



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Siv Skeie

Ysting av Gräddost ved å benytte melk med ulike genetiske varianter av κ -kasein

Production of Gräddost from milk with different
genetic variants of κ -casein

Martine Andrea Olsen

Matvitenskap

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven ble utført ved Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet våren 2018. Oppgaven er basert på resultater fra doktorgradsavhandlingen «Effekt av genetiske proteinvarianter på melkens koaguleringssegenskaper» av Isaya Appelesy Ketto (2017).

Denne oppgaven hadde ikke blitt til uten all den hjelpen jeg har fått, derfor vil jeg benytte anledningen til å takke de som har hjulpet meg på veien. Først vil jeg takke Geirfinn Lund og Ola Tjøland som har bistått med godt humør og hjelp under ystingene. På laben vil jeg takke May Helene Aalberg, Kari Olsen og Ahmed Abdelghani for faglig kunnskap, oppmuntrende ord, kaffe i det uendelige og god tilrettelegging for lange dager på laben. Takk til Kristine Myhrer og Nofimas sensoriske dommerpanel for gjennomføring og hjelp under den sensoriske analysen av ostene. I tillegg vil jeg takke alle på lesesalen for et hyggelig skrivemiljø, og til kjæreste for korrekturlesing av oppgaven.

Veiledere for denne oppgaven har vært Professor Siv Skeie og Dr. Isaya Appelesy Ketto. En spesiell takk til hovedveileder Siv Skeie for god faglig veiledning, gjennomlesing og konstruktive tilbakemeldinger.

Ås, mai 2018

Martine Andrea Olsen

Sammendrag

Matindustrien står i dag ovenfor mange utfordringer. Blant annet skal den produserte maten være billig og produksjonen skal være klima- og miljøvennlig. Derfor er det et stort fokus på kostnadseffektivitet i osteproduksjonen og optimal utnyttelse av råvaren melk. For å oppnå dette vil industrien gjerne forsøke å øke utbyttet under produksjon av ost, slik at mengde produkt øker og mengde biprodukt reduseres.

Det er mange faktorer som påvirker osteutbyttet, men den viktigste er sammensetningen av melkekomponentene, og da særlig kasein- og fettinnholdet. Det har vist seg at genetisk polymorfisme av melkeproteiner påvirker denne sammensetningen, der noen genetiske varianter gir et høyere kaseininnhold og et høyere innhold av κ -CN. I dette forsøket er det derfor ystet en Gräddost type ost ved å benytte melk med tre ulike genetiske varianter av κ -CN, mens genotypen til resten av proteinene skulle holdes konstant. Av analysene som ble gjennomført var det fokus på utbytte, proteolyse og andre kjemiske og sensoriske analyser.

Ystingene gjennomført i denne forsøket viste tydelige forskjeller i Gräddost ystet med de tre genetiske variantene av κ -CN. Grunnet få gjentak og uforutsette situasjoner underveis i forsøket gir disse resultatene bare en grunnleggende forståelse og en interessant grunnmur for videre forskning på dette feltet. Ostene produsert av melk med κ -CN AB gav et høyere tørrstoffinnhold og utbytte, men dårligere sensoriske egenskaper og stor grad av myseutskillelse under lagring sammenliknet med ost ystet av melk med κ -CN AA og κ -CN BB. Innholdet av kasein i forhold til totalt proteininnhold var høyest i melk med κ -CN BB, og osten som hadde de beste sensoriske egenskapene ble ystet av melk med κ -CN BB.

Dette viser at melken som hadde gode ystetekniske egenskaper gav oster med de dårligste sensoriske egenskapene. Grunnet få gjentak og ved ysting av melk fra individuelle kyr var det mange egenskaper som kom frem i dette forsøket som nødvendigvis ikke hadde kommet frem ved ysting av samlemelk. Av resultatene kom det også frem at den ene kua ikke hadde planlagt genetisk variant av β -CN. Dette betyr at sammenlikningsgrunnlaget mellom de ulike genetiske variantene av κ -CN blir svekket. Et forslag til videre forskning er å yste med samlemelk, og undersøke effekten av både β -CN og κ -CN og yste med minimum tre gjentak.

Abstract

The food industry today faces many challenges. Among other things, the produced food must be inexpensive, and the production should be climate and environmentally friendly. Because of this, there is a great focus on cost-effectiveness in cheese production and optimal utilization of milk as a raw material. Because of this the industry would like to increase the yield from the production of cheese, so that the amount of product increases and the amount of by-product decreases.

There are several factors that affects the cheese yield, one of the most important is the composition of the milk components, especially the casein and fat content. It has been shown that genetic polymorphism of milk proteins affects this composition, where some genetic variants gives both a higher casein content relative to the total protein content and a higher content of κ -CN. In this experiment, a Gräddost type of cheese has been produced using milk with three different genetic variants of κ -CN, this while the genotype of the rest of the proteins should have been kept constant. Of the analyzes that were carried out, there was focus on yield, proteolysis and other chemical and sensory analysis.

The cheesemaking carried out in this study showed clear differences in Gräddost type of cheese with these three genetic variants of κ -CN. Due to few repetitive and unforeseen situations along the way, these results provide only a fundamental and interesting basis for further research. The cheeses produced from milk with κ -CN AB gave a higher solids content and yield, but poorer sensory properties and a high degree of whey secretion during storage compared to cheese cheeses of milk with κ -CN AA and κ -CN BB. The content of casein relative to total protein content was highest in milk from cows with κ -CN BB, and the cheese with the best sensory properties was from milk with κ -CN BB.

This shows that the milk with excellent technological properties gave cheeses with the poorest sensory properties. Because there are few repetitions, and that the milk used came from individually cows, there are many characteristics that appear in this experiment, which necessarily does not arise when mixed milk is used. The results also revealed that one cow did not have the planned genetic variant of β -CN. This leads to a weakened basis of comparison between the different genetic variants of κ -CN. A proposal for further research is to collect milk from a larger number of cows, and study the effect of both κ -CN and β -CN with at least three repetitions.

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning	1
2.0 Litteraturoversikt	3
2.1 <i>Sammensetning av melk</i>	3
2.2 <i>Melkeproteiner</i>	3
2.2.1 <i>Kaseiner</i>	4
2.2.2 <i>Myseproteiner</i>	5
2.3 <i>Genetisk polymorfisme av melkeproteiner</i>	6
2.3.1 α_{S1} -CN.....	7
2.3.2 β -CN.....	7
2.3.3 α_{S2} -CN.....	8
2.3.4 κ -CN.....	9
2.3.5 β -LGB	10
2.4 <i>Løpekoaguleringssegenskaper</i>	10
2.5 <i>Modning av ost</i>	13
2.5.1 <i>Proteolyse og aminosyrekatabolisme</i>	13
2.6 <i>Utbytte av ost</i>	15
2.7 <i>Sensorisk analyse</i>	17
2.7.1 <i>Kvantitativ beskrivende analyse (Profilering)</i>	17
3.0 Materialer og metoder	19
3.1 <i>Valg av modellost</i>	19
3.2 <i>Informasjon om kyrne</i>	20
3.3 <i>Forsøksdesign av hovedforsøket</i>	21
3.4 <i>Ysting</i>	21
3.4.1 <i>Syrekultur</i>	21
3.4.2 <i>Prøveysting</i>	21
3.4.3 <i>Hovedysting</i>	21
3.4.4 <i>Prøvetakingsplan for ysteprosessen</i>	24
3.4.5 <i>Etterbehandling og lagring av ostene</i>	24
3.4.6 <i>Avvik under ysting</i>	25
3.5 <i>Analyser</i>	26
3.5.1 <i>Prøvetakingsplan for ost</i>	26
3.5.2 <i>Mikrobiologiske analyser</i>	27
3.5.3 <i>Kjemiske analyser</i>	27
3.6 <i>Sensorisk analyse</i>	31
3.6.1 <i>Profilering</i>	31
3.6.2 <i>Beskrivende egenskapsbedømmelse</i>	33
3.7 <i>Databehandling</i>	34
3.7.1 <i>Ystetekniske og kjemiske analyser</i>	34
3.7.2 <i>Sensorisk profilering</i>	34
4.0 Resultater	35

4.1 Ystetekniske resultater	35
4.1.1 Sammensetning av ystemelk	35
4.1.2 Løpningstid	37
4.1.3 pH-utvikling	38
4.1.4 Utbytte	39
4.1.5 Vektbalanse	40
4.2 Mikrobiologiske analyser	41
4.3 Kjemiske analyser	42
4.3.1 Tørrstoff	42
4.3.2 Proteinanalyse	43
4.3.3 Initiell kaseinnedbrytning	45
4.3.4 Organiske syrer og karbohydrater	47
4.3.5 Frie aminosyrer	52
4.4 Sensoriske resultater	53
4.4.1 Profilerings	53
4.4.2 Egenskapsbedømmelse	62
5.0 Diskusjon	65
5.1 Ystetekniske resultater, påvirkning av ystemelkens sammensetning, løpningstid og utbytte	66
5.2 Kjemiske resultater	70
5.2.1 Tørrstoff	70
5.2.2 Proteinanalyser	72
5.2.3 Initiell kaseinnedbrytning	73
5.2.4 pH-utvikling og innhold av laktose, melkesyre og sitronsyre	75
5.2.5 Salting	77
5.3 Sensoriske resultater	78
5.4 Oppsummerende diskusjon	81
5.5 Svakheter med forsøksoppsettet	83
5.5.1 Antall kyr og få gjentak	83
5.5.2 Randomisering av ystekar	83
5.5.3 Volum melk	83
5.5.4 Utbytte	84
5.5.5 Uforutsett genetisk variant av β -CN	84
5.5.6 Temperatur	84
6.0 Referanser	85
7.0 Vedleggsfortegnelse	89

1.0 Innledning

Melk er en av de viktigste ressursene i verden, og inneholder en komplett næringsprofil med karbohydrater, fett og proteiner. I tillegg til at melk er et næringsmiddel i seg selv, kan utallige andre produkter produseres med melk som råvare, blant annet ost, yoghurt, surmelk, smør og iskrem. Ost er et av de viktigste produktene, gjennomsnittlig brukes hele 35 % av melken i verden til osteproduksjon. Produksjonen og forbruket av ost varierer i stor grad mellom ulike land. I eksempelvis New Zealand blir mindre enn 20 % av melken benyttet til osteproduksjon, mens i Frankrike, Italia og Tyskland blir over 70 % av melken benyttet til produksjon av ost (Fox et al. 2017b).

