94 % protein og 6 % kolloidalt kalsiumfosfat, samt at de inneslutter rundt 2 g vann per gram protein. Kolloidalt kalsiumfosfat består hovedsakelig av kalsium og fosfat, men også noe kalium, natrium, magnesium og sitronsyre. Når pH i melk synker vil det kolloidale kalsiumfosfatet løse seg fra kaseinmicellen og ved pH 4,9 er det på sitt mest løselige. Oppløsningen av de kolloidale kalsiumfosfatet vil også motvirke pH endringen på bakgrunn av sin bufferkapasitet. Denne bufferkapasiteten, i pH-området 6,7-4,5, er viktig under produksjon av ost og andre fermenterte meieriprodukter. Kalsium (Ca^{2+}) er en viktig del av micellestrukturen ved at den danner bindinger mellom serinfosfatgruppene til kaseinene. En kalsiumkonsentrasjon på over 4 mM fører til at α_{s1} - og α_{s2} -kasein blir uløselig. β -kasein er løselig ved høye konsentrasjoner av kalsium for temperaturer under 18 °C, men ved temperaturer over 18 °C blir den uløselig selv med lav konsentrasjon av kalsium. κ -kasein er derimot løselig ved alle konsentrasjoner av kalsium (opp til der generell utsalting skjer) og løseligheten er uavhengig av temperatur og pH. Dette gjør at κ -kasein har evnen til å stabilisere og hindre utfelling av α_{s1} -, α_{s2} - og β -kasein og det er her grunnlaget for kaseinmicellen dannes (Fox et al., 2015).

Oppbygningen til kaseinmicellen har lenge vært debattert og den mest anerkjente modellen i nyere tid er presentert av Dagleish and Corredig (2012). I denne modellen utgjør α - og β -kaseinene kjernen av micellen, bundet sammen av kolloidalt kalsiumfosfat, som er omringet av κ -kasein. Selv om α - og β -kaseinene både har hydrofobe og hydrofile deler er de hydrofobe delene uskjermet og vil kunne danne hydrofobe bindinger. Dette i sammenheng med bindinger mellom kalsium og fosfat fører til at de aggregerer. κ -kasein er det mest

hydrofile av kaseinene grunnet en negativt ladd karbohydratgruppe på den C-terminale enden, kalt glykomakropeptidet (GMP). Dette fører til at κ -kaseiner vil fordele seg rundt overflaten til kaseinmicellen, hvor GMP er orientert mot væskefasen og den hydrofobe N-terminale enden er orientert mot micellen. Kaseinmicellene vil dermed frastøte hverandre og være stabile under normale forhold i melken.

Under produksjon av ost er det ønskelig å destabilisere kaseinmicellen slik at de koagulerer og danner en ostegel. Enzymatisk koagulering innebærer at løpeenzymet, hovedsakelig chymosin, spalter av GMP fra κ -kaseinet. Dette fører til at kaseinmicellene ikke lenger vil frastøte hverandre i like stor grad, og ved tilgang på kalsium vil de binde seg sammen og danne et koagel (Dagleish and Corredig, 2012, Fox et al., 2015).

2.2.2.2 Myseprotein

Myseproteinene i kumelk består hovedsakelig av β -laktoglobulin (β -Lg), α -laktalbumin (α -La), immunoglobulin (Ig) og bovint serum albumin (BSA). I melk er de løselige, har en globulær form og de har et relativt høyt nivå av intramolekylære disulfidbindinger. Ved varmeindusert denaturering kan myseproteinene danne tiol-disulfidbindinger med andre myseproteiner og κ -kasein, hvor sistnevnte fører til dannelsen av κ -kasein/ β -Lg aggregater. Graden av interaksjoner og størrelsen til aggregatene påvirkes av varmebehandlingsgraden, pH ved oppvarming, ionestyrken, kalsiuminnholdet og forholdet mellom kasein og myseprotein. Dannelse av κ -kasein/ β -Lg aggregater er generelt uønskede når det kommer til løpefelt ost. Hvis denatureringsgraden til myseproteinene er ≥ 25 % hindres løpeenzymet i så stor grad at ostens smelteegenskaper forringes og inkorporering av fett i osten reduseres. Derimot kan en moderat denaturering av myseprotein gi bedre tekstur for fettreduert ost, ved at fastheten reduseres. En varmebehandling på 72 °C i 26 sekunder gi 0,2 g denaturert myseprotein per 100 g ost, mens en varmebehandling på 82 °C i 26 sekunder gir 1,4 g denaturert myseprotein per 100 g ost (Rynne et al., 2004, Law and Tamime, 2010).

2.2.3 Laktose

Laktose er et disakkarid bestående av D-glukose og D-galaktose bundet sammen via et β -1,4 glykosidbånd. Det er en essensiell komponent når det kommer til fermenterte melkeprodukter. Under produksjon av ost er den primære glykolytiske prosessen omdannelsen av laktose til melkesyre. Rundt 96 % av laktosen fjernes under ysteprosessen ved at den følger mysen, samt at noe omdannes til melkesyre av syrekulturen. Den ferske ostemassen vil fortsatt inneholde en betydelig andel laktose, som igjen vil påvirke pH-utviklingen og egenskapene til osten. For

Gouda-type ost inneholder ferdig presset ost rundt 3 % laktose, som vanligvis reduseres til udekkerbare nivåer 12 timer etter pressing. Innholdet av laktose i ostemassen blir påvirket av ulike steg under ysteprosessen, hvor mysefortynningssteget er det viktigste (Fox et al., 2017).

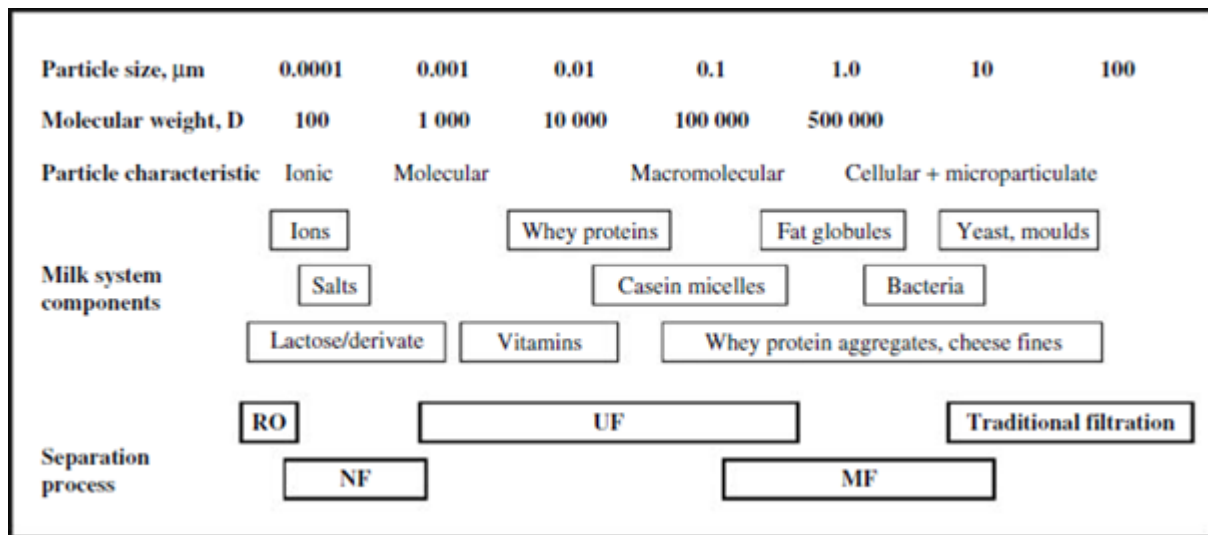
2.2.4 Fett

Melkefettet finnes i form av dispergerte fettkuler omgitt av en lipoproteinmembran i størrelsesorden fra 2-6 μm . Hovedandelen i fettkulene består av triglyserider som utgjør 96-99 % det totale fettinnholdet og resten består av fosfolipider, diasylglyseroler, steroler og noen spor mengder av karotenoider, fettløselige vitaminer og frie fettsyrer. Skader på lipoproteinmembranen fører til et økt innhold av frie fettsyrer i melken siden triglyseridene da blir lett tilgjengelig for lipolyse. Dette kan føre til en uønsket smaksutvikling i osten, spesielt for modnede ostetyper som Emmental, Gouda og Cheddar. Fettinnholdet er en viktig del av osten, det er av stor betydning for teksturen og det påvirker modningsprosessen, som igjen påvirker utviklingen av smak og aroma (Law and Tamime, 2010). De fleste, velkjente, ostetyper er pålagt å ha et tørrstoffinnhold og et fett-i-tørrstoff innhold som samsvarer med den standarden som er satt. For Gouda-type ost varierer innholdet av fett-i-tørrstoff i forhold til det totale tørrstoffinnholdet. Det minimale innholdet av fett-i-tørrstoff er satt til 30 % med et korresponderende tørrstoffinnhold fra 48-55 %. Det er imidlertid ikke satt noen øvre grense for fett-i-tørrstoff eller tørrstoffinnhold (Codex Alimentarius, 2013).

2.3 Membranfiltrering

2.3.1 Generelt om membranfiltrering

Membranfiltrering har revolusjonert meieriindustrien på mange interessante måter og ført til en betydelig utvikling av nye prosesser og produkter. Historien til ost produsert ved bruk av membranfiltrering startet på slutten av 60-tallet ved oppfinnelsen av MMV-prosessen (Maubois et al., 1969, Mistry and Maubois, 2004). Prosessen ble oppkalt etter oppfinnerne (Maubois, Mocquot og Vassal), og den åpnet nye veier for betydelige framskritt innen osteproduksjon. Siden oppfinnelsen har ultrafiltrering (UF) og reversert osmose (RO) vært mest brukt, men i nyere tid har også mikrofiltrering (MF) og nanofiltrering (NF) kommet i anvendelse (Mistry and Maubois, 2004). Membranfiltrering virker som det logiske valget for fraksjonering av melk fordi mange av komponentene i melken kan separeres på bakgrunn av størrelsen. I alle membranfiltreringsprosesser skjer separeringen ved en selektiv permeasjon gjennom en semi-permeabel membran under en trykkgradient. Væskestrømmen deles dermed inn i strømmer, permeat og retentat. Permeatet består av de komponentene i væsken som kan passere membranen, og retentatet består av komponentene som holdes tilbake. Det er ingen eksakt differensiering mellom de ulike membranfiltreringsteknikkene (MF, UF, NF og RO), men porestørrelsen til membranen og trykkgradienten blir ofte brukt til å skille dem fra hverandre. For MF brukes det vanligvis en hydrostatisk trykkforskjell på 0,1-1 bar, for UF brukes vanligvis 0,1-0,55 bar, for NF brukes vanligvis 20-40 bar og for RO brukes vanligvis 20-100 bar (Tamime, 2009). Trykkgradienten og membranporestørrelsen avhenger av hvilke komponenter man ønsker å separere. Membranfiltreringsprosessene som brukes i meieriindustriene presenteres i figur 1, hentet fra Tamime (2009). Den viser størrelsen til de ulike melkekomponentene og hvilken membranfiltreringsteknologi som kan benyttes for å separere de ulike melkekomponentene.



Figur 1. Størrelsen til de ulike melkekomponentene og membranfiltreringsteknikken som kan benyttes for å separere dem. Hentet fra Tamime (2009).

Som figur 1 viser kan mikrofiltrering benyttes til å separere kaseinmiceller, som dermed gjør det mulig å oppkonsentrere og standardisere kaseinmicellene i melken. Det er, blant annet, dette som er formålet med membranfiltreringen i denne oppgaven

2.3.2 Mikrofiltrering

Bruken av mikrofiltrering i meieriindustrien startet som en effektiv måte å redusere antallet bakterier og sporer fra melk, ofte i kombinasjon med varmebehandling. Mikrofiltrering gjorde det mulig å separere ut bakteriecellene fra de andre melkekomponentene (Mistry and Maubois, 2004). I nyere tid er mikrofiltrering en fremvoksende metode for å separere kasein fra myseprotein før produksjon av ost (Law and Tamime, 2010). På denne måten får man et kaseinrikt retentat og et, så å si, sterilt permeat som inneholder native myseproteiner, mineraler og laktose. Volumet på retentatet vil være mindre enn det originale volumet til melken og man vil trenge en mindre andel løpe under ystingsprosessen, noe som resulterer i en redusert produksjonstid og en økt produksjonskapasitet. Figur 1 viser at i tillegg til kaseinmiceller vil fett og mikroorganismer oppkonsentreres i retentatet. Mikrofiltrering åpner også muligheten for en fleksibel justering av forholdet mellom kasein/myseprotein eller kasein/fett i ystemelken (Le et al., 2014). For å separere kasein fra myseprotein brukes det som oftest en keramisk membran med en porestørrelse på 0,05-0,2 μm , et lavt transmembrantrykk (0,1-1 bar) og en høy strømningshastighet (3-8 m/s) (Heino, 2009). Ved ultrafiltrering vil myseprotein, i tillegg til kasein, oppkonsentreres. Dette kan være en fordel for mange ostetyper og være med på å øke osteutbyttet, men for mange harde ostetyper vil det kunne gi uønsket smak og teksturegenskaper (Nelson and Barbano, 2005). En stor andel myseproteiner vil kunne gi en betydelig effekt på proteolysen i osten. Creamer et al. (1987)

fant at oppkonsentrering av myseproteiner vil kunne senke aktiviteten til løpeenzymet og ost fra UF retentat tre ganger så mye løpeenzym som ost fra ufiltrert melk for å oppnå lik grad av proteolyse i Cheddar ost. Dette vil kunne unngås ved bruk av mikrofiltrering, hvor myseproteiner ikke oppkonsentreres.

2.3.3 Diafiltrering

Under membranfiltrering vil retentatet alltid inneholde en betydelig andel av de komponentene som i utgangspunktet kan passere membranen, deriblant laktose, myseproteiner og mineraler. For å oppnå et renere konsentrat kan retentatet tilsettes rent vann og filtreres på nytt. Denne prosessen blir kalt diafiltrering (Walstra et al., 2006). Graden av laktose i ystemelken påvirker andelen laktose som inkorporeres i ostemassen, som igjen påvirker pH-utviklingen til osten. For å kontrollere laktoseinnholdet i ostemassen benyttes ofte et mysefortynningssteg under ysteprosessen, hvor myse fjernes og erstattes med varmt vann (Law and Tamime, 2010). Mikrofiltrering etterfulgt av diafiltrering åpner muligheten for å standardisere kasein- og laktoseinnholdet i forkant av ysteprosessen. Diafiltrering vil dermed kunne bidra til å effektivisere ysteprosessen ytterligere, ved at mysefortynningssteget kan utelates.

2.4 Formodning

Formodning er et steg i ysteprosessen hvor hovedformålet er syring av ystemelken ved produksjon av melkesyre fra syrekulturen. Teoretisk forventes det at en lengre formodningstid gir en lavere pH, grunnet en større melkesyreproduksjon (Fox et al., 2015). pH-utviklingen i ysteprosessen vil påvirke flere viktige aspekter i osten og under osteproduksjonen. Walstra et al. (2006) påpeker at en lavere pH, grunnet lengre formodningstid, vil øke løseligheten til det kolloidale kalsiumfosfatet, det vil gi en økt synerese og det vil påvirke aktiviteten til løpeenzymet, samt inkorporere mer løpeenzym i ostemassen. Disse faktorene vil kunne påvirke teksturen og vanninnholdet til osten, samt enzymaktiviteten under modningsprosessen til osten, noe som igjen påvirker ostens kvalitet.

2.5 Modningsprosessen

Modning av ost inkluderer alle de kjemiske endringene som osten gjennomgår, hvorav noen allerede starter under ysteprosessen. Ostens struktur og sammensetning gjennomgår endringer som igjen påvirker dens organoleptiske egenskaper. Biokjemiske og mikrobiologiske, samt rene kjemiske og fysiske aspekter er involvert. Utviklingen av ostens egenskaper, inkludert

konsistens og smak, skyldes spesielt omdannelsen av laktose, protein, fett og i noen oster sitronsyre (Walstra et al., 2006).

Ettersom ost er et fermentert meieriprodukt er metabolismen av laktose til melkesyre, fra syrekulturen, en viktig prosess. Hastigheten og omfanget på denne prosessen påvirker i stor grad den initiale teksturutviklingen i osten ved at en pH reduksjon fører til dissosiasjon av kolloidalt kalsiumfosfat ut av kaseinmicellen, samt at løseligheten til kaseinmicellene reduseres. pH påvirker indirekte tekstur- og smaksutviklingen i osten ved at aktiviteten til enzymer som er viktig for modningsprosessen påvirkes. Mesteparten av laktosen fjernes ved mysen under ysteprosessen, men små mengder laktose vil befinne seg i ostemassen. I Gouda-type ost blir hovedsakelig all den resterende laktosen bli omgjort til L-laktat av syrekulturen. L-laktat kan igjen oksideres av melkesyrebakterier til acetat, etanol, maursyre og CO₂ (McSweeney, 2004).

Sitrat er en viktig forløper for smaksforbindelser i visse ostevarianter produsert med en mesofil DL-syrekultur. Sitrat metaboliseres hovedsakelig av sitrat-positive stammer av *Lactococcus*, som *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* og *mesenteroides* subsp. Produkter fra sitratmetabolismen inkluderer CO₂ og smakskomponenter, spesielt diacetyl, som er viktig for hulldannelsen og smaksutviklingen i nederlandske ostetyper (McSweeney, 2004).

I alle ostetyper skjer det en hydrolyse av triglyserider. Hydrolysen kan komme fra enzymer som finnes naturlig i melken og fra enzymer som produseres endogent og/eller eksogent av bakterier under modningsprosessen. Triglyseridene i melk fra drøvtyggere inneholder mange kortkjedede fettsyrer, som ved frigjøring er av stor betydning for smaksutviklingen til mange ostetyper. Selv om lipolyse forekommer i alle ostetyper er det stor forskjell på graden av lipolyse. For ostetyper som Cheddar, Gouda og sveitserost forekommer det en liten grad av lipolyse, og en stor grad av lipolyse er uønsket (McSweeney, 2004).

Proteolyse er den mest komplekse, og i mange ostetyper den viktigste, prosessen som forekommer under ostemodning. Sammen med endringer i kalsiumlikevekten er proteolyse hovedsakelig ansvarlig for teksturforandringene i osten. Disse teksturforandringene innebærer endringer i hardhet, elastisitet, kohesivitet, sprøhet, strekkbarhet, smelteevne, klebrighet og emulgeringsevne. Proteolysen har også en betydelig innvirkning på smaksutviklingen i ost. Dessverre påfører noen av de mindre peptidene og noen frie aminosyrer en bitterhet til osten, hvis de er tilstede i tilstrekkelige mengder, noe som er en vanlig kvalitetsfeil i ost (Fox et al.,

2017). Enzymene som står for proteolysen i ost kommer primært fra løpeenzymer, fra selve melken, fra syrerkulturen og fra ikke-tilsatte melkesyrebakterier (NSLAB). Avhengig av ysteprosessen kan opptil 30 % av chymosinet inkorporeres i ostemassen. Den spesifikke proteolytiske aktiviteten til chymosin under ostemodning er hovedsakelig på α_{s1} -kasein, og den kan gi flere nedbrytningsprodukter som videre kan hydrolyseres via enzymer fra bakteriekulturen. Chymosin er også aktiv på de hydrofobe regionene til α_{s2} -kaseinet. Det viktigste proteolytiske enzymet som stammer fra melken er plasmin. Den spesifikke aktiviteten til plasmin er hovedsakelig på β -kasein, men den er også betydelig aktiv mot α_{s2} -kasein og α_{s1} -kasein. Hydrolyse produktene fra β -kasein er hovedsakelig γ -kasein og proteose peptoner. Syrekulturen og NSLAB er av stor betydning for den videre nedbrytningen av kaseinene. Det proteolytiske systemet til *Lactococcus* inneholder en rekke enzymer som kan hydrolysere både proteiner og peptider. Et av dens viktigste proteolytiske enzym er lactoceptin. Hovedoppgaven til lactoceptin i ost er å degradere nedbrytningsproduktene fra chymosin og plasmin til mindre peptider, som igjen kan degraderes til frie aminosyrer via andre ekstracellulære enzymer. Mønsteret og graden av proteolyse varierer betydelig mellom ulike ostetyper, på bakgrunn av ystingsteknikk (spesielt ettervarmingstemperatur) og modningsforholdene. Forskjellene i løselig nitrogeninnhold ved pH 4.6 (en mye brukt indikator for proteolyse) kommer av forskjeller vedrørende vanninnhold, temperatur, pH, ettervarmingstemperatur, pH ved myseavtapp og ulike forhold under modningsforløpet. Disse forholdene påvirker aktiviteten til chymosin, plasmin og proteaser fra mikroorganismene i osten (McSweeney, 2004).

3.0 Materialer og Metoder

3.1 Forsøksdesign

Det ble utført fem ystinger av Gouda-type ost (28 % fett) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) sitt pilotanlegg. Det ble først utført en prøveysting den 13. september og hovedystingene ble utført i tre blokker på datoene 16. september, 20. september og 27. september (2016). Grunnet en feil som ble gjort ved den første hovedystingen ble det utført en ekstra ystedag den 11. oktober (2016). Forsøksdesignet hadde tre faktorer med to nivåer. Den første faktoren var filtreringsgrad hvor ystemelken enten var retentat fra mikrofiltrering (MF) eller fra mikro- og diafiltrering (MF/DF). Den andre faktoren var podeprosent hvor det ble anvendt 1,5 % og 2,5 %. Den siste faktoren var formodningstid hvor det ble anvendt 30 og 90 minutter.

Det ble benyttet fire ystekar under hovedystingene hvor rekkefølgen på karene ble randomisert. I to av disse ystekarene ble det benyttet MF/DF ystemelk med ulik formodningstid og podeprosent, i et av ystekarene ble det benyttet MF ystemelk og det siste ystekaret var et kontrollkar med ufiltrert ystemelk. Tabell 1 viser forsøksdesignet for de tre blokkene til hovedystingene og for den ekstra ystedagen.

Tabell 1. Oversikt over forsøksdesignet som ble benyttet under hovedystingene. Det ble benyttet fire ystekar med forskjellig ystingsteknikk for utenom blokk 4 hvor det ble benyttet to ystekar. I tabellen er det angitt blokk, ystingsteknikk, filtrering, formodningstid, mysefortynning, ystekar i pilotanlegget, konsentreringsgrad for kasein og grad av diafiltrering. MF = Mikrofiltrert og MF/DF (90 og 30) = mikro- og diafiltrert med 90 og 30 minutters formodning.

Blokk	Ystingsteknikk	Filtrering	Podeprosent	Formodningstid	Mysefortynning	Ystekar i pilotanlegg	Konsentreringsgrad for kasein	Grad av diafiltrering
1	Kontroll	Ufiltrert	1,5 %	30 min.	40 %	2	-	-
	MF	Mikrofiltrert	1,5 %	90 min.	40 %	4	1,18	-
	MF/DF 90	Diafiltrert	1,5 %	90 min.	-	3	1,12	30 %
	MF/DF 30	Diafiltrert	2,5 %	30 min.	-	1	1,12	30 %
2	Kontroll	Ufiltrert	1,5 %	30 min.	40 %	3	-	-
	MF	Mikrofiltrert	1,5 %	90 min.	40 %	1	1,16	-
	MF/DF 90	Diafiltrert	1,5 %	90 min.	-	2	1,12	30 %
	MF/DF 30	Diafiltrert	2,5 %	30 min.	-	4	1,11	30 %
3	Kontroll	Ufiltrert	1,5 %	30 min.	40 %	4	-	-
	MF	Mikrofiltrert	1,5 %	90 min.	40 %	2	1,23	-
	MF/DF 90	Diafiltrert	1,5 %	90 min.	-	1	1,17	30 %
	MF/DF 30	Diafiltrert	2,5 %	30 min.	-	3	1,17	30 %
4	MF	Mikrofiltrert	1,5 %	90 min.	40 %	4	1,19	-
	MF/DF 90	Diafiltrert	1,5 %	90 min.	-	3	1,16	30 %

Kontrollkaret ble ystet med ca 320 L ystemelk, mens de resterende karene ble ystet med ca 250 L ystemelk. For å få det ønskede forholdet mellom fett og kasein (1,05 fett/kasein) ble det tilsatt fløte i skummet melken og i retentatet. Selv om mengden ystemelk var forskjellig mellom kontrollkaret og karene med filtrert ystemelk var det forventet likt osteutbytte på grunn av ulik konsentreringsgrad av kasein. Videre i oppgaven vil de ulike ystingsteknikkene forkortes etter filtreringsgraden, da som MF eller MF/DF, hvor MF = ysting med mikrofiltrert ystemelk og MF/DF = ysting med mikro- og diafiltrert ystemelk. Ystingsteknikken med ufiltrert ystemelk vil bli referert til som «kontroll». For å skille mellom de to ystingsteknikkene med MF/DF ystemelk er formodningstiden tatt med, hvor MF/DF 90 = 90 minutters formodning og MF/DF 30 = 30 minutters formodning.

3.2 Melkebehandling

Råmelken som ble benyttet var fra Ås gård. Den ble levert dagen før hver ysting og behandlet samme dag. Separeringen ble utført ved 55 °C (SA 1-01-175, Westfalia Separator AG, Oelde, Tyskland). Skummetmelken ble pasteurisert ved 75 °C i 15 sekunder og fløten ble pasteurisert ved 80 °C i 15 sekunder i en platevarmeveksler (A3-HRB, Alfa Laval, Lund, Sverige). En andel av skummetmelken ble deretter mikrofiltrert i et spesialtilpasset UF/MF pilot anlegg (UF/MF pilot MCC RV 01118340, Silkeborg, Danmark) som er utstyrt med en rørvarmeveksler som kjøler melken under filtreringsprosessen, beskrevet i patent no. 330181 av Hoffmann (2011). Membranen som ble anvendt var keramisk (Inside Ceramic, Tami Industries, GEA, Frankrike), med en porestørrelse på 0,14 µm og et transmembrantrykk på 0,4 bar. Filtreringstemperaturen lå på ca. 50 °C. Andelen av MF retentatet som videre skulle diafiltreres ble tilsatt 30 % pasteurisert vann før filtreringen. Den ufiltrerte skummetmelken, MF retentatet, MF/DF retentatet og fløten ble lagret ved 4 °C før ysting neste dag.

3.2.1 Syrekultur

Det ble anvendt en frysetørket mesofil DL-syrerkultur av typen Bulk Set HM 505 under forsøket (Danisco Deutschland GmbH, Niebüll, Tyskland). Opparbeidelsen av syrekulturen ble utført, og er beskrevet, av de Billot (2016). Podedrosentene som ble benyttet til de ulike ystingsteknikkene ble regnet ut ifra total mengden av ystemelk benyttet i ystekarene. Tabell 1. viser podedrosenten av syrekulturen som ble benyttet til de ulike ystingsteknikkene, for alle blokkene.

3.3 Ysting

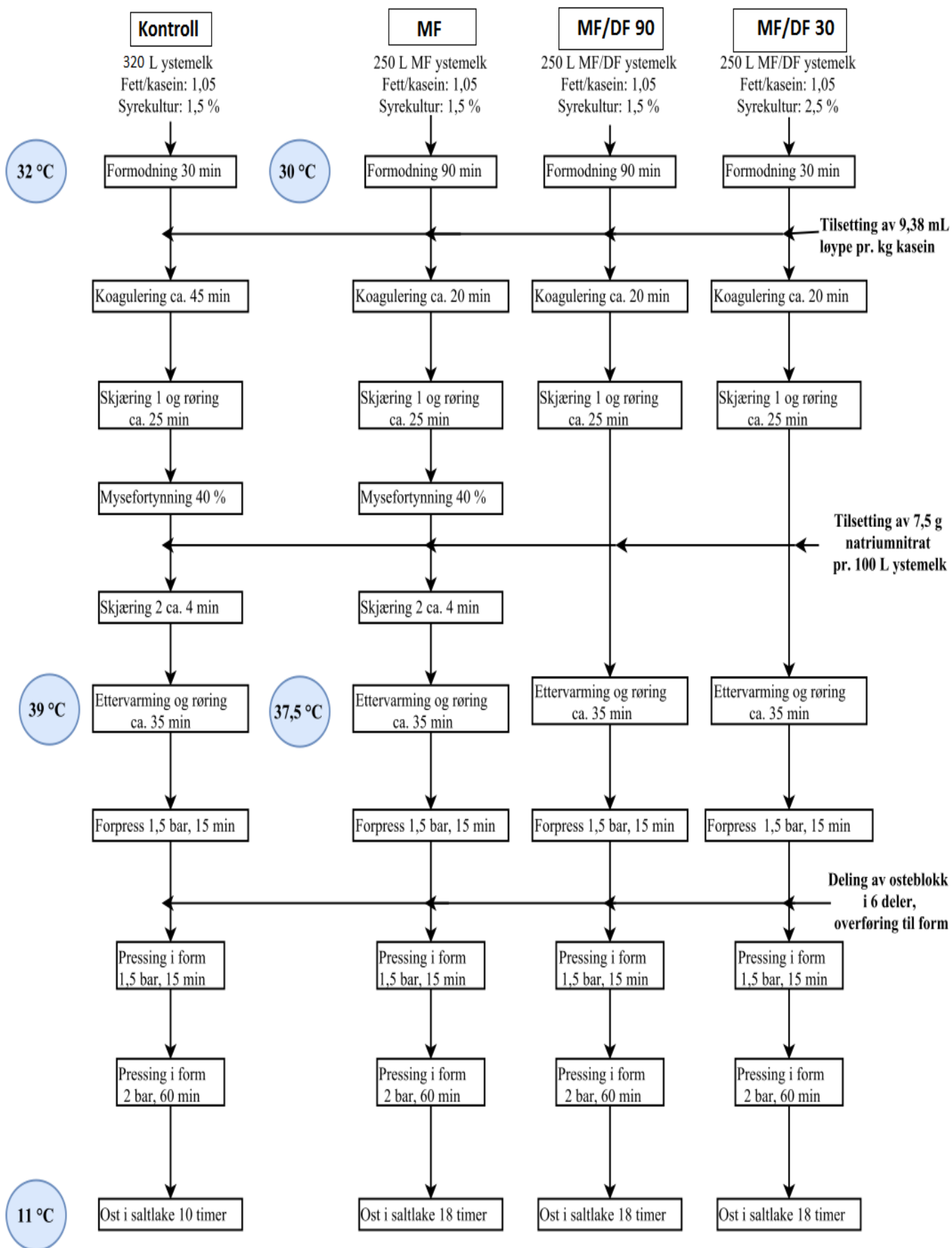
3.3.1 Prøveysting

Det ble gjennomført en prøveysting den 13. september 2016. Denne ystingen ble hovedsakelig utført som en forberedelse før hovedystingene, for å friske opp de ystingstekniske kunnskapene, samt for å utforske de ystingstekniske forskjellene mellom å yste med filtrert melk kontra ufiltrert melk. Det ble ystet et kar med MF/DF 30 ystemelk som ble podet med 2,5 % syrekultur. Ystingsteknikken som ble brukt er identisk med teknikken som er beskrevet i avsnitt 3.3.2.3.

3.3.2 Hovedyusting

Utgangspunktet for de anvendte ysteteknikkene var metoden benyttet av Skeie et al. (2001), Ediassen (2016) og Flaatten (2016), med justeringer etter behov.

Det ble satt av fire ystedager, hvor den fjerde ystedagen var en reserve dag i tilfelle det ble store avvik ved en av de andre ystedagene. Reservedagen ble benyttet, men her ble det bare ystet i to kar. Ystekarene var av typen ASTA Eismann (6mbH, 12958, 2014, Becum, Tyskland). I hvert av karene ble det produsert 6 oster på ca. 5 kg, noe som gav 84 oster totalt. I tre av ystingsblokkene ble det benyttet fire ystekar med forskjellig ystingsteknikk. I et av karene ble det produsert ost fra MF ystemelk, i to av karene ble det produsert ost fra MF/DF ystemelk og det siste var et kontrollkar hvor ystemelken var ufiltrert. For reservedagen ble benyttet to ystekar, et kar med MF ystemelk og et kar med MF/DF 90 ystemelk. Rekkefølgen på ystingskarene ble randomisert for å unngå systematiske feil. Tabell 1 viser en oversikt over forsøksoppsettet med hvilke ystekar og hvilken ystingsteknikk som ble benyttet. Alle ystekarene og alt utstyret som ble brukt i forbindelse med ystingen ble sterilisert med varm damp før bruk. Alt utstyret som kontinuerlig ble brukt under ystingene ble vasket i såpevann, skylt og deretter puttet i et klorbad før det ble brukt på nytt. Alt personell brukte ren sone antrekk og vasket hendene i klorbadet før de var i kontakt med råstoffet. En oversiktlig fremstilling av ysteprosessen for de ulike ystingsteknikkene vises i figur 2. Sammensetningen til skummet melken og retentatet før de ble tilsatt fløte, mengden fløte som ble tilsatt, fettprosenten til fløten og fett/kaseinforholdet etter fløtetilsetning, for alle blokkene, er vist i vedlegg A. Utrekningsmetodene som ble brukt for å regne ut mengden fløtet, løpe og natriumnitrat som ble tilsatt ved de ulike ystingsteknikkene er vist i vedlegg B.



Figur 2. Flytskjema over de ulike ystingsteknikkene benyttet i forsøket. Prosesstemperaturen ved formodning, ettervarming og saltlaken er angitt i blå sirkler. Hentet fra de Billot (2016).

3.3.2.1 Ysting av kontroll

Et ferdig stimet ystingskar ble fylt med ca. 300 L skummet melk. Karet ble videre tilsatt fløte for å få det ønskede forholdet mellom fett og kasein på 1,05. Etter fløtetilsetningen ble ystemelken varmet opp til 32 °C før syrekulturen (1,5 %) ble tilsatt. Når syrekulturen var tilsatt var det en formodningstid på 30 minutter før løpetilsetning. Løpen som ble brukt var av typen CHY-MAX®Plus (Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Danmark) og det ble benyttet 9,38 ml løype pr. kg kasein for alle karene. Da ystemelken var tilstrekkelig koagulert (ca. 45 minutter) ble ostegelen først skjært og så rørt, som vist i tabell 2 under skjæring 1 og forysting. Etter forystingen ble det utført et myseavtapp hvor 40 % av mysen ble fjernet og en tilsvarende mengde pasteurisert vann på 42 °C ble tilsatt. Etter vanntilsetningen ble det tilsatt 7,5 g natriumnitrat pr. 100 L ystemelk. Etter tilsetning av natriumnitrat ble skjæring 2 og ettervarming, som vist i tabell 2, utført. Under ettervarmingen ble ostemassen varmet opp til 39 °C og rørt i 30 minutter. Ostemassen ble så overført i et forpressekar med 50 L pasteurisert vann, som holdt 42 °C, i bunnen av karet. Her ble ostemassen presset i 15 minutter ved 1,5 bar via et presselement (Norgren, Oslo, Norge), mens ostemassen hele tiden var dekket av myse. Deretter ble mysen fjernet og den pressede osteblokken delt i 6 tilnærmet like stor biter og plassert i runde pressformer (Laude, Ter Apel, Nederland). Pressing av ostebitene foregikk i to steg, hvor det første steget bestod av en presstid på 15 minutter ved 1,5 bar og det andre steget bestod av en presstid på 60 minutter ved 2 bar. Pressen var en Perfora 1537 (Perfora, Gram, Danmark). Etter pressingen ble ostene tatt ut av formene og merket med dagnummer og ystingsteknikk. Ostene ble så lagt i kaldt vann før de ble lagt i saltlake i 10 timer (11 °C, 22°Be med pH 5-5,3). Ostene ble lagt i kaldt vann for å samkjøre når ostene, fra de ulike ystingsteknikkene, skulle tas ut av saltlaken neste dag.

Tabell 2. Skjære- og røreprogrammet som ble brukt under ysting av kontroll og MF ost. Røringen ble utført under forystingen og ettervarmingen

Skjæring 1.		Forysting		Skjæring 2.		Ettervarming	
Tid (fortløpende)	Hastighet	Tid	Hastighet	Tid	Hastighe t	Tid	Hastighet
40 sek	2.5	2 min	3	1 min	7	5 min	7
1.30 min	4	10 min	4	2.5 min	9	30 min	7
2.20 min	6	13 min	5				
3.30	8						

3.3.2.2 Ysting av MF

Det ble tilsatt ca 230 L retentat fra mikrofiltrert skummet melk i ystekaret. For å få riktig forhold mellom fett og kasein (1,05) ble fløte tilsatt retentatet. Ystemelken ble så varmet opp til 30 °C og tilsatt syrekultur (1,5 %). Formodningstiden var her på 90 minutter før løpetilsetning med 9,38 ml løype (CHY-MAX®Plus) pr. kg kasein. Etter at ystemelken var tilstrekkelig koagulert (ca. 30 minutter) ble skjæring 1 og forysting utført som vist i tabell 2, før det ble utført et myseavtapp på 40 % og samme mengde pasteurisert vann som holdt 42 °C ble tilsatt. Etter vanntilsetningen ble det tilsatt natriumnitrat (7,5 g pr. 100 L ystemelk) før skjæring 2 og ettervarming, vist i tabell 2, ble utført. Under ettervarmingen ble ostemassen varmet opp til 37,5 °C og holdt ved den temperaturen i 30 minutter under røring. Ostemassen ble så forpresset, oppdelt, presset, merket, lagt i vannbad og til slutt lagt i saltlaken i 18 timer. Disse stegene var identiske med det som er beskrevet for ystingen av kontroll ost, for utenom den lengre tiden i saltlaken. Saltetiden som ble benyttet baserer seg på forsøk gjort av Ediassen (2016) og Flaatten (2016).