Det er et stort fokus på kostnadseffektivitet i osteproduksjon. Det er ønskelig å øke osteutbyttet, forminske tap av fett og proteiner til mysen og senke produksjonstiden. Målet er en høyest mulig økonomisk profitt. Optimalisering av prosessen krever kunnskap om hvilke faktorer som påvirker utbytte av ost. Osteutbytte blir påvirket av mange faktorer, både sammensetning av komponentene i melk og ystetekniske faktorer som melkebehandling (transport, varmebehandling, kjølelagring, homogenisering), fasthet på gelen ved kutting, størrelse på ostepartiklene, utforming på ystekarene, ettervarmingstemperatur og grad av vanntilsetning. Andre faktorer som helseprofilen til dyrene (somatisk celletall og mastitt) samt laktasjonstid og sesong påvirker også osteutbyttet (Fox et al. 2017b).

Den viktigste faktoren som påvirker utbyttet er sammensetningen av komponentene i melk, og da spesielt kasein- og fettinnholdet. Dette er fordi det er disse komponentene som utgjør hovedparten av osten, tilsammen står de for >90 % av ostens tørrstoff. Det har vist seg at genetisk polymorfisme av melkeproteiner virker inn på forholdet mellom de ulike melkekomponentene, i tillegg til ystetekniske faktorer som koagulerings- og fasthet på gelen. Det er derfor ønskelig å kunne optimalisere ystingsprosessen ved å benytte melk med genetiske varianter som vil kunne bidra til å effektivisere ysteprosessen samt gi et høyere osteutbytte. Med dette som bakgrunn har det i forbindelse med denne oppgaven blitt produsert Gräddost type ost ved å benytte tre genetiske varianter av κ -kasein, mens genotypene til α_{s1} -kasein, β -kasein og β -lactoglobulin skulle holdes konstant (henholdsvis genotype BB, A2A2 og BB). Dette er første gang effekten av ulike genetiske varianter undersøkes ved ysting av melk fra Norsk Rødt Fe (NRF)

2.0 Litteraturoversikt

2.1 Sammensetning av melk

Melk er et næringsmiddel med en kompleks sammensetning. Hovedkomponentene i kumelk er vann (87 %), fett (4 %), proteiner (3.3 %), laktose (4.6 %) og mineraler (0.7%) (Walstra et al. 2006c). Det er mange faktorer som påvirker konsentrasjonen av de ulike komponentene i melk. Først og fremst er det stor forskjell mellom ulike arter, for eksempel inneholder melk fra sau og bøffel en mye høyere konsentrasjon av protein og fett sammenliknet med kumelk. Andelen av komponentene i melk kan også variere betraktelig mellom kyr av ulike raser, men også mellom individer av samme rase. I tillegg vil andre faktorer som sesong, laktasjon, diett, helse og alder på dyrene virke inn på sammensetningen av melkekomponentene (Walstra et al. 2006c). Genetisk variasjon av melkeproteinene har også vist seg å virke inn på sammensetningen av melkekomponentene, ved at noen varianter er sett i sammenheng med et høyere totalt proteininnhold, høyere kaseininnhold og høyere fettinnhold enn andre varianter (Fox et al. 2017b).

2.2 Melkeproteiner

Melkeproteiner består av to hovedgrupper proteiner, kaseiner (CN) og myseproteiner. Disse skilles fra hverandre basert på deres løselighet ved pH 4.6 ved 20 °C (Fox et al. 2017c). I disse omgivelsene vil kaseinene felle ut mens myseproteinene holder seg løselige. Kasein representerer om lag 80 % av proteininnholdet i kumelk, mens myseproteinene står for de resterende 20 %. En oversikt over egenskapene og forskjellene mellom kaseinene og myseproteinene er vist i tabell 1.

Tabell 1 Egenskapsforskjeller mellom kaseiner og myseproteiner (Fox et al. 2015).

	Kaseiner				Myseproteiner	
Referanseprotein ¹	α_{s1} -CN B-8P	α_{s2} -CN A-11P	β -CN A ² -5P	κ -CN A-1P	β -lactoglobulin B	α -lactalbumin B
Molekylvekt	23.614	25.230	23.983	19.023	18.363	14.176
enheter/molekyl						
Aminosyrer	199	207	209	169	162	123
Prolin	17	10	35	20	8	2
Cystein	0	2	0	2	5	8
Disulfider (intramolekylære)	0	0	0	0	2	4
Fosfat	8	11	5	1	0	0
Hydrofobisitet (kJ/enhet)	4.9	4.7	5.6	5.1	5.1	4.7

¹ Merk at det finnes ulike grader av fosforyleringer av kaseinene

2.2.1 Kaseiner

Kasein består av proteinene α_{S1} , α_{S2} , β og κ -CN og fordelingen av disse er på respektive 38 %, 10 %, 32 % og 15 % av det totale kaseininnholdet i melk. Felles for alle kaseinene er at de er relativt små av størrelse (20-25 kDa) og at alle er fosforylerte selv om de er det i ulike grader. α_{S2} -CN inneholder 11-12 og dermed flest fosfater, α_{S1} -CN inneholder 8-9, β -CN inneholder 5-6 og κ -CN inneholder bare én fosfatgruppe (Fox et al. 2017c).

α_{S1} , α_{S2} og β -CN er sensitive til kalsiumioner og feller ut ved konsentrasjoner høyere enn 6mM. Siden κ -CN inneholder bare et fosfat, er det derfor lite sensitiv for kalsium, og kan stabilisere opp til ti ganger sin egen masse av de andre kaseinene. Dette betyr at κ -CN beskytter de andre kaseinene mot utfelling av Ca^{2+} ved å fungere som et beskyttende lag, som legger grunnlaget for oppbygningen av en kaseinmicelle (Fox et al. 2017c).

Det er foreslått ulike modeller som beskriver kaseinmicellens struktur. I mange år var det enighet om at kaseinmicella bestod av submiceller, men ved bruk av moderne og mer presis teknologi har submicelle-modellen blitt avlagt og andre modeller er blitt foreslått. Felles for de nye modellene, og som det er full enighet om i dag, er den stabiliserende rollen til kolloidalt kalsiumfosfat (CCP) inne i micella og at overflaten til kaseinmicella består hovedsakelig av κ -CN med den hydrofile negative ladningen ut mot serumfasen.

Ved koagulering av melk kutter løpeenzymet mellom aminosyreposisjon Phe₁₀₅-Met₁₀₆ på κ -CN, og dette kaseinet blir dermed splittet til glykomakropeptid (GMP) og para- κ -CN. Dette medfører at kaseinmicellen mister den negative ladningen samt at kaseinmicellene koagulerer sammen og danner et nettverk som inkorporer fettkulene (Walstra et al. 2006a).

Av kaseinene er det bare α_{S2} -CN og κ -CN som inneholder cystein. Dette gjør at det dannes intramolekulære disulfidbindinger mellom to cysteiner i disse kaseinene, dette gjør at disse molekylene ikke er like fleksible som α_{S1} - og β -CN. Alle kaseinene inneholder relativt mye prolin, og dette gjør at kaseinene har lite sekundærstruktur som α -helix, β -sheets og β -turns. Mangel på sekundær-, tertiær- og kvartærstruktur gir høy fleksibilitet og dette gjør at kaseiner ikke denaturer (Fox et al. 2017c).

2.2.2 Myseproteiner

Myseproteinene i kumelk består av fire hovedproteiner: β -lactoglobulin (β -LGB, 50 %), α -lactalbumin (α -la, 20 %), blood serum albumin (BSA, 10 %) og immunoglobuliner (Ig, 10 %) (Fox et al. 2017c). I motsetning til kaseinene har myseproteinene mye sekundær-, tertiær og kvartærstruktur. De er globulære og vil denaturere under varmebehandling, for å oppnå en fullstendig denaturering kreves det en temperatur på 90 °C i 10 minutter. Myseproteinene er ikke sensitive for kalsiumioner og er ikke fosforylerte. Alle myseproteinene har intramolekylære disulfidbindinger som stabiliserer oppbygningen av proteinene.

β -LGB inneholder en sulphydryl-gruppe som danner sulphydryl-disulfidbinding med κ -CN når β -LGB denaturer under varmebehandling på 75 °C i 15 sekunder. Denne interaksjonen er negativ for løpekoaguleringen, siden proteinet legger seg over området på κ -CN som splittes av løpe (Fox et al. 2017c). Myseproteinene er ikke direkte involvert under produksjon av ost, men likevel er de med og påvirker ulike trinn under ystingen. Dette involverer blant annet denne interaksjonen mellom β -LGB og κ -CN under påvirkning av varme, og at de blir en del av ostemassen når de ystes av ultrafiltrert konsentrert melk (Fox et al. 2017c).

2.3 Genetisk polymorfisme av melkeproteiner

Melkeproteinene forekommer i ulike genetiske varianter. Opphavet til disse variantene skyldes post-translasjon modifikasjoner på grad av fosforylering og glykosylering og enkelt nukleotid polymorfisme (SNP) og/eller innsetting eller sletting av nukleotider (Caroli et al. 2009). Disse endringene påvirker de fysiokjemiske egenskapene grunnet endringer i nettoladningen, isoelektrisk punkt og hydrofobisiteten til proteinene (Fox et al. 2017c).

En oversikt over de genetiske variantene som til nå er kartlagt i melk fra kyr er vist i tabell 2. Antallet og forekomsten av variantene varierer mellom ulike raser, og noen raser er forsket mer på enn andre. Derfor er det forventet at antall varianter vil øke etterhvert som videre forskning vil avdekke nye.