3.3.2.3 Ysting av MF/DF

For blokk 1-3 ble det ystet to kar med MF/DF retentat. Ystekarene ble fylt med ca. 230 L retentat og for å få riktig forhold mellom fett og kasein (1,05) ble det tilsatt fløte. Etter oppvarming til 30 °C ble det ene karet podet med 1,5 % syrekultur og formodnet i 90 minutter, mens det andre karet ble podet med 2,5 % syrekultur og formodnet i 30 minutter. Etter formodningen ble karene tilsatt 9,38 ml løype (CHY-MAX®Plus) pr. kg kasein. Når ystemelken var tilstrekkelig koagulert (ca. 20 minutter) ble ostegelen skjært og deretter forystet. Videre ble det tilsatt natriumnitrat (7,5 g pr. 100 L ystemelk) før ostemassen ble ettervarmet ved 37,5 °C i 30 minutter. Tabell 3 viser skjære- og røreprogrammet som ble benyttet. Ostemassen ble så forpresset, oppdelt, presset, merket, lagt i vannbad og til slutt lagt i saltlaken i 18 timer. Disse stegene er identiske med det som er beskrevet for ysting av kontroll ost, for utenom den lengre tiden i saltlaken. Saltetiden som ble benyttet baserer seg på forsøk gjort av Ediassen (2016) og Flaatten (2016).

Tabell 3. Skjære- og røreprogrammet som ble brukt under ysting av MF/DF ost. Røringen ble utført under forystingen og ettervarmingen.

Skjæring		Forysting		Ettervarming	
Tid	Hastighet	Tid	Hastighet	Tid	Hastighet
40 sek	3	1 min	3.5	5 min	7
1.30 min	5	19 min	6	30 min	7
2.20 min	7				
3.30	9				

3.3.3 Reserveysting

På den første ystedagen, blokk 1, ble det gjort noen feil under ysting av MF osten. Det ble tilsatt feil mengde syrekultur, samt at løpen ble tilsatt før formodningen var ferdig. Disse feilene var så store at resultater tatt under ysteprosessen og fra osten ville bli for usikre. Det ble derfor besluttet å utført en reserveysting hvor det ble ystet et kar med MF ystemelk og et kar med MF/DF 90 ystemelk.

3.3.4 Prøvetakningsplan for ysteprosessen

For å måle sammensetningen til skummet melk, retentat, fløte og ystemelk ble det brukt en MilkoScanTMFT1 FTIR maskin (FOSS, Hillerød, Danmark). FTIR målingene ble gjort før selve ysteprosessen startet for å beregne fløte- og løpemengden som skulle tilsettes karene, samt for å få informasjon om innholdet av fett, totalprotein, laktose og kasein. Det ble tatt kontinuerlige pH-målinger under ystingene. Prøvene ble tatt med bulkotestflasker (SKALA prosessteknikk, Oslo, Norge) og målt med et kalibrert pH-meter av typen PHM 210 (Radiometer Analytical SAS, Villeurbanne Cedex, Frankrike). Det ble også tatt ut prøver fra forskjellige steg i ysteprosessen som ble fryst ned for videre analyse ved HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Alle prøvene ble fryst ned i bulkotestflasker, for utenom prøven som ble tatt etter forpressing. Her ble biter av ostemassen pakket i plastikkposer for så å fryses. Tabell 4 gir en oversikt over prøveuttakene som ble tatt under ysteprosessen til FTIR målinger, pH-målinger og HPLC målinger.

Tabell 4. Prøveuttakene som ble utført under ysteprosessen. Ulike prøveuttak ble brukt til å måle melkens sammensetning (FTIR), ta kontinuerlige pH-målinger og nedfrysning for videre HPLC målinger.

Steg	pH	FTIR	Uttak til HPLC analyse
Skummet melk	-	X	-
Retentat	-	X	-
Fløte	-	X	-
Ystemelk	X	X	X
Ystemelk tilsatt syrekultur	X	-	-
Etter formodning	X	-	X
Etter skjæring	X	-	-
Etter forysting	X	-	X
1. myseavtapp	X*	-	-
2. myseavtapp	X	-	X
Etter forpress	X	-	X
Etter press	X	-	-

*pH-målinger ved 1. myseavtapp gjelder bare for kontroll og MF karet.

3.3.5 Etterbehandling og lagring av ostene

Etter at ostene ble tatt opp av saltlaken ble de satt opp på et stativ i 5 minutter slik at den overflødig laken fikk renne av osten. Ostene ble så fraktet til et forlager hvor de lå i 10 dager ved 11 °C og 65 % luftfuktighet. På forlageret ble ostene snudd hver dag slik at overflaten ble tilstrekkelig og jevnt tørr. Når dette var oppnådd ble ostene dekket av to lag plastemulsjon, CHESKA-WL med 0,025 % natamysin (CSK FOOD Enrichment B. V. Leeuwarden, Nederland), på hver side av osten. Dette ble gjort for å beskytte ostene fra mugg og for å forhindre at de tørket ut. Etter 10 dager ble ostene forflyttet til et gjæringslager. Gjæringslageret holdt 19 °C og hadde en luftfuktighet på 70 %. Ostene lå på gjæringslageret i 3 uker, hvor de ble snudd hver dag. Videre ble ostene overført til et modningslager hvor de først ble vakuumpakket i semipermeable vakuumposer (Seald Air CRYOVAC®). Modningslageret holdt 4 °C og her ble ostene snudd en gang i uka.

3.3.6 Avvik under ysting

3.3.6.1 Ystingsblokk 1

Ved den første ystingen ble podeprosenten, for tre av karene, forskjellig fra det som var planlagt. Kontrollkaret fikk 2,7 % syrekultur, MF karet fikk 1,1 % syrekultur og MF/DF 90 karet fikk 1,1 % syrekultur. For MF karet ble det også løype tilsatt før formodningen var ferdig (forklart i avsnitt 3.3.3).

Som vist i tabell 4 ble det tatt kontinuerlige pH-målinger under ysteprosessen. For MF karet ble det ikke tatt pH-måling ved «etter formodning». For MF/DF 30 karet ble det ikke tatt pH-måling ved «systemelk tilsatt syrekultur» og pH-målingen fra «2. myseavtapp» ble tatt etter tilsetning av 50 L vann i forpressekaret, noe som påvirket pH til mysen.

Prøveuttaket til HPLC ble ikke tatt ved «etter formodning» for MF karet og MF/DF 30 karet.

3.3.6.2 Ystingsblokk 2

Ved den andre ystingen ble det gjort en feil under forpressingen av MF/DF 30 ost. Risten som samlet ostemassen ble ikke ordentlig montert, noe som førte til at noe av ostemassen gikk tapt med mysen. Dette førte til at osteutbyttet ble betydelig lavere og ostene ble mindre enn normalen. Denne feilen ble ikke ansett som at den ville ha en betydelig innvirkning på resultatene og det ble derfor ikke gjentatt en ny ysting for MF/DF 30 fra blokk 2.

3.3.6.3 Ystingsblokk 3

Det ble ikke tilsatt vann i forpressekaret før ostemassen ble tilsatt, for kontrollkaret og MF/DF 30.

3.3.6.4 Ystingsblokk 4

Ingen avvik.

3.4 Analyser

3.4.1 Prøvetakningsplan for ost

For de ferdig ystede ostene ble det foretatt prøveuttak ved gitte tidsintervaller. Osten ble først delt opp i biter for så å bli revet i en TRS grønnsaksskjærer fra Dito Electrolux med en riveskive av typen J3. Av den opprevde osten ble det målt pH og tørrstoff samme dag, samt at det ble fryst ned fire syltetøyglass med revet ost som ble brukt til videre analyser. For at prøvene skulle være minst mulig utsatt for luft ble det fylt N₂ gass over osten før lokket ble satt på. Prøveuttakene ble gjort ved 1 dag modnet ost (rett fra saltlake), 10 dager modnet ost (ut fra forlageret), 30 dager modnet ost (ut fra gjæringslageret), 10 uker modnet ost og 16 uker

modnet ost (fra modningslager). Tabell 5 viser hvilke analyser som ble utført ved hvert osteuttak, og det var likt for alle blokkene.

Tabell 5. Analysene som ble utført ved osteuttakene, for alle blokkene.

Osteuttak	pH*	Tørrstoff*	Organiske syrer og karbohydrater (HPLC)	Frie aminosyrer (HPLC)	Flyktige aromakomponenter (HSGC)	Total og løselig nitrogen (MikroKjeldahl)	Kapillær elektroforese	Mineraler	Sensorisk bedømmelse
1 dag	x	x	x	x	x	x	x	x	-
10 dager	x	x	x	x	x	x	x	x	-
30 dager	x	x	x	x	x	x	x	x	-
10 uker	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16 uker	x	x	x	x	x	x	x	x	x

*Osten var ikke fryst før analysen ble utført

3.4.2 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble foretatt ved NMBU der mineralanalysen ble foretatt på Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA) og de øvrige analysene ble foretatt på laboratoriet til forskningsgruppen for Meieriteknologi og Matkvalitet ved KBM. Alle prøvene, for utenom prøvene som ble målt ved FTIR og pH og tørrstoff målingene, ble nedfryst. Før analysene ble de nedfryste prøvene tint på et kjølerom natten over.

3.4.2.1 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

MilkoScan™ FT1 FTIR (FOSS, Hillerød, Danmark) ble benyttet for å måle innholdet av protein, kasein, fett og laktose i skummet melk, retentat, fløte og ystemelk.

3.4.2.2 pH

Under ystingsprosessen ble det foretatt kontinuerlige pH-målinger for å se på pH-utviklingen til de forskjellige ystingsteknikkene. Det ble benyttet et apparat av typen PHM 210 Standard pH-meter (Radiometer Analytical SAS, Villeurbanne Cedex, Frankrike). For ostene som modnet i 1 dag ble pH målt direkte i osten og for de lagrede ostene ble 25 g revet ost overført til et «Ola-beger», tilsatt 10 ml destillert vann og pH ble målt etter ca. 30 minutter.

3.4.2.3 Tørrstoff

Det ble målt tørrstoffinnholdet fra alle osteuttakene, for alle blokkene. Metoden som ble brukt for tørrstoffanalysen er beskrevet i IDF standard 4:2004 (ISO/IDF, 2004).

3.4.2.4 Organiske syrer og karbohydrater

Innholdet av organiske syrer og karbohydrater ble analysert ved bruk av HPLC (High-performance liquid chromatography) på de nedfryste prøveuttakene fra ystingsprosessen og fra ostenes modningsforløp. Metoden som ble benyttet på melk- og myseprøver fra ystingsprosessen ble foretatt som beskrevet av Grønnevik et al. (2011) og metoden som ble benyttet på osteprøvene er beskrevet av Skeie et al. (2008).

Prøveopparbeidelsen var noe forskjellig for melke- og myseprøvene og osteprøvene. For opparbeidelsen av melke- og myseprøvene ble det veid inn 1,00 g i et 10 ml rør. Prøven ble så tilsatt 2,5 ml deionisert vann, 200 µl 0,5 M H₂SO₄ (Merck, Tyskland) og 8 ml acetonitril (Merck). Deretter ble prøven ristet for hånd og satt i en MultiRS-60 BIOSAN vendemaskin (Montebello Diagnostics A/S, Oslo, Norge) i 30 minutter. Prøvene ble så sentrifugert ved romtemperatur i 15 minutter ved 1470 x g (3400 rpm) i en Kubota 2010 sentrifuge (Kubota Corporation, Tokyo, Japan).

For opparbeidelsen av osteprøvene ble det veid inn 2,00 g revet ost i et 50 ml rør. Prøven ble så tilsatt 5,0 ml deionisert vann, 700 µl 0,5 M H₂SO₄ (Merck, Tyskland) og 20 ml acetonitril (Merck). Deretter ble prøven ristet for hånd og satt i en vendemaskin (Multifix) i 30 minutter. Prøven ble så sentrifugert ved romtemperatur i 15 minutter ved 1100 rpm i en Gerber sentrifuge. Alle osteuttakene, fra alle blokkene, ble analysert for organiske syrer og karbohydrater.

Følgende steg var lik for begge opparbeidelsene. Supernatanten ble trukket opp av røret ved bruk av en 10 ml sprøyte (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) med en engangskanyle på 0,8 x 40 mm (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) og deretter filtrert gjennom et 0,2 µm PTFE Membran (Acrodisc CR 13 mm Syringe Filter, PALL, Storbritannia) filter, direkte opp i et HPLC-rør (VWR, USA).

Etter opparbeidelse ble melk- og myseprøvene og osteprøvene analysert ved hjelp av en Aminex HPX-87H kolonne (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA) som ble oppvarmet til 32 °C. For beskyttelse av kolonnen ble alle prøvene først kjørt gjennom en forkolonne av typen Cation-H refill (Bio Rad Laboratories). Kolonnen var koblet til et Perkin Elmer serie 200 pumpesystem (Perkin Elmer, Waltham, MA), en Perkin Elmer Series 200 autosampler (Perkin Elmer) og en Perkin Elmer LC 101 kolonneovn (Perkin Elmer). Den mobile fasen som ble benyttet var 5 mM H₂SO₄ (Merck), med en hastighet på 0.4 mL/min.

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

3.4.2.5 Frie aminosyrer

Identifisering og kvantifisering av frie aminosyrer ble gjennomført ved bruk av analysemetoden HPLC. Metoden som ble benyttet er beskrevet av Bütikofer and Ardö (1999).

Alle osteuttakene, fra alle blokkene, ble analysert. Først ble det veid inn 1,50 g revet ost i et 50 ml Nunc-rør, før den ble tilsatt 15 ml indre standardløsning (0,4 $\mu\text{mol/ml}$ L-norvalin (Sigma-Aldrich, Kina) i 0,1 M HCl (Merck, Tyskland)). Prøvene ble så homogenisert i en Ultra-Turrax i 5 minutter ved 20 000 rpm. Deretter ble prøvene plassert i et ultralydvannbad (Branson 2510, Soest, Nederland) i 30 minutter før de ble sentrifugert (Thermo Scientific, Heraeus Multifuge X3R, Tyskland) i 40 minutter ved 2520 x g (3400 rpm) og en temperatur på 4 °C. Så ble 1 ml av supernatanten overført til et 2 ml eppendorfrør og tilsatt 1 ml av 4 % trikloreddiksyre (Merck). Blandingen ble så mikset i en minishaker (Gene 2, Scientific Industries, New York, NY) og satt på is i 30 minutter. Så ble prøvene sentrifugert i en Eppendorf 5415D mikrosentrifuge (Eppendorf, Hamburg, Tyskland) ved 15 600 x g i 5 minutter ved 4 °C. Etter sentrifugeringen ble supernatantet trukket opp ved en 10 ml sprøyte (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) med en engangskanyle på 0,8 x 40 mm (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) og deretter filtrert gjennom et 0,2 μm cellulose acetat-filter (VWR, USA) direkte i et HPLC-rør. 50 μl av filtratet ble så overført til et analyserør og fryst ned ved -20 °C før analysering.

Før separeringen ble prøven tint og tilsatt 350 μl boratbuffer (0,4 M med pH 10,2, Agilent Technologies, Tyskland). Separeringen ble videre gjennomført ved bruk av et HPLC-instrument bestående av Agilent 1200 serie pumpe (Agilent Technologies, Singapore), Agilent 1200 serie autoinjektor (Agilent Technologies), Agilent 1200 serie kolonneovn (Agilent Technologies), Agilent 1200 serie termostat (Agilent Technologies) og en Agilent

1200 serie fluorescensdetektor. Programvaren som ble benyttet var Open LAB EZChrom (Agilent Technologies). Før injisering ble prøvene derivatisert, 5 µl prøve ble mikset med 5 µl OPA-løsning (Agilent), reaksjonstiden var 0,15 min før injisering. 10 µl av hver prøve ble injisert i instrumentet og analysert med en XTera RP 18 kolonne (150 x 4.6 mm; Waters, Milford, MA) ved hjelp av to mobile faser, A (30 mmol/l natrium-acetat-trihydrat (Merck), 0,1 mmol/l titriplex III (Merck), pH 7,2 og 0,25 % tetrahydrofuran (Merck) og B (100 mol/l natrium-acetat-trihydrat (Merck) og 0,53 mol/l titriplex III (Merck) pH 7,2, tilsatt 80 % acetonitril (Merck)). Kolonnen holdt en temperatur på 42 °C og hastigheten på mobilfasen var 0,7 ml/min. Gradienten på mobilfasen var: fra 3,3-20,7 % B i 13 min, 20,7-30 % B i 12 min og 30-100% B i 4 min.

Standardløsninger for kalibrering ble preparert på samme måte som prøvene som ble analysert, og komponentene i prøvene ble identifisert og kvantifisert på bakgrunn av retensjonstid sammenlignet med standardløsningene. De kjente aminosyrene var: L-asparaginsyre, L-glutamic, L-aspartic, L-serin, L- glutamine, L-histidin, glycin, L-threonine, L-citrulline, L-arginine, L-alanin, GABA, L-tyrosin, L- valin, L-methionin, L-norvalin, L-isoleucine, L-phenylalanin, L-tryptophan, L-leucien, L-ornithine og L-lysin løst i 0,1 M HCl (Merck).

3.4.2.6 Flyktige aromakomponenter

Analysen av flyktige aromakomponenter ble utført ved bruk av HSGC (Headspace gas chromatography). Metoden som ble benyttet er beskrevet av Skeie et al. (1995), med noen modifikasjoner.

Alle osteuttakene, fra alle blokkene, ble analysert. Det ble veid inn 10,00 g revet ost i en headspace flaske og osten ble så presset ned ved hjelp av en glass stav, slik at bare halve volumet til flasken var fylt med ost. Flasken ble så forseglet av en aluminiumsring med et teflonbelagt septum. Prøvene ble så fryst ned ved -20 °C før analysen.

Under analysen ble prøvene plassert i en Agilent Technologies 7679A automatisk headspace sampler med et 6890 GC system (Agilent Technologies) og en flamme ioniseringsdetektor. Programvaren som ble benyttet var Open LAB EZChrom (Agilent Technologies). Bæregassen som ble benyttet var helium (Aga, Norge) med en total flow på 11,1 ml/min.

Headspaceflaskene ble ekvilibrert ved 60 °C i 90 min, og deretter trykksatt til 10 PSI før injeksjon, og injeksjonstiden var 0.5 minutt. En CP-SIL 5CB GC kolonne (Varian, Middelburg, Nederland) ble benyttet for separering av komponentene. Kolonnen hadde en

lengde på 25 meter, med indre diameter på 0,53 mm og filmtykkelse på 5,0 μm . Det ble benyttet følgende temperaturprogram under analysen 33°C, 5 min; økning med 10°C min^{-1} til 40°C, 2 min; økning med 15°C min^{-1} til 70°C, 3 min; økning med 30°C min^{-1} til 130°C, 1 min.

De flyktige komponentene ble separert basert på komponentenes ulike flyktighetsgrad og affinitet til kolonnens stasjonære fase. Identifisering og kvantifisering av de ulike forbindelsene ble gjennomført ved bruk av kalibrerte standardløsninger med kjent konsentrasjon av følgende komponenter: acetaldehyd, diacetyl, etylacetat, 2-butanon, 2-metyl-butanal, 2-metyl-1-butanol, 2-metyl-1-propanal, 3-metyl-butanal, 3-metyl-1-butanol, 2-metyl-1-propanol (Sigma-Aldrich), 1-propanol, 2-propanol, acetoin, aceton, etanol, 1-butanol, 2-butanol og 2.3-pentadion (Merck, Tyskland).

3.4.2.7 Total og løselig nitrogen

Det ble analysert for total og løselig nitrogen fra alle osteuttakene. Analysen ble gjennomført ved bruk av MikroKjeldahl hvor prøvene ble opparbeidet og analysert i henhold til IDF 20 B:1993 (IDF, 1993). De opparbeidede prøvene ble først oppsluttet på en Tecator™ Digestor (Foss Analytical AB, Höganäs, Sverige) og deretter destillert i en Kjeltex™8400 Analyser unit (Foss, Hillerød, Danmark). Destilleringsapparatet gav resultatene i ml titer (ferdig korrigert fra blankprøven) som ble videre regnet ut til total nitrogen (%), og til løselig nitrogen (%). Utrekningsmetoden er vist i vedlegg C.

3.4.2.8 Kapillærelektroforese

Kapillærelektroforese ble benyttet for å analysere den initiale nedbrytningsgraden av kasein i de ulike ostene. Prøveopparbeidelsen til kapillærelektroforese tok utgangspunktet fra prøveopparbeidelsen for totalnitrogen til MikroKjeldahl, beskrevet av IDF 20 B:1993 (IDF, 1993).

Etter opparbeidelsen for totalnitrogen ble 45 ml av løsningen overført til et 50 ml falcon sentrifugeringsrør. Røret ble så sentrifugert (Thermo Scientific, Heraeus Multifuge X3R, Tyskland) ved 2520 x g (3400 rpm) ved 4 °C i 30 minutter. Deretter ble fettlaget som hadde lagt seg øverst i falcon-røret skrapet av med en bomullspinne og så ble røret ristet godt. Videre ble 600 μl overført til et eppendorf-rør som så ble tilsatt 900 μl prøvebuffer (6 M urea, 0,83 mg/ml HPMC, 42 mM MOPS, 167 mM TRIS, 67 mM EDTA, pH 8,6 \pm 0,1) ved bruk av en automatpipette. Prøven ble så mikset på en minishaker (Gene 2, Scientific Industries, New York, NY) i noen sekunder og satt på en «shaker» maskin av typen PSU-20i (BIOSA, EU) i en time. Deretter ble prøven sentrifugert i en Eppendorf 5415D mikrosentrifuge (Eppendorf,

Hamburg, Tyskland) ved 13 000 rpm i 3 minutter ved romtemperatur. Supernatanten ble så trukket opp av en 5 ml sprøyte (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) med en engangskanyle på 0,8 x 40 mm (Becton Dickinson S.A., Madrid, Spania) og deretter filtrert gjennom et 0,2 µm cellulose acetat-filter (VWR, USA) over til et nytt eppendorf-rør. Den filtrerte prøven ble så fryst ned ved -20 °C.

Før analysen ble 100 µl av prøven overført til et prøverør og tilsatt 700 µl runbuffer (6 M urea, 0,83 mg/ml HPMC, 20 mM natriumnitrat, 0,19 M sitronsyre, pH 3,0 ± 0,1), NaOH og deionisert vann. Prøvene ble deretter analysert ved bruk av et Agilent G1600 AX (Tyskland) apparat.

3.4.2.9 Mineraler

Innholdet av kalsium, magnesium og fosfor ble målt for de ulike ostene gjennom modningsforløpet. Under prøveopparbeidelsen ble det veid inn 0,5 g ost i et teflonrør som deretter ble tilsatt 2 ml deionisert vann og 5 ml HNO₃. De opparbeidede prøvene ble deretter dekomponert ved 50 bar og 260 °C i en ultraCLAVE High Performance Microwave Reactor (Milestone, Sorisole, Italia). Etter dekomponeringen ble prøvene fortynnet med deionisert vann og analysert ved Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry i en Perkin Elmer Optima 5300 DV.

3.4.3 Sensorisk analyse

Det ble foretatt en egenskapsbedømmelse og en beskrivende sensorisk analyse av ostene når de var modnet 10 og 16 uker. Den sensoriske bedømmelsen ble utført av trente dommere ansatt ved TINE FOU på Måltidets Hus i Stavanger. Bedømmelsen ble utført den 26 februar når osten var 10 uker og 22 mars (2017) når osten var 16 uker. Den sensoriske bedømmelsen for 10 uker modnet ost ble bare gjort for blokk 1, 2 og 4. Det skjedde en misforståelse slik at ostene fra blokk 3 ikke ble tatt med. For 10 uker modnet ost ble det dermed bedømt 10 oster og for 16 uker modnet ost ble det bedømt 14 oster.

Før bedømmelsen ble ostene delt i to, hvor den ene halvdel ble klargjort til egenskapsbedømmelse og den andre halvdel ble klargjort til den beskrivende sensoriske analysen. Egenskapsbedømmelsen ble utført først og det var fem trente dommere, ansatt ved TINE FOU, som deltok. Rett før den beskrivende sensoriske analysen ble to av ostene valgt ut som referansepunkter slik at dommerne kunne kalibrere seg, i fellesskap, ved at det diskuterte egenskaper og poenggivning mellom de to ostene. Den beskrivende sensoriske analysen ble utført av seks trente dommere, ansatt ved TINE FOU.

Egenskapsbedømmelsen ble utført etter en Norvegia® norm. Prosedyren for egenskapsbedømmelse av ost og kvalitetskarakteristikken for Norvegia® er beskrevet av Kraggerud et al. (2012). Det ble gjort en endring i forhold til denne beskrivelsen.

Egenskapene «ytre utseende» og «indre utseende» ble ekskludert fra egenskapsbedømmelsen, siden det sensoriske panelet ikke var fortrolig med bedømmelse av runde oster og oster dekt av en plastemulsjon, og siden det indre utseende var generelt dårlig for alle ostene på grunn av pipete struktur.

Den beskrivende sensoriske analysen ble utført som beskrevet av Kraggerud et al. (2008) og rådataene ble behandlet hos TINE ved bruk av programvaren Eye Question (Logic8, Wageningen, Nederland).

3.4.4 Statistisk analyse

For å undersøke effekten av blokk og ystingsteknikk på de kjemiske og sensoriske analysene ble det utført en variansanalyse i form av ANOVA, lineær modell type 2, i statistikkprogrammet Rcommander versjon 3.3.2 (©2016 The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Østerrike). Signifikansnivået som ble benyttet var p-verdi <0,05 og ved signifikant effekt ble nullhypotesen forkastet. For alle resultatene med p<0,05 ble det utført en parvis sammenligning ved Tukey's test i Rcommander for å undersøke hvilke av ystingsteknikkene som var signifikant forskjellige. Modellen som ble anvendt for effekt av blokk og ystingsteknikk, samt nullhypotesen og den alternative hypotesen er vist i figur 3.

<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>$\tau_i = \text{effekt av ystingsteknikk}$</p> <p>$\beta_j = \text{effekt av blokk}$</p> <p>$\epsilon_{ij} = \text{NID}(0, \sigma^2) = \text{uforklart variasjon}$</p>	<p>Nullhypotese og alternativ hypotese:</p> <p>Effekt av ystingsteknikk: $H_0: \tau_i = 0$ $H_1: \text{minst en } \tau_i \neq 0$</p> <p>Effekt av blokk: $H_0: \beta_j = 0$ $H_1: \text{minst en } \beta_j \neq 0$</p>
--	--

Figur 3. ANOVA modell, nullhypotese og alternativ hypotese for effekten av blokk og ystingsteknikk på de kjemiske og sensoriske analysene som ble utført.

For organiske syrer og karbohydrater, frie aminosyrer, flyktige aromakomponenter og den beskrivende sensoriske analysen ble det også benyttet prinsippal komponent analyse (PCA) for å undersøke hvordan innholdet av disse komponentene utviklet seg gjennom de ulike ostenes

modningsforløp. Det ble også benyttet PCA for å undersøke hvordan innholdet av organiske syrer og karbohydrater utviklet seg gjennom ystingsprosessen for de ulike ystingsteknikkene. For de kjemiske analysene ble variablene vektet ved at de ble delt på standardavviket. Dette ble ikke gjort for den beskrivende sensoriske analysen siden skalalengden til variablene var den samme. Programmet som ble anvendt til PCA var The Unscrambler®X V10.4.4 (CAMO Software AS, Oslo, Norge).

4.0 Resultater

Forsøket ble utført for å teste om de forskjellige ystingsteknikkene, kontroll (ufiltrert ystemelk), MF (mikrofiltrert ystemelk), MF/DF 90 (diafiltrert ystemelk med 90 minutters formodning) og MF/DF 30 (diafiltrert ystemelk med 30 minutters formodning), gav signifikante forskjeller i ostene basert på kjemiske og sensoriske analyser. Under ystingene ble ystemelkens sammensetning, pH og organiske syrer og karbohydrater analysert ved gitte tidspunkt i ysteprosessen. Under modningen ble ostene analysert for pH, tørrstoff, organiske syrer og karbohydrater, frie aminosyrer, flyktige aromakomponenter, total og løselig nitrogen og initiell kaseinnedbrytningen ved gitte tidspunkt i modningsforløpet. De sensoriske analysene ble gjort på modnet ost ved 10 og 16 uker. Det ble kjørt statistiske analyser på alle resultatene, hvor effekt av ystingsteknikk og blokk ble testet. De viktigste resultatene er presentert i resultatdelen og rådataene finnes som vedlegg.

4.1 Ystemelkens sammensetning

For å oppnå det ønskede fettinnholdet på 28 % i osten ble skummet melken og retentatet tilsatt fløte før ystingen. Fløtemengden som ble tilsatt var regnet ut på bakgrunn av forholdstallet mellom fett/kasein hvor det ønskelige forholdet var 1,05. Tabell 6 viser det gjennomsnittlige innholdet av fett, protein, laktose, kasein og forholdet mellom fett/kasein. Sammensetningen til ystemelken og fett/kaseinforholdet for alle blokkene vises i vedlegg D.

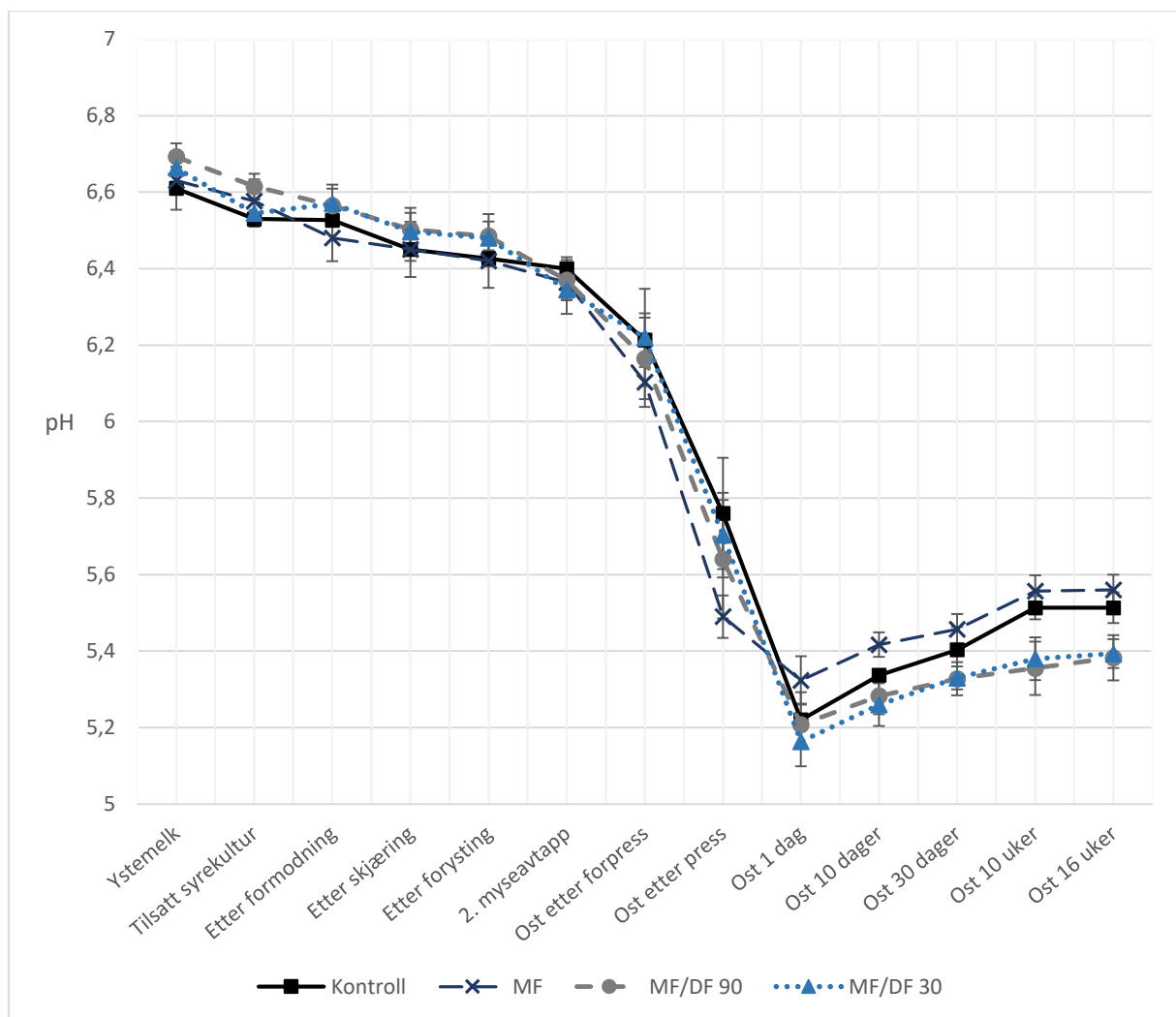
Tabell 6. Gjennomsnittlig innhold (%) \pm SD av fett, protein, laktose, kasein og forholdstallet mellom fett og kasein i ystemelken til de ulike ystingsteknikkene, analysert ved FTIR.

Ystemelk	Fett (%)	Protein (%)	Laktose (%)	Kasein (%)	Fett/Kasein
Kontroll	2,79 \pm 0,05	3,65 \pm 0,08	4,57 \pm 0,02	2,69 \pm 0,06	1,04 \pm 0,02
MF	3,48 \pm 0,1	4,35 \pm 0,07	4,44 \pm 0,07	3,18 \pm 0,04	1,09 \pm 0,03
MF/DF 90	3,38 \pm 0,2	4,16 \pm 0,04	3,63 \pm 0,03	3,06 \pm 0,03	1,10 \pm 0,06
MF/DF 30	3,33 \pm 0,06	4,16 \pm 0,05	3,60 \pm 0,02	3,05 \pm 0,04	1,09 \pm 0,02

Tabell 6 viser at kaseininnholdet var høyest i MF ystemelken og lavest i kontroll ystemelken. Forskjellene i kaseininnhold ser man igjen i fettinnholdet, noe som er naturlig siden fett/kaseinforholdet skulle være det samme for alle ystemelkene. For fett/kaseinforholdet kan man se at det ble noe høyere enn ønskelig i ystemelken til MF, MF/DF 90 og MF/DF 30, men for kontroll ystemelken stemte det ganske godt. Innholdet av laktose var høyest i kontroll ystemelken, noe lavere i MF ystemelken og en del lavere i ystemelken til MF/DF.

4.2 pH-utvikling

Det ble foretatt kontinuerlige pH-målinger i melk- og myseprøver under ystingene, samt fra osteprøver fra forpress og til 16 ukers modnet ost. Figur 4 viser den gjennomsnittlige pH-utviklingen for de fire ystingsteknikkene ved de ulike trinnene i ysteprosessen og gjennom ostenes modningsforløp. Signifikansnivåer fra ANOVA for effekt av blokk og ystingsteknikk, samt Tukey's test for ystingsteknikk er oppgitt i tabell 7. En komplett oversikt over pH-målingene som ble gjort under ystingen og modningsforløpet for alle blokkene foreligger i vedlegg E.



Figur 4. Gjennomsnittlig pH-utvikling \pm SD for de ulike ystingsteknikkene målt ved forskjellige trinn i ysteprosessen og frem til 16 ukers modnet ost. Målingene tatt fra «etter formodning» og frem til «2. myseavtapp» ble foretatt i myse, målingene tatt fra «ost etter forpress» og frem til «ost 1 dag» ble foretatt direkte i osten og målingene tatt fra «ost 10 dager» og frem til «ost 16 uker» ble gjort som beskrevet i avsnitt 3.4.2.2.