Tabell 2 Kjente genetiske varianter av kasein og β -LGB i melk fra kyr (Martin et al. 2013). B* betyr at denne varianten er modifisert fra B-varianten.

	Kaseiner				Myseprotein
	α_{S1} -CN	α_{S2} -CN	β -CN	κ -CN	β -LGB
Antall genetiske varianter	9	4	12	15	13
Genetiske varianter	A, B, C, D, E, F, G, H, I	A, B, C, D	A1, A2, A3, B, C, D, E, F, G, H, I, J	A, B, B2, C, D, E, F1, F2, G1, G2, H, I, J, K, L	A, B, B*, C, D, Dr, E, F, G, H, I, J, W

Videre i dette kapittelet forklares forskjellene mellom de ulike genetiske variantene av melkeproteinene sammenliknet med referanseproteinene til de respektive proteinene. Som nevnt er det fire hovedproteiner av myseproteiner, men av myseproteinene er det i denne oppgaven kun fokus på β -LGB. Dette er fordi denaturering av β -LGB påvirker kaseinmicellens struktur og dermed løpningsegenskapene til melken.

2.3.1 α_{S1} -CN

α_{S1} -CN står for omtrent 40 % av kaseininnholdet i melk og referanseproteinet B består av 199 aminosyrer (Martin et al. 2013). Til nå er det identifisert ni ulike varianter og en oversikt over disse variantene og hva som skiller de fra hverandre er vist i tabell 3. Variasjonen mellom de genetiske variantene skyldes hovedsakelig aminosyresubstitusjoner, med unntak av variant A som ikke innehar aminosyresekvens 14-25 og variant H som ikke innehar aminosyresekvens 51-58.

En studie publisert i 2017 (Ketto et al.) kartla forekomsten av genetiske varianter og frekvensen av disse i 118 kyr av rasen NRF. Det var to varianter av α_{S1} -CN som ble identifisert, B (91,1%) og C (8,9 %).

Tabell 3 Genetiske varianter og deres aminosyremodifikasjoner av α_{S1} -CN i kyr sammenliknet med referanseproteinet B (uthevet) (Martin et al. 2013).

Aminosyreposisjon								
Variant	14-26	53	51-58	59	64	66	84	192
A	Slettet							
B		Ala		Gln	SerP	SerP	Glu	Glu
C								Gly
D		ThrP						
E				Lys				Gly
F					Ser	Leu		
G								
H			Slettet					
I							Asp	Gly

2.3.2 β -CN

β -CN står for 35 % av kaseininnholdet i melk og referanseproteinet A2 består av 209 aminosyrer (Martin et al. 2013). Til nå er det identifisert 12 ulike varianter av proteinet, en oversikt over disse er vist i tabell 4. Det er aminosyresubstitusjoner som har gitt opphav til alle variantene, ved at enten én, to eller tre aminosyrer skiller seg fra referanseproteinet. Variant A2 er tilstede i alle kuraser og i følge Ketto et.al (2017) er det også denne varianten som forekommer oftest i NRF (79,9 %). Elles fant Ketto et.al også A1 (19,1 %), B (1,2 %) og A3 (0,0 %).

Tabell 4 Genetiske varianter og deres aminosyremodifikasjoner av β -CN i kyr sammenliknet med referanseproteinet A2 (uthevet) (Martin et al. 2013).

Aminosyreposisjon													
Variant	18	35	36	37	52	67	72	93	106	122	138	152	(114-169)
A1						His							
A2	SerP	SerP	Glu	Glu	Phe	Pro	Gln	Met	His	Ser	Pro	Pro	Gln
A3									Gln				
B						His				Arg			
C		Ser		Lys		His							
D	Lys												
E			Lys										
F						His						Leu	
G						His					Leu		
H							Glu	Leu					Glu
I								Leu					
J					Ser								

2.3.3 α _{S2}-CN

α _{S2}-CN står for opptil 10 % av kaseininnholdet i melk og referanseproteinet A består av 207 aminosyrer (Martin et al. 2013). Til nå er det identifisert fire ulike varianter av proteinet. Det er både aminosyresubstitusjoner og manglende sekvens (51-59 i variant D) som skyldes opphav til variantene. En oversikt over de genetiske variantene av α _{S2}-CN er vist i tabell 5.

Tabell 5 Genetiske varianter og deres aminosyremodifikasjoner av α _{S2}-CN i kyr sammenliknet med referanseproteinet A (uthevet) (Martin et al. 2013).

Aminosyreposisjon					
Variant	8	33	47	51-59	130
A	SerP	Glu	Ala		Thr
B	Phe				
C		Gly	Thr		Ile
D				Slettet	

2.3.4 κ -CN

κ -CN står for rundt 15 % av kaseinene i melk og referanseproteinet A består av 169 aminosyrer (Martin et al. 2013). Til nå er det identifisert 15 ulike varianter av proteinet, og de fleste endringene skyldes aminosyresubstitusjon. Unntaket er variant L, som i tillegg til en aminosyresubstitusjon har en innlagt aminosyresekvens i aminosyreposisjon 148-151. En oversikt over variantene er vist i tabell 6.

Av de 118 kyrne som ble kartlagt av Ketto et.al (2017) var det tre varianter som ble identifisert. Disse var A (48,3 %), B (45,7 %) og E (6 %).

Tabell 6 Genetiske varianter og deres aminosyremodifikasjoner av κ -CN i kyr sammenliknet med referanseproteinet A (uthevet) (Martin et al. 2013).

Variant	Aminosyreposisjon										
	10	36	97	104	130	135	136	148	148-151	153	155
A	Arg	Pro	Arg	Ser	Pro	Thr	Thr	Asp		Ile	Ser
B							Ile	Ala			
B2							Ile	Ala		Thr	
C			His				Ile	Ala			
D			His								
E											Gly
F1								Val			
F2	His										
G1			Cys			Ile					
G2								Ala			
H							Ile				
I				Ala							
J							Ile	Ala			Arg
K		Leu			Arg			Ala			
L								Ala	Innsatt		

2.3.5 β -LGB

β -LGB står for 50 % av myseproteinene og referanseproteinene B består av 162 aminosyrer (Martin et al. 2013). Til nå er 13 varianter av β -LGB identifisert, og alle skyldes aminosyresubstitusjoner ved at enten én, to eller tre aminosyrer skiller seg fra referanseproteinene. En oversikt over de genetiske variantene er vist i tabell 7. Av kyrne kartlagt av Ketto et.al (2017) ble to varianter av β -LGB identifisert, A (34,3 %) og B (65,7 %).

Tabell 7 Genetiske varianter og deres aminosyremodifikasjoner av β -LGB i kyr sammenliknet med referanseproteinene B (Martin et al. 2013). B* betyr at denne varianten er modifisert fra B-varianten.

	Aminosyreposisjon												
Variant	28	45	50	56	59	64	70	78	108	118	126	129	158
A	Asp												
B	Asp	Glu	Pro	Ile	Gln	Gly	Lys	Ile	Glu	Ala	Pro	Asp	Glu
B*													
C	His												
D	Gln												
Dr	Asn												
E	Gly												
F	Ser Tyr Gly												
G	Met Gly												
H	Asp Asn Val												
I	Gly												
J	Leu												
W	Leu												

2.4 Løpekoaguleringssegenskaper

En formagraf er et instrument som er designet til å observere koaguleringssegenskapene til melk (Fox et al. 2017d). Formagrafen kartlegger koaguleringen i løpet av 30 minutter. Ut fra grafen kan man registrere ulike løpekoaguleringssegenskaper til melk, som tiden det tar etter tilsetning av løpe før koagulering starter (RCT), tiden det tar til koagelet oppnår en fasthet på 20 mm (K₂₀) og fastheten på koagelet etter 30 min (A₃₀). Ved bedre løpekoaguleringssegenskaper menes kortere RCT og K₂₀ og høyere A₃₀.

Det har blitt bevist at koaguleringssegenskapene til melk blir påvirket av mange faktorer. Noen av disse er genetisk polymorfisme av melkeproteiner, sammensetningen av

melkekomponentene, konsentrasjon av κ -CN og størrelse på kaseinmicellene (McSweeney 2007a).

Det er flere studier som har fokusert på koaguleringssegenskapene til melk med ulike genetiske proteinvarianter og ulike kuraser. En studie fra 2006 hadde som hensikt å evaluere effekten av sammensetning av proteinene i melk på koaguleringssegenskaper og utbytte av ost (Wedholm et al.). Kurasene som ble kartlagt var Swedish Red, Swedish White, Swedish Holstein og Danish Holstein-Fresian. Av melkeprøvene ble modelloster produsert og over 30 % av prøvene viste seg å koagulere dårlig noe som medførte en svak gel, eller ingen gel i det hele tatt. Disse prøvene var assosiert med et lavt innhold av κ -CN og κ -CN i forhold til totalt kaseininnhold. Innholdet av κ -CN var høyere i melken med κ -CN AB enn melken med κ -CN AA, og konsentrasjonen av de ulike proteinene viste seg å være signifikante for utbytte av ost. B-allelen til myseproteinet β -LGB påvirket osteutbyttet positivt, mens A-allelen påvirket i negativ retning.

En annen studie så på individuelle melkeprøver fra Swedish Red og Swedish Holstein med kjente genotyper av β -CN, κ -CN og β -LGB (Hallén et al. 2007). Koaguleringstiden og hardheten til gelen etter 25 minutter for alle prøvene ble registrert. Prøvene som gav en svak gel hadde lave konsentrasjoner av κ -CN og hadde en lavere konsentrasjon av κ -CN i forhold til det totale proteininnholdet i melken. Melk med κ -CN AA hadde en lavere konsentrasjon av κ -CN enn melk med κ -CN AB. A2A2 genotypen til β -CN var assosiert med dårlige koaguleringssegenskaper, og genotypen til β -LGB hadde ingen signifikant effekt på koaguleringssegenskapene som koaguleringstid eller fasthet på gelen. En høyere totalt proteininnhold i melken gav en fastere gel, men påvirket ikke koaguleringstiden.

En studie publisert i 2012 (Jensen et al.) viste at det var store forskjeller i koaguleringssegenskapene til melk med ulike genetiske varianter av β -CN, κ -CN og β -LGB. For samtlige tre proteinene viste B-allelen gode koaguleringssegenskaper. Dårlige koaguleringssegenskaper var assosiert med A² varianten til β -CN, A og E varianten til κ -CN og A og C varianten til β -LGB.

En studie fra 2013 (Poulsen et al.) så på koaguleringssegenskapene til melk fra de tre skandinaviske kurasene Swedish Red, Danish Holstein og Danish Jersey. Studien tok for seg frekvensen av melk med dårlige koaguleringssegenskaper og kartla de genetiske variantene til

alle kyrne. Melk fra Swedish Red gav dårlige koaguleringssegenskaper med lang RCT. Rundt 37 % av kyrne hadde AA varianten til κ -CN og av kyrne som hadde denne genvarianten av κ -CN var det 45 % som produserte ikke-koagulerbar melk.

En studie fra 2014 (Gustavsson et al.) benyttet de samme kurasene som Poulsen et.al (2013) og hensikten var å undersøke forholdet mellom ulike genetiske varianter ($\alpha_{S1} - \beta - \kappa$) av kasein og gi en detaljert proteinsammensetning mellom disse rasene. Studiet konkluderte med at en høyere frekvens av BB-A¹A²-AB (som stod for 8 % av Swedish Red og 9 % av Danish Holstein) sammen med en nedgang i frekvensen av BB-A²A²-AA potensielt har en positiv effekt på melken siden konsentrasjonen av både κ -CN og β -CN gikk opp og konsentrasjonen av α_{S1} -CN og α_{S2} -CN gikk ned i begge kurasene.

Noen studier har vist at det er signifikante forskjeller i koaguleringssegenskapene til ulike genetiske varianter av β -LGB, mens andre har ikke funnet signifikante forskjeller.

2.5 Modning av ost

Modning er den viktigste prosessen under produksjon av ost, dette fordi det er perioden hvor smak, lukt, tekstur, konsistens og utseende i osten utvikles (Fox et al. 2017a). Det er totalt fire ulike biokjemiske hovedreaksjoner som utgjør modningsreaksjonene i ost og disse er glykolyse, lipolyse og fettsyremetabolisme, proteolyse og aminosyrekatabolisme og sitronsyremetabolisme (Fox et al. 2017a).

Enzymene som er ansvarlige for modningsreaksjonene er enzymer fra syrekulturen og melkesyrebakterier fra ikke-starterkultur (NSLAB), melkens egne enzymer, enzymer fra somatiske celler og det tilsatte løpeenzymet (Fox et al. 2017a). Syrekulturen og andre aktive bakterieceller bidrar i seg selv lite til modningsreaksjonene i ost, men de inneholder intracellulære proteinaser og peptidaser som blir frigjort når bakteriecella dør og oppløser seg. Melken inneholder rundt 60 egne enzymer der hvor blant annet plasmin, sur fosfatase og xanthine oxidase spiller en viktig rolle i modningsreaksjonene (Fox et al. 2017c). De fleste enzymene er varmestabile og blir ikke deaktivert under varmebehandling som eksempelvis pasteurisering. I og med at disse enzymene er assosiert med kaseinmicellene eller fettkulemembranen blir de inkorporert i ostemassen.

2.5.1 Proteolyse og aminosyrekatabolisme

Proteolyse står for de mest komplekse biokjemiske reaksjonene under modning av ost som har stor innvirkning på tekturen og smaksutviklingen. Graden av proteolyse varierer stort mellom type ost, fra veldig begrenset som i Mozzarella, til veldig fremtreden som i ulike typer blåmuggoster (Fox et al. 2017a).

Proteaser bryter først ned kasein til peptider som videre brytes ned til mindre peptider og aminosyrer av peptidaser. De proteolytiske enzymene involverer blant annet koagulanten (løpe), naturlige proteaser i melk som plasmin og cathepsin D, ulike proteaser assosiert med cellemembranen til syrekulturen og NSLAB, samt deres intracellulære peptidaser. Løpe (Chymosin) er svakt proteolytisk, men svært spesifikk for Phe₁₀₅-Met₁₀₆ bindingen på κ -CN. Denne splittingen gir para- κ -CN og glycomakropeptid (GMP). Det meste av GMP blir tapt sammen med mysen, mens para- κ -CN fremdeles er festet til kaseinmicella og blir inkorporert i ostemassen. α S1-CN blir først brutt ned til α S1-I ved proteaseaktivitet fra løpe, plasmin og noe aktivitet fra enzymene til melkesyrebakteriene. Deretter skjer en videre nedbrytning til

mindre peptider med aktivitet fra alle de tre ulike proteolytiske gruppene. Det er bare proteolyseaktivitet fra plasmin som bryter ned α_2 -CN, og dette involverer å splitte proteinet på åtte plasser (Fox et al. 2017a). β -CN blir brutt ned til γ^1 -CN (aminosyrefrekvens 29-209) γ^2 -CN (aminosyrefrekvens 106-209) og γ^3 -CN (aminosyrefrekvens 108-209) hovedsakelig ved hjelp av plasmin men også ved noe aktivitet fra løpe og enzymer fra melkesyrebakteriene (Fox et al. 2017a). De produserte β -CN-fraksjonene blir videre brutt ned til mindre fragmenter.

En videre nedbrytning av proteinfragmentene og peptidene danner frie aminosyrer som videre kataboliseres til andre produkter. Denne nedbrytningen skjer ved hjelp av ulike enzymer som decarboxylaser, deaminaser og amonotransferaser. Katabolismen involverer decarboxylering, deaminering, transaminering, degradering av svovelholdige aminosyrer og hydrolyse av sidekjedene til aminosyrene. Produktene til disse reaksjonene er aminer, CO_2 , NH_3 , metylalkoholer, metylaldehyder, og isofettsyrer.

2.6 Utbytte av ost

Som nevnt innledningsvis er det et stort fokus på kostnadseffektivitet i osteproduksjon. Å kunne fastslå osteutbytte er viktig for å kunne måle effektiviteten av, og bestemme den økonomiske levedyktigheten til, en produksjonsprosess (Fox et al. 2017d). Samtidig er det viktig å fastslå utbytte for å dokumentere resultatene av eksperimenter, som er viktig i en evaluering av en potensiell prosess eller teknologiendring. Mer enn 35 % av verdens melkeproduksjon benyttes til produksjon av ost, og derfor er maksimering av utbytte et viktig fokusområde for meieriindustrien. Selv om bare en liten økning i utbytte oppnås, vil det gi en stor økonomisk gevinst på lang sikt.

Osteutbytte blir påvirket av mange faktorer, og involverer blant annet sammensetning og kvalitet på ystemelken, samt melkebehandling og faktorer under produksjonen.

Først og fremst bør melk som skal benyttes til osteproduksjon ha et lavt innhold av mikroorganismer ($<10^4$ kde/ml), fravær av patogene og ødeleggende bakterier, lavt innhold av psykotrofe bakterier og innholdet av somatiske celler bør være <100.000 pr.ml (Skeie 2010). Det somatiske celletallet (SSC) reflekterer kuens helsetilstand, og er dermed en viktig parameter for melkekvaliteten. Når det somatiske celletallet overstiger 100.000 pr. ml, vil utbyttet synke med 4 % (Banks 2007). Melk med et høyt innhold av somatiske celler har en høyere konsentrasjon av proteolytiske enzymer. Disse proteasene degraderer kasein som går tapt til mysen, og fører dermed til et lavere utbytte. Samtidig påvirker det somatiske celletallet sammensetningen av proteinene i melk, dette ved at melk med et høyt somatisk celletall har mindre kasein og dermed et høyere innhold av myseproteiner (Walstra et al. 2006b). For å oppnå et lavt innhold av mikroorganismer og somatiske celler bør melken komme fra friske kyr og være så fersk som mulig med en lavest mulig lagringstid.

Sammensetningen av melkekomponentene påvirker utbyttet i stor grad, og da spesielt kasein og fett. Dette fordi at innholdet av kasein og fett i melken utgjør til sammen over 90 % av ostens tørrstoff, og en økning av disse komponentene vil derfor øke utbyttet direkte. I tillegg er det også andre faktorer som påvirker sammensetningen av melkekomponentene og dermed utbyttet, som genetisk polymorfisme. BB-varianten til β -LGB og κ -CN er generelt assosiert med et høyere utbytte og gode løpekoaguleringssegenskaper. Derfor er disse genotypene kjent for sine gode ystingsegenskaper (Banks 2007; Hallén et al. 2007; van den Berg et al. 2004).

I tillegg til kvaliteten og sammensetningen av melkekomponentene, påvirker behandling av melken i stor grad osteutbyttet. Noen av de viktigste behandlingstrinnene er kjølelagring, varmebehandling og fasthet på gelen under skjæring. Under kjølelagring økes løseligheten til kaseinene og spesielt β -CN, som fører til at proteinet lekker ut i serumfasen. Her er β -CN tilgjengelig for hydrolyse fra proteinasene fra de psykrotrofe bakteriene, somatiske celler og/eller plasmin som finnes i melken fra før. Lekkasje kan reverseres under varmebehandling som pasteurisering, men om proteasene har begynt nedbrytning på proteinene vil de ikke kunne trekke inn i kaseinmicella igjen. Dette fører til tap av proteiner og bidrar derfor til et redusert utbytte. Lipaser kan skade fettkulemembranen som kan føre til tap av fett, noe som dermed også bidrar til et redusert utbytte (Fox et al. 2017b).

Pasteurisering av melk fører i liten grad til denaturering av myseproteinene (<5 %). De denaturerte myseproteinene fester seg på kaseinmicella, blir inkorporert i ostemassen og er dermed med på å øke utbyttet. Ost ystet av pasteurisert melk får dermed et noe økt utbytte sammenliknet med ost ystet av upasteurisert melk (Fox et al. 2017b).