Tabell 7. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekt av blokk, ystingsteknikk og Tukey's test av ystingsteknikk på pH ved de ulike trinnene i ysteprosessen og modningsforløpet.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Ystingsteknikk (p-verdi)	Tukey's test på ystingsteknikk				R ²
			Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30	
Ystemelk	n.s.	n.s.	-	-	-	-	-
Tilsatt syrekultur	n.s.	n.s.	-	-	-	-	-
Etter formodning	n.s.	<0,01	AB	B	A	A	0,81
Etter skjæring	<0.05	n.s.	-	-	-	-	0,64
Etter forysting	<0.05	<0,05	A	A	A	A	0,79
2. myseavtapp	n.s.	n.s.	-	-	-	-	-
Ost etter forpress	n.s.	n.s.	-	-	-	-	-
Ost etter press	n.s.	n.s.	-	-	-	-	-
Ost 1 dag	n.s.	n.s.	-	-	-	-	-
Ost 10 dager	n.s.	<0,05	AB	A	B	B	0,65
Ost 30 dager	n.s.	<0,05	AB	A	B	B	0,68
Ost 10 uker	n.s.	<0,01	A	A	B	B	0,81
Ost 16 uker	n.s.	<0,01	A	A	B	B	0,80

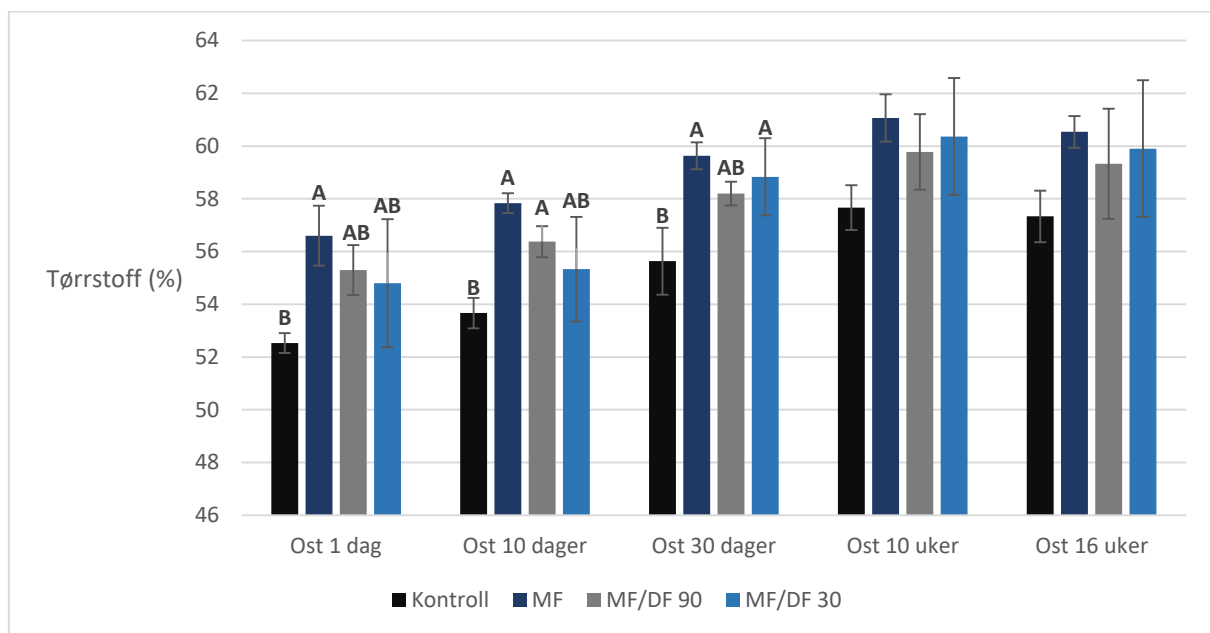
Det var en jevn reduksjon av pH under ystingsprosessen for alle ystingsteknikkene.

Ystemelken hadde pH-verdier fra 6,61-6,69 som sank til 5,16-5,32 for ost modnet 1 dag og som så steg til 5,38-5,56 for 16 ukers modnet ost. For ystemelk og ystemelk tilsatt syrekultur var det ingen signifikant forskjell mellom ystingsteknikkene. Ved etter formodning var pH i MF karet signifikant lavere enn i MF/DF 90 og MF/DF 30 karene. Denne forskjellen jevnet seg imidlertid ut videre i ysteprosessen. ANOVA analysen viste en signifikant forskjell i pH etter forysting, men Tukey's test viste at forskjellen ikke var stor nok til å si at det var en signifikant forskjell i pH mellom de ulike ystingsteknikkene. Fra ystemelk og til etter forysting var tendensen at det var lavest pH i kontroll og MF karet. Fra 2. myseavtapp til osten var ferdig presset ser denne tendensen ut til å snu for kontrollkaret, mens MF karet fortsatt har lav pH. Etter 1 dag og frem til ost 16 uker snur pH utviklingen, hvor begge MF/DF ostene hadde konstant lavest pH mens MF og kontroll osten hadde konstant høyest pH. ANOVA analysen viser at det er signifikant forskjell mellom ystingsteknikkene etter 10 dager og frem til 16 ukers modnet ost. Fra Tukey's test ser man at MF osten er signifikant forskjellig fra begge MF/DF ostene etter 10 og 30 dager modning, mens etter 10 og 16 uker er

både MF og kontroll ostene signifikant forskjellig fra MF/DF ostene. Det ble bare funnet blokkeffekter for pH etter skjæring og etter forystring.

4.3 Tørrstoff

Osternes tørrstoffinnhold ble analysert ved gitte tidspunkt i modningsforløpet. Figur 5 viser det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet (%) til ostene fra de forskjellige ystingsteknikkene gjennom modningsforløpet. Signifikansnivåer fra ANOVA er oppgitt i tabell 8. En komplett oversikt over tørrstoffinnholdet til de ulike ostene, for alle blokkene, er vist i vedlegg F.



Figur 5. Gjennomsnittlig tørrstoffinnhold (%) ± SD for de ulike ystingsteknikkene målt ved forskjellige tidspunkt i modningsforløpet. Signifikante forskjeller mellom ystingsteknikkene fra Tukey's test er illustrert over stolpene for de modningstidspunktene det ble funnet signifikant forskjell.

Tabell 8. Signifikansnivåer fra ANOVA som viser effekt av blokk og ystingsteknikk på tørrstoffinnholdet gjennom ostenes modningsforløp.

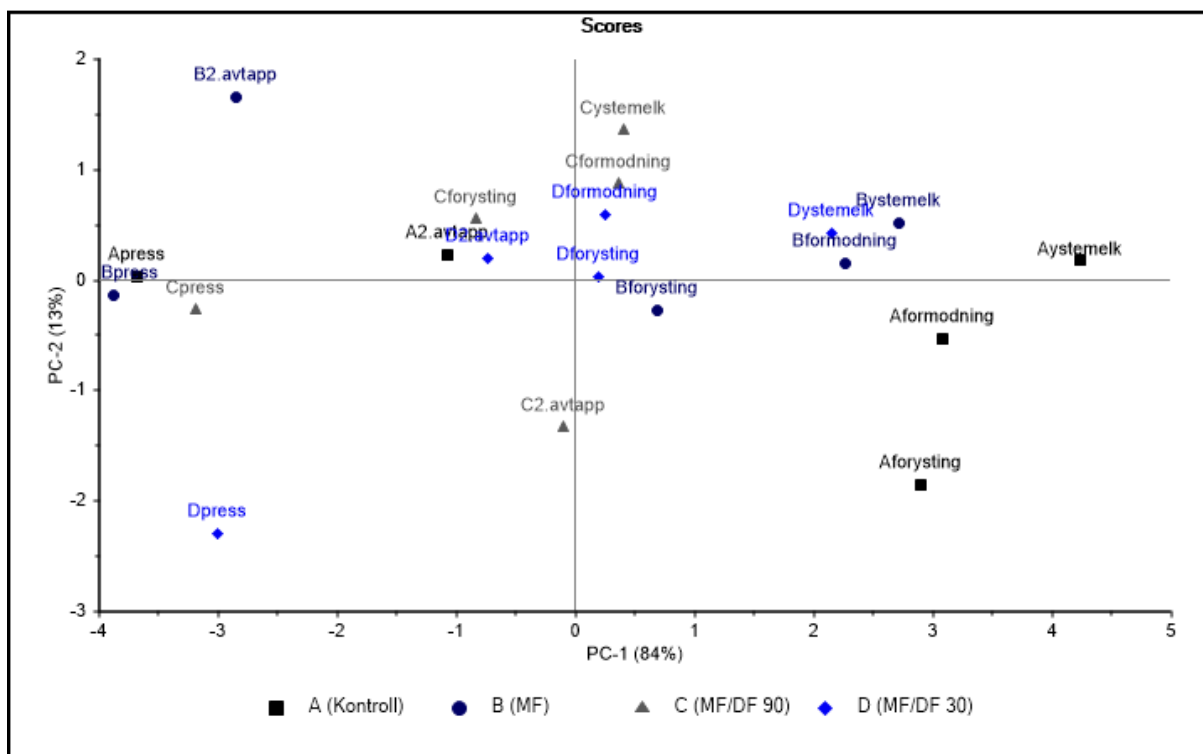
Prøve	Blokk (p-verdi)	Ystingsteknikk (p-verdi)	R ²
Ost 1 dag	n.s.	<0,05	0,69
Ost 10 dager	n.s.	<0,05	0,70
Ost 30 dager	n.s.	<0,05	0,65
Ost 10 uker	n.s.	n.s.	-
Ost 16 uker	n.s.	n.s.	-

De gjennomsnittlige resultatene fra figur 5 viser at tørrstoffinnholdet har variert mellom de ulike ystingsteknikkene over modningsforløpet. Tørrstoffinnholdet til de forskjellige ostene har gått fra ca. 52-56 % for ost modnet 1 dag til ca. 57-60 % for 16 ukers modnet ost. Man

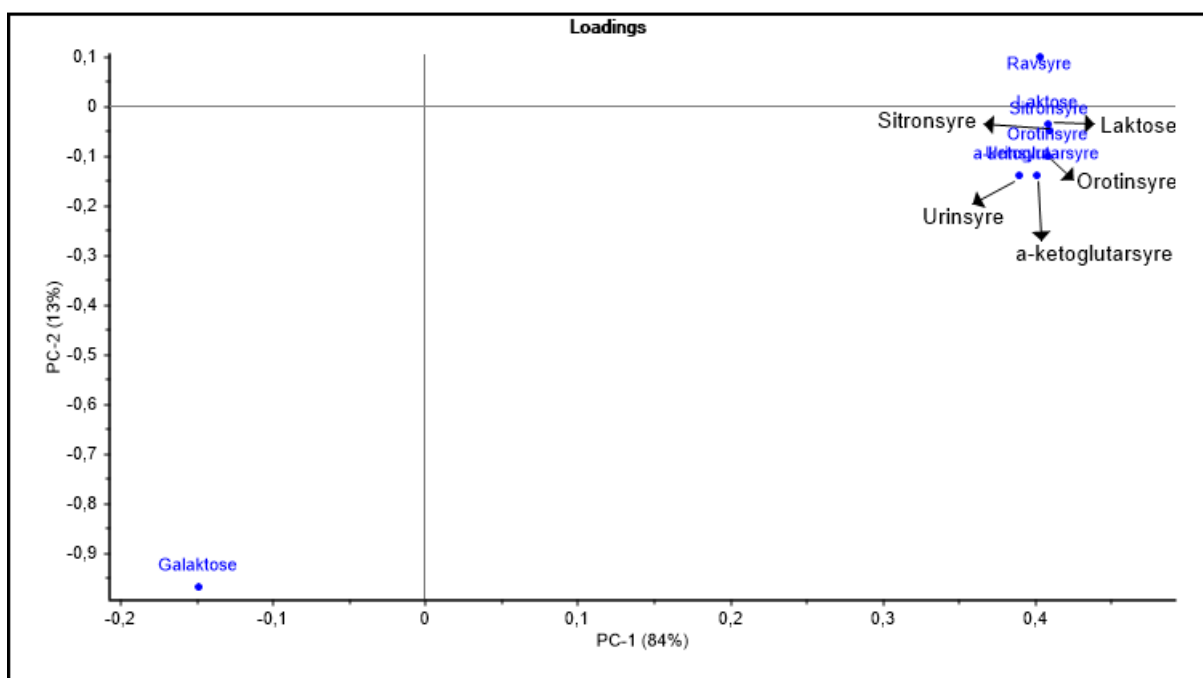
kan se at kontrollosten har gjennomgående hatt de laveste tørrstoffinnholdet gjennom modningen, mens MF osten har gjennomgående hatt det høyeste tørrstoffinnholdet. For 1 dag modnet ost var det signifikant forskjell mellom kontroll og MF osten, mens begge MF/DF ostene var i samme gruppe som både kontroll og MF. Ved 10 dager er det samme tendens, men her har kontrollosten et signifikant lavere tørrstoffinnhold enn både MF og MF/DF 90 ostene. Denne tendensen endrer seg ved 30 dager hvor kontrollosten får et signifikant lavere tørrstoffinnhold enn MF og MF/DF 30 ostene. Man kan se at tendensen mellom MF/DF ostene er at MF/DF 90 har høyest tørrstoffinnhold for 1 og 10 dager, men fra 30 dager og til ost 16 uker har MF/DF 30 det høyest tørrstoffinnholdet. For 10 og 16 uker var det ingen signifikant forskjell mellom ostenes tørrstoffinnhold. Fra standardavvikene ser man at MF/DF 30 osten har hatt et generelt større standardavvik enn de andre ostene. For å se om avviket som skjedde under ystingsblokk 2 (forklart i avsnitt 3.3.5.2) var av betydning for det høye standardavviket til MF/DF 30 ble det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet regnet ut på nytt, uten ystingsblokk 2. Uten ystingsblokk 2 ble det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet gjennom modningsforløpet til MF/DF 30 på: $53,4 \pm 0,14$ % etter 1 dag, $54,3 \pm 0,9$ % etter 10 dager, $58,1 \pm 0,77$ % etter 30 dager, $59,1 \pm 0,42$ % etter 10 uker og $58,8 \pm 2,6$ % etter 16 uker. Til sammenligning var det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet til MF/DF 30, for alle blokkene, på: $54,8 \pm 2,4$ % etter 1 dag, $55,3 \pm 1,98$ % etter 10 dager, $58,8 \pm 1,46$ % etter 30 dager, $60,36 \pm 2,21$ % etter 10 uker og $59,9 \pm 2,59$ % etter 16 uker. Disse resultatene viser at standardavvikene for alle modningstidspunktene, utenom 16 uker, var mye høyere med ystingsblokk 2 enn når ystingsblokk 2 var utelatt. Ved 10 og 16 uker har også MF/DF 90 osten har et større standardavvik enn kontroll og MF ostene. Det var ingen signifikant blokkeffekt på modningstidspunktene.

4.4 Organiske syrer og karbohydrater

For følgende organiske syrer og karbohydrater ble det funnet signifikante forskjeller mellom ystingsteknikkene på minst et av stegene under ystingsprosessen: Sitronsyre, α -ketoglutarsyre, orotinsyre, ravsyre, laktose og galaktose. Det ble benyttet PCA for å vise hvordan innholdet av de organiske syrene og karbohydratene utviklet seg gjennom ystingsprosessen til de ulike ystingsteknikkene. Figur 6 viser PCA-plotet hvor scores-plotet (a) viser grupperingene til ystingsteknikkene gjennom ystingsprosessen og loadings-plotet (b) viser grupperingene til de organiske syrene og karbohydratene.



a)

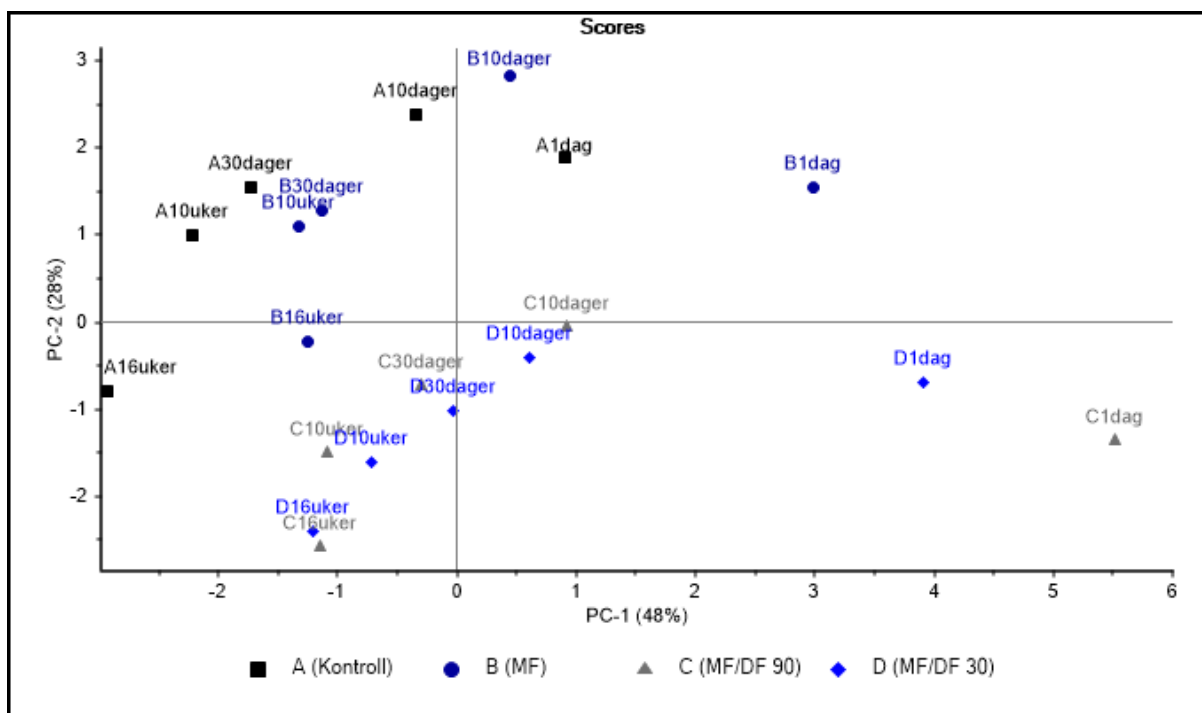


b)

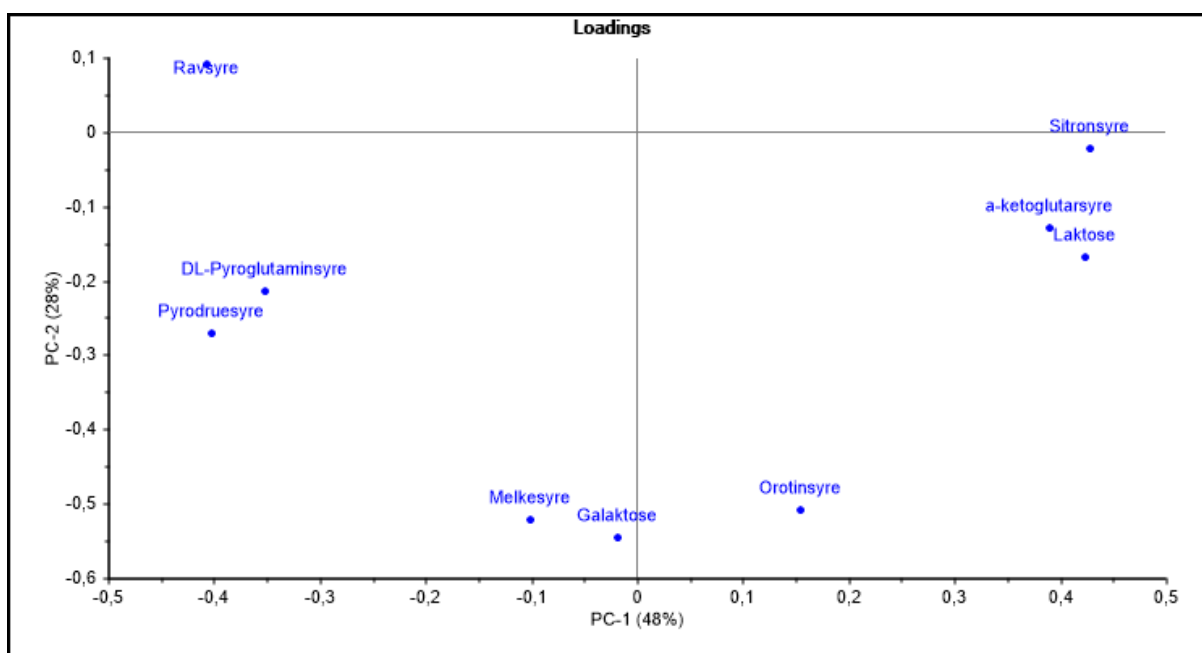
Figur 6. PCA-plot over de organiske syrene og karbohydratene som ble signifikant påvirket av ystingsteknikk ved minst et av stegene i ysteprosessen. Stegene i ysteprosessen som ble analysert var ystemelk, etter formodning, 2. myseavtapp og etter forpress. a) Scores-plot over stegene i ystingsprosessen hvor A er kontroll, B er MF, C er MF/DF 90 og D er MF/DF 30, med de respektive ystingsstegne. b) Loadings-plot over de organiske syrene og karbohydratene med signifikante forskjeller mellom ystingsteknikk.

Figur 6 viser at PC-1 forklarer 84 % av variasjonen i datasettet og PC-2 forklarer 13 %. Hvis man sammenligner scores-plottet (a) med loadings-plottet (b) ser man at PC-1 stort sett forklarer ystingsforløpet, fra ystemelk til etter forpress, ved at innholdet av de organiske syrene og laktose minsker gjennom ystingsprosessen og innholdet av galaktose øker, mens PC-2 stort sett forklarer variasjoner i galaktoseinnholdet. For ystemelk inneholder kontrollkaret mest av de organiske syrene og laktose. Ystemelk fra MF og MF/DF 30 karene ligger nærme hverandre og har dermed et relativt likt innhold av organiske syrer og karbohydrater, mens MF/DF 90 ligger lengst unna og har dermed det laveste innholdet. Den samme tendensen ser man for etter formodning hvor kontroll og MF karene har det høyeste innholdet av organiske syrer og karbohydrater, mens MF/DF karene har det laveste. Etter forysting har kontrollkaret fortsatt det høyeste innholdet av organiske syrer og laktose samt at innholdet av galaktose er høyest, mens for MF og MF/DF 30 karene er innholdet relativt likt og MF/DF 90 karene har det laveste innholdet. Etter 2. myseavtapp er kontroll og MF karene fortynnet med 40 % vann. Man kan se at fortynningen hadde en tydelig innvirkning på innholdet av de organiske syrene og karbohydratene. Etter fortynningen fikk MF karene lavest innhold av organiske syrer, laktose og galaktose, mens innholdet av organiske syrer og laktose er relativt likt for kontroll og MF/DF karene etter 2. myseavtapp, men MF/DF 90 har et høyere galaktose innhold. Etter forpress har forskjellene for innholdet av organiske syrer og laktose jevnet seg ut mellom ost fra de ulike ystingsteknikkene, men MF/DF 30 osten har et høyere innhold av galaktose. Det gjennomsnittlige innholdet av alle organiske syrer og karbohydrater som ble målt gjennom ystingsprosessen vises i vedlegg G. Signifikansverdiene fra ANOVA for effekt av blokk og ystingsteknikk vises i vedlegg H.

Følgende organiske syrer og karbohydrater ble signifikant påvirket av ystingsteknikken under forskjellige tidspunkt i modningsforløpet: Sitronsyre, α -ketoglutarsyre, orotinsyre, pyrodruesyre, ravsyre, melkesyre, DL-pyroglutaminsyre, laktose og galaktose. Det ble benyttet PCA for å få vise hvordan innholdet av de organiske syrene og karbohydratene utviklet seg gjennom modningsforløpet for de forskjellige ystingsteknikkene. Figur 7 viser et PCA-plot av denne utviklingen hvor scores-plotet (a) viser grupperingene av ystingsteknikkene gjennom modningsforløpet og loadings-plotet (b) viser grupperingene til de organiske syrene og karbohydratene.



a)



b)

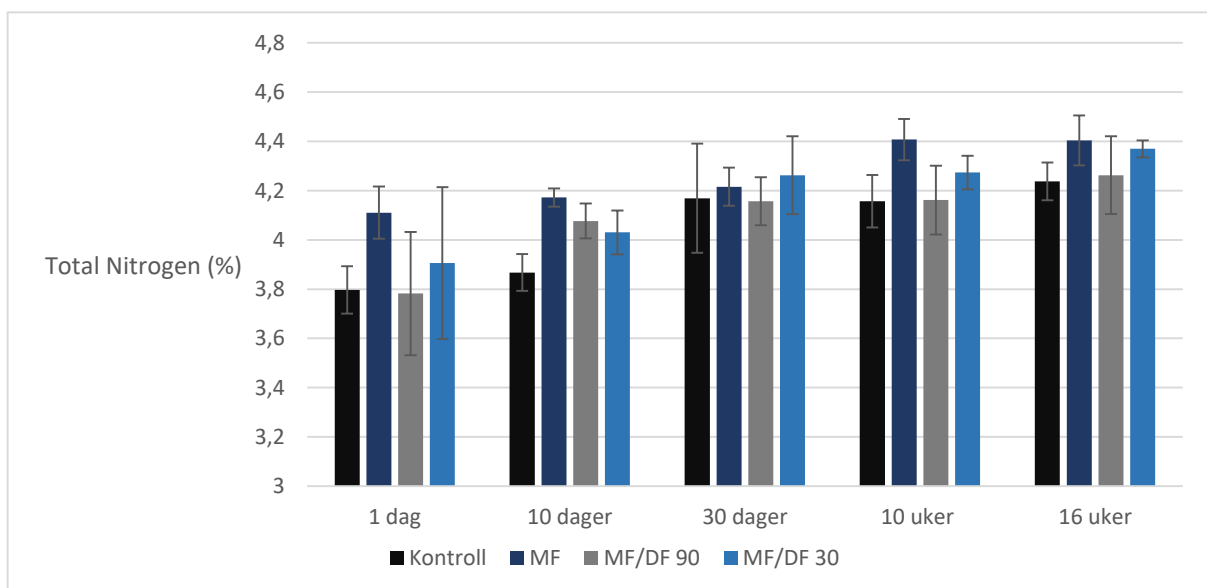
Figur 7. PCA-plot over de organiske syrene og karbohydratene som ble signifikant påvirket av ystingsteknikken ved minst et tidspunkt under ostenes modningsforløp. a) Scores-plot av de ulike ostene hvor A er kontroll, B er MF, C er MF/DF 90 og D er MF/DF 30, med de respektive tidspunktene i modningsforløpet. b) Loadings-plot over de organiske syrene og karbohydratene som ble signifikant påvirket av ystingsteknikk.

Fra figur 7 kan man se klare trender for hvordan ystingsteknikken påvirket de organiske syrene og karbohydratene gjennom ostenes modningsforløp, hvor PC-1 forklarer 48 % av variasjonen og PC-2 forklarer 28 % av variasjonen. Man kan se at kontroll og MF ostene følger hverandre relativt jevnt og MF/DF ostene følger hverandre enda jevnere gjennom

modningsforløpet. For ost modnet 1 dag ser man størst variasjon mellom de ulike ystingsteknikkene. MF/DF 90 osten hadde det høyeste innholdet av sitronsyre, α -ketoglutarsyre og laktose, mens MF og MF/DF 30 ostene hadde et noe lavere innhold, og kontrollosten hadde det laveste innholdet. For ost modnet 1 dag skiller også innholdet av melkesyre, galaktose, orotinsyre og ravsyre de ulike ostene. Kontroll og MF ostene hadde et høyere innhold av ravsyre og et lavere innhold av melkesyre, galaktose og orotinsyre. Videre hadde MF/DF ostene et gjennomgående høyere innhold av melkesyre, galaktose og orotinsyre enn kontroll og MF osten, fra 10 dager til 16 ukers modnet ost. Kontrollosten fra 10 dager til 16 ukers modning hadde et høyere innhold av ravsyre og skilte seg dermed noe fra MF osten. Etter 16 ukers modning hadde kontrollosten også et høyere innhold av pyrodruesyre og DL-pyroglutaminsyre enn MF osten. Det gjennomsnittlige innholdet av alle de organiske syrene og karbohydratene som ble målt gjennom ostenes modningsforløp vises i vedlegg I og signifikansverdiene fra ANOVA på effekt av blokk og ystingsteknikk vises i vedlegg J.

4.5 Total og løselig nitrogen

Ostene ble analysert for innholdet av total og løselig nitrogen gjennom modningsforløpet. Figur 8 viser innholdet av total nitrogen og figur 9 viser innholdet av løselig nitrogen i forhold til total nitrogenet (LN/TN). Signifikansverdiene fra ANOVA på effekt av blokk og ystingsteknikk vises i tabell 9 for total nitrogen og i tabell 10 for LN/TN. En komplett oversikt over innholdet av total og løselig nitrogen i de ulike ostene gjennom modningsforløpet, for alle blokkene, er vist henholdsvis i vedlegg K og L.

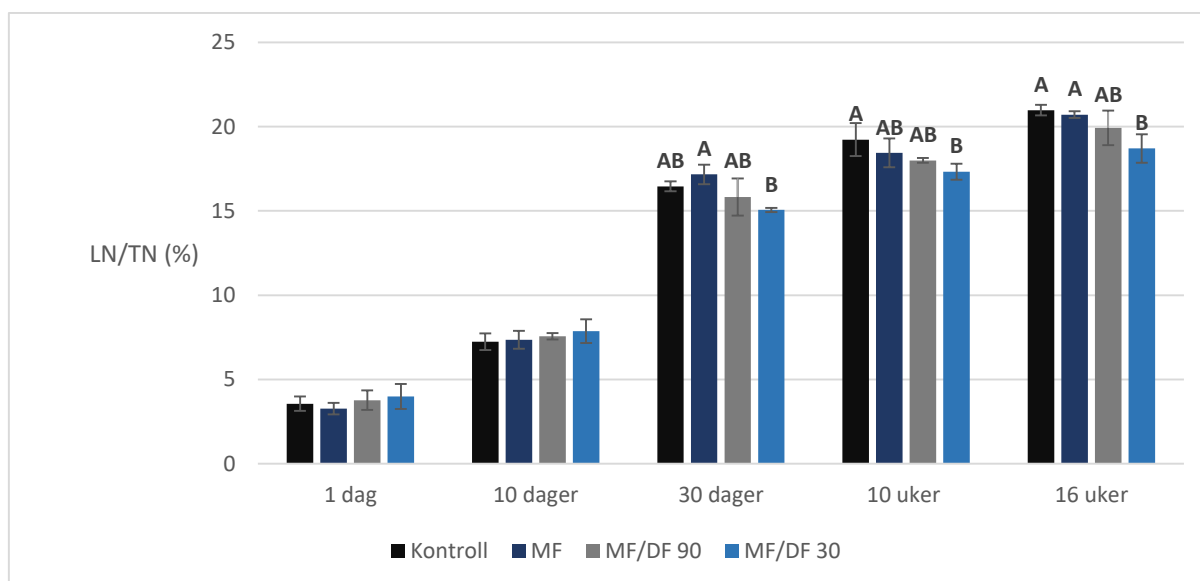


Figur 8. Gjennomsnittlig innhold \pm SD av total nitrogen i de ulike ostene gjennom modningsforløpet.

Tabell 9. Signifikansverdier fra ANOVA som viser effekt av blokk og ystingsteknikk på innholdet av total nitrogen gjennom de ulike ostenes modningsforløp.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Ystingsteknikk (p-verdi)	R ²
Ost 1 dag	<0,05	n.s.	0,69
Ost 10 dager	<0,05	n.s.	0,69
Ost 30 dager	n.s.	n.s.	-
Ost 10 uker	n.s.	n.s.	-
Ost 16 uker	<0,05	<0,05	0,64

Fra tabell 9 kan man se at det bare ble funnet en signifikant forskjell på innholdet av total nitrogen på ost fra de ulike ystingsteknikkene, da etter 16 ukers modning. Denne forskjellen imidlertid ikke var stor nok til at Tukey's test fant den signifikant. Gjennom modningsforløpet er tendensen at MF osten har høyest nitrogeninnhold, for utenom etter 30 dager hvor MF/DF 30 osten hadde det høyest innholdet, vist fra figur 8. Etter 1 dag modning er alle standardavvikene til ostene store, og man kan se at nitrogeninnholdet i MF/DF ostene forandrer seg mye frem til 10 dager. Etter 30 dager modning ser nitrogeninnholdet til å jevne seg ut mellom ostene, og også her har kontroll og MF/DF 30 ostene et stort standardavvik. Etter 10 uker modning blir forskjellene i nitrogeninnhold noe større mellom ostene og dette forholdet vedvarer frem til 16 uker, hvor MF har det høyeste innholdet så MF/DF 30, mens kontroll og MF/DF 90 har et ganske likt nitrogeninnhold. Det ble funnet signifikant effekt av blokk etter 1 dag, 10 dager og 16 uker.



Figur 9. Gjennomsnittlig innhold \pm SD av løselig nitrogen i forhold til total nitrogen (LN/TN) i de ulike ostene gjennom modningsforløpet. Signifikante forskjeller mellom ystingsteknikken fra Tukey's test illustreres over stolpene for de modningstidspunktene det ble funnet signifikant forskjell.

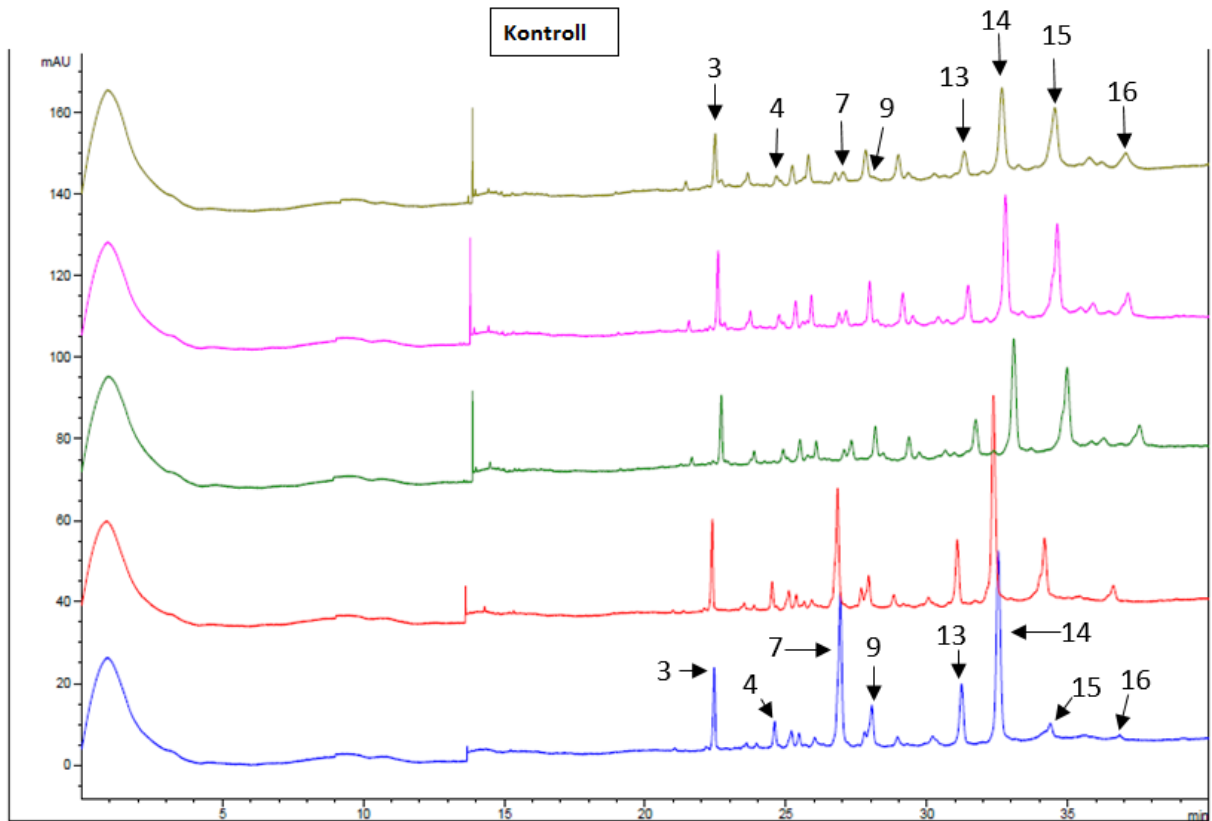
Tabell 10. Signifikansverdier fra ANOVA som viser effekt av blokk og ystingsteknikk på innholdet av LN/TN gjennom ostenes modningsforløp.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Ystingsteknikk (p-verdi)	R ²
Ost 1 dag	<0,01	n.s.	0,85
Ost 10 dager	<0,01	n.s.	0,73
Ost 30 dager	n.s.	<0,05	0,60
Ost 10 uker	n.s.	<0,05	0,64
Ost 16 uker	<0,05	<0,01	0,80

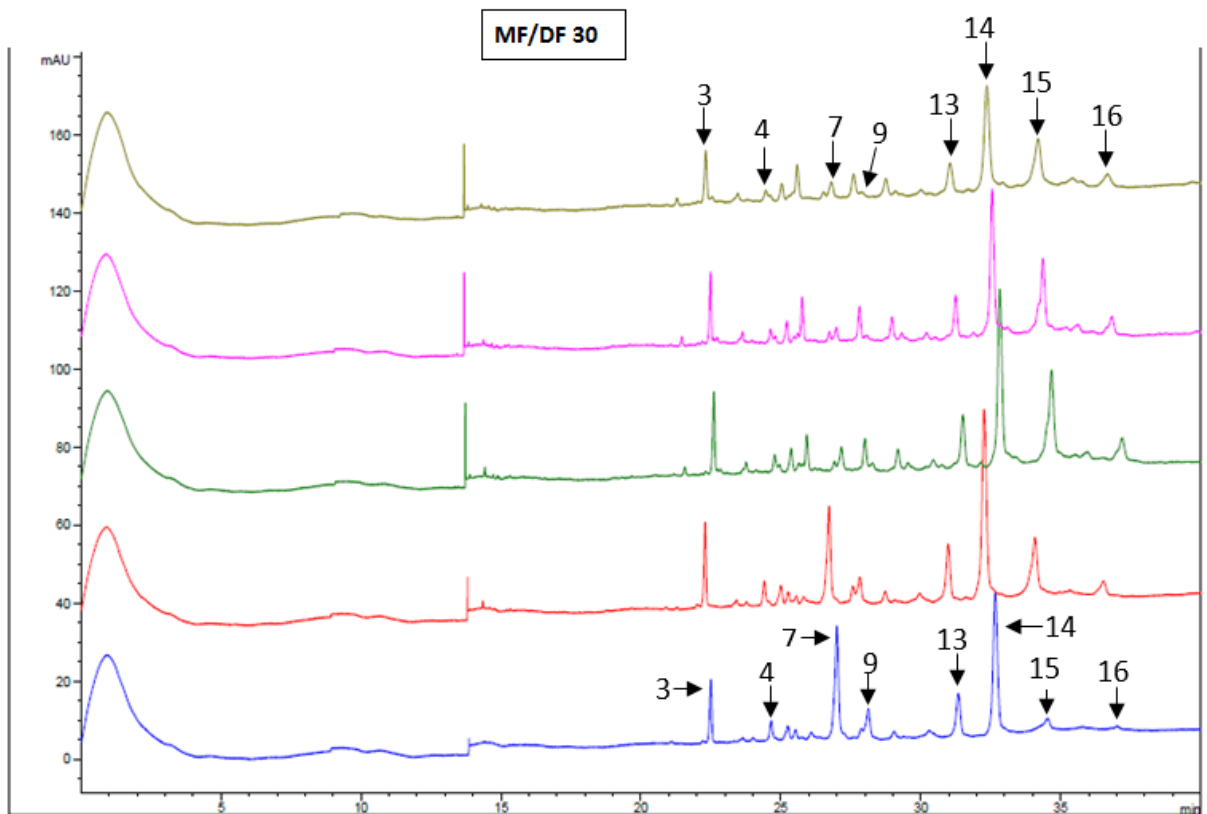
Tabell 10 viser at det var signifikante forskjeller mellom ostene på grunn av ystingsteknikk etter 30 dager, 10 uker og 16 uker. Figur 9 viser at innholdet av LN/TN etter 1 og 10 dagers modning er relativt likt. Etter 30 dagers modning har MF osten et signifikant høyere innhold av LN/TN enn MF/DF 30 osten. Etter 10 uker modning er det skjedd en forandring hvor det nå er kontrollosten som har et signifikant høyere innhold av LN/TN enn MF/DF 30 osten. Dette er også tilfelle etter 16 uker, men her har også MF osten et signifikant høyere innhold av LN/TN enn MF/DF 30 osten. Den generelle tendensen ser ut til å være at kontroll og MF ostene har et noe høyere innhold av LN/TN enn MF/DF ostene, hvor MF/DF 30 har det laveste innholdet. Det ble funnet signifikant effekt av blokk etter 1 dag, 10 dager og 16 uker.