Gelfastheten under skjæring er et kritisk steg under produksjon av ost da den kan påvirke utbytte i stor grad (Banks 2007). Om fastheten på gelen under kuttingen enten er for svak (under-set) eller for hard (over-set) vil begge tilstandene føre til en uren kutting (Fox et al. 2017b). I de tilfellene hvor gelen er for svak er ikke gelnettverket ferdig utviklet, og vil kollapse selv under lite stress. Om gelen er for hard er graden av kaseinaggregeringen relativt høy, dette gir en rigid og sprø gel som knekker under stress. Begge situasjonene gir et høyere tap av fett og ostepartikler enn det en optimal fasthet på gelen under skjæring ville gitt.

2.7 Sensorisk analyse

Sensorisk analyse er definert som en vitenskapelig metode benyttet til å overvåke, måle, analysere og tolke menneskelige responser til produkter som blir mottatt gjennom sansene syn, lukt, berøring, smak og hørsel (Kilcawley 2017). Ulike instrumentelle målemetoder kan analysere visse egenskaper med mat, men det er bare ved bruk av menneskelige sanser at en total oppfattelse av næringsmidler kan oppnås. Grunnet dette er sensoriske analyser en viktig målemetode for bedømmelse av ulike næringsmidler inkludert ost. Ost er et dynamisk produkt som kontinuerlig endrer seg i form av lukt, smak og tekstur under modningen, og er dermed et komplekst produkt å gjennomføre sensoriske analyser på.

Sensoriske analyser blir klassifisert i tre grupper. De to første er analytiske og blir objektivt bedømt og den siste er hedonisk og blir subjektivt bedømt. De analytiske gruppene består av to ulike metoder, differansemetoder og beskrivende analyser. Differansemetoder ser på om det er en forskjell mellom produkter, mens beskrivende analyser ser på hvilke egenskaper som skiller produkter fra hverandre, både kvalitativt og kvantitativt. Den hedoniske gruppen av sensoriske analyser benytter et ikke trent dommerpanel, og brukes hovedsakelig under forbrukertester.

2.7.1 Kvantitativ beskrivende analyse (Profilering)

Profilering er det mest omfattende og informative sensoriske verktøyet (Lawless & Heymann 2010), og gjennomføres i tre steg. Under første steg velges det et panel, deretter bestemmes egenskapene og dommerne kalibreres og tilslutt blir egenskapene kvantifisert i et hovedforsøk.

Panelet som benyttes under en profilering består vanligvis av 8-12 dommere. Opptreningen av dommerne involverer at dommerne blir presentert for alle ulike produkter, alt fra matvarer, drikkevarer og kjemiske standarder som alle innehar et flerfoldig antall egenskaper (Kilcawley 2017). Et godt trent dommerpanel jobber som et hvilket som helst godt kalibrert instrument, de jobber objektivt og gjentar seg nøyaktig. Et slikt panel er kostbart i og med at de krever jevnlig kalibrering for å gi nøyaktige resultater (Lawless & Heymann 2010).

3.0 Materialer og metoder

Det ble produsert oster med tre ulike genetiske kombinasjoner av κ -CN: AA, AB og BB. Melken kom fra fire ulike kyr, en ku for hver av variantene AA og AB, og to kyr for variant BB. På denne måten ble variasjon mellom ulike genetiske varianter av κ -CN undersøkt, samtidig som variasjonen mellom to kyr med samme genetiske variant av κ -CN ble undersøkt. Forsøket ble gjentatt to ganger, slik at det totalt ble ystet åtte ulike oster. Ystingene ble gjennomført i løpet av en to-ukersperiode, der det i løpet av fire ystingsdager ble ystet to kar hver dag.

Melken skulle i utgangspunktet samles opp gjennom fem mål i løpet av tre dager, og planlagt volum ystemelk var 60 liter, men av ulike årsaker varierte mengde ystemelk fra 30 til 60 liter.

Benyttet ystingsmetode er basert på en masteroppgave fra 2011 (Hanto) som igjen baserte seg på en metode benyttet på forsøkssenteret i TINE SA. I forkant av ystingen ble det gjennomført en prøveysting for å bli kjent med ysteprosessen. Under hovedforsøket ble det gjennomført analyser på uttak fra ulike trinn i ysteprosessen, samt på ferskost og 4 ukers ost.

3.1 Valg av modellost

Siden volumet av melk var estimert til 60 liter, var det nødvendig å produsere en liten ost slik at et nødvendig antall oster ble produsert. De minste ystekarene på Pilotanlegget på NMBU er Silkeborgkar som rommer 200 liter, og derfor ble disse ystekarene benyttet grunnet begrenset volum melk. Disse begrensende faktorene gjorde at valget av modellost falt på Gräddost type ost med et lavere fettinnhold. Gräddost er en halvfast, gul fløteost ystet av kumelk som har en fyldig, mild og noe syrlig smak (TINE uå). Vekten til TINE Gräddost ligger på 380 gram, og gjør at det er en ost som er lett å yste med små melkevanta.

3.2 Informasjon om kyrne

Denne oppgaven er delvis basert på doktorgradsavhandlingen «Effekt av genetiske melkeproteinvarianter på melkens koaguleringssegenskaper» (Ketto 2017). Der ble blant annet den relative konsentrasjonen til melkeproteinene og løpekoaguleringssegenskapene til melken fra 99 kyr av rasen NRF undersøkt ved bruk av en formagraf. I denne masteroppgaven ble 4 av de 99 kyrne benyttet. Den relative konsentrasjonen av melkeproteinene og koaguleringssegenskapene til melken fra disse kyrne basert på rådata fra Kettos arbeid (2017) er vist i tabell 8 sammen med melkens somatiske celletall.

Tabell 8 Koaguleringssegenskapene til melken fra kyrne benyttet under ysting (RCT, K20, A30), relativ konsentrasjon av melkeproteiner (%) og somatisk celletall (pr ml).

ku	κ-CN	Koaguleringssegenskaper ¹			Relativ konsentrasjon av melkeproteiner (%)						Celletall (pr ml)
		RCT	K20	A30	α _{s1} -CN	α _{s2} -CN	β-CN	κ-CN	α-LA	β-LGB	
6135	AA	19	19	13	35	5,8	34,7	3,8	2,7	8,5	670.000
6043	BB	18	9	22	31	9,9	33,1	5,3	3,7	7,3	70 000
5979	BB	17	16	16	35	6,7	34,6	3,9	3,2	7,9	30 000
5854	AB	13	9	27	32	8,0	36,5	4,4	4,2	5,9	²

¹Koaguleringssegenskaper analysert ved formagraf

²Celletallet til ku 5854 var ikke sporbart

Disse resultatene ble benyttet som grunnlag under ystingen i denne oppgaven. Ku 6135 hadde et somatisk celletall på 670 000 pr. ml.

3.3 Forsøksdesign av hovedforsøket

Ystingsteknikken ble holdt konstant mellom ystingene i hovedforsøket og en oversikt over ystingsplanen er vist i tabell 9.

Tabell 9 Oversikt over benyttet forsøksdesign for hovedforsøket. Det ble benyttet to ystekar hver ystingsdag. I tabellen er det angitt prøvekoder, ystedato, kar, kummer og sammensetningen av genetiske varianter av melkeproteinene i ystemelken.

Koder ¹	Dato	Kar	Ystemelk (L)	Ku	α _{s1} -CN	β -CN	κ -CN	β -LGB
AA 6135 29	29.jan	2	30	6135	BB	A2A2	AA	BB
BB 6043 29	29.jan	1	40	6043	BB	A2A2	BB	BB
BB 5979 31	31.jan	1	60	5979	BB	A2A2	BB	BB
BB 6043 31	31.jan	2	50	6043	BB	A2A2	BB	BB
AA 6135 02	02.feb	2	45	6135	BB	A2A2	AA	BB
AB 5854 02	02.feb	1	30	5854	BB	A2A2 ²	AB	BB
AB 5854 07	07.feb	1	40	5854	BB	A2A2 ²	AB	BB
BB 5979 07	07.feb	2	50	5979	BB	A2A2	BB	BB

¹ Rekkefølgen i koden er: Genetisk variant av κ -CN (AA, BB, AB), nummer på kua (6135, 6043, 5854, 5979) og ystingsdag (29, 31, 02, 07)

² Resultatene fra kappilærelektroforesen viste at β -CN for ku 5854 ikke var A2A2. Se kapittel 4.3.3.

3.4 Ysting

3.4.1 Syrekultur

Dagen før ysting ble syrekulturen laget, en til hvert kar. To sterile sårer ble tilsatt 1,5 L TINE Langtidsholdbar Lettmelk og en mesofil aromatisk kultur (CHN 19, Christian Hansen, København). Etter omrøring ble såene satt i viskubator ved 21 °C i 20 timer til ystingen startet.

3.4.2 Prøveysting

Før hovedforsøket ble det gjennomført en prøveysting. Formålet med denne prøveystingen var å bli kjent med ystingsprosessen, ystekaret og diverse annet utstyr, og ett kar ble benyttet. Melken benyttet var samlemelk fra Ås gård. Melken ble ikke separert og standardisert, men ble pasteurisert.

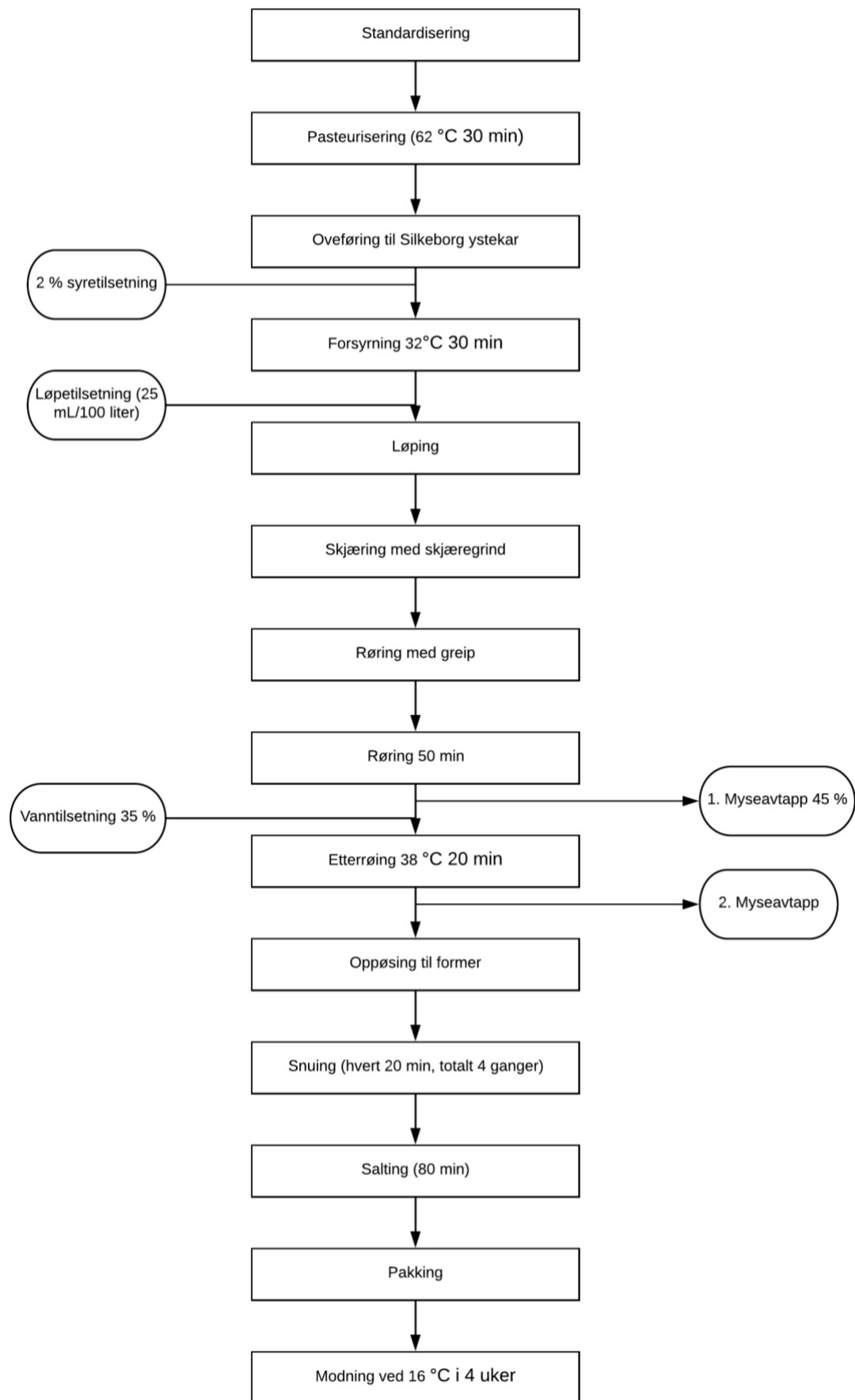
3.4.3 Hovedysting

Første ystingsdag ble fettinnholdet i ystemelken bestemt. Fettinnholdet i de to melkevariantene benyttet denne dagen ble analysert ved MilkoScan™, og den som hadde lavest fettinnhold satte standarden for resten av ystingene (3,7 %). Melken som hadde høyere

eller lavere fettinnhold ble standardisert til 3,7 % fett ved å separere 15 til 20 liter av melken og deretter tilsette skummetmelk/fløte til rett fettinnhold var oppnådd.

Flytskjema for prosessen er vist i figur 1. Standardiseringen og pasteuriseringen ble gjennomført i 500 liters ystekar. Etter pasteuriseringen ble melken kjølt ned til 32 °C før overføring til Silkeborg-ystekarene som allerede var temperert til 32 °C. Syrekulturen ble tilsatt ved god omrøring for å fordele kulturen godt i ystekaret. Forsyrningen foregikk i 30 minutter før løpe (25 ml/100 L melk) av typen ChyMax (Chr. Hansen, København) ble tilsatt. Røreverket gikk fem slag før det ble slått av og fjernet fra ystekaret. Løpningstiden tok 25-40 minutter. Gelen ble så skjært i terninger ved hjelp av en skjæregrinnd med avstand 1 cm. Etter en henstand på fem minutter ble røring med grep gjennomført, før en henstand på fem minutter igjen ble utført. Deretter ble røreverket satt på igjen, og en forrøring på 50 minutter ble gjennomført. Etter røringen ble 45 % myse tappet ut, og 35 % pasteurisert vann på rundt 70 °C ble tilsatt ystekaret. I løpet av ca. 15 minutter ble temperaturen økt fra 32 °C til 38 °C, og en etterrøring på 20 minutter ble gjennomført på full hastighet (800 rpm) etter oppnådd temperatur på 38 °C. Deretter ble resten av mysen fjernet, samtidig som ostemassen ble fordelt utover i runde osteformer med en diameter på 10 cm og høyde på 11 cm. I løpet av én time ble ostene snudd tre ganger, og deretter ble formene fjernet. For å måle utbytte ble ostene veid. Deretter ble ostene lagt i saltlake med et saltinnhold på 25 °Be, i 80 minutter. Etter halve tiden i saltlaken ble ostene snudd. Etter salting ble ostene igjen veid.

Ystekarene og alt av utsyr benyttet under ystingene ble enten sterilisert med damp eller vasket, skylt og deretter lagt i klorvann før bruk. Alt av personell vasket hendene i klorvann før kontakt med råstoffet eller ost under produksjon.



Figur 1 Flytskjema over ysteprosessen benyttet i forsøket

3.4.4 Prøvetakingsplan for ysteprosessen

Underveis i ystingen ble det tatt ut prøver til analyser. For å måle sammensetningen til ystemelken ble det brukt en MilkoScan™ FT1 FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) (Foss, Hillerød, Danmark). Disse målingene ble gjennomført for å kunne standardisere fettinnholdet i ystemelken og for å måle melkens sammensetning (protein og laktose) forøvrig. I løpet av ysteprosessen ble pH målt ved hvert nytt prosesstrinn. Det ble også tatt ut prøver ved ulike steg i prosessen og en oversikt over prøveuttakene og målinger under ysteprosessen er vist i tabell 10.

Tabell 10 Oversikt over prøveuttak og målinger (pH, mikrobiologi, FTIR, protein og veiing) på ulike produksjonstrinn under ystingsprosessen.

	pH	Mikrobiologi	FTIR	Protein	Veiing
Syrekultur	X				
Ystemelk	X	X	X		
Ystemelk etter forsyning	X	X			
Etter skjæring av koagel	X				
1. Myseavtapp	X	X		X	
2. Myseavtapp	X			X	
Ost før salting	X				X
Ost 80 min. etter salting					X

De mikrobiologiske analysene ble gjennomført samme dag som ystingen, og stod på isbad til analysetidspunkt. Prøvene til proteinanalyse ble fryst ned til de skulle analyseres. Ostene ble veid før salting, og 80 minutter etter salting.

3.4.5 Etterbehandling og lagring av ostene

Etter salting og veiing ble ostene satt på et stativ som stod i en lukket transportkasse over natten. Neste dag ble ostene vakuumert (99 % vakuum i 5 sekunder, uten tilførsel av gass, forseglingstid 2,5 sekunder og 1 sekund softair) i pakkemaskinen Henkelman 300 (Henkel bv, Hertogenbosh, Nederland). Deretter ble ostene satt i gjæringsbu ved 16 °C med 65 % luftfuktighet i fire uker, der de ble snudd en gang per uke.

3.4.6 Avvik under ysting

Ystingsdag 1

Ved første ysting (29.01) ble etterrøringsstiden forlenget med 20 minutter i kar 1 grunnet vanskeligheter med å øke temperaturen til 38 °C. Dette hadde sammenheng med at vannet som ble tilsatt ikke var varmt nok. Etter endt ystingsdag ble det enighet om å la karene få 15 minutter til å komme seg opp til 38 °C, og uavhengig av temperaturen da, ble etterrøringsstiden startet.

I utgangspunktet skulle ostene snus tre ganger. Dette ble gjennomført under første ysting. Under de påfølgende ystingene ble det bestemt at ostene skulle snues fire ganger grunnet teksturforskjeller mellom over- og underside av ostene som oppstod ved tre vendinger.

Ystingsdag 2

Under andre ysting (31.01) ble det ved en feil tilsatt syrekultur og løpe tilsvarende 60 liter til 55 liter melk i kar 1 (BB 5979 31). I samme kar ble det tatt ut prøve til mikrobiologisk analyse etter tilsetning av syre, og ikke før. Det var også problemer med å få temperaturen opp til 38 °C under etterrøringen i dette karet.

Ystingsdag 3

Ved tredje ystingsdag (02.02) lå etterrøringsstemperaturen på 34 °C i kar 1, men de siste fem minuttene var temperaturen 40,5 °C. I tillegg endte noe av ostemassen på gulvet under overtapp av kar 1 (AB 5854 02). Massen ble samlet opp og veid, men utbytteresultatene for dette karet er mulig påvirket av dette avviket.

Ystingsdag 4

Ingen avvik.

3.5 Analyser

3.5.1 Prøvetakingsplan for ost

De produserte ostene ble analysert 24 timer etter produksjon (ferskost) og etter fire uker. En oversikt over hvilke analyser som ble gjennomført er vist i tabell 11.

Tabell 11 Oversikt over gjennomførte analyser (mikrobiologi, pH, tørrstoff, protein, kappilærelektroforese, organiske syrer og karbohydrater og aminosyrer på ferskost, og 4 ukers ost

	Mikrobiologi	pH	Tørrstoff	Protein	Kappilærelektroforese	Organiske syrer og karbohydrater	Aminosyrer
Ferskost	x	x	x	x	x	x	
4 ukers ost		x	x	x	x	x	x

Som tabell 11 viser ble mikrobiologiske analyser kun utført på ferskost og aminosyrer bare på 4 ukers ost. Ellers ble resten av analysene gjennomført på begge analysetidspunktene. I tillegg til disse analysene ble det gjennomført en sensorisk profilering på 5 ukers ost, samt en beskrivende egenskapsbedømmelse på 8 ukers ost.