4.6 Initiell kaseinnedbrytning

Gjennom ostenes modningsforløp ble den initielle kaseinnedbrytningen, samt nedbrytningen av β -laktoglobulin, analysert ved bruk av kapillærelektroforese. Etter 1 dag og 16 ukers modning ble arealet under proteintoppene analysert for utvalgte kaseiner og β -laktoglobulin. Dette ble gjort for å se om de ulike ystingsteknikkene førte til en forskjellig proteinnedbrytning i ostene gjennom modningsforløpet. Figur 10 illustrerer hvordan proteinnedbrytningen forandrer seg gjennom modningsforløpet til kontroll og MF/DF 30 ost. Disse ystingsteknikkene ble valgt ut siden det bare ble funnet en signifikant forskjell på initiell kaseinnedbrytning mellom ystingsteknikken etter 1 dag og 16 ukers modning, da på innholdet av α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat), og det var ønskelig å sammenligne kontrollosten med en MF/DF ost for denne effekten.



a) — 1 dag — 10 dager — 30 dager — 10 uker — 16 uker

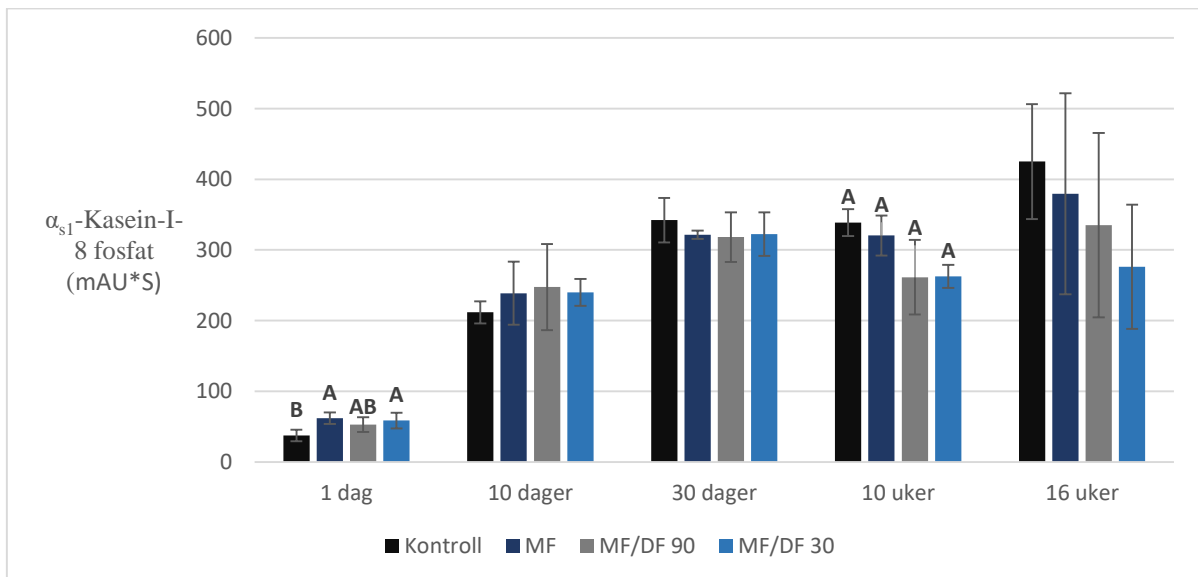


b) — 1 dag — 10 dager — 30 dager — 10 uker — 16 uker

Figur 10. Nedbrytning av kaseiner og β -laktoglobulin analysert med kapillær elektroforese fra 1 dag til og med 16 ukers modning for a) kontrollost og b) MF/DF 30 ost. Proteintoppene er målt i mAU (milli absorbance unit) over en retensjonstid målt i minutter. De utvalgte proteintoppene er: 3 = β -laktoglobulin, 4 = α_2 -Kasein, 7 = α_1 -Kasein (8 fosfat), 9 = α_1 -Kasein (9 fosfat), 13 = β -kasein A1, 14 = β -kasein A2, 15 = α_1 -Kasein-I (8 fosfat) og 16 = α_1 -Kasein-I (9 fosfat).

Fra figur 10 kan man se hvordan modningsforløpet påvirket nedbrytningen av kasein og β -laktoglobulin i kontroll og MF/DF 30 ost. Ut ifra figuren kan man ikke påvise at det har vært noen forskjeller mellom de to ostene, men man kan se at nedbrytningen har fulgt det samme mønsteret for begge ostene. For β -laktoglobulin (3) kan man se at den har hatt en liten nedbrytning gjennom modningsforløpet, mens α_{s2} -Kasein (4) hadde et lavt innhold i utgangspunktet og som har blitt enda lavere ved 16 ukers modning. For α_{s1} -Kasein 8 fosfat (7) kan man se en klar nedbrytning fra 1 dag til 16 uker modning, hvor toppen nesten forsvinner, dette er også tilfellet for α_{s1} -Kasein 9 fosfat (9). For β -kasein A1 og A2 (13 og 14) kan man se en reduksjon fra 1 dag til 16 uker modning, mens for α_{s1} -Kasein-I 8 og 9 fosfat (15 og 16) kan man se en økning fra 1 dag til 16 uker. Illustrasjons for proteinnedbrytningen til MF og MF/DF 90 ost vises i vedlegg M. Det gjennomsnittlige innholdet av de utvalgte proteinene er vist i vedlegg N.

Arealet under proteinkurvene til de utvalgte proteinene for 1 dag og 16 uker modning ble analysert fra resultatene til kapillærelektroforese. Det eneste proteinet som ble signifikant påvirket av ystingsteknikk var α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat). Arealet under proteinkurven til dette proteinet ble derfor analysert for hele modningsforløpet. Figur 11 viser hvordan innholdet av α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat) utvikler seg gjennom modningsforløpet til de ulike ostene. Signifikansverdiene fra ANOVA på effekt av blokk og ystingsteknikk er vist i tabell 11.



Figur 11. Gjennomsnittlig areal av absorbans (mAU*S) \pm SD for α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat) gjennom modningsforløpet til de ulike ostene. Signifikante forskjeller mellom ystingsteknikk fra Tukey's test illustreres over stolpene for de modningsintervallene der det ble funnet signifikant forskjell.

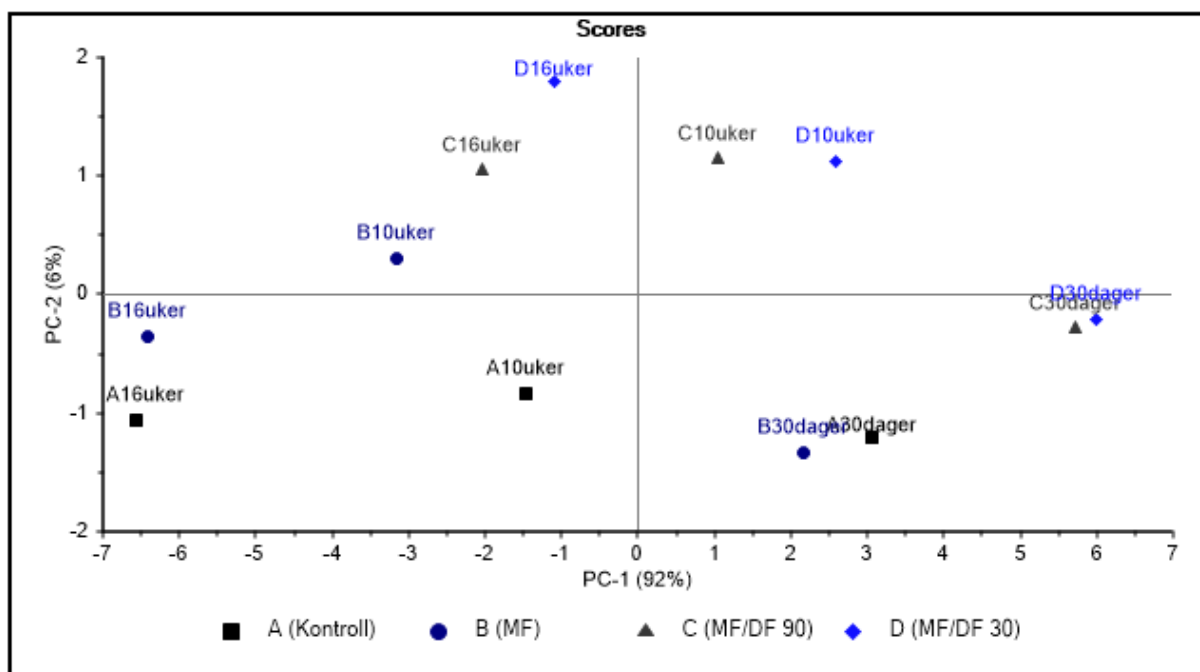
Tabell 11. Signifikansverdier fra ANOVA som viser effekt av blokk og ystingsteknikk på innholdet av α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat) gjennom de ulike ostenes modningsforløp.

Prøve	Blokk (p-verdi)	Ystingsteknikk (p-verdi)	R ²
Ost 1 dag	n.s.	<0,05	0,73
Ost 10 dager	n.s.	n.s.	-
Ost 30 dager	n.s.	n.s.	-
Ost 10 uker	n.s.	<0,05	0,63
Ost 16 uker	<0,01	n.s.	0,78

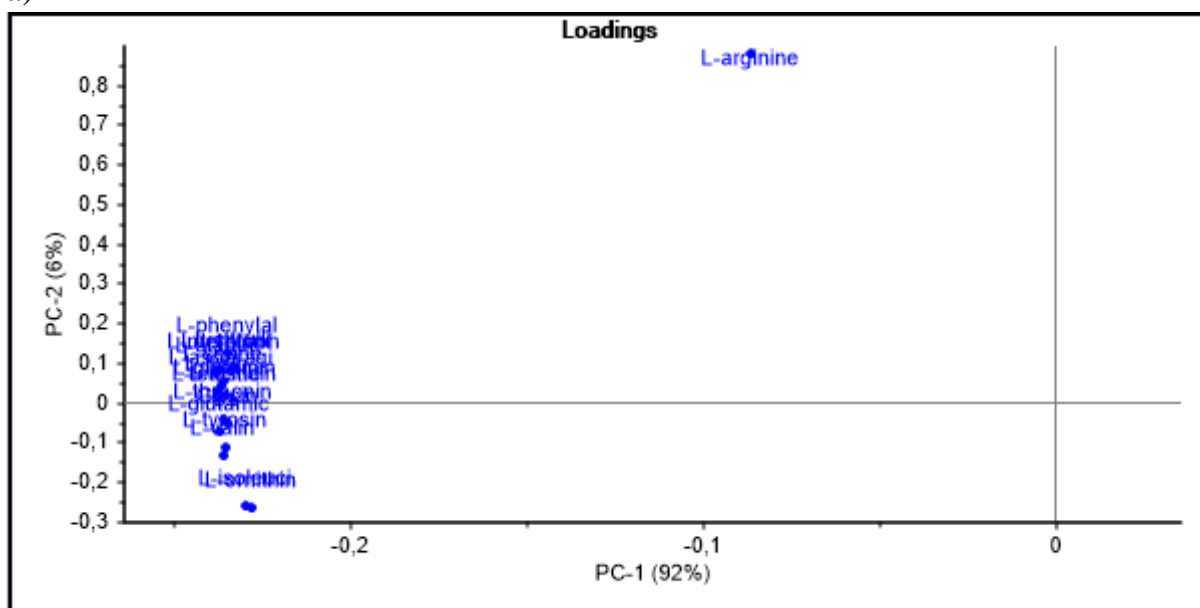
Figur 11 viser at innholdet av α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat) øker gjennom modningsforløpet til de ulike ostene. Etter 1 dag har kontrollosten et signifikant lavere innhold enn MF og MF/DF 30 osten. Dette forholdet forandrer seg utover modningen hvor forskjellen mellom de ulike ystingsteknikkene jevner seg noe ut etter 10 og 30 dager. Etter 10 ukers modning var det en signifikant forskjell på grunnlag av ystingsteknikk (Tabell 11), men Tukey's test kunne ikke påvise noen signifikant forskjell. Tendensen etter 10 ukers modning er at kontroll og MF osten har høyest innhold av α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat), mens MF/DF ostene har lavest innhold. Denne tendensen blir enda tydeligere etter 16 ukers modning, men her er standardavvikene så store at det ikke ble funnet noen signifikant forskjell. En oversikt over innholdet av α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat) gjennom ostenes modningsforløp, for alle blokkene, er vist i vedlegg O.

4.7 Frie aminosyrer

Ostene ble analysert for innholdet av frie aminosyrer gjennom modningsforløpet. De aminosyrene som viste en signifikant forskjell på bakgrunn av ystingsteknikken, i minst et av modningstidspunktene, var: L-glutamic, L-asparagine, L-serine, L-glutamine, L-histidin, Glycin, L-threonine, L-citrulline, L-arginine, L-alanin, L-tyrosin, L-valin, L-methionine, L-isoleucine, L-phenylalanin, L-tryptophan, L-leucine, L-ornithine og L-lysin. For å se hvordan ystingsteknikkenes aminosyreinnholdet utviklet seg gjennom modningsforløpet ble det benyttet PCA. Denne utviklingen vises i figur 12, hvor a) viser scores-plotet over ystingsteknikk og modningsforløp, mens b) viser loadings-plotet over de frie aminosyrene. Modningstidspunktene 1 dag og 10 dager er utelatt fra plotet siden innholdet av frie aminosyrer var helt likt mellom ostene på disse tidspunktene.



a)



b)

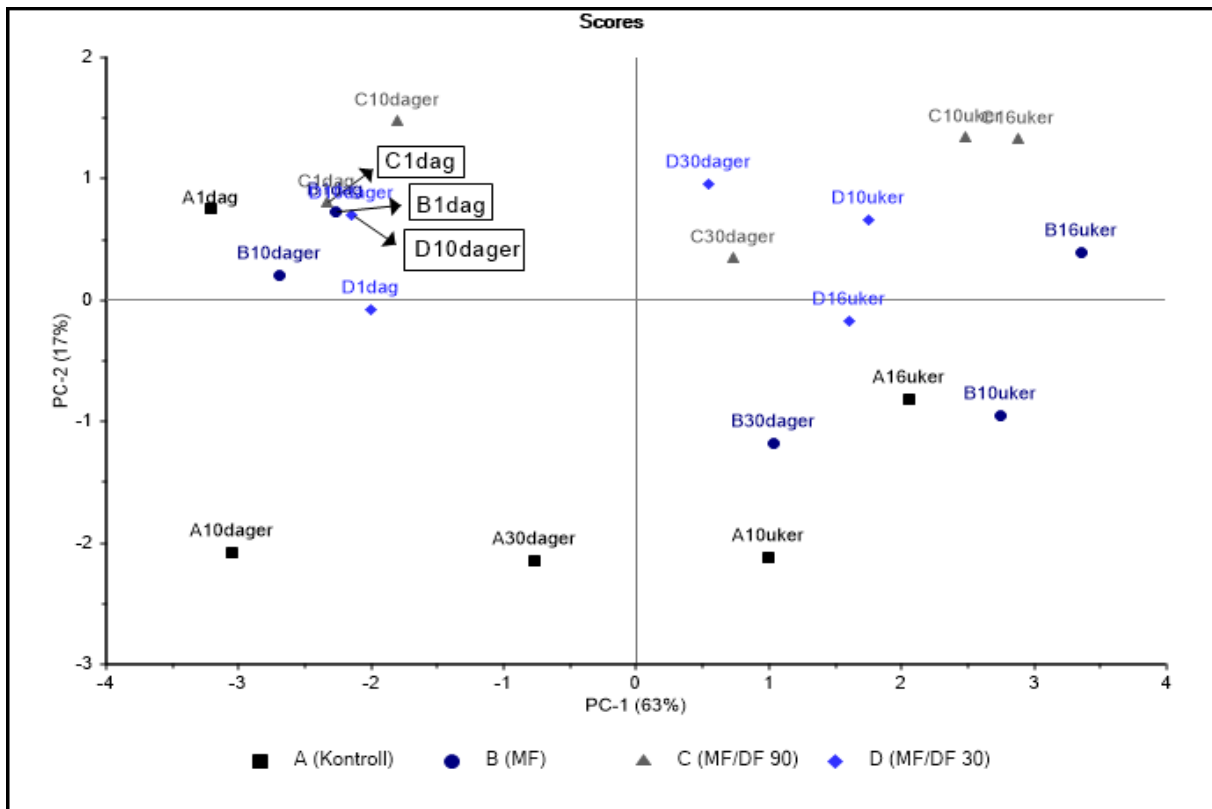
Figur 12. PCA-plot over de aminosyrene som var signifikant påvirket av ystingsteknikk i minst et tidspunkt under ostenes modningsforløp. a) Scores-plot av ostene hvor A er kontroll, B er MF, C er MF/DF 90 og D er MF/DF 30 med de respektive stegene i modningsforløpet. b) Loadings-plot over de aminosyrene som var signifikant påvirket av ystingsteknikk. Modningstidspunktene 1 dag og 10 dager er utelatt siden aminosyreinnholdet var helt likt mellom ostene på disse tidspunktene.

Fra figur 12 kan man se at PC-1 forklarer 92 % av variasjonen og at den forklarer mye av modningsforløpet og mye av forskjellen mellom de ulike ystingsteknikkene, mens PC-2 forklarer 6 % av variasjonene og den forklarer noe av forskjellen på hvert modningssteg samt noe av forskjellene mellom ystingsteknikken, da hovedsakelig ved innholdet av L-arginine.

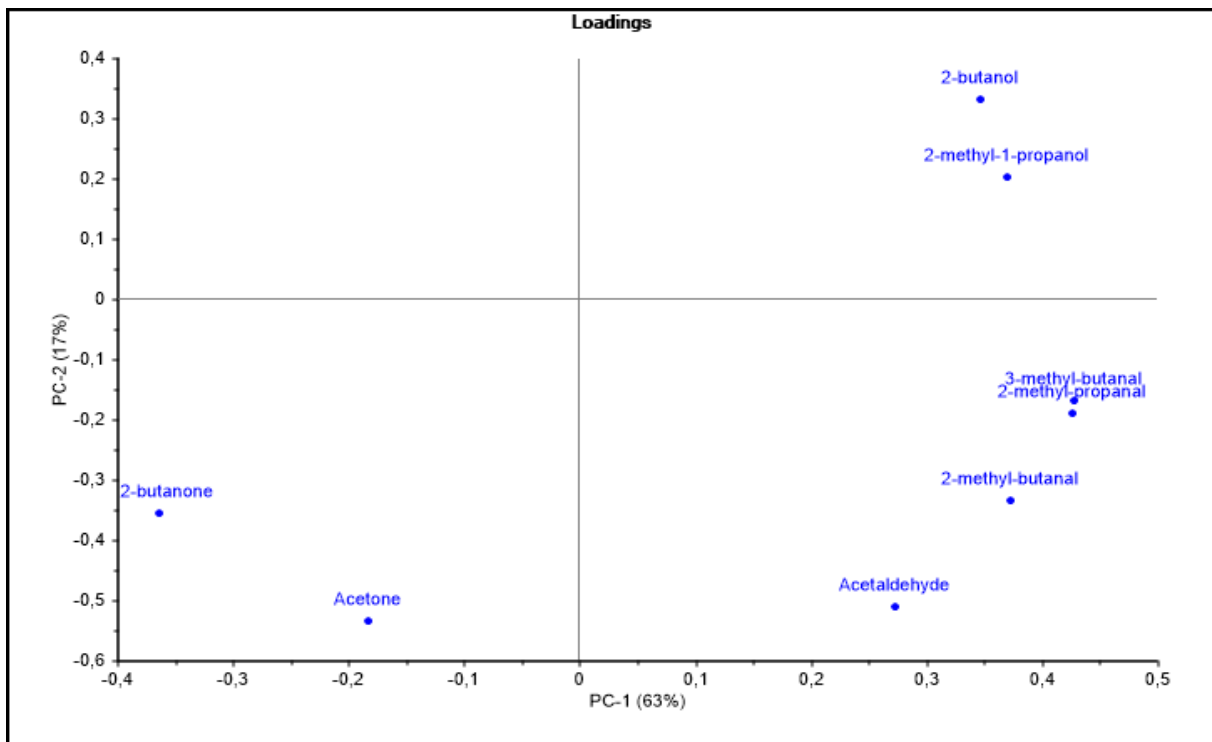
Man kan se fra scores-plotet (a) at kontroll og MF osten, og MF/DF ostene følger hverandre ganske tett gjennom modningsforløpet og det er et klart skille mellom disse to gruppene. Gjennom modningsforløpet ser man at kontroll og MF osten har et generelt høyere innhold av frie aminosyrer enn MF/DF osten, men MF/DF osten har derimot hatt det høyeste innholdet av L-arginine. Etter 30 dagers modning ligger kontroll og MF osten relativt tett og det er liten variasjon mellom dem. Etter 10 ukers modning ser man at de trekker noe fra hverandre, hvor MF osten strekker seg noe mer mot L-arginine, og den har dermed et noe høyere innhold enn kontrollosten. Etter 16 ukers modning ser man at kontroll og MF osten går mer sammen igjen, noe som tyder på at innholdet av frie aminosyrer jevner seg ut mellom dem. MF/DF ostene ligger tett sammen etter 30 dager modning og etter 10 uker går de noe mer fra hverandre, hvor MF/DF 90 osten trekker seg mer mot et høyere innhold av frie aminosyrer enn MF/DF 30 osten. Etter 16 ukers modning er de tettere sammen langs PC-1, noe som viser at innholdet av frie aminosyrer jevner seg ut mellom MF/DF ostene, men MF/DF 30 strekker seg mer opp mot L-arginin og har dermed et høyere innhold av denne. Det gjennomsnittlige innholdet av de frie aminosyrene som ble målt gjennom ostenes modningsforløp er vist i vedlegg P og signifikansverdiene fra ANOVA på effekt av blokk og ystingsteknikk er vist i vedlegg Q.

4.8 Flyktige aromakomponenter

Innholdet av flyktige aromakomponenter ble analysert ved hjelp av HSGC gjennom ostenes modningsforløp. De flyktige aromakomponentene hvor det ble funnet signifikante forskjeller som resultat av ystingsteknikk var: 2-butanon, aceton, 2-butanol, 2-metyl-1-propanol, 3-metyl-butanal, 2-metyl-propanal, 2-metyl-butanal og acetaldehyd. For å undersøke hvordan ystingsteknikk og modningsforløp påvirket utviklingen av innholdet til de flyktige aromakomponentene ble det benyttet PCA. Figur 13 viser et PCA-plot av denne utviklingen, hvor scores-plotet (a) viser ystingsteknikk og modningsforløp, og loadings-plotet (b) viser de flyktige aromakomponentene.



a)



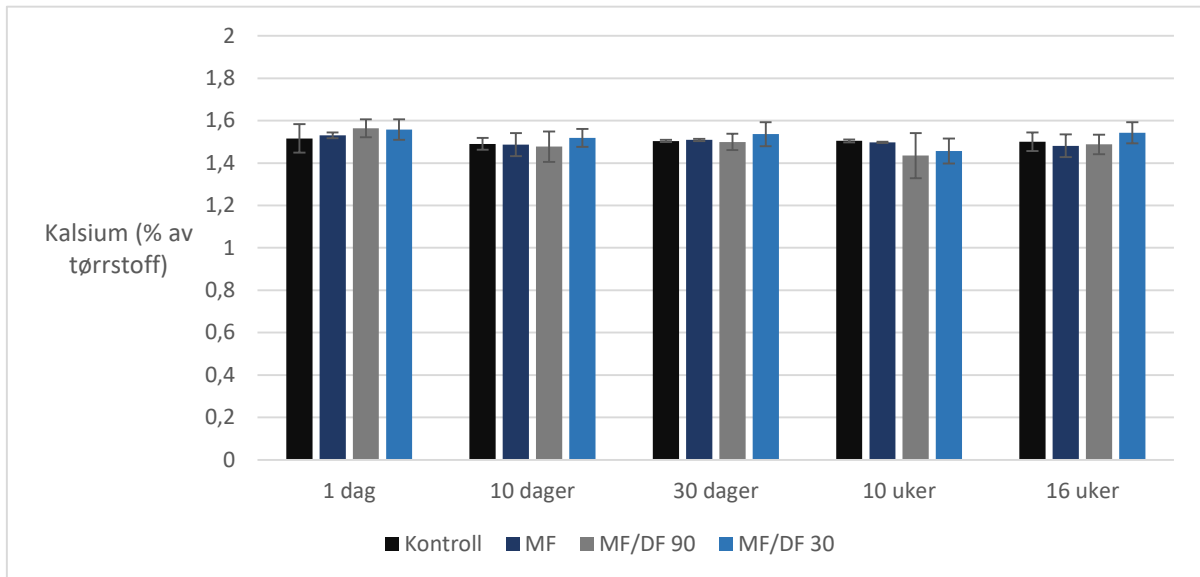
b)

Figur 13. PCA-plot over de flyktige aromakomponentene som var signifikant påvirket av ystingsteknikk i minst et tidspunkt under ostenes modningsforløp. a) Scores-plot av ostene hvor A er kontroll, B er MF, C er MF/DF 90 og D er MF/DF 30 med de respektive stegene i modningsforløpet. b) Loadings-plot over de flyktige aromakomponentene som var signifikant påvirket av ystingsteknikk.

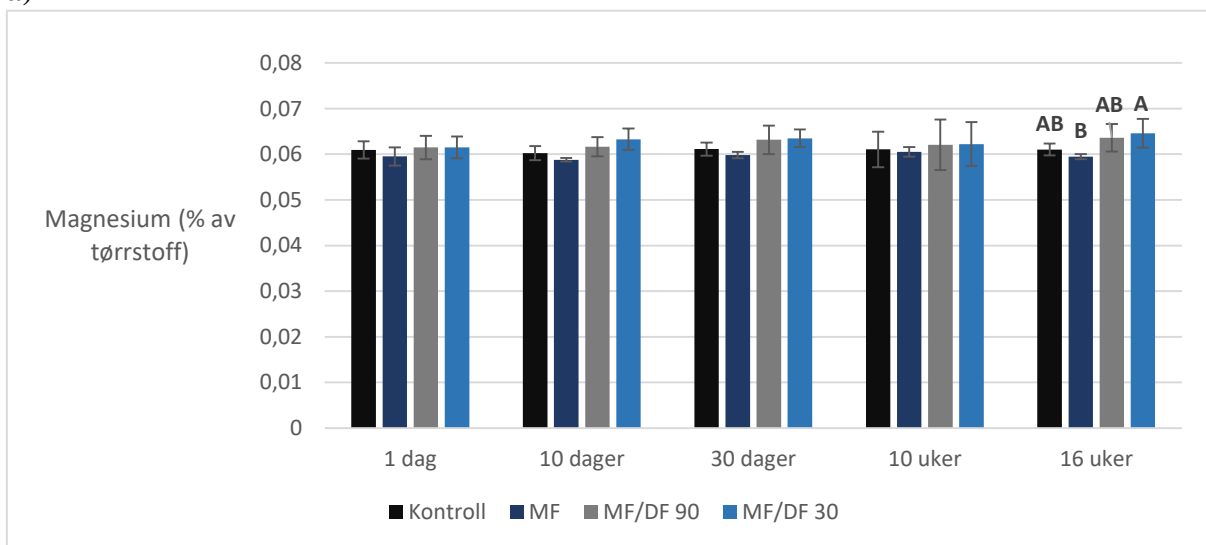
Fra figur 13 kan man se at PC-1 forklarer 63 % av variasjonen og at modningsforløpet i store deler blir forklart av PC-1 ved at innholdet av de flyktige aromakomponenter stort sett øker gjennom modningen. Man kan se at PC-2 forklarer 17 % av variasjonen og at PC-2 er mer med på å forklare forskjellen mellom ystingsteknikken. Etter 1 dag modning kan man se at ystingsteknikken gir liten forskjell mellom ostene. Etter 10 dager modning skiller kontrollosten seg ut ved at den inneholder mer 2-butanon og aceton enn de andre ostene. Dette gjør seg også gjeldene i 30 dager modnet ost, hvor kontroll skiller seg mest ut ved et høyere innhold av 2-butanon og aceton. Etter 30 dager modning skiller MF osten seg fra MF/DF ostene ved at den har et høyere innhold av acetaldehyd, 2-metyl-butanal, 2-metyl-propanal og 3-metyl-butanal, mens MF/DF ostene har et høyere innhold av 2-butanol og 2-metyl-1-propanol. Denne tendensen fortsetter også etter 10 ukers modning. Etter 16 ukers modning skjer det noen forandringer og innholdet av flyktige aromakomponenter blir mer likt mellom kontrollosten og MF/DF 30 osten, og mellom MF osten og MF/DF 90 osten. Det gjennomsnittlige innholdet av alle flyktige aromakomponenter målt gjennom ostenes modningsforløp er vist i vedlegg R og signifikansverdiene fra ANOVA på effekt av blokk og ystingsteknikk er vist i vedlegg S.

4.9 Mineraler

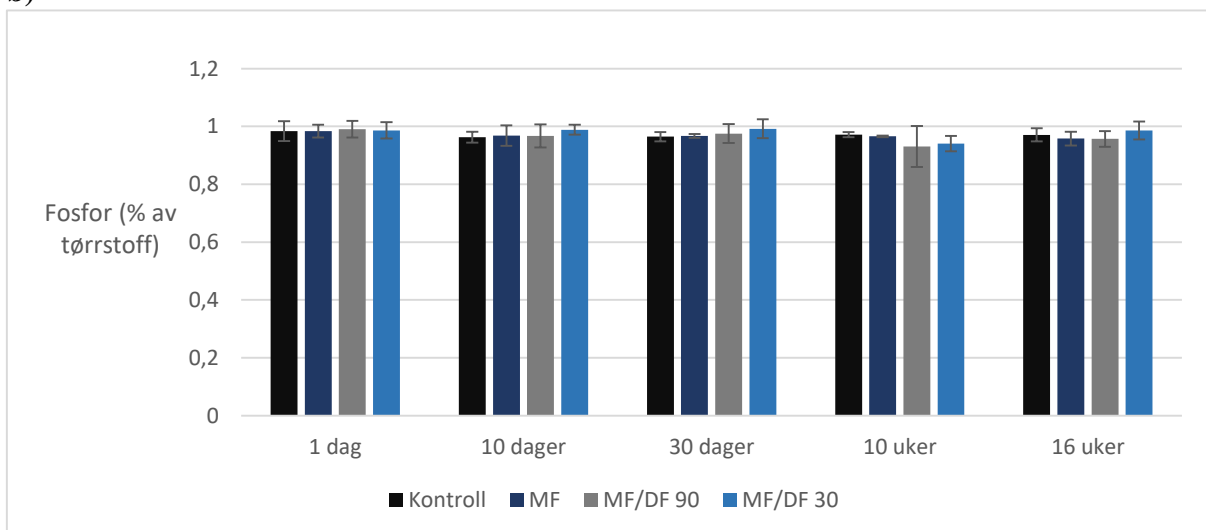
Gjennom modningsforløpet ble ostene analysert for innholdet av mineralene kalsium, magnesium og fosfor. Innholdet av disse mineralene ble omregnet til prosent av tørrstoff for at forskjellene i tørrstoff ikke skulle ha så stor innflytelse på resultatene. Figur 14 viser innholdet av kalsium, magnesium og fosfor i de ulike ostene gjennom modningsforløpet.



a)



b)



c)

Figur 14. Gjennomsnittlig innhold \pm SD av kalsium (a), magnesium (b) og fosfor (c), i prosent av tørrstoff gjennom modningsforløpet til de ulike ostene. Signifikant forskjell mellom ystingsteknikk fra Tukey's test illustreres overs stoplene for de modningsintervallene der det ble funnet signifikant forskjell.

Fra figur 14 (a) kan man se at kalsiuminnholdet var relativt likt mellom de ulike ostene gjennom modningsforløpet. Det ble heller ikke påvist noen signifikant forskjell av ystingsteknikk og blokk ved hjelp av ANOVA. For innholdet av magnesium, figur 14 (b), ser man at det ikke var noen signifikante forskjeller etter 1 dag og frem til 10 ukers modning, men etter 16 uker var det en signifikant forskjell (p-verdi <0,05) hvor MF osten hadde et signifikant lavere magnesiuminnhold enn MF/DF 30 osten. Den generelle tendensen gjennom modningsforløpet ser ut til å være at MF/DF ostene har det høyeste magnesiuminnholdet, mens MF osten har det laveste. For innholdet av fosfor, figur 14 (c), kan man se at forholdet var relativt likt mellom de ulike ostene gjennom modningsforløpet. Det ble heller ikke her påvist noen signifikant forskjell av ystingsteknikk og blokk ved hjelp av ANOVA. Man kan også se at standardavvikene, til alle mineralene, var generelt lave gjennom modningsforløpet til de ulike ostene. En komplett oversikt over innholdet av disse mineralene, for alle blokkene, er vist i vedlegg T.

5.0 Sensorisk bedømmelse

Osten ble bedømt sensorisk når den hadde modnet i 10 og 16 uker. Bedømmelsen som ble utført ved 10 ukers modning ble bare gjort på blokk 1,2 og 4. Ostene fra blokk 3 ble ikke tatt vare på, som forklart i avsnitt 3.4.3. Etter 16 ukers modning ble ost fra alle blokkene bedømt. Det ble utført to typer bedømmelser, en egenskapsbedømmelse og en beskrivende analyse.

5.1 Egenskapsbedømmelse

De egenskapene som ble bedømt var konsistens, lukt og smak. Egenskapene indre og ytre utseende ble ekskludert, som forklart i avsnitt 3.4.3. De gjennomsnittlige poengene \pm SD vises i tabell 12 for ost lagret 10 uker og i tabell 13 for ost lagret 16 uker. Poengskalaen som ble benyttet gikk fra 1-5 poeng, der 5 = samsvar med fastsatte spesifikasjoner for Norvegia®, 4 = minimalt avvik, 3 = merkbare avvik, 2 = betydelig avvik og 1 = meget betydelig avvik. TINE praktiserer, ved egenskapsbedømmelse av Norvegia®, at produkter med en gjennomsnittlig hovedpoengsum på $>2,7$ er klassifisert for salg (Kraggerud et al., 2012). Hovedpoengsummen blir regnet ut ved at den tilsvarer den dårligste poengsummen mellom egenskapene som er blitt bedømt, og man tar gjennomsnittet av hovedpoengene mellom dommerne og forsøksvariabelen (ystingsteknikk i dette tilfellet) for å komme frem til en hovedpoengsum for hver ost.

Tabell 12. Ostenes gjennomsnittlige, hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng \pm SD fra 10 ukers modning. Det ble benyttet en poengskala fra 1-5, hvor 1 var dårligst og 5 var best.

Ystingsteknikk	Hovedpoeng	Konsistenspoeng	Lukt- og smakspoeng
Kontroll	3,0 \pm 0,35	3,5 \pm 0	3,1 \pm 0,18
MF	3,4 \pm 0,35	3,4 \pm 0,35	3,6 \pm 0,08
MF/DF 90	3,0 \pm 0,38	3,4 \pm 0,12	2,9 \pm 0,26
MF/DF 30	3,1 \pm 0	3,5 \pm 0,17	3,1 \pm 0

For ost modnet i 10 ukers kan man se fra tabell 12 at ingen av ostene oppnådde hovedpoeng som tilsvarte topp kvalitet etter Norvegia® normen (5 poeng). Alle ostene lå innenfor 3,0 poeng som tilsvare merkbare avvik fra Norvegia®, men som fortsatt er klassifisert som salgsvare (>2,7 poeng). Den som hadde høyest hovedpoengsum av disse var MF osten med 3,4 poeng. Kontroll og MF/DF 90 osten hadde laves hovedpoengsum av alle ostene med 3,0 poeng. Konsistenspoengene var like for kontroll og MF/DF 30 osten (3,5 poeng), mens MF og MF/DF 90 osten lå noe lavere (3,4 poeng). For lukt- og smak lå MF osten høyest (3,6 poeng), mens MF/DF 90 lå lavest (2,9 poeng). Det ble ikke funnet noen signifikant effekt av blokk og ystingsteknikk ved hjelp av ANOVA. Alle poengsummene til de ulike ostene for blokk 1, 2 og 4 er vist i vedlegg U.

Tabell 13. Ostenes gjennomsnittlige, hovedpoeng, konsistenspoeng og lukt- og smakspoeng \pm SD fra 16 ukers modning. Det ble benyttet en poengskala fra 1-5, hvor 1 var dårligst og 5 var best.

Ystingsteknikk	Hovedpoeng	Konsistenspoeng	Lukt- og smakspoeng
Kontroll	3,0 \pm 0,21	3,3 \pm 0,07	3,2 \pm 0,29
MF	2,9 \pm 0,18	3,3 \pm 0,32	3,1 \pm 0,19
MF/DF 90	3,0 \pm 0,11	3,4 \pm 0,18	3,0 \pm 0,11
MF/DF 30	2,9 \pm 0,12	3,3 \pm 0,19	3,0 \pm 0,07

For ost modnet i 16 uker kan man også se, fra tabell 13, at ingen av ostene oppnådde hovedpoeng som tilsvarte topp kvalitet etter Norvegia® normen (5 poeng) og at ostenes hovedpoeng lå lavere enn for ost modnet i 10 uker. Hovedpoengene mellom de ulike ystingsteknikkene var relativt lik, hvor kontroll og MF/DF 90 osten hadde høyst verdi på 3,0 poeng og MF og MF/DF 30 ostene hadde lavest verdi på 2,9 poeng. Selv om alle hovedpoengene lå under 3,0 poeng kan de klassifiseres som salgsvare også etter 16 ukers modning (>2,7 poeng). Konsistenspoengene lå også relativt likt, hvor MF/DF 90 osten hadde høyest verdi på 3,4 poeng, mens de andre ostene hadde 3,3 poeng. Det var noe større variasjon for lukt- og smakspoengene hvor kontrollosten hadde høyest verdi på 3,2 poeng og

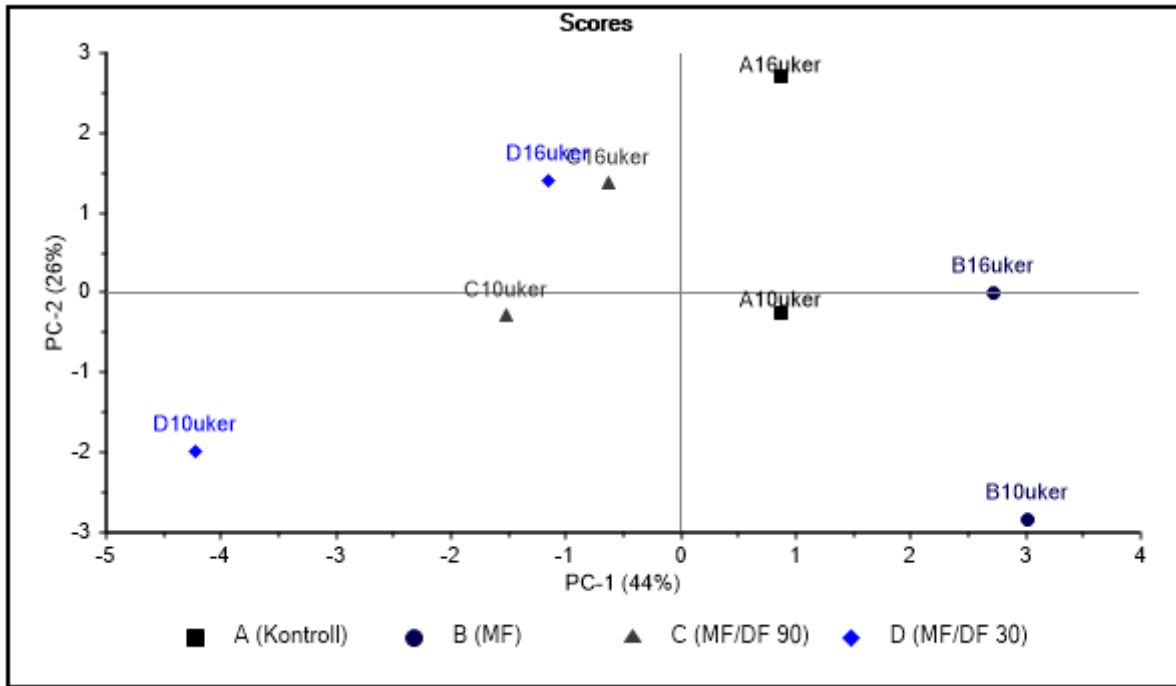
MF/DF ostene hadde lavest verdi på 3,0 poeng. Det ble ikke funnet noen signifikant effekt av ystingsteknikk ved hjelp av ANOVA, men det ble funnet en signifikant effekt av blokk for konsistens (>0.01 p-verdi, $0,77 R^2$). Alle poengsummene til de ulike ostene, for alle blokkene, er vist i vedlegg V.

Det må bli tatt i betraktning at etter 10 og 16 ukers modning ble egenskapene ytre og indre utseende ikke bedømt. Hvis disse egenskapene hadde blitt bedømt ville ostenes hovedpoeng vært annerledes og ikke nødvendigvis over salgskriteriet ($>2,7$ poeng). Egenskapen ytre utseende ble valgt bort siden dommerpanelet ikke var kalibrert for bedømmelse av rund ost dekket av plastemulsjon. Egenskapen indre utseende ble valgt bort fordi, så å si alle, ostene hadde en uønsket struktur.

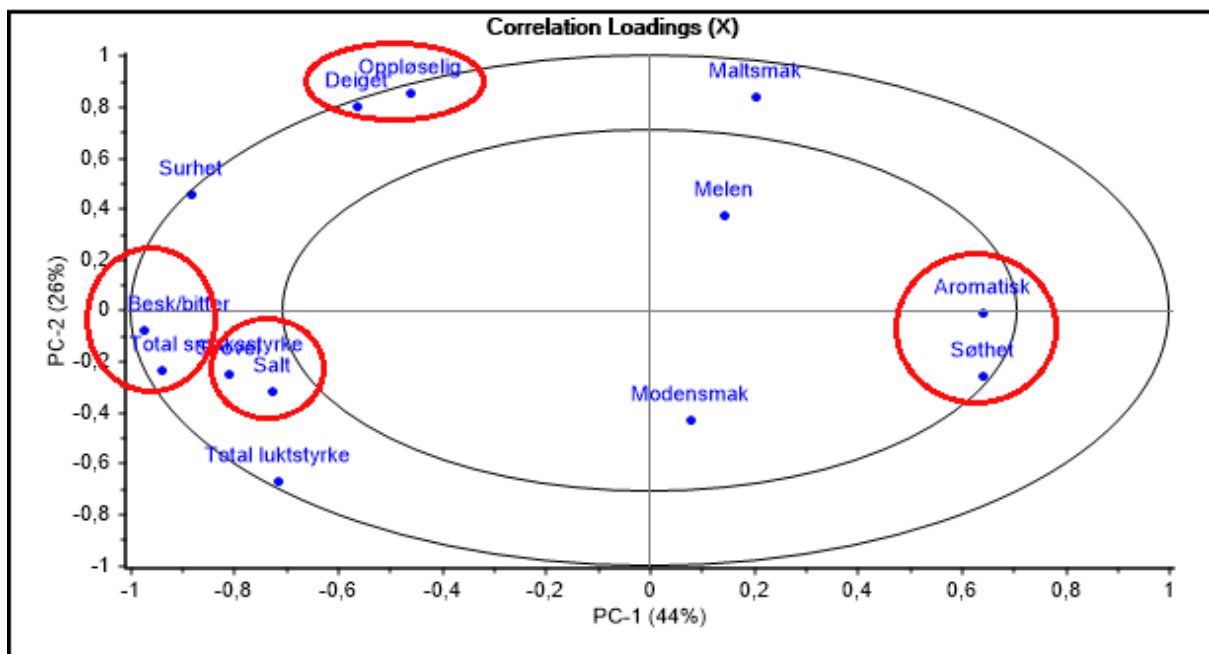
5.2 Beskrivende sensorisk analyse

De samme ostene som det ble foretatt en egenskapsbedømmelse av ble det også foretatt en beskrivende sensorisk analyse av. Det ble benyttet ulike attributter for å beskrive ostenes egenskaper. For hver av attributtene ble det benyttet en kontinuerlig poengskala fra 1-9 for å beskrive intensiteten til hver av attributtene hvor 1 er lav/liten intensitet og 9 er høy/stor intensitet. Ytterpunktene til skalaen defineres ulikt for noen attributter og dette er beskrevet av Kraggerud et al. (2008).

Alle ostene ble analysert for 20 ulike egenskaper. For å undersøke sammenhengen mellom egenskapene og de ulike ostene ble det foretatt en PCA. Ved å ta alle egenskapene i samme PCA-plot ble det et skille mellom tekstur- og konsistensegenskapene og smaksegenskapene. Disse egenskapene ble derfor adskilt i hvert sitt PCA-plot. Figur 15 viser PCA-plotet over smaksegenskapene hvor scores-plotet (a) viser de ulike ostene, og correlation loadings-plotet (b) viser smaksegenskapene og korrelasjonen mellom dem. Hvis smaksegenskapene ble signifikant påvirket av variasjonen mellom ostene skal de ligge utenfor den innerste sirkelen i plottet. De egenskapene som har korte avstander mellom hverandre har en tydelig positiv korrelasjon og er markert ved røde sirkler.



a)

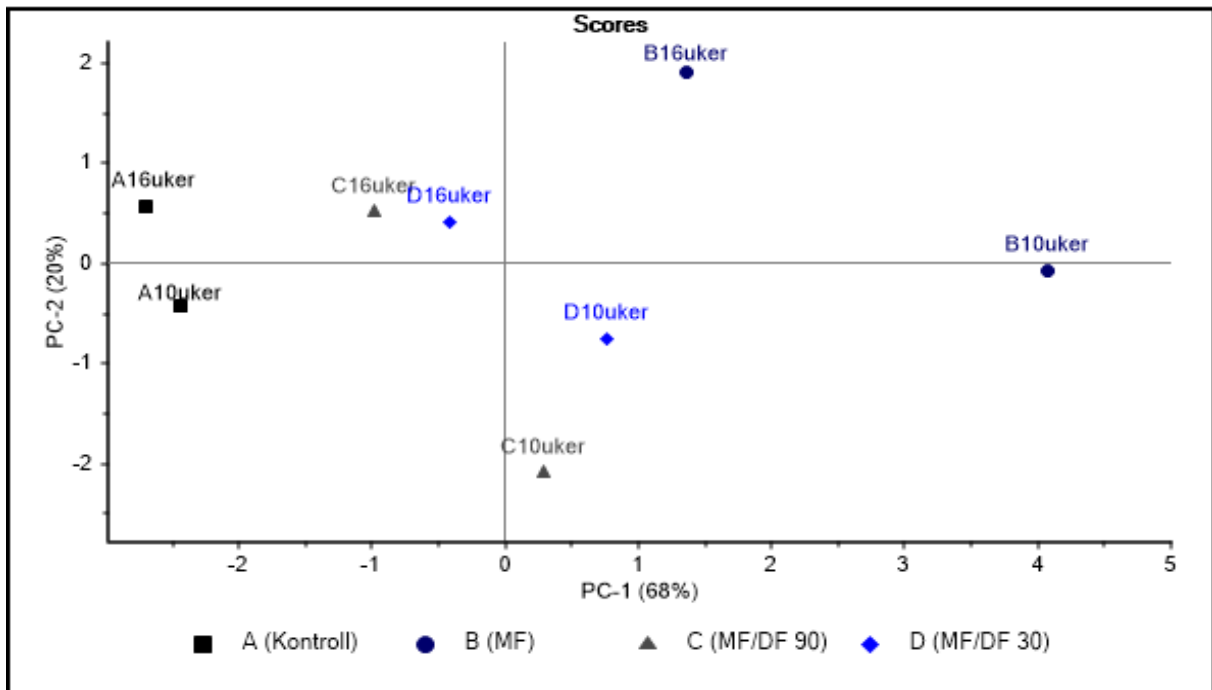


b)

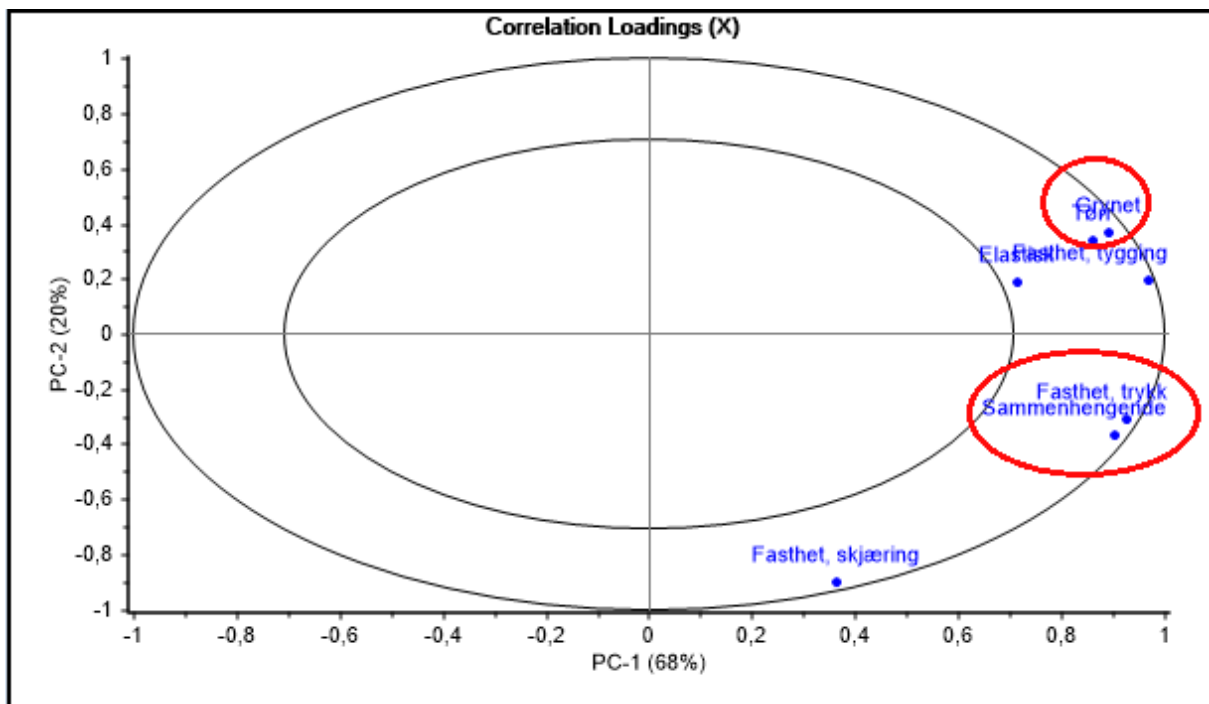
Figur 15. PCA-plot over smaksegenskapene som ble analysert i den beskrivende sensoriske analysen. Scores-plotet (a) viser ostene etter 10 og 16 uers modning og correlation loadings-plotet (b) viser smaksegenskapene og korrelasjonen mellom dem. De egenskapene med tydelig positiv korrelasjon er merket med røde sirkler.

Som figur 15 viser forklarer PC-1 44 % av variasjonen og PC-2 26 % av variasjonen. Man kan se fra scores-plotet (a) at PC-1 stort sett forklarer forskjellen mellom ystingsteknikken, mens PC-2 stort sett forklarer forskjellen mellom modningstidspunktene og noe mellom ystingsteknikken. Etter 10 ukers modning skiller MF/DF 30 osten seg fra de andre ved at den er mer besk/bitter, har mer svovel- og saltsmak, som også gir en større total smak- og lukststyrke. MF/DF 90 osten er nærmere disse egenskapene enn kontroll og MF osten, men den beveger seg noe opp mot egenskapene deigete og oppløselig, og har dermed en høyere intensitet av disse. Kontrollosten etter 10 ukers modning har en høy intensitet av egenskapene melen og modensmak, mens MF osten har en høy intensitet av egenskapene søthet, aromatisk og modensmak. Etter 16 ukers modning kan man se at det er vanskelig å skille smaksegenskapene mellom MF/DF ostene, som dermed har tilnærmet lik smak. Forskjellen mellom kontrollosten og MF/DF ostene blir også mindre, men kontrollosten har fortsatt en noe høyere intensitet av egenskapene maltsmak, melen, aromatisk og søthet. MF osten etter 16 ukers modning skiller seg mest fra de andre ved at den har en høyere intensitet av egenskapene aromatisk, søthet og modensmak. Det var noen tydelige positive korrelasjoner mellom smaksegenskapene i den beskrivende sensoriske analysen. Figur 14 (b) viser at det dannet seg to grupper på hver side av PC-1 akse, som viser at disse egenskapene hadde en negativ korrelasjon med hverandre. Besk/bitter og total smaksstyrke danner en tydelig korrelasjon og det samme med svovel og salt. Man kan også se at total smaksstyrke er nært korrelert med svovel, selv om de ikke er ringet rundt. Deigete og oppløselig er nært korrelerte og skiller seg fra de nevnte egenskapene ved PC-2 akse. På den andre siden av PC-1 ser man at egenskapene aromatisk og søthet er korrelert, men de befinner seg på grensen til den indre sirkelen og kan dermed sies å ha mindre signifikant påvirkning på variasjonen mellom de ulike ostene enn de andre korrelerte egenskapene. De gjennomsnittlige poengsummene til alle smaksegenskapene for de ulike ostene modnet i 10 og 16 uker er vist i vedlegg W.

Figur 16 viser PCA-plotet over tekstur- og konsistensegenskapene fra den beskrivende sensoriske analysen, hvor scores-plotet (a) viser de ulike ostene, og correlation loadings-plotet (b) viser tekstur- og konsistensegenskapene og korrelasjonen mellom dem. Hvis tekstur- og konsistensegenskapene ble signifikant påvirket av variasjonen mellom de ulike ostene skal de ligge utenfor den innerste sirkelen i plottet. De egenskapene som har korte avstander mellom hverandre har en tydelig positiv korrelasjon og er markert ved røde sirkler.



a)



b)

Figur 16. PCA-plot over tekstur- og konsistensegenskapene som ble analysert i den beskrivende sensoriske analysen. Scores-plotet (a) viser ostene etter 10 og 16 ukers modning og correlation loadings-plotet (b) viser tekstur- og konsistensegenskapene og korrelasjonen mellom dem. De egenskapene med tydelig positiv korrelasjon er merket med røde sirkler.

Figur 16 viser PCA-plotet over tekstur- og konsistensegenskapene og man kan se at PC-1 forklarer 68 % av variasjonene og at den hovedsakelig forklarer forskjellen forårsaket av ystingsteknikken, mens PC-2 forklarer 20 % av variasjonen og den forklarer hovedsakelig forskjellen mellom modningstidspunktene. Man kan se at kontroll og MF osten skiller seg fra MF/DF osten, men på ulike måter. MF osten etter 10 ukers modning har generelt høyere verdier av alle egenskapene enn de andre ostene. Etter 16 ukers modning får MF osten tydelig lavere verdier av egenskapene fasthet (skjæring og trykk) og sammenhengende, og den skiller seg ikke så mye fra MF/DF ostene, som ved 10 ukers modning, noe som tyder på at forskjellen jevner seg ut mellom disse. Etter 10 ukers modning har MF/DF ostene relativt høye verdier av alle egenskapene, men etter 16 ukers modning synker verdiene for MF/DF ostene og de blir mer lik hverandre. Kontrollosten har liten variasjon mellom modningstidspunktene, men verdiene til alle egenskapene er noe høyere etter 10 ukers modning enn etter 16 ukers modning. Generelt har kontrollosten de laveste verdiene av alle tekstur- og konsistensegenskapene. Fra figur 17 (b) kan man se at noen av tekstur- og konsistensegenskapene hadde en tydelig positiv korrelasjon og at alle hadde en signifikant innvirkning på forskjellene mellom de ulike ostene. Man kan også se at ingen av egenskapene hadde en negativ korrelasjon med hverandre. Egenskapene grynede og tørr var tydelig korrelerte, mens fasthet ved tygging ligger såpass nærme at den har en viss korrelasjon med disse. Fasthet ved trykk og sammenhengende var også tydelig korrelerte. De gjennomsnittlige poengsummene til alle tekstur- og konsistensegenskapene for de ulike ostene modnet i 10 og 16 uker er vist i vedlegg Y.

Det ble i tillegg til PCA utført ANOVA hvor effekten av blokk og ystingsteknikk på de ulike egenskapene i den beskrivende sensoriske analysen ble undersøkt. Tabell 14 viser de egenskapene som ble signifikant påvirket av ystingsteknikk og/eller blokk, både for 10 og 16 ukers modnet ost. Tukey's test ble benyttet til å gruppere de ulike ostene for de egenskapene som ble signifikant påvirket av ystingsteknikk.

		Ystingsteknikk (p-verdi)	Tukey's test på ystingsteknikk				R ²
			Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30	
Ost 10 uker	Blokk (p-verdi)						
Fasthet skjæring	n.s.	<0,01	C	AB	A	BC	0,92
Tørr	n.s.	<0,01	B	A	B	B	0,93
Surhet	n.s.	<0,01	BC	C	AB	A	0,92
Besk/biter	n.s.	<0,01	BC	C	B	A	0,93
Ost 16 uker							
Fasthet trykk	n.s.	<0,05	B	A	AB	A	0,62
Elastisk	n.s.	<0,01	B	A	A	A	0,68
Grynet	n.s.	<0,05	B	A	B	B	0,57
Total smaksstyrke	n.s.	<0,001	B	B	A	A	0,93
Salt	n.s.	<0,01	B	AB	A	A	0,77

Tabell 14. Signifikansverdier fra ANOVA på de egenskapene som ble signifikant påvirket av ystingsteknikk og/eller blokk ved beskrivende sensorisk analyse for 10 og 16 ukers modnet ost. Tukey's test ble benyttet til å gruppere de ulike ostene til egenskapene som ble signifikant påvirket av ystingsteknikk.

Tabell 14 viser at ikke var noen signifikant effekt av blokk for de egenskapene som ble signifikant påvirket av ystingsteknikk. Etter 10 ukers modning var det signifikant effekt av ystingsteknikk på egenskapene fasthet (skjæring), tørr, surhet og besk/bitter. Tukey's test påviser det samme som ble funnet ved PCA, hvor kontrollosten har signifikant lavest verdi av egenskapen fasthet (skjæring), og MF osten har signifikant høyest verdi av egenskapen tørr. For egenskapene surhet og besk/bitter hadde MF/DF ostene signifikant høyere intensitet. Etter 16 ukers modning var det signifikant effekt av ystingsteknikk på egenskapene fasthet (trykk), elastisitet, grynete, total smaksstyrke og salt. Tukey's test påviser, også her, det samme som ble funnet ved PCA. For egenskapene fasthet (trykk), elastisitet og grynete hadde kontrollosten signifikant lavest verdi, mens MF og MF/DF 30 ostene hadde høyest verdi. For egenskapene total smaksstyrke og salt hadde MF/DF ostene signifikant høyere intensitet enn kontroll og MF osten.

5.0 Diskusjon

Hensikten med denne oppgaven var å se hvordan ysting med ufiltrert, mikrofiltrert og diafiltrert melk påvirker de kjemiske og sensoriske egenskapene til osten gjennom et modningsforløp på 16 uker. Det ble ystet Gouda-type ost fra ufiltrert ystemelk (kontroll), fra mikrofiltrert ystemelk (MF) og to ost fra mikro- og diafiltrert ystemelk (MF/DF). De to MF/DF ostene hadde forskjellig formodningstid på 90 og 30 minutter, og forskjellig podeprosent, henholdsvis 1,5 % og 2,5 %. Ysting med mikrofiltrert melk vil på mange måter kunne optimalisere ystingsprosessen. Mikrofiltrering vil kunne oppkonsentrere og standardisere kasein i forkant av ysteprosessen. Ved oppkonsentrering av kaseinet vil man kunne øke kapasiteten til ysteriet ved at volumet ystemelk som trengs for å lage samme mengde ost reduseres. I tillegg vil man kunne øke kvaliteten på mysen (permeatet) ved å ta den ut før selve ystingen og dermed gi et bedre utgangspunkt for myseproteinkonsentrering (Law and Tamime, 2010). Guinee et al. (2006) påpeker også at ved å standardisere kaseininnholdet vil man effektivt kunne minimalisere effekten av sesongrelaterte forskjeller i melkens kaseininnhold, som igjen påvirker ostens sammensetning. Dette vil kunne gi en mer kontrollert ysteprosess og gi en jevnere kvalitet på osten. Mikrofiltrering etterfulgt av diafiltrering (DF) kan brukes til å redusere laktoseinnholdet i melken (Tamime, 2009). Dette åpner dermed muligheten for å standardisere og justere laktoseinnholdet melken i forkant av ysteprosessen, som igjen vil kunne effektivisere selve ysteprosessen med at mysefortynningssteget kan utelates.

For å undersøke om de forskjellige ystingsteknikkene hadde en innvirkning på ostens egenskaper ble det foretatt ulike kjemiske analyser ved gitte tidspunkt fra 1 dag til og med 16 ukers modnet ost, samt at det ble foretatt en sensorisk analyse ved 10 og 16 ukers modnet ost. Som nevnt ble ystingsprosessen og den videre behandlingen av de ulike ostene gjort i samarbeid med oppgaven til de Billot (2016), hvor den initiale mikrobiologiske veksten til ostene ble målt frem til og med 30 dagers modning. Ostene som ble undersøkt i oppgaven til de Billot (2016) var de samme som ble undersøkt i undertegnedes oppgave og resultatene som ble funnet i undertegnedes oppgave kan dermed sammenlignes med de mikrobiologiske resultatene i oppgaven til de Billot (2016).

5.1 Ystemelkens sammensetning

Ystemelkens sammensetning ble analysert for innhold av fett, protein, laktose og kasein.

Dette ble gjort for å undersøke om ønsket fettmengde var oppnådd slik at forholdet mellom fett og kasein ble riktig, og for å undersøke effekten mikrofiltrering og diafiltrering hadde på sammensetningen. Den gjennomsnittlige sammensetningen til kumelk ligger på 3,25 % protein, hvorav 2,51 % er kasein, og 4,42 % laktose (Law and Tamime, 2010). Ystemelken som ble brukt i kontrollkaret hadde et tilsvarende likt innhold med et gjennomsnittlig innhold på 3,65 % protein, hvorav 2,69 % kasein, og 4,57 % laktose. Mikrofiltreringen ble gjort for å standardisere kaseininnholdet i ystemelken. Det var derfor forventet at MF ystemelk hadde et høyere kaseininnhold enn kontrollystemelken, noe som var tilfellet med 3,18 % kasein. Det var derimot lite forskjell for laktoseinnholdet mellom MF og kontroll ystemelken.

Diafiltreringen ble gjort for å standardisere og regulere innholdet av laktose i ystemelken som først var mikrofiltrert. Det var derfor forventet at MF/DF melk hadde det laveste laktoseinnholdet, men fortsatt et høyere kaseininnhold enn kontroll ystemelken. Dette viste seg å være tilfellet hvor diafiltreringssteget gjorde at laktoseinnholdet gikk fra 4,44 % i MF ystemelk til 3,60-3,63 % i MF/DF ystemelk, og det gav et kaseininnhold på 3,05-3,06 %.

Forskjellige ostetyper har et karakteristisk innhold av fett-i-tørrstoff, som hovedsakelig utgjøres av forholdet mellom fett og kasein (Fox et al., 2017). For å produsere en Gouda-type ost med 28 % fett var målet å oppnå et fett/kasein forhold på 1,05 i ystemelken. Dette forholdet ble noe for høyt i MF og MF/DF ystemelken. En av grunnene til dette kan være unøyaktig oppmåling av fløte og/eller en unøyaktig oppmåling av mengden retentat i ystekaret. Det kan også ha forekommet en unøyaktig utregning av fløtemengden som ble tilsatt.

5.2 pH

Melkens pH ved 25 °C ligger vanligvis i området 6,5-7,0. Når syrekulturen tilsettes, og etter hvert som den vokser, vil laktose begynne å omdannes til melkesyre og pH vil synke.

Formodningssteget brukes for å senke pH før tilsetning av løpeenzymet, for å gi det en økt virkningsgrad og dermed en bedre geldannelse. En økning av melkesyre i ystemelken har imidlertid ikke en lineær sammenheng med pH senkningen, hvor bufferkapasiteten til ystemelken spiller en stor rolle og en høyere konsentrasjon av fettfritt tørrstoff i melken gir en høyere bufferkapasitet (Fox et al., 2017). Alle ystingsteknikkene ga en pH innenfor det normale pH området ved starten av ystingsprosessen. pH-målingen som ble tatt etter

formodning viste at MF melken gav en signifikant lavere pH enn MF/DF melken. En forklaring på dette kan være at bufferkapasiteten er lavere ved nøytral pH, og den har sin maksimale kapasitet ved pH 5,1 (Fox et al., 2017). Dermed hadde bufferkapasiteten til MF melken lite å si på dette stadiet, selv om kapasiteten i utgangspunktet skulle vært større. MF/DF melken hadde en høyere pH fra løpetilsetning til etter forysting. Dette kan komme av bufferkapasiteten til kolloidalt kalsiumfosfat og para- κ -kasein. Ved kaseinkonsentrering vil det kolloidale kalsiumfosfatet følge kaseinmicellen, siden $\text{pH} \approx 6,7$ og temperaturen er relativt høy. Dette fører til en oppkonsentrering av kolloidalt kalsiumfosfat sammen med kasein (Fox et al., 2015). Ut ifra pH-utviklingen frem til etter forysting kan det tyde på at MF/DF melken har hatt en større effekt av bufferkapasiteten enn MF melken, selv om MF melken hadde en høyere konsentreringsgrad av kasein. En forskjellig produksjon av melkesyre kunne vært en forklaring, men melkesyreinnholdet ble ikke signifikant påvirket av ystingsteknikk. Ved 2.myseavtapp øker pH i kontrollkaret i forhold til de andre, noe som mest sannsynlig kommer av at mysefortynningssteget tynnet ut H^+ ionene. Selv om MF melken også gikk gjennom en mysefortynning skjedde det ingen stor pH forandring her, noe som kan komme av at bufferkapasiteten motvirket pH forandringen. Etter pressing hadde MF osten høyest pH og dette samsvarer med at bufferkapasiteten får en større kapasitet ved lavere pH. MF/DF ostene hadde en signifikant lavere pH enn MF osten, fra 10 dager til 16 ukers modning, og enn kontrollosten fra 10 uker til 16 uker. Grunnen til dette ligger antagelig i ysteteknikken. PCA-plottet fra HPLC analysen viser at MF/DF osten hadde en høyere konsentrasjon av laktose i 1 dag modnet ost, noe som utviklet seg til en høyere konsentrasjon av melkesyre gjennom modningen.

For Gouda-type ost ligger pH typisk mellom 5,2-5,3 for ferskost og mellom 5,4-5,5 for ost som er modnet i 3 måneder (Fox et al., 2017). Denne pH økningen skjer gradvis gjennom modningen som et resultat av proteolyse og tap av CO_2 . (Fox et al., 2004). I 1 dag modnet ost hadde MF ost en pH på 5,32, kontrollosten en pH på 5,22, MF/DF 90 ost en pH på 5,20 og MF/DF 30 ost en pH på 5,16. For 16 ukers modnet ost hadde pH steget til 5,56 for MF, 5,51 for kontroll, 5,38 for MF/DF 90 og 5,39 for MF/DF 30. Dermed gav alle ystingsteknikkene en tilnærmet lik pH-utvikling som forventet av Gouda-type ost under modning. Denne pH-utviklingen tyder på at diafiltreringsprosessen har vært en velegnet teknikk for å justere laktoseinnholdet i ostemassen.

I forsøket ble det benyttet to ulike formodningstider på 30 og 90 minutter. I MF ystemelk og til den ene MF/DF ystemelken ble det benyttet en formodningstid på 90 minutter, mens i kontroll ystemelken og i den andre MF/DF ystemelken ble det benyttet en formodningstid på 30 minutter. Som nevnt tidligere virker oppløsningen av de kolloidale kalsiumfosfatet fra kaseinmicellen som en buffer i ystemelken. Ved et høyere innhold av kaseinmiceller i ystemelken vil det dermed kunne løses opp mer kolloidalt kalsiumfosfat og det vil kreves en større andel melkesyre for å senke pH til ønskelig nivå. Dette var tanken bak den lengre formodningstiden til MF og den ene MF/DF ystemelken i forhold til kontroll ystemelken, siden MF og MF/DF ystemelk inneholdt en høyere kaseinkonsentrasjon. Den andre MF/DF ystemelken hadde en kortere formodningstid på grunn av at den fikk en høyere podedeprosent. Tanken her var at en høyere podedeprosent ville gi en økt produksjon av melkesyre og dermed kunne formodningstiden reduseres, og pH-utviklingen ville forbli den samme som ved 90 minutters formodning. Resultatene viser at MF og kontroll melken hadde en lik pH-utvikling frem til 2. myseavtapp hvor kontroll melken får en høyere pH. Dette kom, som nevnt, trolig av at bufferkapasiteten til MF melken var høyere enn for kontroll. Denne bufferkapasiteten gir trolig også utslag i osten under modningen hvor pH i MF osten er jevnt høyere enn for kontrollosten. Dette tyder på at formodningstidene til MF og kontroll ystemelken gav likt pH utslag i ysteprosessen (etter skjæring og forysting) frem til 2. myseavtapp. Etter 2. myseavtapp og videre under ostemodningen fikk bufferkapasiteten til MF trolig en for stor påvirkning på pH-utviklingen i forhold til kontroll. Resultatene viser også at de ulike ystingsteknikkene til MF/DF gav en jevn pH utvikling både gjennom ysteprosessen og modningsforløpet til ostene. Dette viser at en podedeprosent på 2,5 % og en formodningstid på 30 minutter (MF/DF 30) gir den sammen pH-utviklingen som en podedeprosent på 1,5 % og en formodningstid på 90 minutter (MF/DF 90).

Resultatene fra pH-analysene i undertegnedes oppgave er tilsvarende de resultatene som Flaatten (2016) fant. Under starten av ysteprosessen hadde MF melken lavere pH enn MF/DF melken, og under ostemodningen hadde MF/DF osten lavere pH enn MF osten. I det forsøket ble det imidlertid benyttet en diafiltreringsgrad på 35 % i to av blokkene og 30 % i en av blokkene. Forskjellen i diafiltreringsgrad viste seg ikke å ha en effekt på pH utviklingen i osten. I undertegnedes oppgave ble det derfor benyttet en 30 % diafiltreringsgrad til alle blokkene.

5.3 Tørrstoff

Ostene ble analysert for tørrstoffinnhold gjennom modningsforløpet. Tørrstoffinnholdet varierte avhengig av ystingsteknikk, og fra 1 dag til 16 ukers modning gikk tørrstoffinnholdet fra 52,5 til 57,3 % i kontrollosten, fra 56,6 til 60,5 % i MF osten, fra 55,3 til 59,3 % i MF/DF 90 osten og fra 54,8 til 59,9 % i MF/DF 30 osten. For Gouda-type ost skal fett-i tørrstoff variere ut ifra tørrstoffinnholdet. I codex standarden for Gouda ligger minimums fett-i-tørrstoff innhold på 30% med et korresponderende tørrstoffinnhold fra 48-55 %. Det er imidlertid ikke fastsatt noen øvre grense på tørrstoffinnholdet eller for fett-i-tørrstoff. Osten ble ikke analysert for fett og fett-i-tørrstoff kunne dermed ikke beregnes i denne oppgaven. Det var i utgangspunktet forventet av at fettinnholdet til ostene skulle være likt, men fett/kaseinforholdet ble noe høyere enn ønsket i ystemelken til MF og MF/DF.