Uttak til mikrobiologisk analyse av ostene ble gjennomført i henhold til IDF-standard 50 C. (IDF 1995). Ved uttak til kjemiske analyser ble ostene oppmalt. Om ikke ostene ble benyttet til analyser samme dag, ble den oppmalte osten overført til osteglass, spylt med nitrogen og fryst ned. Dagen før osten skulle analyseres ble osteglassene tatt opp fra fryseren og tint på kjølerom over natten.

3.5.2 Mikrobiologiske analyser

Ved analyse av koliforme bakterier ble det benyttet Violet red bile lactose agar (VRBA) og ved analyse av laktokokker ble det benyttet M17 agar med laktose. En oversikt over de mikrobiologiske analysene og deres fortynninger er vist i tabell 12.

Tabell 12 Oversikt over hvilken agar (VRBA og M17) og hvilken fortynning (0, -1, -5, -6, -7, -8) benyttet ved de mikrobiologiske analysene på ulike prøveuttak (ystemelk, etter forsyning, myse, ferskost)

	VRBA	M17
Ystemelk	0	0, -1
Etter forsyning		-5, -6, -7, -8
Myse	0	
Ferskost	-1	-6, -7, -8

VRBA-skålene ble inkubert ved 37 °C i ett døgn, mens M17-skålene ble inkubert ved 30 °C i to døgn.

3.5.3 Kjemiske analyser

3.5.3.1 FTIR

En MilkoScan™ FT1 FTIR ble benyttet for å måle innholdet av protein, laktose, kasein og fett i ystemelken.

3.5.3.2 pH

Ved måling av pH ble 25 g opprevet ost i et olabeger tilsatt 10 mL destillert vann. Osten stod til ekvillibrering i 30 minutter før pH ble målt ved å føre elektroden ned i osteløsningen.

3.5.3.3 Tørrstoff

Analyse av tørrstoff ble gjennomført i henhold til IDF standard 50C (IDF 1995). Omtrent 5,0000 g av osten ble veid i et aluminiumsbeger med tre paralleller. Prøvene stod over natten under aluminiumsfolie før de ble tørket på 102 °C i 20 timer. Prøvene ble avkjølt i eksikator før de ble avlest.

3.5.3.4 Organiske syrer og karbohydrater

Analyse av organiske syrer og karbohydrater i ost ble gjennomført ved høytrykks væskechromatografi (HPLC) i henhold til metode beskrevet av Skeie et.al (2008). Av den oppmalte osten ble 2.00 g veid inn i reagensglass før følgene ble tilsatt: 5 mL destillert, ionebyttet vann, 0.7 mL 0.5 H₂SO₄ (Merck, Tyskland) og 20 mL acetonitril (Merck). Rørene ble vendt for hånd til osten var fordelt i væskefasen, og deretter stod rørene 30 minutter i en vendemaskin (Multifix). Etter vendingen ble rørene sentrifugert i 15 minutter i Gerber-sentrifuge ved 1100 rpm.

Supernatanten ble filtrert med et 0,2 µm PTFE Membran (Acrodisc CR 13 mm Syringe Filter, PALL, Storbritannia) over i et HPLC-rør. Analysen ble gjennomført ved bruk av et HPLC-instrument Agilent Technologies 1260 Infinity II (Agilent Technologies, Singapore), bestående av pumpe (Agilent Technologies), autosampler (Agilent Technologies), kolonneovn (Agilent Technologies), DAD-UV detektor (Agilent Technologies), og RI-detektor (Agilent Technologies). Programvaren som ble benyttet var OpenLab CDS (Agilent Technologies). 25 µl av prøven ble injisert og separert med en Aminex HPX-87H kolonne (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA). For beskyttelse av kolonnen ble prøvene først kjørt gjennom en forkolonne av typen Cation-H refill (Bio Rad Laboratories). Kolonnetemperatur var satt til 32 °C. Den mobile fasen som ble benyttet var 5 mM H₂SO₄ (Merck), med en hastighet på 0.4 mL/min.

Standardløsninger til kalibrering ble preparert på samme måte som prøvene som ble analysert. Komponentene i prøvene ble identifisert og kvantifisert på bakgrunn av retensjonstid sammenlignet med standardløsningene. Karbohydrater benyttet til standardløsning var maltose, fruktose, laktose, glukose og galaktose (Merck) og av organiske syrer ble sitronsyre, orotinsyre, pyrodruesyre, ravsyre, melkesyre, maursyre, eddiksyre, urinsyre, propionsyre og pyro-glutaminsyre (Sigma-Aldrich, Kina) benyttet til standardløsninger. Karbohydratene og eddiksyre ble detektert ved hjelp av en RI-detektor, mens organiske syrer ble detektert ved hjelp av en DAD-UV detektor.

3.5.3.5 Protein (Kjeldahl)

Proteininnholdet ble analysert i mysen fra første og andre myseavtapp samt i ferskost og 4 ukers ost.

Analysen ble gjennomført ved bruk av MikroKjeldahl. Prøveopparbeidelsen og analysen i osteprøvene ble gjennomført i henhold til IDF standard 20 B (IDF 1993).

Prøveopparbeidelsen for myseprøvene bestod i å veie ca. 1.000 g i oppslutningsrøret og deretter tilsette kjemikalier tilsvarende metode beskrevet i IDF standard 20 B (IDF 1993).

De ferdig opparbeidede prøvene ble oppsluttet i apparatet Tecator™ Digestor (Foss Analytical AB, Höganäs, Sverige) til prøvene var blanke. Prøvene ble deretter destillert i en Kjeltec™ 8400 (Foss, Hillerød, Danmark). Apparatet gav resultatene i ml titer (korrigert fra blankprøven), og ved utregningsmetode vist i vedlegg F ble proteininnhold utregnet.

3.5.3.6 Kapillærelektroforese

Kapillærelektroforese ble benyttet for å analysere nedbrytningen av kaseinene i fersk- og 4 ukers ost. Prøveopparbeidelsen tok utgangspunkt i løsningen opparbeidet for proteinanalyse i henhold til IDF standard 20B (IDF 1993). Løsningen ble godt blandet før ca. 45 mL ble overført til et 50 mL Falcon sentrifugeringsrør. Røret ble sentrifugert (Thermo Scientific, Heraeus Multifuge X3R, Tyskland) ved 2520 x g ved 4 °C i 30 minutter. Det øverste fettlaget ble fjernet ved hjelp av en bomullspinne. Prøven ble ristet godt og 600 µl ble overført til et eppendorf-rør.

I en prøvebuffer (6 M urea, 0,83 mg/ml HPMC, 42 mM MOPS, 167 mM TRIS og 67 mL EDTA med pH 8,6 ± 0,1) ble det tilsatt 0,0393 g DL-Ditiotreitol, og 900 µl av prøven ble overført til eppendorfrøret. Eppendorfrøret ble ristet ved bruk av whirlmixer og stod én time i romtemperatur før røret ble sentrifugert i en Eppendorf 5415D mikrosentrifuge (Eppendorf, Hamburg, Tyskland) ved 13000 rpm i 3 minutter. Ved bruk av sprøyte og nål ble prøven tatt opp uten å få med noe av det øverste fettlaget. Prøven ble filtrert gjennom et 0,2 µl Cellulose Acetat Membran filter (VWR, USA) før prøven ble overført til et nytt eppendorf-rør. Prøvene ble fryst ned til analysedag.

Prøvene ble tint og 100 µl ble overført til CE-rørene. Til rørene ble det tilsatt 700 µl runbuffer (6 M urea, 0,83 mg/mL HPMC, 20 mM natriumnitrat, 0,19 M sitronsyre, pH 3,0 ± 0,1). Prøvene ble analysert på et Agilent G1600 AX (Tyskland) kapillærelektroforese apparat.

3.5.3.7 Frie aminosyrer

Identifisering og kvantifisering av aminosyrer ble gjennomført ved bruk av analysemetoden HPLC. Metoden benyttet under analyseringen er beskrevet av Bütikofer og Ardö (1999) og modifisert av Martinovic et al. (2013).

Av den opprevne osten ble 1,50 g veid opp i et 50 mL Nunc-rør med skrulokk. En standardløsning ble laget av 0,4 µmol/ml L-norvalin (Sigma-Aldrich, Kina) i 0,1 HCl (Merck, Tyskland), og av denne løsningen ble 15 mL tilsatt røret. Prøvene ble homogenisert med Ultra-Turrax ved 20 000 rpm i 5 minutter. Deretter stod prøven i ultralydbad (Branson 2510, Soest, Nederland) i 30 minutter før den ble sentrifugert ved 2500 x g i 40 min ved 4 °C (Thermo Scientific, Heraeus Multifuge X3R, Tyskland). Av supernatanten ble 600 µl overført

til et eppendorfrør og deretter tilsatt 600 µl 4 % TCA (Merck, Tyskland) og mikset på minishaker. Deretter stod prøven 30 min i isbad før den igjen ble sentrifugert i en Eppendorf 5415 D mikrosentrifuge, ved 15600 x g i 5 minutter ved 4 °C (Eppendorf, Hamburg, Tyskland). Supernatanten ble overført til et nytt eppendorfrør ved bruk av et 0,2 µm celluloseacetat-filter. Av denne løsningen ble 50 µl overført til et HPLC-rør. Prøvene ble fryst ned til de skulle analyseres. Før analysering ble prøvene tilsatt 350 µl boratbuffer (0,4 M pH 10,2, Agilent Technologies, Tyskland). Deretter ble prøven analysert ved å separere ved bruk av et HPLC instrument bestående av Agilent 1200 serie pumpe, autoinjektor, kolonneovn, termostat og en fluorescensdetektor (Agilent Technologies)

3.6 Sensorisk analyse

De sensoriske analysene bestod av en sensorisk profilering på 5 ukers ost og en beskrivende egenskapsbedømmelse på 8 ukers ost.

3.6.1 Profilering

Den sensoriske profileringen ble gjennomført på Nofima AS (Avdeling Ås) ved bruk av deres trente dommerpanel som består av 10 dommere. Dommerne har lav terskel for lukt og smak, skiller på små nyanser og har gode beskrivende evner. Dette panelet har erfaring med sensoriske analyser av blant annet fisk, kjøtt, frukt og grønnsaker, meieriprodukter, snacks og sukkervarer, vin og ikke-spiselige produkter.