Det ble funnet signifikante forskjeller på grunnlag av ystingsteknikk ved tre av modningstidspunktene. Kontrollosten hadde signifikant lavere tørrstoff enn MF osten, både etter 1 dag, 10 dager og 30 dagers modning, og den var signifikant lavere enn MF/DF 90 ved 10 dager og MF/DF 30 ved 30 dager. I studien gjort av Neocleous et al. (2002) hvor de, blant annet, analyserte vanninnholdet i Cheddar ost som var blitt ystet fra ystemelk med forskjellige mikrofiltreringsgrad, fant de ut at vanninnholdet i osten ble redusert ved økt grad av mikrofiltrering. Fox et al. (2017) skriver også at kaseininnholdet til ystemelken påvirker syneresen under ystingen, hvor en økt kaseinkonsentrasjon gir en økt synerese. Resultatene i denne oppgaven ser ut til å stemme med dette. MF ystemelken hadde gjennomsnittlig høyst kaseininnhold (3,18 %), mens kontrollystemelken hadde lavest (2,69 %). MF/DF ystemelken hadde et noe lavere innhold av kasein enn MF (3,05-3,06 %).

Under ysteprosessen er syneresen viktig for å kontrollere vanninnholdet i osten (Fox et al., 2017). Forskjell i pH under ystingsprosessen kan være med på å forklare det høye tørrstoffinnholdet til MF osten. Fox et al. (2017) skriver at graden av synerese er direkte relatert til syreinnholdet i ystemelken. Under ystingen hadde MF melken en jevnt lav pH, noe som da kan ha bidratt til en høy syneresegrad. Formodningstiden er en annen faktor som påvirker syneresen. Walstra et al. (2006) skriver at formodningstid påvirker synerese og at den direkte påvirker pH i osten ved at mer kolloidalt kalsiumfosfat skiller seg fra ostemassen. I oppgaven til Ediassen (2016) og Flaatten (2016) ble det også funnet at formodningstid hadde en signifikant betydning for tørrstoffinnholdet i osten. I denne oppgaven ble MF ystemelken formodnet i 90 minutter og kontroll ystemelken i 30 minutter. Formodningstiden kan dermed også være med på å forklare det store spranget i tørrstoffinnhold mellom disse. Resultatene

tyder imidlertid på at en lengre formodningstid er likestilt med en høyere podeprosent når det kommer til tørrstoffinnhold, siden det ikke var noen signifikant forskjell mellom MF/DF ostene. For MF/DF 30 osten var det høye standardavvik for tørrstoffinnholdet gjennom alle måletidspunktene. En sannsynlig grunn er avviket som skjedde under ystingsblokk 2, hvor mye av ostemasse gikk tapt under forpressingen. Når det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet til MF/DF 30 ostene ble regnet ut uten ystingsblokk 2 viste det en tydelig reduksjon av standardavvikene, for utenom etter 16 ukers modning, samt at tørrstoffinnholdet ble lavere for alle modningstidspunktene. Årsaken til dette kan være at den ferdigpressede MF/DF 30 osten fra blokk 2 fikk et betydelig mindre volum enn for blokk 1 og 3, noe som igjen kan ha ført til at MF/DF 30 osten fra blokk 2 fikk en annen tørrstoffutvikling enn de fra blokk 1 og 3.

Under lagring vil vann fordampe fra osten og dermed øker tørrstoffinnholdet. Det er flere faktorer som påvirker vanninnholdet i osten under lagring. En stigende lufthastighet og temperatur vil øke fordampingsraten, mens en høyere luftfuktighet vil senke den (Walstra et al., 2006). Under lagringen kan man se at tørrstoffinnholdet jevnet seg noe ut mellom ostene, og det var ikke noen signifikant forskjell mellom de ulike ystingsteknikkene etter 10 og 16 ukers modning. En grunn til dette kan være at kontrollosten har mistet mer vann under lagringen, siden den i utgangspunktet inneholdt mer vann. Walstra et al. (2006) nevner også at proteinnedbrytning under modning vil øke tørrstoffinnholdet noe, siden når peptidbåndene hydrolyseres vil de binde et vannmolekyl. Innholdet av frie aminosyrer som ble målt gjennom modningsforløpet til ostene viste at etter 10 og 16 ukers modning var det kontroll og MF osten som hadde det høyeste innholdet av frie aminosyrer. Dette kan bidra til å forklare hvorfor kontrollosten fikk en større økning i tørrstoff fra 30 dager til 10 og 16 ukers modning enn MF/DF ostene.

Det er flere faktorer som kan endres på for å bidra til et jevnere tørrstoffinnhold mellom de ulike ostene, hvor kanskje den viktigste faktoren er syneresekontroll under ystingsprosessen. En forandring av formodningstid kan være en mulighet, hvor lengre formodning gir mer synerese. Andre muligheter kan for eksempel være skjæringsgrad (størrelsen på ostekornene) hvor større ostekorn gir langsommere synerese og motsatt, hastigheten og tiden til røringen hvor høy intensiteten og lengre tid øker syneresen og pH-kontroll gjennom ystingen hvor en lavere pH øker syneresen (Fox et al., 2017).

5.4 Organiske syrer og karbohydrater

Sammensetningen til ost blir sterkt preget av sammensetningen til melken. Bestanddelene i melken påvirkes av flere faktorer hvor noen av de viktigste er kurase, individuelle forskjeller mellom kyr, fôret, kuas helse og laktasjonstidspunkt (Fox et al., 2004). Walstra et al. (2006) viser til at disse faktorene kan gi et varierende innhold av, blant annet, laktose (3,8-5,3 %) og organiske syrer (0,12-0,21 %) i melk. I denne oppgaven skal ikke forskjeller i melken ha hatt noen påvirkning, innad i blokkene, på innholdet av laktose og organiske syrer før filtreringen, siden all melken i hver blokk ble tatt fra samme tank.

Under ystingsprosessen var det forskjeller på innholdet av organiske syrer og karbohydrater mellom kar med ulik ystingsteknikk. I ystemelken hadde kontroll det høyeste innholdet av organiske syrer og karbohydrater, mens MF/DF hadde det laveste. Denne forskjellen skyldes antageligvis forskjeller i laktoseinnhold, hvor MF/DF ystemelken hadde et betydelig mindre innhold på grunn av diafiltreringen. I oppgaven til Flaatten (2016) ble det også funnet en signifikant forskjell på innholdet av sitronsyre mellom MF og MF/DF melk, hvor MF/DF hadde et betraktelig lavere innhold. Dette er også tilfelle i denne oppgaven hvor MF/DF ystemelken hadde et lavere innhold av sitronsyre, orotinsyre, urinsyre og α -ketoglutarsyre i tillegg til laktose, enn kontroll og MF ystemelken. MF ystemelk hadde også et markant lavere innhold av disse syrene enn kontroll ystemelk. Dette tyder på at en del av disse syrene, sammen med laktose, blir med permeat væskestrømmen under mikrofiltreringsprosessen, og ved videre diafiltrering reduseres syreinnholdet ytterligere.

Organiske syrer er de viktigste produktene fra karbohydratmetabolismen til melkesyrebakterier. Kvantitativ bestemmelse av organiske syrer kan dermed brukes til å måle syrekulturaktiviteten (González de Llano et al., 1996). Videre i ysteprosessen og frem til etter forysting hadde MF/DF mysen et lavere innhold av de organiske syrene og karbohydratene, spesielt, i forhold til kontroll. En forklaring på dette kan fortsatt være det lavere innholdet av laktose, men en annen forklaring kan være aktiviteten til syrekulturen. Den lavere laktosekonsentrasjonen og den gjennomgående senere pH reduksjonen, frem til etter forysting, kan tyde på at syrekulturen har hatt en tregere laktoseomsetning, noe som har ført til en tregere dannelse av organiske syrer. Etter 2. myseavtapp snur forholdet hvor MF og kontroll mysen får den laveste konsentrasjon av de organiske syrene og karbohydratene. Dette skyldes i hovedsak fortynningen som skjer ved å fjerne myse og tilsette vann. Etter forpress har innholdet av de organiske syrene jevnet seg ut mellom de ulike ostene. Denne prøven ble tatt fra ost og ikke fra myse, noe som kan tyde på forholdet av de organiske syrene og

karbohydratene var jevnere i ostemassen enn i mysen, og/eller at syrekulturens aktivitet jevnet seg ut mellom de ulike ostene på dette tidspunktet. Selv om forholdene var jevnere mellom ostene etter forpress hadde MF/DF ostene en noe høyere konsentrasjon av organiske syrer og karbohydrater, hvor MF/DF 30 skilte betydelig ut ved et høyere innhold av galaktose. Forskjellen etter forpress kan komme av at mysefortynningen til MF og kontroll osten var av større betydning for innholdet av organiske syrer og karbohydrater enn diafiltreringen. Forskjellen i galaktoseinnholdet kan komme av aktiviteten til syrekulturen. Fox et al. (2004) skriver at noen *Lactobacillus* stammer, samt *Streptococcus thermophilus*, ikke kan metabolisere galaktose. Konsentrasjonen av galaktose vil dermed stige når de bare metaboliserer glukose fra laktosemolekylene. Disse bakteriene er imidlertid ikke en del av DL-syrekultur. Bakteriene kan ha kommet fra råmelken hvis varmebehandlingen var utilstrekkelig, og ved mikrofiltrering vil bakteriecellene bli i retentatet og dermed oppkonsentreres, eller de kan ha blitt tilført fra omgivelsene. I oppgaven til de Billot (2016) ble det ikke gjort spesifikke analyser for å påvise akkurat disse bakteriene, men det var en viss andel NSLAB til stede i de ulike ostene etter forpress.

Omdanningen av laktose til melkesyre skjer hovedsakelig i ystingsprosessen og under de tidlige stegne i ostemodningen. Tilnærmet 96 % av laktosen fjernes via mysen eller via fermentering til melkesyre, men den andelen laktose som blir igjen i ostemassen er av stor betydning for ostekvaliteten (Fox et al., 2017). Det var betydelige forskjeller mellom ostene ystet med de ulike ystingsteknikkene på utviklingen av organiske syrer og karbohydrater gjennom modningsforløpet. For nederlandske ostetyper er det typisk med et laktoseinnhold på rundt 3 % i ostemassen etter pressing som metaboliseres til udekkerbare verdier etter 12 timer (Fox et al., 2017). MF/DF ostene hadde det høyeste laktoseinnholdet i 1 dag modnet ost, og kontroll og MF osten hadde det laveste innholdet. Dette kan tyde på at syrekulturen hadde problemer med å metabolisere restlaktosen i osten ystet fra MF/DF ystemelk.

Laktoseforskjellen kan være et resultat av ulik mysefortynning i ysteprosessen, hvor vannfortynningen til kontroll og MF kan ha gitt en lavere laktosekonsentrasjon i ostemassen enn ved MF/DF ystingsteknikk. Videre i modningsforløpet skiller MF/DF ostene seg fra kontroll og MF ostene ved at de har et betydelig høyere innhold av melkesyre og galaktose, og et høyere innhold av laktose. Det høyere innholdet av melkesyre og galaktose skyldes mest sannsynlig at det var mer tilgjengelig laktose som kunne omdannes til melkesyre og galaktose i MF/DF osten. Det høye melkesyreinnholdet illustreres også tydelig i pH-kurven, hvor MF/DF osten har lavest pH under hele modningsforløpet. Innholdet av restgalaktose, og

laktose, i MF/DF ostene kan være et resultat av at melkesyrekonsentrasjonen ble så høy at syrekulturen ble inaktiv. Siden MF/DF ostene følger hverandre så tett tyder dette også på at en økt podeprosent er likestilt med en lengre formodningstid når det kommer til utviklingen av organiske syrer og karbohydrater gjennom modningsforløpet i disse ostene.

Forskjellene på innholdet av organiske syrer og karbohydrater kunne muligens blitt jevnet ut ved å justere visse trinn under ystingen. Laktoseinnholdet kunne for eksempel vært jevnet ut med å justere ned mysefortynningen til kontroll og MF, eller øke diafiltreringsgraden til MF/DF.

5.5 Total og løselig nitrogen

Bestemmelse av nitrogenfraksjoner i ost kan brukes for å måle graden av proteolyse. Det er mest vanlig at det uttrykkes i form av nitrogeninnhold enn proteininnhold, siden proteininnholdet er en vanskelig parameter å definere under ostemodning. Det er vanligst å måle proteolysegraden i form av løselig nitrogen (LN), trikloreddiksyre løselig nitrogen (TCA-LN) og fosforsyre løselig nitrogen (PTA-LN) (Ardö and Polychroniadou, 1998). Innholdet av total nitrogen (TN) blir brukt som en indikator på proteininnholdet i ost, men en viss andel av total nitrogenet i ost stammer fra ikke-protein kilder (Walstra et al., 2006). I denne oppgaven ble innholdet av total og løselig nitrogen analysert gjennom modningsforløpet til de ulike ostene. For å illustrere innholdet av løselig nitrogen bedre er det oppgitt som prosent av total nitrogen (LN/TN).

Det skjedde en økning av total nitrogen gjennom ostemodningen for alle ostene. Det er naturlig at total nitrogenet øker under modningen når tørrstoffinnholdet øker, siden det skjer en oppkonsentrering. Det kan også være at proteininnholdet i tørrstoffet har økt gjennom modningen, ved at det har blitt mindre av andre komponenter i tørrstoffet. Det var også en variasjon mellom oster ystet med de ulike ystingsteknikkene, men på grunn av høye standardavvik var det bare en signifikant effekt på ystingsteknikk gjennom modningsforløpet. Denne signifikante effekten var etter 16 ukers modning, men forskjellen var ikke stor nok til at Tukey's test fant en signifikant forskjell. Trenden var derimot, både etter 10 og 16 ukers modning, at MF osten hadde det høyeste innholdet av total nitrogen, mens kontroll og MF/DF 90 osten hadde det laveste innholdet. Grunnen til at MF hadde det høyeste innholdet av total nitrogen kan komme av at den hadde det høyeste tørrstoffinnholdet. Siden tørrstoffinnholdet utgjøres hovedsakelig av fett og protein er dette naturlig. Det samme kan være tilfelle for MF/DF 30, som hadde nest høyest tørrstoffinnhold. Selv om MF/DF 90 hadde et høyere

tørrstoffinnhold enn kontroll var deres totale nitrogeninnhold relativt likt. En grunn til dette kan være fett/kaseinforholdet i ystemelken, hvor kontroll hadde et forhold på $1,04 \pm 0,02$ og MF/DF 90 hadde et forhold på $1,10 \pm 0,06$. Dette betyr at det muligens var en større andel fett i tørrstoffet til MF/DF 90 enn for kontroll, som da vil kunne utligne proteinforskjellen mellom disse.

Innholdet av løselig nitrogen sier noe om den proteolyseaktiviteten under modningsforløpet til ost, hvor uløselige kaseinmiceller blir brutt ned til løselige peptider (Gaznagh et al., 2014).

Det ble observert en tydelig økning av løselig nitrogen under modningsforløpet. Dette indikerer dermed en tydelig proteolytisk aktivitet for alle ostene under modningen, noe som bekreftes fra kapillærelektroforesen som målte en tydelig nedbrytning av kasein til mindre kaseinbestanddeler. Dette bekreftes også videre av HPLC analysen som viser en tydelig dannelse av frie aminosyrer under modningen. Det var ingen signifikante forskjeller på innholdet av LN/TN mellom ostene ystet med de ulike ystingsteknikkene etter 1 dag og 10 dagers modning. Dette tyder på at det var lite proteolytiskaktivitet så tidlig i modningen, noe som også bekreftes fra innholdet av de frie aminosyrene. Videre i modningsforløpet var det signifikante forskjeller mellom de ulike ostene. Tendensen var at MF og kontroll osten hadde et høyere innhold av LN/TN enn MF/DF ostene, da spesielt MF/DF 30 som hadde det gjennomgående lavest innholdet. Dette illustrer også godt den utviklingen ostene hadde med tanke på innhold av frie aminosyrer, hvor MF og kontroll osten hadde et gjennomgående høyere innhold enn MF/DF ostene, og MF/DF 30 hadde et noe lavere innhold enn MF/DF 90.

5.6 Initiell kaseinnedbrytning og videre nedbrytning til frie aminosyrer

Gjennom modningsforløpet til ost blir proteolyse ansett som den mest komplekse og viktigste transformasjonen for utvikling av aroma, smak og tekstur. De viktigste proteolytiske enzymene er: naturlige proteaser i melken (plasmin og cathepsin D), løpeezymer (hovedsakelig chymosin) og proteaser og peptidaser som dannes av syrekulturen og fra NSLAB (Irigoyen et al., 2000). Chymosin står hovedsakelig for nedbrytningen av α_{s1} -kasein, og den kan hydrolysere de hydrofobe delene på α_{s2} -kasein. Plasmin er aktivt på alle kaseinene, men spesielt på β -kasein og α_{s2} -kasein. Plasmin har en optimums pH på 7,5 og er mindre aktiv ved lav pH. Cathepsin D er mindre viktig når det kommer til kaseinnedbrytning i ost produsert fra varmebehandlet melk, siden det inaktiveres ved pasteurisering (Fox et al., 2017).

Den initielle kaseinnedbrytningen ble målt ved kapillær elektroforese gjennom ostenes modningsforløp. Ut ifra grafene som ble laget var det vanskelig å se noen spesiell trendforskjell mellom oster ystet med de ulike ystingsteknikkene, så grafen til kontrollosten og MF/DF 30 osten ble valgt ut for å demonstrere utviklingen ved to forskjellige ystingsteknikker. For begge ostene kan man se at det har vært chymosin- og plasminaktivitet. Det var en jevn nedbrytning av α_{s1} -kasein (8 og 9 fosfat) fra 1 dag til 16 ukers modning hvor innholdet nesten ble redusert til udekerbare nivåer. Dette tyder på at chymosin har vært aktivt under modningen. For β -kasein A1 og A2 skjedde det også en nedbrytning fra 1 dag til 16 ukers modning, og det kan se ut som kontrollosten har hatt en større nedbrytning av β -kasein enn MF/DF 30 osten. Plasmin kan dermed ha vært mer aktiv i kontrollosten, enn i MF/DF 30 osten. Innholdet av α_{s2} -kasein var lavt etter 1 dags modning og var nesten borte etter 16 ukers modning. Denne nedbrytningen kan både kan skyldes chymosin og plasmin aktivitet. Det største nedbrytningsproduktet til α_{s1} -kasein er α_{s1} -kasein-I og de størst nedbrytningsproduktene til β -kasein er γ -kasein (Otte et al., 1997). Det forekom en økning av α_{s1} -kasein-I (8 og 9 fosfat) gjennom modningsforløpet til begge ostene, noe som stemmer bra med nedbrytningen til α_{s1} -kaseinet. Når det kommer til nedbrytningsproduktene fra β -kasein ble ikke toppene til γ -kasein definert i elektroferrogrammene i denne oppgaven.

For å få finne ut om det var signifikante forskjeller fra den initielle kaseinnedbrytningen ble arealet under kurvene målt for 1 dag og 16 ukers modning. Det eneste nedbrytningsproduktet hvor det ble funnet en signifikant forskjell mellom ostene ystet med de ulike ystingsteknikkene var α_{s1} -Kasein-I-8 fosfat. For å se på utviklingen av dette kaseinet ble også arealet for 10 dager, 30 dager og 10 ukers modning målt. Etter 1 dag modning hadde kontrollosten et lavere innhold av α_{s1} -Kasein-I-8 fosfat enn MF og MF/DF 30 ostene. Det kan tyde på at chymosin var mer aktivt i MF og MF/DF 30 ostene ved 1 dags modning. Dette så man i midler tid ikke etter 10 og 30 dagers modning, hvor ingen forskjeller kunne påvises mellom de ulike ostene. Etter 10 ukers modning ble det funnet en signifikant forskjell mellom ostene, men Tukey's test kunne ikke påvise noen signifikant forskjell. Tendensen er derimot klar ved 10 og 16 ukers modning, hvor kontroll og MF osten har det høyeste innholdet av α_{s1} -Kasein-I-8 fosfat. Dette kan tyde på at chymosin var mer aktiv i disse ostene. De jevnt høye standardavvik ved 16 ukers modning må også tas i betraktning. Årsaken til dette er mest sannsynlig en unøyaktig opparbeidelse av prøvene for en eller flere av blokkene. Selve analysen kan også hatt en innvirkning på dette, spesielt den maskinelle beregningen av arealene hvor proteintoppenes start og slutt punkt ikke alltid ble definert likt mellom blokkene.

Innholdet av frie aminosyrer ble målt ved HPLC gjennom modningsforløpet til de ulike ostene, hvor det var en tydelig forskjell fra 30 dager og frem til 16 uker modning. Modningstidspunktene 1 dag og 10 dager ble ikke tatt med siden innholdet av frie aminosyrer var helt likt mellom ostene på disse tidspunktene. Den klare trenden er at MF og kontroll osten har ett lignende innhold av frie aminosyrer gjennom modningsforløpet og det samme gjelder for MF/DF ostene, men MF/DF 90 osten har et noe høyere innhold av frie aminosyrer ved 10 og 16 ukers modning enn MF/DF 30. Proteolysen har imidlertid gått raskere og kommet lengre for MF og kontroll osten. Disse ligger hele tiden et modningsintervall foran MF/DF ostene. I artikkelen til Larsson et al. (2006) ble den primære proteolysen undersøkt i ost uten tilsatt syrekultur og fra mikrofiltrert melk, og den spesifikke aktiviteten til chymosin og plasmin i pH området 5,0-6,0 ble analysert ved bruk av HPLC og LC-MS (liquid chromatography – mass spectrometry). Det ble funnet at chymosin stod for en større del av kaseinnedbrytningen enn plasmin. Det ble også funnet at plasmin ikke var aktivt ved pH <5,4, men aktiviteten økte fra pH 5,4 til 6,0. Som tidligere vist i denne oppgaven hadde MF/DF ostene lavest pH gjennom hele modningsforløpet og frem til og med 16 ukers modning hadde begge MF/DF ostene en pH lavere enn 5,4. MF og kontroll osten hadde derimot en pH høyere enn 5,4 for ost modnet i 30 dager og de hadde en stigende pH frem til 16 uker. Det kan dermed være sannsynlig at MF og kontroll osten har hatt initiell proteolytisk aktivitet fra både chymosin og plasmin under modningen, mens MF/DF ostene hovedsakelig har hatt en initiell proteolytisk aktivitet fra kun chymosin. Utviklingen til α_{s1} -Kasein-I-8 fosfat tyder også på at kontroll og MF osten hadde en høyere chymosinaktivitet etter 10 og 16 ukers modning. Dette kan dermed ha gitt opphav til en større initiell proteolyse og dermed en økt peptiddannelse for MF og kontroll osten.

Som tidligere nevnt skjer omdannelsen av peptider til mindre peptider og frie aminosyrer fra enzymer som produseres av syrekulturen og NSLAB, hvor bakteriens aktivitet og utvikling dermed er av betydning. Det kan tyde på at kontroll og MF osten har hatt en høyere og/eller ulik bakteriologiskaktivitet siden de hadde et høyere innhold av frie aminosyrer gjennom modningsforløpet. En annen indikator på at det er forekommet en forskjell i bakteriologiskaktivitet mellom ostene er at MF/DF ostene har et høyere innhold av L-arginine. I følge Fox et al. (2017) er nedbrytningen av L-arginine et viktig skille mellom bakteriene *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (*Lactococcus* forkortes videre med Lc) og *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, hvor bare den førstnevnte kan bryte ned L-arginin til L-citruline og videre til L-ornithine. Det kan dermed se ut som MF/DF ostene har hatt en lavere aktivitet av

bakterien *Lc. lactis* subsp. *lactis* enn kontroll og MF osten. Oppgaven til de Billot (2016) kunne derimot ikke påvise at det var forskjellig aktivitet mellom ostenes syrekultur frem til og med 30 dager modnet ost. Det kan ha forekommet en forandring i aktiviteten til ostenes syrekultur etter dette, men det blir vanskelig å si uten mer informasjon.

5.7 Flyktige aromakomponenter

Flyktige stoffer spiller en viktig rolle i smaksopfatningen til ulike ostetyper. Typiske ostesmaker er et resultat av flyktige aromakomponenter som dannes under lipolyse, proteolyse og metabolisme av laktose, melkesyre og sitronsyre (Leuven et al., 2008).

Gjennom modningsforløpet ble innholdet av flyktige aromakomponenter i de ulike ostene målt ved HSGC. Sammenhengen mellom ystingsteknikk, modning og innholdet av de ulike flyktige stoffene ble illustrert i et PCA-plot. Det viste at innholdet av flyktige aromakomponenter var relativt likt mellom ostene ved 1 dag og 10 dager modning, for utenom at kontrollosten ved 10 dager inneholdt mer 2-butanon og aceton. Denne trenden vedvarer for kontrollosten ved 30 dager og 10 ukers modning. Disse stoffene er ketoner og er i stor grad forbundet med nedbrytning av fettsyrer. Gouda-type ost inneholder derimot lite frie fettsyrer, i forhold til mange andre ostetyper, og høy grad av lipolyse er uønsket (Fox et al., 2017). I artikkelen til Dimos et al. (1996) ble, blant annet, innholdet av aceton analysert i forskjellige typer Cheddarost over et modningsforløp på 24 uker. Det ble her registrert en nedgang av aceton gjennom modningsforløpet som ble tilskrevet nedbrytning fra NSLAB. Dette kan dermed tyde på at kontrollosten har hatt en lavere aktivitet av NSLAB som bryter ned aceton, enn MF og MF/DF ostene, og/eller et høyere innhold av frie fettsyrer og derav en større grad av lipolytisk aktivitet. Artikkelen til McSweeney and Sousa (2000) påpeker at diacetyl kan bli konvertert til 2-butanon. Det ble imidlertid ikke funnet noen signifikant forskjell på diacetylinnholdet mellom de ulike ostene. I en artikkel av Keen et al. (1974) ble dannelsen av 2-butanon og 2-butanol i Cheddar undersøkt. Det ble funnet ut at 2,3-butylen glycol kunne omgjøres til 2-butanon som videre kunne omgjøres til 2-butanol. Det ble også funnet at *Lc. lactis* subsp. *diacetylactis*, og noen arter *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, kan produsere 2,3-butylen glycol i ost, som igjen kan konverteres til 2-butanon av *Lactobacillus plantarum* (*Lactobacillus* forkortes videre med *Lb*), som igjen kan konverteres til 2-butanol av *Lb. brevis*. De to sistnevnte bakteriene var ikke en del av syrekulturen, men disse artene kan være en viktig del av NSLAB i forbindelse med ostemodning (Walstra et al., 2006). Ut ifra dette kan det tenkes at kontrollosten har hatt en lavere aktivitet av *Lb. brevis* på grunn av det høye innholdet av 2-butanon. MF/DF ostene ser derimot ut til å ha hatt en høy aktivitet av *Lb.*

brevis siden disse har mer 2-butanol. Forholdet mellom aktiviteten til disse bakteriene ser ut til å bli mer likt mellom de ulike ostene ved 16 ukers modning. I oppgaven til de Billot (2016) ble innholdet av *Lactobacillus* analysert i syrekulturene før tilsetning i ystemelken, gjennom ysteprosessen og gjennom modningsforløpet frem til 30 dagers modning. Syrekulturen som ble benyttet i kontroll ystemelken hadde et gjennomsnittlig lavere innhold av *Lactobacillus*, men standardavviket var så høy at det ikke kunne påvises noen signifikant forskjell fra syrekulturene benyttet i MF og MF/DF ystemelken. Det ble ikke funnet noen signifikant forskjell av ystingsteknikk på innholdet av *Lactobacillus* gjennom ysteprosessen og modningsforløpet. Det spesifikke innholdet av *Lb. brevis* ble ikke analysert i oppgaven.

Kontroll og MF osten inneholdt også mer av aromakomponentene 2-metyl-butanal, 2-metyl-propanal og 3-metylbutanal. Disse er et nedbrytningsprodukt fra aminosyren L-methionine. Det ble funnet en signifikant forskjell på L-methionin innholdet mellom ostene, hvor PCA-plotet viser at MF og kontroll hadde det høyeste innholdet gjennom modningen. Dette kan dermed forklare hvorfor MF og kontroll osten inneholdt mer av disse aromakomponentene. MF og kontroll osten inneholdt også mer acetaldehyd. Acetaldehyd kan dannes fra nedbrytning av aminosyren L-threonin via enzymet threonin aldolase, hvor også aminosyren glycin dannes (Fox et al., 2017). MF og kontroll osten hadde det høyeste innholdet av L-threonin og glycin. Den vanligste dannelsen av acetaldehyd kommer imidlertid fra pyruvat, som igjen kommer fra heterofermentativ laktosemetabolisme av melkesyrebakterier (Walstra et al., 2006). Ut ifra dette kan det tenkes at MF og kontroll osten har hatt en høyere aktivitet av threonin aldolase og/eller en kraftigere pyruvat fermentering.

Aromakomponenten 2-metyl-1-propanol ble også funnet i ostene. Dette stoffet er en viktig del av modningen til muggost og i disse ostene blir det produsert av *Penicillium candidum* (Law and Tamime, 2010). Det høyeste innholdet ble funnet i MF/DF og MF etter 30 dager til 16 ukers modning, mens kontrollosten får et økt innhold ved 16 ukers modning. Det oppstod noe muggvekst på alle de ulike ostene under modningsforløpet, men ikke i noen særlig stor grad. 2-metyl-1-propanol kan dannes ved aminosyremetabolisme og er en viktig del av aromakomponentene i Gouda-type ost (Weimer, 2007). I en studie av van de Bunt et al. (2014) ble det undersøkt hvordan forskjellige stammer av *Lc. lactis* medvirket til smakskomponentdannelse fra aminosyremetabolisme. Det ble funnet at ikke alle stammer av *Lc. lactis* produserte 2-metyl-1-propanol, og at produksjonen trolig stammet fra metabolisme av aminosyren L-valin. Det kan dermed tyde på at MF/DF og MF ostene har hatt en ulik vekst av noen *Lc. lactis* stammer enn kontrollosten. Et annet interessant funn i denne artikkelen var

at noen *Lc. lactis* stammer bare produserte 2-butanon og aceton i vekstfasen og 2-methyl-1-propanol ble bare produsert i stasjonærfasen, mens 2-methyl-butanal, 2-methyl-propanal og 3-methylbutanal både ble produsert i vekstfasen og stasjonærfasen. Hvis dette sammenlignes med resultatene i denne oppgaven tilsier det at MF/DF ostene kan ha hatt en kortere vekstfase av disse *Lc. lactis* stammen enn MF osten og, spesielt, kontrollosten. En kortere vekstfase kan dermed ha ført til et lavere innhold av aceton og 2-butanon, og en lengre stasjonærfase kan ha ført til et høyere innhold av 2-methyl-1-propanol i MF/DF ostene. Dette kan også forklarer hvorfor MF og kontroll osten får et høyere innhold av 2-methyl-1-propanol etter 16 ukers modning, hvor det er trolig at bakteriene er i den stasjonære fasen. De ulike *Lc. lactis* stammene ble ikke navngitt i denne studien. I oppgaven til (de Billot, 2016) ble det funnet ulike stammer av *Lc. lactis* subsp. *lactis* og *Lc. lactis* subsp. *cremoris* i ulike konsentrasjoner mellom ostene, fra ost etter pressing til 30 dager modnet ost. Vekst av forskjellige stammer og ulik konsentrasjon av stammen til disse bakteriene kan dermed ha bidratt til en forskjellig utvikling på innholdet av flyktige aromakomponenter mellom ostene fra de ulike ystingsteknikkene.

5.8 Mineraler

Ost består hovedsakelig av fett, proteiner og vann. Disse utgjør typisk 92-96 % av vekten til osten. De resterende 4 – 8 % består hovedsakelig av uløselige mineraler forbundet med parakasein, myseproteiner, natriumklorid og løselig kalsium og fosfat. Kalsium er spesielt forbundet med strukturen i ost ved at den danner kryssbindinger mellom kaseinmicellene (Fox et al., 2017).

Innholdet av kalsium, magnesium og fosfor ble regnet ut i forhold til ostenes respektive tørrstoffinnhold. Det ble ikke påvist noen signifikant effekt på innholdet av kalsium eller fosfor mellom ostene ystet med de ulike ystingsteknikkene, og innholdet var stort sett likt gjennom modningsforløpet. For magnesium ble det funnet en signifikant forskjell mellom MF og MF/DF 30 ost ved 16 ukers modning, hvor MF/DF 30 hadde et signifikant høyere innhold. I oppgaven til Flaatten (2016) ble det funnet signifikant forskjell mellom mikrofiltrert og diafiltrert ystemelk på mineralinnholdet. Her hadde den mikrofiltrerte ystemelken et høyere innhold enn den diafiltrerte ystemelken av kalsium, magnesium og fosfor gjennom ystingsprosessen frem til 2. myseavtapp. Ved 2. myseavtapp hadde derimot den diafiltrerte ystemelken et høyere innhold av mineralene. Mineralinnholdet ble også målt for ferskost, men her var det ingen signifikant forskjell mellom de ulike ostene. Dette tyder på at innholdet av kalsium, fosfor og magnesium jevner seg ut mellom MF og MF/DF etter at osten er ferdig

presset. Dette ser ut til å stemme med resultatene i denne oppgaven, hvor mineralinnholdet stort sett var likt i ost fra ufiltrert, mikrofiltrert og diafiltrert ystemelk, ved 1 dag modning. Resultatene viser også at modningsforløpet hadde liten innvirkning på innholdet av disse mineralene.

5.9 Sensorisk bedømmelse

Ved 10 og 16 ukers lagring ble ostenes sensoriske egenskaper bedømt i form av en egenskapsbedømmelse og en beskrivende analyse. Egenskapsbedømmelsen ble utført etter en Norvegia® norm, hvilket betyr at egenskapene som differensierte fra Norvegia® resulterte i poengtrekk. TINE opererer med en poengskala fra 1-5 ved egenskapsbedømmelse. De produktene som får hovedpoeng >2,7 er klassifisert som salgsvare. Ut ifra egenskapene konsistens, lukt og smak hadde alle ostene en hovedpoeng >2,7 ved 10 og 16 ukers modning. Egenskapsbedømmelsen var imidlertid ikke fullverdig siden egenskapene ytre og indre utseende var ekskludert vurderingen. Den ytre strukturen ble ekskludert siden dommerpanelet ikke var trent på å bedømme runde oster, samt at de var dekket av plastemulsjon. Den indre strukturen ble ekskludert siden, så å si, alle ostene hadde en pipete struktur og generelt dårlig hullsetting. I Gouda-type ost er det fermentering av sitronsyre som er viktigst for dannelse av CO₂ til hullsettingen. Hulldannelsen er spesielt avhengig av tidsrommet, mengden, intensiteten og hastigheten til CO₂ produksjonen. En annen viktig faktor er andelen og størrelsen av åpne områder i osten hvor gassen kan samle seg og danne hull. Disse åpne områdene kan stamme fra nitrogen i melken, CO₂ fra syrekulturen, faste mikropartikler og/eller mekaniske åpninger. Andelen åpne områder bestemmer mengden hull og konsistensen til osten bestemmer størrelse og form. Med en for rask CO₂ produksjon vil ikke gassen ha tid til å migrere til allerede eksisterende hull, og man vil få dannet mange små hull (Polychroniadou, 2001). Den pipete strukturen til ostene kan dermed komme av en for rask sitronsyremetabolisme, hvor CO₂ ble dannet så raskt at den ikke klarte å migrere til allerede eksisterende hull. En annen mulighet kan være at strukturen til ostene ikke var elastisk nok til å holde på gassen når den ble produsert. Siden, så å si, alle ostene hadde pipete struktur ligger grunnen mest sannsynlig i et eller flere av ystingsstegene eller behandlingen av ostene under forlagringen.

Det var ingen signifikante effekt av ystingsteknikk på ostens kvalitet ved egenskapsbedømmelsens for 10 og 16 uker modnet ost. Ved 10 ukers modning ble MF osten bedømt høyest med hovedpoeng på 3,4, mens kontroll og MF/DF 90 osten ble bedømt lavest med 3,0 i hovedpoeng. Ved 16 ukers modning har hovedpoengene til alle ostene sunket, hvor

kontroll og MF/DF 90 osten ble bedømt høyest med 3,0 poeng, mens MF og MF/DF 30 osten ble bedømt lavest med 2,9 poeng. Disse poengsummene indikerer at ostene som ble ystet i dette forsøket hadde en ulik karakter fra det som er Norvegia® normen, og at denne ulikheten ble større lengre ut i modningsforløpet. Norvegia® Original lagres i 12 uker før salg. Lagringstiden på 16 uker kan dermed ha vært med på å gjøre forskjellen fra Norvegia® normen mer tydelig. Når det kommer til forskjellen mellom ystingsteknikken så er den blitt mindre, ut ifra hovedpoengene, ved 16 ukers modning. Dette tyder på at variasjonene mellom konsistens, lukt og smak jevner seg ut gjennom modningen til de ulike ostene. Det var også høyere standardavvik ved 10 uker enn ved 16 ukers modning, som da kan være en del av årsaken til utjevningen. Av de egenskapene som ble bedømt er det tydelig at lukt og smak hadde størst innvirkning på hovedpoengene, ved at de egenskapene generelt fikk en lavere poeng enn det konsistens egenskapene fikk. I oppgaven til Flaatten (2016) ble det utført en egenskapsbedømmelse, av de samme egenskapene, på MF og MF/DF ost. Her hadde MF osten signifikant høyere hoved-, lukt- og smakspoeng enn MF/DF osten. Også her hadde lukt- og smakspoengene størst innvirkning på hovedpoengene, ved at de generelt fikk lavere poeng enn det konsistens fikk. Disse ostene hadde imidlertid et kortere modningsforløp når de ble bedømt.

Den beskrivende sensoriske analysen viste klare skiller mellom ostene. For å få et bedre overblikk av hvordan egenskapene påvirket bedømmelsen av ostene ble det valgt å fremstille egenskapene som har med smak, lukt/aroma og munnfølelse i et PCA-plot og egenskapene som har med tekstur og konsistens i et annet PCA-plot. Ved 10 ukers modning trekker MF/DF ostene, spesielt MF/DF 30, seg mot venstre siden av PCA-plotet, og fra ANOVA og Tukey's test kan man se at det er egenskapene surhet og besk/bitter som hadde størst påvirkning på dette. MF/DF 30 osten hadde en signifikant høyere intensitet av surhet og besk/bitter enn kontroll og MF osten. MF/DF 90 også hadde en høyere intensitet av surhet og besk/bitter, men den var ikke signifikant høyere enn kontroll og MF.

Bitterhet i ost kommer hovedsakelig av en akkumulering av hydrofobe peptider under proteolysen (Fox et al., 2017). De bitre peptidene dannes i den initielle proteolysen av parakaseinet, hvor løpeenzymet og proteolytiske enzymer fra syrekulturen bidrar. Det kan skje en videre nedbrytning av disse peptidene ved proteolytiske enzymer som hovedsakelig kommer fra NSLAB, men syrekulturen kan også bidra. Den viktigste NSLAB arten i denne sammenhengen har vist seg å være *Lactobacillus* (Lemieux and Simard, 1992). Som tidligere diskutert tydet nedbrytningen av de frie aminosyrene og dannelsen av de flyktige

aromakomponentene på at det har vært en forskjell i den bakteriologiske aktiviteten mellom ostene. De sensoriske forskjellene til besk/bitter mellom ostene er med på å understøtte dette. Det tyder her på at MF/DF ostene har hatt en lavere bakteriologisk aktivitet av de bakteriene som danner proteolytiske enzymer med evne til å bryte ned bitre peptider.

Etter 16 ukers modning ble forskjellen mellom de ulike ostene mindre tydelig. For lukt- og smaskpoengene var det større forskjeller etter 10 uker enn etter 16 ukers modning, noe PCA-plottet fra den beskrivende analysen også viser. MF/DF ostene hadde ikke lengre signifikant høyere intensitet av surhet eller besk/biter, men de hadde signifikant høyere intensitet av total smaksstyrke og salt. I en studie av Pripp et al. (2006) fant man en korrelasjon mellom saltsmak og noen peptidbånd fra β -kaseinet. De kom fram til at økt saltsmak, trolig, ikke kom direkte fra proteolysen, men at det var en indirekte effekt av at forskjellig saltinnhold påvirker proteolytisk utvikling. Det ble også påpekt at saltsmak reduserer intensiteten av bitterhet i ost. Ut ifra det som er observert i denne oppgaven har det tydelig vært en forskjellig proteolytisk aktivitet mellom ostene. Om saltinnholdet har hatt en påvirkning på proteolysen blir vanskelig å si, siden saltinnholdet ikke ble analysert. Den mer intensive saltsmaken ved 16 ukers modning kan dermed være med på å redusere/kamouflere bitterheten til MF/DF ostene. Det er heller ikke usannsynlig at den proteolytiske nedbrytningen av de bitre peptidene har kommet lengre etter 16 ukers modning.

Strukturen til ost kan deles opp i to nivåer: makro- og mikrostruktur. Makrostruktur representerer distribusjonen av ostens komponenter (kasein, fett, mineraler, vann m.m.), mens mikrostruktur representerer hvordan disse partiklene binder seg sammen og interagerer i ostematriksen. En viktig del av mikrostrukturen er kalsiumfosfat-parakasein nettverket, hvor en økt proteinkonsentrasjon vil gi en høyere volumfraksjon av kalsiumfosfat-parakasein nettverket og vil gi en tettere struktur (Fox et al., 2017). Dette viser også en studie av Ong et al. (2013) hvor det ble ystet med proteinkonsentrert ystemelk fra ultrafiltrering. Høyere proteinkonsentrasjon gav ost med en hardere og mer elastisk struktur, men den hadde en noe mindre sammenhengende struktur. I undertegnede oppgave viste det seg at kontrollosten hadde lavest verdi av alle tekstur- og konsistensegenskapene og at MF ost hadde høyest verdi, mens MF/DF osten lå imellom disse. Gjennom modningsforløpet hadde MF og MF/DF ostene et høyere tørrstoffinnhold enn kontrollosten. Med høyere tørrstoff vil osten ha en større volumfraksjon av kalsium-fosfat-parakasein nettverket, som gir osten en hardere og mer elastisk struktur. Dette illustreres også av innholdet av total nitrogen, hvor MF og MF/DF 30 osten hadde høyest innhold, mens kontroll og MF/DF 90 osten hadde et relativt likt innhold.

Fra 10 til 16 ukers modning forandrer konsistensen seg i MF osten betraktelig. Dette kommer mest sannsynlig at MF osten ble oppfattet som signifikant tørrere ved 10 ukers modning enn de andre ostene, mens ved 16 ukers modning var denne forskjellen mindre og ikke signifikant. Egenskapen grynet har derimot en større innvirkning på MF osten ved 16 ukers modning, hvor den ble oppfattet som signifikant mer grynete enn de andre ostene. En årsak til dette kan være det lave vanninnholdet i MF osten.

Gjennom modningsforløpet vil hydrolyse av proteiner (parakasein nettverket) føre til en strukturendring i osten (Fox et al., 2017). En ulik proteolytisk aktivitet kan dermed gi forskjellig struktur. Det var derimot en ganske lik proteolytisk aktivitet mellom kontroll og MF, ut ifra innholdet av frie aminosyrer. Når det kommer til nedbrytningen av α_{s1} -kasein til α_{s1} -kasein-I kasein var tendensen at kontrollosten hadde hatt en større nedbrytning enn MF osten, selv om forskjellen ikke var signifikant. Fox et al. (2017) påpeker at strukturen i ost blir veldig svekket av den tidlige nedbrytningen av α_{s1} -kasein. Dette forklarer imidlertid ikke hvorfor MF/DF hadde mindre fast struktur enn MF, siden MF/DF hadde lavest nedbrytning av α_{s1} -kasein.

Det er mange faktorer som påvirker teksturen til ost under modning. Ut ifra analysene i dette forsøket tyder det på at tørrstoffinnholdet, som igjen påvirket proteininnholdet, har hatt størst innvirkning på teksturforskjellene mellom ostene. Trolig har forskjeller vedrørende proteolysen også hatt en betydelig effekt.

6.0 Oppsummerende diskusjon

De kjemiske og sensoriske analysene som ble utført i denne masteroppgaven viste at det var tydelige forskjeller mellom ost ystet fra ufiltrert melk, ost ystet fra kaseinstandardisert MF melk og ost ystet fra kasein- og laktosestandardisert MF/DF melk, gjennom et modningsforløp på 16 uker.

Gjennom modningsforløpet til ostene viste PCA fra de kjemiske analysene en gjennomgående tendens hvor kontroll og MF osten hadde en relativt lik utvikling, og de skilte seg fra MF/DF ostene som også hadde relativt lik utvikling. De fleste av forskjellene som har oppstått mellom de ulike ostene kan ha vært relatert til ulik pH-utvikling, ulikt tørrstoffinnhold og en mulig ulik aktivitet/utvikling av syrekulturen og NSLAB. Under modningsforløpet påvirket pH-forskjellene trolig innholdet av organiske syrer og karbohydrater, og var med på å skille de ulike ostene fra hverandre. Trolig hadde pH-forskjellen også en innvirkning på den initiale proteolysen, som igjen hadde en påvirkning på dannelsen av frie aminosyrer. Forskjellene i

tørrstoffinnhold mellom de ulike ostene kunne i hovedsak relateres til konsentrasjonen av kasein i ystemelken, hvor en høyere kaseinkonsentrasjon gav et høyere tørrstoffinnhold. Tørrstoffinnholdet gav også som forventet en effekt på innholdet av totalnitrogen. Aktivitet/utvikling av syrekulturen og NSLAB ble ikke undersøkt vedrørende denne oppgaven, men i oppgaven til de Billot (2016) ble dette undersøkt frem til 30 dagers modnet ost. I denne oppgaven er det flere faktorer som tyder på at det har vært en ulik aktivitet/utvikling av syrekulturen og NSLAB til de ulike ostenes gjennom modningsforløpet, spesielt for produksjonen av frie aminosyrer og flyktige aromakomponenter.

Mange av forskjellene som ble påvist ved de kjemiske analysene var med på å skille de ulike ostene under de sensoriske analysene. I forhold til PCA fra de kjemiske analysene viste PCA fra den sensoriske beskrivende analysen et annet skille mellom de ulike ostene, hvor MF/DF ostene ble bedømt relativt likt, mens MF og kontroll osten ble bedømt ulikt fra hverandre og ulikt fra MF/DF ostene. Det var en betydelig smaksforskjell mellom ostene, hvor MF/DF ostene var betydelig mer sure og besk/bitre, noe som ble relatert til ulik peptiddannelse mellom de ulike ostene. Det var også et betydelig skille mellom de ulike ostene for tekstur- og konsistensegenskapene. MF osten skilte seg mest fra de andre ved at den generelt hadde høyere verdier av alle tekstur- og konsistensegenskapene, mens kontrollosten hadde de lavest verdiene. Dette ble hovedsakelig relatert til tørrstoffinnholdet og derav kaseininnholdet til ostene, hvor MF osten hadde høyest innhold og kontrollosten lavest. Det ble derimot ikke funnet noen innvirkning av ystingsteknikk på innholdet av kalsium, magnesium og fosfor gjennom modningsforløpet til ostene.

På bakgrunn av resultatene fra de kjemiske, sensoriske og statistiske analysene, med signifikansnivå $p < 0,05$, må dermed nullhypotesen forkastes og den alternative hypotesen aksepteres. Dette tilsier at en eller flere av ostene, ystet med ulik ystingsteknikk, var signifikant forskjellig. Når det gjelder de to MF/DF ostene fulgte disse hverandre tett gjennom modningen i så å si alle de kjemiske analysene, og de sensoriske analysene viste at det var vanskelig å skille mellom dem på bakgrunn av smak-, tekstur- og konsistensegenskaper. Disse resultatene tyder dermed på at det er mulig å redusere formodningstiden ved å øke podeprosenten uten at det fører til en ulik utvikling gjennom ostens modningsforløp.

Det hadde vært interessant å sett hvordan en jevn pH-utvikling og et jevnt tørrstoffinnhold, mellom de ulike ostene, hadde påvirket innholdet av de kjemiske komponentene gjennom modningsforløpet. Dette burde vært mulig ved justering av ulike parametere under membranfiltreringen og/eller ysteprosessen. En jevnere pH-utvikling og et jevnere tørrstoffinnhold ville trolig innvirket på å redusere forskjellene mellom de ulike ostene, både på innholdet av de kjemiske komponentene som ble analysert og på vurderingen ved de sensoriske analysene.

6.0 Referanser

- ARDISSON-KORAT, A. V. & RIZVI, S. S. H. 2004. Vatless Manufacturing of Low-Moisture Part-Skim Mozzarella Cheese from Highly Concentrated Skim Milk Microfiltration Retentates. *Journal of Dairy Science*, 3601-3613.
- ARDÖ, Y. & POLYCHRONIADOU, A. 1998. Laboratory manual for chemical analysis of cheese. *COST 95 : improvement of the quality of the production of raw milk cheeses*, p.123.
- BRANDSMA, R. L. & RIZVI, S. S. H. 1999. Depletion of Whey Proteins and Calcium by Microfiltration of Acidified Skim Milk Prior to Cheese Making. *Journal of Dairy Science*, 82, 2063-2069.
- BÜTIKOFER, U. & ARDÖ, Y. 1999. Quantitative determination of free amino acids in cheese. *Bulletin of the International Dairy Federation*, 337, 24-32.
- CODEX ALIMENTARIUS. 2013. CODEX STANDARD 266-1966. Standard for Gouda. Codex Alimentarius, International Food Standards, WHO/FAO.
- CREAMER, L. K., IYER, M. & LELIEVRE, J. 1987. Effect of various levels of rennet addition on characteristics of Cheddar cheese made from ultrafiltered milk. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*, 22, 205-2014.
- DAGLEISH, G. D. & CORREDIG, M. 2012. The Structure of the Casein Micelle of Milk and Its Changes During Processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 449-467.
- DE BILLOT, C. 2016. Initiell mikrobiota i Gouda-type ost fra kaseinstandardisert ystemelk. *Master of Science*, Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- DIMOS, A., URBACH, G. E. & MILLER, A. J. 1996. Changes in Flavour and Volatiles of Full-fat and Reduced-fat Cheddar Cheeses During Maturation. *International Dairy Journal*, 6, 981-995.
- EDIASSEN, S. G. 2016. Betydning 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.
- FLAATTEN, K. G. 2016. Produksjon av Norvegia type ost fra kaseinstandardisert ystemelk - Effekt av diafiltrering og formodningstid. *Master of Science*, Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- FOX, F. P., GUINEE, P. T., COGAN, M. T. & MCSWEENEY, P. L. H. 2017. *Fundamentals of Cheese Science*, New York, Springer.
- FOX, F. P., UNIACKE-LOWE, T., MCSWEENEY, P. L. H. & O'MAHONY, A. J. 2015. *Dairy Chemistry and Biochemistry*, Switzerland, Springer International Publishing.
- FOX, P. F., MCSWEENEY, P. L. H., COGAN, M. T. & GUINEE, P. T. 2004. *Cheese: chemistry, physics, and microbiology: Volume 2, Major Cheese Groups*, Amsterdam ; London, Elsevier.
- GAZNAGH, A. M., ASL, K. A., BAHMANI, M. & KIANPOUR, F. 2014. Evaluation of Nitrogen Fractions during the Ripening of Jug Cheese. *Research and Review: Journal of Microbiology and Biotechnology*.
- GONZÁLEZ DE LLANO, D., RODRIGUEZ, A. & CUESTA, P. 1996. Effect of lactic starter cultures on the organic acid composition of milk and cheese during ripening-analysis by HPLC. *Journal of Applied Bacteriology*, 80, 570-576.
- GRØNNEVIK, H., FALSTAD, M. & NARVHUS, J. A. 2011. Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. *International Dairy Journal*, 21, 601-606.
- 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. *J Dairy Sci*, 89, 468-82.
- HEINO, A. 2009. *Microfiltration in Cheese and Whey Processing*. Academic Dissertation, University of Helsinki Department of Food and 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, 640-646.
- HENNING, D. R., BAER, R. J., HASSAN, A. N. & DAVE, R. 2006. Major advances in concentrated and dry milk products, cheese, and milk fat-based spreads. *Journal of Dairy Science*, 89, 1179-88.

- HOFFMANN, T. 2011. Membrane filtration and membrane filtration assembly *TINE SA*, PCT/NO2011/000073.
- IDF 1993. Determination of nitrogen content. IDF 20 B. . *International Dairy Federation, Brussels, Belgium*.
- IRIGOYEN, A., IZCO, J. M., IBANEZ, F. C. & TORRE, P. 2000. Evaluation of the effect of rennet type on casein proteolysis in an ovine milk cheese by means of capillary electrophoresis. *J Chromatogr A*, 881, 59-67.
- ISO/IDF 2004. *Cheese and processed cheese. Determination of total solids content*. International Standard ISO 5534, IDF 4. ISO, Geneva, Switzerland and IDF, Brussels, Belgium.
- KEEN, R. A., WALKER, J. N. & PEBERDY, F. M. 1974. The formation of 2-butanone and 2-butanol in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*, 41, 249-257.
- 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.
- LARSSON, M., ZAKORA, M., DEJMEK, P. & ARDÖ, Y. 2006. Primary proteolysis studied in a cast cheese made from microfiltered milk. *International Dairy Journal*, 16, 623-632.
- LAW, B. A. & TAMIME, A. Y. 2010. *Technology of cheesemaking*, Malden, MA, Blackwell.
- LE, T. T., CABALTICA, D. A. & BUI, M. V. 2014. Membrane separations in dairy processing. *Journal of Food Research and Technology* 2, 01-14.
- LEMIEUX, L. & SIMARD, E. R. 1992. Bitter flavour in dairy products. II. A review of bitter peptides from caseins: their formation, isolation and identification, structure masking and inhibition. *Lait*, 72, 335-385.
- LEUVEN, V. I., CAELENBERG, V. T. & DIRINCJ, P. 2008. Aroma characterisation of Gouda-type cheeses. *International Dairy Journal*, 18, 790-800.
- MAUBOIS, J.-L. 1997. Current uses and future perspectives of MF technology in the dairy industry. *Bulletin International Dairy Federation*, 320, 37-40.
- MAUBOIS, J. L., MOCQUOT, G. & VASSAL, L. 1969. Procde de traitement du lait et de sous produits laitiers. French Patent 2052121.
- MCSWEENEY, P. L. H. 2004. Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 123-144.
- MCSWEENEY, P. L. H. & SOUSA, J. M. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80, 293-324.
- MISTRY, V. V. & MAUBOIS, J. L. 2004. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition - Volume 1: General Aspects - Application of Membrane Separation Technology to Cheese Production*, Elsevier Ltd.
- NELSON, B. K. & BARBANO, D. M. 2005. A Microfiltration Process to Maximize Removal of Serum Proteins from Skim Milk Before Cheese Making. *Journal of Dairy Science*, 88, 1891-1900.
- NEOCLEOUS, M., BARBANO, D. M. & RUDAN, M. A. 2002. Impact of Low Concentration Factor Microfiltration on the Composition and Aging of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*, 85, 2425-2437.
- ONG, L., DAGASTINE, R. R., KENTISH, E. S. & GRAS, L. S. 2013. Microstructure and Composition of Full Fat Cheddar Cheese Made with Ultrafiltered Milk Retentate. *Foods*, 2, 310-331.
- OTTE, J., ZAKORA, M., KRISTIANSEN, R. K. & QVIST, B. K. 1997. Analysis of bovine caseins and primary hydrolysis products in cheese by capillary zone electrophoresis. *Lait*, 77, 241-257.
- 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, 1564-77.
- POLYCHRONIADOU, A. 2001. Eyes in cheese: a concise review. *Milchwissenschaft*, 56, 74-77.

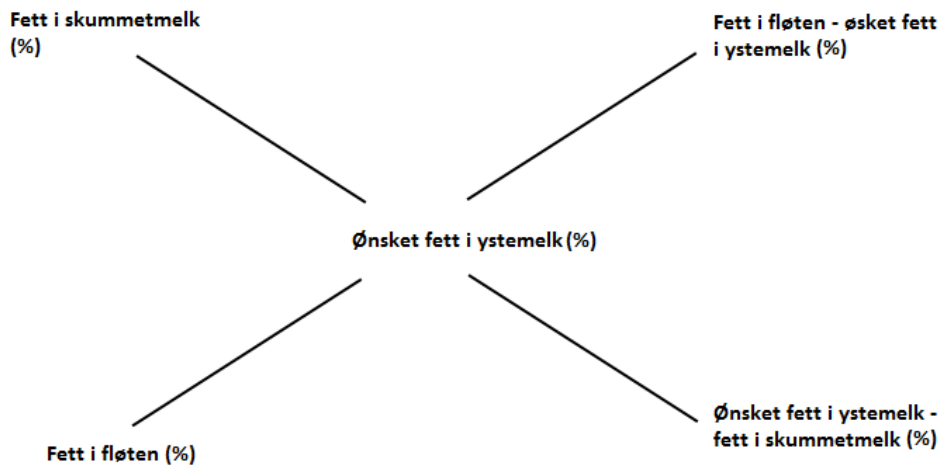
- PRIPP, H. A., SKEIE, S., ISAKSSON, T., BORGE, I. G. & SØRHAUG, T. 2006. Multivariate modelling of relationships between proteolysis and sensory quality of Präst cheese. *International Dairy Journal*, 16, 225-235.
- RYNNE, N. M., BERESFORD, T. P., KELLY, A. L. & GUINEE, T. P. 2004. Effect of milk pasteurization temperature and in situ whey protein denaturation on the composition, texture and heat-induced functionality of half-fat Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 14, 989-1001.
- 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.
- SKEIE, S., LINDBERG, C. & NARVHUS, J. 2001. Development of amino acids and organic acids in Norway, influence of milk treatment and adjunct Lactobacillus. *International Dairy Journal*, 11, 399-411.
- SKEIE, S., NARVHUS, J., ARDÖ, Y. & ABRAHAMSEN, R. K. 1995. Influence of liposome-encapsulated Neutrase and heat-treated lactobacilli on the quality of low-fat Gouda-type cheese. *Journal of Dairy Research*, 62, 131-139.
- TAMIME, A. Y. 2009. *Dairy powders and concentrated products*, Chichester, U.K., Wiley-Blackwell.
- TINE 2017. *Det var en gang*. Tilgjengelig fra: <http://www.tine.no/merkevarer/norvegia/om-norvegia> (lest 01.05.2017).
- VAN DE BUNT, B., BRON, P. A., SILTSMAN, L., M DE VOS, W. & HUGENHOLTZ, J. 2014. Use of non-growing Lactococcus lactis cell suspensions for production of volatile metabolites with direct relevance for flavour formation during dairy fermentations. *Microbial Cell Factories*, 13(1):176.
- WALSTRA, P., WOUTERS, J. T. M. & GEURTS, T. J. 2006. *Dairy science and technology*, Boca Raton, CRC/Taylor & Francis.
- WEIMER, B. C. 2007. *Improving the flavour of cheese*, Abington Hall, Abington, Cambridge CB21 6AH, England, Woodhead Publishing Limited.

7.0 Vedlegg

Vedlegg A. Sammensetningen til skummetmelken (%), mengden fløte (L) som ble tilsatt, fettprosent i fløten og fett/kasein forholdet etter fløtetilsetning, for alle ystingsteknikkene og alle blokkene.

Blokk	Ystingsteknikk	Fett (%)	Protein (%)	Laktose (%)	Kasein (%)	Tilsatt fløte (L)	Fett i fløte (%)	Fett/kasein etter fløtetilsetning
1	Kontroll	0,08	3,74	4,68	2,76	19,9	45,43	1,06
	MF	0,09	4,48	4,54	3,29	18,4	45,43	1,14
	MF/DF 90	0,12	4,21	3,62	3,1	20	39,16	1,09
	MF/DF 30	0,12	4,21	3,62	3,1	20	39,16	1,09
2	Kontroll	0,08	3,8	4,58	2,77	24,2	38,02	1,02
	MF	0,1	4,58	4,57	3,34	23,8	36,23	1,08
	MF/DF 90	0,13	4,34	3,62	3,18	21	38,02	1,18
	MF/DF 30	0,13	4,34	3,62	3,18	22,1	36,23	1,11
3	Kontroll	0,08	3,64	4,66	2,66	20,5	42,32	1,04
	MF	0,09	4,58	4,61	3,33	20,2	42,32	1,08
	MF/DF 90	0,12	4,35	3,62	3,18	19,3	41,18	1,04
	MF/DF 30	0,12	4,35	3,62	3,18	19,3	41,18	1,07
4	MF	0,1	4,38	4,44	3,2	16,3	49,35	1,07
	MF/DF 90	0,13	4,27	3,7	3,29	15,7	49,35	1,10

Vedlegg B. Utrekningsmetodene som ble brukt for å regne ut fløtemengde, løpemengde og natriumnitratmengde under ystingen for de ulike ystingsteknikkene og for alle blokkene.



Konvoluttmetoden ble benyttet for å beregne mengden fløte som skulle tilsettes skummet melk og retentat for å få ønsket fettinnhold i ystemelken.

Etter konvoluttmetoden ble følgende formel brukt:

$$\frac{\text{Mengde skummetmelk (L)} * (\text{ønsket fett i ystemelk} - \text{fett i skummetmelk})}{(\text{fett i fløten} - \text{ønsket fett i ystemelk})} = \underline{\text{mengden fløte (L) som}}$$

skal tilsettes skummetmelken.

«Ønsket fett i ystemelk» ble beregnet ved følgende formel: % kasein i skummet melk * 1,05 = % fett (ønsket fett i ystemelk).

Mengden løpe som ble benyttet i ystekarene var avhengig av kaseininnholdet til ystemelken. Forholdet som ble brukt var 9,38 mL løpte per kg kasein. For å regne ut mengden løpe som skulle tilsettes hvert ystekar ble følgende formel benyttet:

Mengden ystemelk (L) * kg kasein per L ystemelk = total mengde kasein (kg) i ystemelk.

Så videre: 9,38 ml løpte/per kg kasein * total mengde kasein (kg) i ystemelk = Mengde løpe (mL)

Mengden natriumnitrat som ble benyttet var avhengig av mengden ystemelk. Forholdet som ble benyttet var 7,5 g natriumnitrat per 100 L ystemelk. Følgende formen ble benyttet:

Mengde ystemelk (L) * 7,5 g/100 L = Mengde natriumnitrat (g)

Vedlegg C. Utrekningsmetodene som ble benyttet for å beregne total og løselig nitrogen (%) fra MikroKjeldahl analysen.

For total nitrogen ble følgende formel benyttet:

$$\frac{\text{titreringsvolum (mL)} * 2,801}{\text{vekt av innveid prøve (g)}} = \text{total nitrogen (\%)}$$

For løselig nitrogen ble følgende formel benyttet:

$$\frac{\text{titreringsvolum (mL)} * 1,751}{\text{vekt av innveid prøve (g)}} = \text{løselig nitrogen (\%)}$$

Vedlegg D. Innholdet av fett, protein, laktose, kasein (%) og forholdet mellom fett/kasein i ystemelken til de ulike ystingsteknikkene, for alle blokkene.

Blokk	Ystingsteknikk	Fett (%)	Protein (%)	Laktose (%)	Kasein (%)	Fett/kasein
1	Kontroll	2,84	3,66	4,58	2,69	1,05
	MF	3,62	4,34	4,45	3,18	1,13
	MF/DF90	3,29	4,11	3,63	3,02	1,08
	MF/DF30	3,29	4,11	3,63	3,01	1,09
2	Kontroll	2,8	3,73	4,55	2,75	1,02
	MF	3,46	4,39	4,46	3,2	1,08
	MF/DF90	3,64	4,19	3,62	3,08	1,18
	MF/DF30	3,4	4,18	3,6	3,06	1,11
3	Kontroll	2,75	3,57	4,59	2,63	1,04
	MF	3,5	4,42	4,52	3,23	1,08
	MF/DF90	3,22	4,20	3,60	3,08	1,04
	MF/DF30	3,29	4,21	3,59	3,08	1,06
4	MF	3,36	4,25	4,35	3,13	1,07
	MF/DF90	3,38	4,16	3,68	3,06	1,10

Vedlegg E. Resultatene fra pH-målingen gjort under ysteprosessen og under modningsforløpet til de ulike ystingsteknikkene, for alle blokkene.

Prøve	Ystingsteknikk	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Ystemelk	Kontroll	6,67	6,56	6,6	-
	MF	-	6,66	6,59	6,64
	MF/DF 90	6,71	6,65	6,68	6,73
	MF/DF 30	6,66	6,63	6,7	-
Tilsatt syrekultur	Kontroll	6,53	6,53	6,53	-
	MF	-	6,53	6,56	6,64
	MF/DF 90	6,66	6,58	6,61	6,61
	MF/DF 30	-	6,52	6,57	-
Etter formodning	Kontroll	6,53	6,52	6,53	-
	MF	-	6,45	6,44	6,55
	MF/DF 90	6,59	6,51	6,55	6,61
	MF/DF 30	6,62	6,52	6,57	-
Etter skjæring	Kontroll	6,42	6,45	6,48	-
	MF	-	6,39	6,43	6,53
	MF/DF 90	6,53	6,43	6,49	6,56
	MF/DF 30	6,53	6,44	6,52	-
Etter forystring	Kontroll	6,41	6,42	6,45	-
	MF	-	6,37	6,39	6,5
	MF/DF 90	6,5	6,41	6,48	6,55
	MF/DF 30	6,51	6,43	6,5	-
2. myseavtapp	Kontroll	6,37	6,4	6,43	-
	MF	-	6,34	6,34	6,41
	MF/DF 90	6,4	6,3	6,36	6,42
	MF/DF 30	-	6,3	6,39	-
Ost etter forpress	Kontroll	6,14	6,22	6,28	-
	MF	-	6,1	6,04	6,17
	MF/DF 90	6,24	6,02	6,15	6,25
	MF/DF 30	6,33	6,08	6,25	-
Ost etter press	Kontroll	5,62	5,75	5,91	-
	MF	-	5,44	5,55	5,48
	MF/DF90	5,78	5,42	5,66	5,7
	MF/DF 30	5,82	5,6	5,69	-
Ost 1 dag	Kontroll	5,28	5,14	5,24	-
	MF	-	5,25	5,36	5,36
	MF/DF 90	5,26	5,13	5,22	5,22
	MF/DF 30	5,09	5,21	5,19	-
Ost 10 dager	Kontroll	5,34	5,32	5,35	-
	MF	-	5,38	5,44	5,43
	MF/DF 90	5,24	5,28	5,35	5,26
	MF/DF 30	5,21	5,32	5,25	-
Ost 30 dager	Kontroll	5,46	5,34	5,41	-
	MF	-	5,42	5,45	5,5
	MF/DF 90	5,35	5,27	5,37	5,32
	MF/DF 30	5,3	5,33	5,36	-
Ost 10 uker	Kontroll	5,52	5,48	5,54	-
	MF	-	5,51	5,59	5,57
	MF/DF 90	5,38	5,32	5,44	5,28
	MF/DF 30	5,32	5,39	5,43	-
Ost 16 uker	Kontroll	5,56	5,49	5,49	-
	MF	-	5,6	5,52	5,56
	MF/DF 90	5,42	5,38	5,43	5,3
	MF/DF 30	5,42	5,41	5,35	-

Vedlegg F. Tørrstoffinnholdet (%) målt gjennom modningsforløpet til de ulike ostene, for alle blokkene.

Prøve	Ystingsteknikk	Tørrstoff (%)			
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Ost 1 dag	Kontroll	52,1	52,7	52,8	-
	MF	-	57,4	57,1	55,3
	MF/DF 90	55,4	56,5	55,1	54,2
	MF/DF 30	53,3	57,6	53,5	-
Ost 10 dager	Kontroll	54	54	53	-
	MF	-	57,4	58	58,1
	MF/DF 90	56,3	57	55,6	56,6
	MF/DF 30	54,9	57,5	53,6	-
Ost 30 dager	Kontroll	57	54,5	55,4	-
	MF	-	60,2	59,2	59,5
	MF/DF 90	58,3	58,7	58,2	57,6
	MF/DF 30	58,6	60,4	57,5	-
Ost 10 uker	Kontroll	58	58,3	56,7	-
	MF	-	60,2	61	62
	MF/DF 90	58,9	61,6	58,4	60,2
	MF/DF 30	59,4	62,9	58,8	-
Ost 16 uker	Kontroll	58,4	57,1	56,5	-
	MF	-	60,4	60	61,2
	MF/DF 90	61,6	60,6	57,5	57,6
	MF/DF 30	60,7	62	57	-

Vedlegg G. Gjennomsnittlig innholdet av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) til de ulike ystingsteknikkene, målt under ulike steg i ystingsprosessen. Maursyre ble ikke detektert.

Prøve	Ystingsteknikk	Sitronsyre (mmol/kg)	α -ketoglutarisyre (mmol/kg)	Orotinsyre (mmol/kg)	Pyrodruesyre (mmol/kg)	Ravsyre (mmol/kg)	Melkesyre (mmol/kg)	Maursyre (mmol/kg)	Eddiksyre (mmol/kg)	Urinsyre (mmol/kg)	DL-pyrogglutaminsyre (mmol/kg)	Laktose (mmol/kg)
Ystemelk	Kontroll	11,90	0,17	0,47	0,02	11,11	n.d.	n.d.	0,15	n.d.	136,79	0,40
Ystemelk	MF	10,67	0,15	0,39	0,02	7,95	n.d.	n.d.	0,13	n.d.	120,27	0,37
Ystemelk	MF/DF 90	7,85	0,11	0,29	0,01	6,19	n.d.	n.d.	0,09	n.d.	86,49	0,31
Ystemelk	MF/DF 30	9,76	0,13	0,38	0,02	9,14	0,21	0,60	0,12	n.d.	110,08	0,41
Etter formodning	Kontroll	10,70	0,16	0,44	0,03	9,70	1,03	1,18	0,12	n.d.	125,86	0,53
Etter formodning	MF	9,78	0,15	0,38	0,03	7,46	2,45	1,57	0,12	n.d.	113,98	0,43
Etter formodning	MF/DF 90	7,72	0,11	0,30	0,03	5,53	1,79	n.d.	0,09	n.d.	88,08	0,37
Etter formodning	MF/DF 30	7,33	0,11	0,27	0,03	6,88	1,66	n.d.	0,09	n.d.	82,80	0,43
Etter forystring	Kontroll	10,61	0,17	0,44	0,03	8,62	2,31	2,31	0,13	n.d.	127,71	0,73
Etter forystring	MF	8,19	0,13	0,32	0,03	5,65	2,77	1,34	0,09	n.d.	98,44	0,54
Etter forystring	MF/DF 90	6,42	0,10	0,25	0,03	4,49	2,31	0,46	0,06	n.d.	75,59	0,46
Etter forystring	MF/DF 30	7,58	0,12	0,30	0,03	6,18	2,58	1,28	0,08	n.d.	88,26	0,52
2. myseavtapp	Kontroll	5,82	0,09	0,25	0,03	4,25	2,30	0,60	0,07	n.d.	68,94	0,51
2. myseavtapp	MF	3,65	0,06	0,15	0,02	2,28	2,29	n.d.	0,04	n.d.	42,60	0,34
2. myseavtapp	MF/DF 90	7,68	0,12	0,30	0,04	4,58	4,06	1,49	0,08	n.d.	89,94	0,73
2. myseavtapp	MF/DF 30	6,47	0,10	0,26	0,04	5,15	3,17	1,43	0,07	n.d.	75,36	0,52
Etter forpress	Kontroll	3,64	0,04	0,12	0,05	0,86	10,69	2,53	0,05	0,04	25,89	0,60
Etter forpress	MF	3,28	0,03	0,11	0,05	0,74	14,88	2,84	0,06	0,04	22,17	0,63
Etter forpress	MF/DF 90	4,11	0,05	0,15	0,06	0,68	12,02	2,86	0,06	0,04	32,64	0,63
Etter forpress	MF/DF 30	4,22	0,07	0,17	0,07	0,80	15,07	4,07	0,07	0,03	39,75	0,93

Vedlegg H. Signifikansverdier fra ANOVA som viser effekt av blokk og ystingsteknikk på innholdet av flyktige aromakomponenter gjennom ulike steg i ysteprosessen. B = effekt av blokk og Y = effekt av ystingsteknikk.

Prøve	Ystemelk			Etter formodning			Etter forystring			2. myseavtapp			Etter forpress		
	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂
Sitronsyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,01	0,73	n.s.	<0,02	0,60	n.s.	n.s.	-
α-ketoglutarsyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,05	0,64	n.s.	<0,05	0,53	n.s.	<0,05	0,65
Orotinsyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,05	0,77	n.s.	<0,05	0,54	n.s.	n.s.	-
Pyrodruesyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
Ravsyre	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	-	<0,00 ₁	<0,01	0,92	<0,05	n.s.	0,70	n.s.	n.s.	-
Melkesyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
Maursyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
Eddiksyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
Urinsyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,01	0,83	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
DL-pyroglutaminsyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,56
Laktose	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,01	0,75	n.s.	<0,05	0,53	n.s.	n.s.	-
Galaktose	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,0 ₅	0,51	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-

Vedlegg I. Gjennomsnittlig innholdet av organiske syrer og karbohydrater (mmol/kg) målt gjennom de ulike ostenes modningsforløp.