Analysen ble gjennomført over to dager. Første dag bestod av brainstorming og forforsøk, og andre dag bestod av profileringen (hovedforsøket). Ostene som ble ystet under prøveystingen ble benyttet som referanse. Disse ostene var da 12 uker gamle.

Opparbeidelsen av ostene bestod av å fjerne det ytterste laget av ostene og deretter kutte biter på 2*2*1 cm ved bruk av ostestreng og kniv. To biter av samme ost ble lagt i plastbeger med lokk og ble merket med et tilfeldig tresifret nummer. Ostene hadde en temperatur på $17,5 \pm 1$ °C ved bedømming. I forforsøket og hovedforsøket bedømte dommerne etter en digital ustrukturert 9-poengsskala.

3.6.1.1 Brainstorming

Til brainstorming ble fire oster valgt ut basert på forskjeller i smak, lukt og tekstur. Dommerne så, smakte og luktet på ostene individuelt og noterte seg egenskaper ved alle ostene i stikkordform. Alle egenskapene ble gått gjennom i fellesskap og et utvalg av egenskapene ble videre tatt med til forforsøket.

3.6.1.2 Forforsøk og kalibrering

I forforsøket ble to oster med svært ulike egenskaper i tekstur, lukt og smak valgt. De to ostene ble bedømt ut fra egenskapene som ble bestemt etter brainstormingen. Dataene fra forforsøket ble samlet og gått gjennom i fellesskap, og før hovedforsøket ble noen egenskaper byttet ut med andre. De endelige egenskapene er vist i tabell 13, og egenskapsforklaring til disse ligger i vedlegg H.

Tabell 13 Smaks-, lukt- og teksturegenskaper benyttet under den sensoriske profileringen av 5 ukers ost.

Lukt	Smak	Tekstur
Syrliglukt	Syrligsmak	Hardhet
Emmen	Søtsmak	Saftighet
Smørlykt	Saltsmak	Fethet
Melkelukt	Bittersmak	Klebrighet
Modenlukt	Umamismak	Kornethet
Syrnetmelklukt	Smørsmak	Gummiaktig
Metallukt	Melkesmak	Astringens
Sollukt	Modensmak	
Mugglukt	Syrnetmelksmak	
	Metallsmak	
	Solsmak	

3.6.1.3 Hovedforsøk

Hovedforsøket var bygd opp av fem blokker der dommerne tilsammen bedømte alle 8 ostene + referansen to ganger, som tilsammen gav 18 oster. Dommerne bedømte alle 18 ostene for alle 28 egenskapene. Oppsettet av hovedforsøket er vist i tabell 14.

Tabell 14 Oppsett av den sensoriske profileringen

Produkt	Gjentak	Kode	Blokk
AA 6135 02	1	956	1
BB 6043 31	1	575	1
AB 5854 07	1	371	1
BB 6043 29	1	383	1
AB 5854 02	1	927	2
BB 6043 31	2	717	2
Referanse	1	516	2
BB 5979 31	1	903	3
AA 6135 29	1	296	3
AB 5854 02	2	844	3
BB 5979 07	1	201	3
BB 5979 07	2	582	4
Referanse	2	508	4
AA 6135 29	2	451	4
AB 5854 07	2	197	4
BB 6043 29	2	792	5
BB 5979 31	2	257	5
AA 6135 02	2	759	5

3.6.2 Beskrivende egenskapsbedømmelse

En beskrivende egenskapsbedømmelse ble gjennomført på 8 ukers ost. Ostene ble delt i to, og utseende ble bedømt ved å se på ostens tverrsnitt. Til smaks- og konsistensbedømmelse ble en ostehøvel benyttet til å skjære skiver. Egenskaper som kom opp under bedømmelsen ble notert.

3.7 Databehandling

3.7.1 Ystetekniske og kjemiske analyser

For å undersøke effekten av genetisk variant ($i=3$) og ystingsblokk ($j=2$) på de ystetekniske og kjemiske analysene ble det utført en type 2 lineær ANOVA (variensanalyse) i statistikkprogrammet R commander V.3.3.2 (© 2016, The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Østerrike). Benyttet signifikantnivå var p -verdi <0.05 . Modell og hypotese benyttet er vist under.

Modell	Hypoteser	
$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$	Effekt av genetisk variant:	$H_0 = \alpha_i = 0$ $H_1 = \text{Minst en av } \alpha_i \neq 0$
$Y_{ij} = \text{Respons}$		
$\mu = \text{gjennomsnittlig respons}$	Effekt av blokk	$H_0 = \beta_j = 0$ $H_1 = \beta_j \neq 0$
$\alpha_i = \text{effekt av genetisk variant (i= 3)}$		
$\beta_j = \text{effekt av blokk (j=2)}$		
$\epsilon_{ij} = \text{NID (0, } \sigma^2) = \text{feilledd}$		

For statistisk analyse avorganiske syrer og aminosyrer ble det benyttet The Unscrambler® V.10.3.39870.111(©2014, CAMO Software AS, Oslo, Norge) til å kjøre PCA.

3.7.2 Sensorisk profilering

Datainnsamlingen under den sensoriske profileringen ble gjennomført i EyeQuestion (Logic8 BV, Utrecht, Nederland). I det samme programmet ble det utført en type 2 lineær ANOVA, med alle 8 ostene og 1 referanse ($i=9$) som produktfaktor og de sensoriske gjentakene ($j=2$) som replikatfaktor. Benyttet signifikantnivå var p -verdi <0.05 . Modell og hypotese er vist under.

Modell	Hypoteser	
$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$	Effekt av produkt	$H_0 = \alpha_i = 0$ $H_1 = \text{Minst en av } \alpha_i \neq 0$
$Y_{ij} = \text{Respons}$		
$\mu = \text{gjennomsnittlig respons}$	Effekt av sensorisk gjentak	$H_0 = \beta_j = 0$ $H_1 = \beta_j \neq 0$
$\alpha_i = \text{effekt av produkt (i= 9)}$		
$\beta_j = \text{effekt av replikat (j=2)}$		
$\epsilon_{ij} = \text{NID (0, } \sigma^2) = \text{feilledd}$		

Det ble også utført en parvis sammenligning ved Tukey's test i EyeOpenR® (Logic8 BV, Utrecht, Nederland). Videre ble det ved bruk av PanelCheck V.1.4.2 (Nofima AS, Ås, Norge) utført PCA på de sensoriske egenskapene.

4.0 Resultater

Resultatene er delt inn i fire bolker, som består av ystetekniske, mikrobiologiske, kjemiske og sensoriske resultater. Noen av de kjemiske resultatene, FTIR på ystemelk og pH under ysteprosessen, er av logiske årsaker plassert under de ystetekniske resultatene.

4.1 Ystetekniske resultater

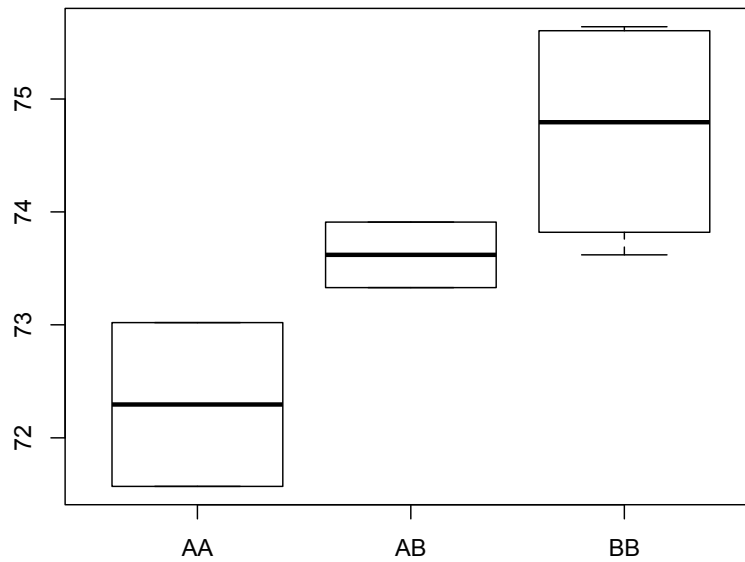
4.1.1 Sammensetning av ystemelk

Fettinnholdet i ystemelken ble standardisert til 3,7 % \pm 0,12. Sammensetningen av melkekomponentene i ystemelken ble analysert ved FTIR og er vist i tabell 15.

Tabell 15 Sammensetning (% i ystemelk) av fett, protein, kasein, kasein i forhold til totalt protein og laktose i standardisert ystemelk.

	Fett (%)	Protein (%)	Kasein (%)	Kasein til totalt protein (%)	Laktose (%)
AA 6135 29	3,73	4,15	2,97	71,57	4,22
AA 6135 02	3,67	3,67	2,68	73,02	4,36
BB 6043 29	3,7	3,81	2,82	74,02	5,01
BB 6043 31	3,78	3,45	2,54	73,62	4,83
BB 5979 31	3,74	3,22	2,43	75,47	4,77
BB 5979 07	3,7	3,12	2,36	75,64	4,77
AB 5854 02	3,73	3,6	2,64	73,33	4,62
AB 5854 07	3,82	3,45	2,55	73,91	4,63

Tabellen viser at ystemelk AA 6135 29 skilte seg ut fra de andre ystemelkene ved at den hadde det høyeste proteininnholdet og det laveste innholdet av laktose og kasein i forhold til totalt protein. En variansanalyse ble gjennomført for å undersøke om innholdet av kasein i forhold til totalt proteininnhold i melken var påvirket av blokk og genetisk variant, men ingen signifikant effekt ble funnet. Selv om resultatene ikke var signifikante er kaseininnhold i forhold til totalt proteininnhold mot de genetiske variantene av κ -CN vist et boxplot i figur 2. I denne modellen er faktoren blokk fjernet og plottet er laget for å illustrere at innholdet av kasein i forhold til totalt proteininnhold varierer mellom ystemelkene.