Prøve	Ystingsteknikk	Sitronsyre (mmol/kg)	α -ketoglutarsyre (mmol/kg)	Orotinsyre (mmol/kg)	Pyrodruesyre (mmol/kg)	Ravsyre (mmol/kg)	Melkesyre (mmol/kg)	Mauksyre (mmol/kg)	Eddiksyre (mmol/kg)	Urinsyre (mmol/kg)	DL-pyroglytaminsyre (mmol/kg)	Laktose (mmol/kg)	Galaktose (mmol/kg)
Ost 1 dag	Kontroll	0,12	0,03	0,03	0,70	1,63	129,58	0,62	14,79	0,05	0,03	n.d.	0,13
Ost 1 dag	MF	0,38	0,03	0,04	0,51	1,23	114,57	0,29	14,28	0,05	0,04	0,65	0,29
Ost 1 dag	MF/DF 90	0,53	0,05	0,05	0,45	0,66	133,50	0,32	15,18	0,05	0,03	1,85	0,63
Ost 1 dag	MF/DF 30	0,37	0,05	0,05	0,57	0,95	136,95	0,41	14,96	0,06	0,04	0,94	0,41
Ost 10 dager	Kontroll	n.d.	n.d.	0,03	0,72	1,86	128,35	0,65	15,18	0,06	0,09	n.d.	0,11
Ost 10 dager	MF	n.d.	n.d.	0,03	0,54	1,34	111,80	0,29	14,93	0,05	0,06	0,03	0,15
Ost 10 dager	MF/DF 90	n.d.	0,01	0,05	0,59	1,58	146,79	0,40	16,75	0,06	0,04	0,39	0,38
Ost 10 dager	MF/DF 30	n.d.	0,02	0,05	0,73	1,83	148,54	0,31	16,41	0,07	0,04	0,34	0,35
Ost 30 dager	Kontroll	n.d.	n.d.	0,03	1,01	2,78	135,72	0,68	17,09	0,07	0,57	n.d.	0,13
Ost 30 dager	MF	n.d.	n.d.	0,04	0,96	2,22	127,02	0,33	17,95	0,07	0,58	n.d.	0,21
Ost 30 dager	MF/DF 90	n.d.	n.d.	0,05	0,89	1,74	152,29	0,41	18,93	0,06	0,38	0,28	0,41
Ost 30 dager	MF/DF 30	n.d.	n.d.	0,06	1,00	1,13	155,44	0,40	19,20	0,07	0,32	0,11	0,31
Ost 10 uker	Kontroll	n.d.	n.d.	0,03	1,30	2,63	134,64	0,64	18,11	0,06	0,84	n.d.	0,24
Ost 10 uker	MF	n.d.	n.d.	0,04	1,06	2,04	123,06	0,31	18,21	0,08	0,82	n.d.	0,28
Ost 10 uker	MF/DF 90	n.d.	0,01	0,05	1,11	2,33	157,01	0,36	19,42	0,06	0,54	0,23	0,59
Ost 10 uker	MF/DF 30	n.d.	-	0,05	1,24	1,40	159,25	0,45	19,57	0,06	0,45	0,08	0,42
Ost 16 uker	Kontroll	n.d.	0,01	0,03	1,50	2,71	136,25	0,62	18,10	0,07	1,65	n.d.	0,65
Ost 16 uker	MF	n.d.	0,02	0,03	1,10	2,01	126,38	0,30	18,68	0,06	1,24	n.d.	0,67
Ost 16 uker	MF/DF 90	n.d.	0,02	0,05	1,20	2,00	158,94	0,36	19,71	0,05	0,96	0,17	0,87
Ost 16 uker	MF/DF 30	n.d.	0,01	0,05	1,33	1,66	157,03	0,34	19,62	0,06	0,93	0,05	0,70

Vedlegg J. Signifikansverdier fra ANOVA som viser effekt av blokk og ystingsteknikk på innholdet av organiske syrer og karbohydrater gjennom ostenes modningsforløp. B = effekt av blokk og Y = effekt av ystingsteknikk.

Prøve	Ost 1 dag			Ost 10 dager			Ost 30 dager			Ost 10 uker			Ost 16 uker		
	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂
Sitronsyre	n.s.	<0,05	0,66	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
α-ketoglutarsyre	n.s.	<0,01	0,73	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,001	n.s.	0,98
Orotinsyre	<0,05	<0,05	0,72	n.s.	n.s.	-	<0,05	<0,05	0,74	<0,05	<0,05	0,78	<0,05	<0,05	0,73
Pyrodruesyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,01	<0,05	0,85
Ravsyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	<0,05	0,75	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,52
Melkesyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,05	0,45	n.s.	<0,01	0,71	n.s.	<0,01	0,79
Maurusyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
Eddiksyre	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,66	n.s.	n.s.	-
Urinsyre	<0,01	n.s.	0,85	<0,01	n.s.	0,83	<0,05	n.s.	0,58	<0,05	<0,05	0,65	<0,05	n.s.	0,61
DL-pyroglutaminsyre	<0,001	n.s.	0,94	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,05	0,59	n.s.	<0,05	0,81	<0,05	<0,05	0,75
Laktose	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
Galaktose	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-

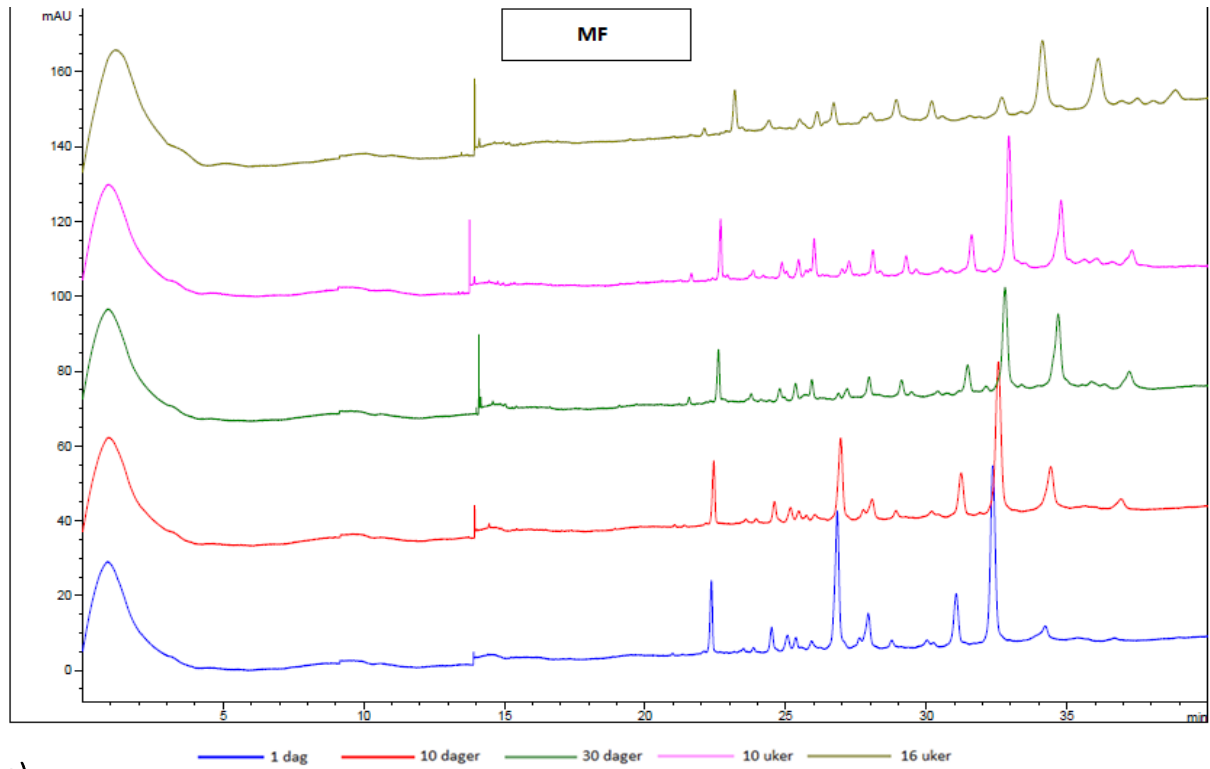
Vedlegg K. Innholdet av total nitrogen (%) for de ulike ostene gjennom modningsforløpet, for alle blokkene.

Prøve	Ystingsteknikk	Total nitrogen (%)			
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Ost 1 dag	Kontroll	23,52	24,60	24,55	-
	MF	-	26,95	26,11	25,61
	MF/DF 90	22,57	24,89	26,00	23,05
	MF/DF 30	22,74	26,56	25,46	-
Ost 10 dager	Kontroll	24,26	25,20	24,56	-
	MF	-	26,66	26,36	26,83
	MF/DF 90	25,69	25,64	26,61	26,10
	MF/DF 30	25,73	26,27	25,14	-
Ost 30 dager	Kontroll	28,22	25,98	25,60	-
	MF	-	26,87	27,40	26,41
	MF/DF 90	27,00	25,61	26,78	27,02
	MF/DF 30	27,30	28,16	26,14	-
Ost 10 uker	Kontroll	26,25	27,29	26,02	-
	MF	-	28,19	27,55	28,62
	MF/DF 90	25,30	27,04	27,31	26,55
	MF/DF 30	26,97	27,76	27,05	-
Ost 16 uker	Kontroll	27,58	26,89	26,64	-
	MF	-	28,10	28,75	27,45
	MF/DF 90	27,54	26,74	28,30	26,04
	MF/DF 30	28,13	27,80	27,70	-

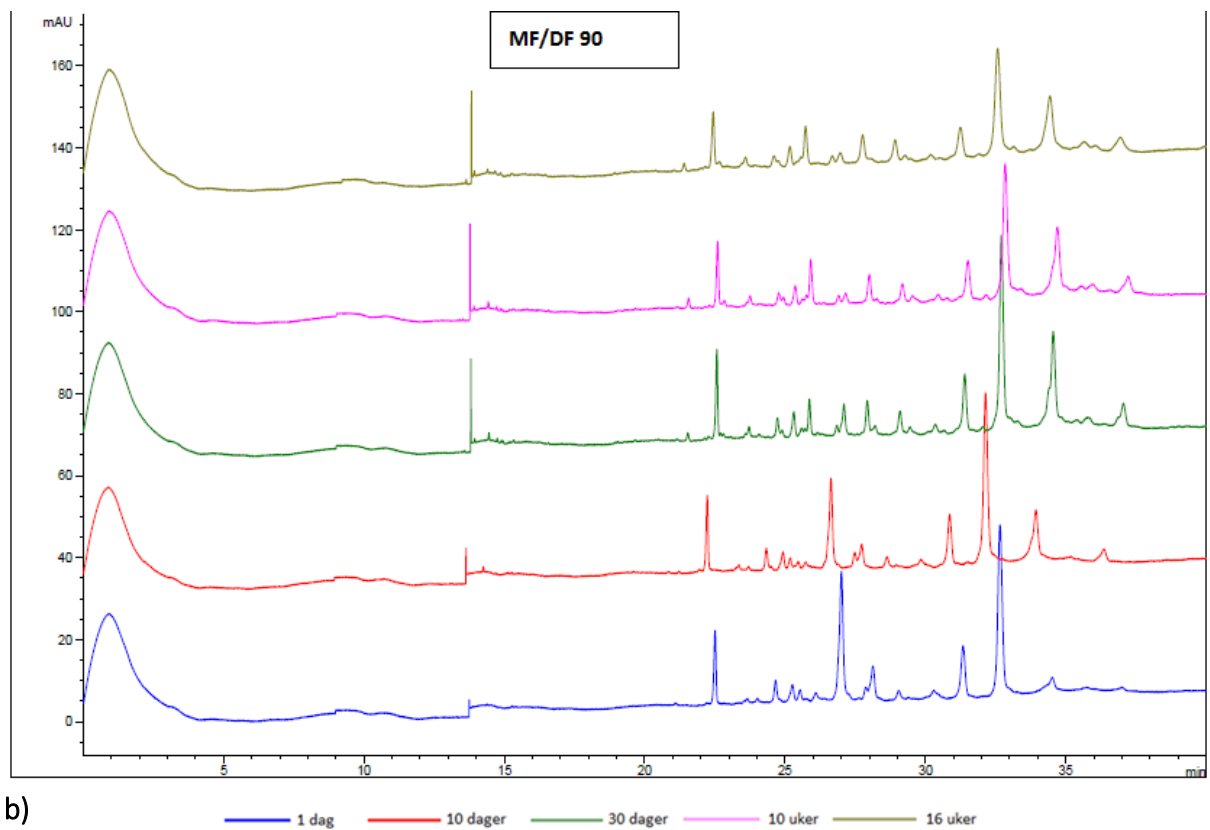
Vedlegg L. Innholdet av løselig nitrogen (%) for de ulike ostene gjennom modningsforløpet, for alle blokkene.

Prøve	Ystingsteknikk	Løselig nitrogen (%)			
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Ost 1 dag	Kontroll	0,15	0,14	0,12	-
	MF	-	0,15	0,13	0,12
	MF/DF 90	0,15	0,17	0,13	0,12
	MF/DF 30	0,17	0,17	0,13	-
Ost 10 dager	Kontroll	0,29	0,29	0,26	-
	MF	-	0,29	0,33	0,30
	MF/DF 90	0,30	0,30	0,33	0,30
	MF/DF 30	0,33	0,29	0,33	-
Ost 30 dager	Kontroll	0,72	0,68	0,66	-
	MF	-	0,75	0,71	0,71
	MF/DF 90	0,63	0,70	0,64	0,66
	MF/DF 30	0,64	0,66	0,62	-
Ost 10 uker	Kontroll	0,83	0,78	0,78	-
	MF	-	0,78	0,84	0,82
	MF/DF 90	0,71	0,76	0,77	0,76
	MF/DF 30	0,76	0,74	0,73	-
Ost 16 uker	Kontroll	0,89	0,89	0,89	-
	MF	-	0,91	0,94	0,89
	MF/DF 90	0,81	0,85	0,88	0,86
	MF/DF 30	0,79	0,82	0,85	-

Vedlegg M. Proteinbestanddeler analysert med kapillær elektroforese fra 1 dag til og med 16 ukers modning for a) MF ost og b) MF/DF 90 ost.



a)



b)

Vedlegg N. Gjennomsnittlige innhold av utvalgte proteiner målt i mAU*S for de ulike ostene etter 1 dag og 16 ukers modning.

Areal av absorbans (mAU*S)	Ost 1 dag				Ost 16 uker			
	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30
β -laktoglobulin	115,73	160,27	122,75	112,60	108,80	117,17	107,55	102,03
α_{s2} -Kasein	54,23	79,40	53,85	55,20	27,60	35,60	28,80	28,40
α_{s1} -Kasein (8 fosfat)	404,27	567,67	409,35	389,67	31,38	30,10	24,80	38,80
α_{s1} -Kasein (9 fosfat)	118,87	155,40	114,90	105,97	0	0	0	5,03
β -kasein A1	154,83	213,47	162,18	162,10	95,67	103,53	121,15	133,60
β -kasein A2	573,20	845,10	590,33	528,33	369,37	446,73	472,28	447,20
α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat)	37,30	62,07	52,68	58,50	425,00	379,40	335,00	276,30
α_{s1} -Kasein-I (9 fosfat)	0	0	0	0	115,17	116,70	94,48	61,17

Vedlegg O. Innholdet av α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat) målt i mAU*S til de ulike ostene gjennom modningsforløpet, for alle blokkene.

Prøve	Ystingsteknikk	α_{s1} -Kasein-I (8 fosfat) (mAU*S)			
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Ost 1 dag	Kontroll	46,6	33,9	31,4	-
	MF	-	65,3	52,8	68,1
	MF/DF 90	54,1	66,3	42	48,3
	MF/DF 30	64	65,9	45,6	-
Ost 10 dager	Kontroll	207,9	198,4	228,9	-
	MF	-	207,2	270,2	-
	MF/DF 90	180,8	217,7	270,8	320,4
	MF/DF 30	245,6	218,5	255,5	-
Ost 30 dager	Kontroll	316,2	377,2	332,9	-
	MF	-	327,1	315,2	321,9
	MF/DF 90	321,6	268,6	350,5	331,9
	MF/DF 30	345,3	287,3	334,7	-
Ost 10 uker	Kontroll	358,3	320,6	337,2	-
	MF	-	288,8	343,6	329
	MF/DF 90	258,1	220,3	337	230
	MF/DF 30	256,9	249,9	280,9	-
Ost 16 uker	Kontroll	396	362,1	516,9	-
	MF	-	290,5	543,3	304,4
	MF/DF 90	238	218,4	492,8	390,8
	MF/DF 30	223,6	227,6	377,7	-

Vedlegg P. Gjennomsnittlig innhold av frie aminosyrer ($\mu\text{mol/g}$) målt gjennom de ulike ostenes modningsforløp.

Prøve	Ost 1 dag				Ost 10 dager				Ost 30 dager				Ost 10 uker				Ost 16 uker			
	Kontroll	MF	MF/DF	MF/DF	Kontroll	MF	MF/DF	MF/DF	Kontroll	MF	MF/DF	MF/DF	Kontroll	MF	MF/DF	MF/DF	Kontroll	MF	MF/DF	MF/DF
L-aspartic ($\mu\text{mol/g}$)	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,42	0,43	0,42	0,90	0,91	0,75	0,77	1,32	1,51	1,30	1,16	2,00	1,91	1,62	1,56
L-glutamic ($\mu\text{mol/g}$)	1,00	0,96	1,03	1,02	2,20	2,24	1,90	1,73	9,40	9,08	6,41	6,56	12,28	12,87	9,78	8,60	16,17	14,90	11,80	11,58
L-asparagine ($\mu\text{mol/g}$)	0,24	0,25	0,27	0,26	1,15	1,27	0,88	0,72	6,57	6,52	4,65	4,45	8,51	9,18	7,31	6,45	10,39	10,00	8,54	8,45
L-serine ($\mu\text{mol/g}$)	0,04	0,05	0,04	0,05	0,30	0,29	0,22	0,16	1,71	1,63	1,13	1,08	2,77	2,82	2,25	1,96	4,02	3,57	2,90	2,69
L-glutamine ($\mu\text{mol/g}$)	0,12	0,12	0,10	0,10	0,60	0,62	0,44	0,31	2,87	3,28	2,00	1,67	5,46	6,36	4,19	3,50	6,88	6,88	5,02	4,49
L-histidin ($\mu\text{mol/g}$)	0,16	0,16	0,15	0,17	0,14	0,19	0,16	0,15	0,40	0,50	0,33	0,33	0,71	0,91	0,60	0,47	1,19	1,36	0,81	0,79
Glycin ($\mu\text{mol/g}$)	0,08	0,10	0,12	0,17	0,24	0,30	0,23	0,22	1,61	1,87	1,06	1,02	2,81	3,32	2,05	1,75	3,55	3,62	2,43	2,33
L-threonin ($\mu\text{mol/g}$)	0,08	0,09	0,09	0,09	0,30	0,28	0,22	0,19	1,44	1,32	0,89	0,90	2,30	2,27	1,67	1,38	3,34	2,93	2,22	2,13
L-citrulline ($\mu\text{mol/g}$)	0,12	0,12	0,14	0,12	0,15	0,17	0,15	0,14	0,46	0,56	0,39	0,39	0,69	0,82	0,59	0,51	0,89	1,02	0,84	0,72
L-arginine ($\mu\text{mol/g}$)	0,02	0,04	0,03	0,03	0,22	0,21	0,20	0,17	0,57	0,53	0,80	0,81	0,88	1,39	1,59	1,50	1,01	1,21	1,59	1,90
L-alanin ($\mu\text{mol/g}$)	0,18	0,20	0,16	0,18	0,49	0,54	0,43	0,38	1,83	1,91	1,42	1,44	2,63	2,97	2,28	2,04	3,46	3,43	2,72	2,68
GABA ($\mu\text{mol/g}$)	0,03	0,03	0,03	0,04	0,13	0,10	0,12	0,13	0,26	0,17	0,20	0,22	0,24	0,14	0,23	0,23	0,29	0,19	0,24	0,25
L-tyrosin ($\mu\text{mol/g}$)	0,13	0,14	0,12	0,10	0,34	0,42	0,26	0,22	1,59	1,93	1,13	1,02	2,16	2,52	1,73	1,51	2,94	3,07	2,29	1,99
L-valin ($\mu\text{mol/g}$)	0,14	0,17	0,17	0,15	0,68	0,85	0,53	0,44	4,98	5,55	3,39	3,18	6,86	7,93	5,21	4,35	9,37	9,37	6,64	6,25
L-methionine ($\mu\text{mol/g}$)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,22	0,20	0,15	0,12	1,24	1,21	0,85	0,85	1,92	2,08	1,59	1,41	2,62	2,47	2,01	1,93

Vedlegg Q. Signifikansverdier fra ANOVA som viser effekt av blokk og ystingsteknikk på innholdet av frie aminosyrer gjennom ostenes modningsforløp. B = effekt av blokk og Y = effekt av ystingsteknikk.

Prøve	Ost 1 dag			Ost 10 dager			Ost 30 dager			Ost 10 uker			Ost 16 uker		
	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂
L-aspartic	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,66	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
L-glutamic	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,05	0,69	<0,05	<0,01	0,95	n.s.	<0,05	0,59
L-asparagine	n.s.	n.s.	-	<0,01	<0,01	0,89	n.s.	<0,00	0,76	<0,05	<0,05	0,93	n.s.	<0,05	0,65
L-serine	n.s.	n.s.	-	<0,01	<0,05	0,85	n.s.	<0,05	0,48	<0,05	<0,05	0,90	n.s.	n.s.	-
L-glutamine	<0,01	n.s.	0,80	<0,01	<0,01	0,85	<0,05	<0,01	0,81	n.s.	<0,05	0,91	n.s.	<0,05	0,56
L-histidin	n.s.	n.s.	-	<0,00	<0,05	0,93	n.s.	<0,01	0,72	<0,05	<0,01	0,96	n.s.	<0,01	0,79
Glycin	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,01	0,85	n.s.	<0,05	0,85	n.s.	<0,01	0,73
L-threonin	n.s.	n.s.	-	<0,05	<0,05	0,74	n.s.	<0,01	0,85	<0,05	<0,001	0,98	n.s.	<0,05	0,67
L-citrulline	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,01	0,73	<0,05	<0,05	0,93	n.s.	n.s.	-
L-arginine	n.s.	n.s.	-	<0,001	n.s.	0,89	n.s.	<0,05	0,71	<0,05	<0,05	0,94	<0,01	<0,01	0,89
L-alanin	n.s.	n.s.	-	<0,01	<0,05	0,84	n.s.	<0,05	0,59	n.s.	<0,05	0,92	n.s.	n.s.	-
GABA	n.s.	n.s.	-	<0,0	n.s.	0,83	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
L-tyrosin	n.s.	n.s.	-	<0,001	<0,001	0,94	n.s.	<0,01	0,76	<0,01	<0,01	0,96	n.s.	<0,05	0,60

L-lysin	<0,0 1	<0,0 5	0,79	<0,0 5	n.s.	<0,0 1	n.s.	0,69	<0,0 5	0,60	<0,0 1	0,62
L-ornithine	n.s.	n.s.	-	<0,0 1	<0,0 5	0,86	n.s.	0,86	<0,0 5	0,57	<0,0 1	0,60
L-leucine	n.s.	n.s.	-	<0,01	<0,001	0,91	n.s.	0,91	<0,01	0,80	<0,05	0,93
L-tryptophan	n.s.	n.s.	-	<0,001	n.s.	0,96	<0,001	0,96	n.s.	0,86	<0,01	0,96
L-phenylalanin	n.s.	n.s.	-	<0,0 1	<0,0 1	0,85	n.s.	0,85	<0,0 5	0,60	0,60	-
L-isoleucine	<0,01	<0,05	0,81	<0,05	<0,001	0,93	n.s.	0,93	<0,01	0,85	<0,05	0,98
L-norvalin	n.s.	n.s.	-	<0,0 5	n.s.	0,56	n.s.	0,56	n.s.	-	n.s.	-
L-methionine	<0,0 5	n.s.	0,60	<0,0 1	<0,0 1	0,85	n.s.	0,85	<0,0 5	0,57	<0,0 1	0,92
L-valin	<0,0 5	n.s.	0,65	<0,0 5	<0,0 1	0,86	n.s.	0,86	<0,0 5	0,84	<0,0 1	0,93

Vedlegg R. Gjennomsnittlig innhold av flyktige aromakomponenter (mmol/kg) målt gjennom de ulike ostenes modningsforløp.

Prøve	Ost 1 dag				Ost 10 dager				Ost 30 dager				Ost 10 uker				Ost 16 uker			
	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30
Acetaldehyd (mmol/kg)	375	399	252	811	1 407	365	458	654	981	1 112	968	856	1 040	1 180	889	992	1 147	1 136	925	981
Etanol (mmol/kg)	44 022	29 036	34 187	40 455	56 465	40 783	48 798	63 680	64 489	47 363	82 129	75 777	55 899	46 136	94 515	80 225	59 078	59 877	93 245	79 624
Aceton (mmol/kg)	604	1 137	1 349	1 082	994	937	540	592	1 604	1 075	819	863	1 281	730	451	636	766	398	308	862
2-metylpropanal (mmol/kg)	n.d.	n.d.	4	17	n.d.	37	14	8	101	133	102	86	154	190	154	123	154	172	148	137
Diacetyl (mmol/kg)	1 408	1 032	1 218	1 518	1 088	1 133	797	1 595	829	718	555	760	584	472	315	500	593	288	310	498
2-butanon (mmol/kg)	347	227	228	300	351	291	251	315	308	210	188	213	282	170	155	170	256	142	124	195
2-butanol (mmol/kg)	124	111	131	126	69	84	121	114	122	110	144	176	151	133	203	186	176	165	193	157
Etylacetate (mmol/kg)	361	248	237	337	201	258	238	256	287	265	290	268	266	234	241	262	197	63	199	176
3-metylbutanal (mmol/kg)	33	44	35	32	71	112	76	58	281	386	324	269	449	525	473	406	421	462	444	419
2-metylbutanal (mmol/kg)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	30	38	12	n.d.	63	63	25	28	61	61	47	37
2-propanol (mmol/kg)	2 387	1 502	1 567	2 043	2 223	1 530	1 934	2 228	1 723	1 624	1 873	1 956	1 970	1 802	2 140	2 289	2 253	1 929	2 229	2 044
Acetoin (mmol/kg)	2 649	2 023	2 609	3 890	1 923	1 830	1 039	1 675	2 049	1 720	1 289	1 706	997	721	703	1 091	1 342	728	320	1 195
Dimetylsulfid (mmol/kg)	16	n.d.	9	n.d.	n.d.	33	51	n.d.	26	22	55	44	109	52	63	92	171	162	153	147
1-propanol (mmol/kg)	18	15	7	27	12	7	11	6	8	10	30	18	24	n.d.	26	24	25	n.d.	26	26
2-metyl-1-propanol (mmol/kg)	7	25	24	26	6	17	24	24	24	36	34	39	22	35	35	31	33	44	35	35

Vedlegg S. Signifikansverdier fra ANOVA som viser effekt av blokk og ystingsteknikk på innholdet av flyktige aromakomponenter gjennom ostenes modningsforløp. B = effekt av blokk og Y = effekt av ystingsteknikk.

Prøve	Ost 1 dag			Ost 10 dager			Ost 30 dager			Ost 10 uker			Ost 16 uker		
	B	Y	R ₂	B	Y	R ²	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂	B	Y	R ₂
Acetaldehyde	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	<0,05	0,80
Ethanol	<0,05	n.s.	0,47	<0,01	n.s.	0,83	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
Acetone	<0,01	n.s.	0,75	n.s.	<0,01	0,82	<0,05	<0,001	0,84	n.s.	<0,05	0,63	n.s.	n.s.	-
2-methyl-propanal	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,05	0,75	<0,01	n.s.	0,89	n.s.	n.s.	-
Diacetyl	<0,01	n.s.	0,78	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,73	n.s.	n.s.	-
2-butanone	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,63	n.s.	n.s.	-	n.s.	<0,05	0,60	<0,05	n.s.	0,65
2-butanol	<0,01	n.s.	0,76	n.s.	<0,05	0,66	<0,05	<0,05	0,74	<0,05	n.s.	0,71	n.s.	n.s.	-
Ethylacetate	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,61	n.s.	n.s.	-	<0,01	n.s.	0,77	<0,001	n.s.	0,87
3-methyl-butanal	n.s.	n.s.	-	<0,05	<0,05	0,86	<0,05	<0,05	0,78	<0,001	n.s.	0,92	n.s.	n.s.	-
2-methyl-butanal	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	<0,01	0,87	n.s.	<0,05	0,69	<0,05	<0,01	0,73
2-propanol	<0,01	n.s.	0,84	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,58	n.s.	n.s.	-
Acetoin	<0,05	n.s.	0,64	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,65	n.s.	n.s.	-
Dimetylsulfid	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	n.s.	0,66
1-propanol	<0,05	n.s.	0,63	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
2-methyl-1-propanol	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	<0,05	<0,05	0,68

Vedlegg T. Innholdet av (a) kalsium (g/kg), (b) magnesium (g/kg) og (c) fosfor (g/kg) til de ulike ostene gjennom modningsforløpet, for alle blokkene.

Prøve	Ystingsteknikk	Kalsium (g/kg)			
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Ost 1 dag	Kontroll	7,6	7,9	8,4	-
	MF	-	8,7	8,8	8,5
	MF/DF 90	9,0	8,7	8,6	8,3
	MF/DF 30	8,3	8,7	8,6	-
Ost 10 dager	Kontroll	7,9	8,2	7,9	-
	MF	-	8,6	8,9	8,3
	MF/DF 90	8,2	8,2	8,8	8,1
	MF/DF 30	8,2	8,6	8,4	-
Ost 30 dager	Kontroll	8,6	8,2	8,3	-
	MF	-	9,1	8,9	9,0
	MF/DF 90	8,7	8,5	8,9	8,8
	MF/DF 30	8,9	9,0	9,2	-
Ost 10 uker	Kontroll	8,7	8,8	-	-
	MF	-	9,0	-	9,3
	MF/DF 90	9,1	8,2	-	8,6
	MF/DF 30	8,9	8,9	-	-
Ost 16 uker	Kontroll	8,8	8,3	8,7	-
	MF	-	9,2	9,0	8,7
	MF/DF 90	9,2	8,7	8,9	8,5
	MF/DF 30	9,1	9,5	9,1	-

a)

Prøve	Ystingsteknikk	Magnesium (g/kg)			
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Ost 1 dag	Kontroll	0,32	0,31	0,33	-
	MF	-	0,33	0,34	0,34
	MF/DF 90	0,36	0,34	0,34	0,32
	MF/DF 30	0,34	0,34	0,33	-
Ost 10 dager	Kontroll	0,33	0,33	0,31	-
	MF	-	0,34	0,34	0,34
	MF/DF 90	0,36	0,34	0,35	0,34
	MF/DF 30	0,36	0,35	0,34	-
Ost 30 dager	Kontroll	0,35	0,34	0,33	-
	MF	-	0,36	0,35	0,36
	MF/DF 90	0,39	0,35	0,36	0,37
	MF/DF 30	0,38	0,37	0,37	-
Ost 10 uker	Kontroll	0,37	0,34	-	-
	MF	-	0,36	-	0,38
	MF/DF 90	0,40	0,35	-	0,37
	MF/DF 30	0,39	0,37	-	-
Ost 16 uker	Kontroll	0,36	0,34	0,35	-
	MF	-	0,36	0,36	0,36
	MF/DF 90	0,41	0,36	0,37	0,37
	MF/DF 30	0,41	0,38	0,37	-

b)

Prøve	Ystingsteknikk	Fosfor (g/kg)			
		Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Ost 1 dag	Kontroll	5,0	5,1	5,4	-
	MF	-	5,5	5,7	5,5
	MF/DF 90	5,6	5,4	5,6	5,3
	MF/DF 30	5,3	5,5	5,4	-
Ost 10 dager	Kontroll	5,1	5,3	5,1	-
	MF	-	5,6	5,8	5,4
	MF/DF 90	5,4	5,4	5,7	5,3
	MF/DF 30	5,4	5,6	5,4	-
Ost 30 dager	Kontroll	5,6	5,2	5,3	-
	MF	-	5,8	5,7	5,8
	MF/DF 90	5,6	5,5	5,8	5,8
	MF/DF 30	5,8	5,8	5,9	-
Ost 10 uker	Kontroll	5,6	5,7	-	-
	MF	-	5,8	-	6,0
	MF/DF 90	5,9	5,3	-	5,6
	MF/DF 30	5,7	5,8	-	-
Ost 16 uker	Kontroll	5,7	5,4	5,6	-
	MF	-	5,9	5,8	5,7
	MF/DF 90	5,9	5,6	5,7	5,5
	MF/DF 30	5,8	6,1	5,8	-

c)

Vedlegg U. Hovedpoeng, konsistenspoeng og luk- og smakspoeng for de ulike ostene modnet i 10 uker, fra blokk 1, 2 og 4.

Egenskap	Ystingsteknikk	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 4
Hovedpoeng	Kontroll	2,75	3,25	-
	MF	-	3,62	3,12
	MF/DF 90	3,38	2,88	2,62
	MF/DF 30	3,12	3,12	-
Konsistenspoeng	Kontroll	3,5	3,5	-
	MF	-	3,62	3,12
	MF/DF 90	3,5	3,25	3,38
	MF/DF 30	3,38	3,62	-
Lukt- og smakspoeng	Kontroll	3	3,25	-
	MF	-	3,62	3,5
	MF/DF 90	3,12	3	2,62
	MF/DF 30	3,12	3,12	-

Vedlegg V. Hovedpoeng, konsistenspoeng og luk- og smakspoeng for de ulike ostene modnet i 16 uker, fra alle blokkene.

Egenskap	Ystingsteknikk	Blokk 1	Blokk 2	Blokk 3	Blokk 4
Hovedpoeng	Kontroll	3,12	3,12	2,75	-
	MF	-	2,88	3,12	2,75
	MF/DF 90	2,88	3,12	3	2,88
	MF/DF 30	2,75	3	2,88	-
Konsistenspoeng	Kontroll	3,25	3,38	3,25	-
	MF	-	3,5	3,38	2,88
	MF/DF 90	3,5	3,5	3,38	3,12
	MF/DF 30	3,25	3,5	3,12	-
Lukt- og smakspoeng	Kontroll	3,38	3,38	2,88	-
	MF	-	2,88	3,12	3,25
	MF/DF 90	3	3,12	3,12	2,88
	MF/DF 30	3	3	2,88	-

Vedlegg W. Gjennomsnittlig poengsum til smaksegenskapene fra den beskrivende sensoriske analysen for de ulike ostene modnet i 10 og 16 uker.

Egenskap	Ost 10 uker				Ost 16 uker			
	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30	Kontroll	MF	MF/DF 90	MF/DF 30
Total luktstyrke	5,02	5,17	5,31	5,63	4,71	4,72	5,03	4,98
Deiget	3,18	1,16	3,81	3,27	4,34	2,41	4,19	3,80
Oppløselig	4,78	3,73	4,69	4,77	5,44	4,40	5,03	5,02
Total smaksstyrke	5,75	5,57	6,07	6,30	5,49	5,34	5,85	5,95
Aromatisk	3,09	3,63	2,86	3,22	3,50	3,60	3,32	3,29
Modensmak	1,43	1,53	1,26	1,57	1,21	1,64	1,54	1,51
Salt	5,06	5,46	5,81	5,89	5,15	5,33	5,61	5,67
Surhet	5,47	5,05	5,67	5,93	5,67	5,31	5,84	5,82
Søthet	1,13	1,14	1,10	1,01	1,07	1,06	1,06	1,05
Maltsmak	1,03	1,02	1,02	1,01	1,05	1,04	1,05	1,06
Besk/bitter	3,59	3,07	3,83	4,52	3,49	2,94	3,56	3,79
Svovel	1,01	1,01	1,03	1,54	1,04	1,03	1,09	1,22
Melen	1,70	1,94	2,04	1,80	1,93	2,08	2,15	2,04

Vedlegg Y. Gjennomsnittlig poengsum til tekstur- og konsistensegenskapene fra den beskrivende sensoriske analysen for de ulike ostene modnet i 10 og 16 uker.

Egenskap	Ystingsteknikk	Ost 10 uker	Ost 16 uker
Fasthet, trykk	Kontroll	4,63	4,03
	MF	6,50	5,40
	MF/DF 90	5,84	5,03
	MF/DF 30	5,84	5,34
Fasthet, skjæring	Kontroll	5,00	4,77
	MF	5,45	4,46
	MF/DF 90	5,77	4,75
	MF/DF 30	5,12	4,85
Elastisk	Kontroll	5,11	5,68
	MF	6,51	6,53
	MF/DF 90	6,26	6,37
	MF/DF 30	6,34	6,54
Sammenhengende	Kontroll	3,85	3,52
	MF	5,27	4,36
	MF/DF 90	4,69	3,91
	MF/DF 30	4,91	3,96
Fasthet, tygging	Kontroll	3,63	3,59
	MF	5,48	4,87
	MF/DF 90	4,02	4,06
	MF/DF 30	4,59	4,08
Tørr	Kontroll	1,03	1,04
	MF	1,71	1,40
	MF/DF 90	1,04	1,06
	MF/DF 30	1,08	1,18
Grynet	Kontroll	1,07	1,11
	MF	2,55	2,28
	MF/DF 90	1,29	1,28
	MF/DF 30	1,39	1,30



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway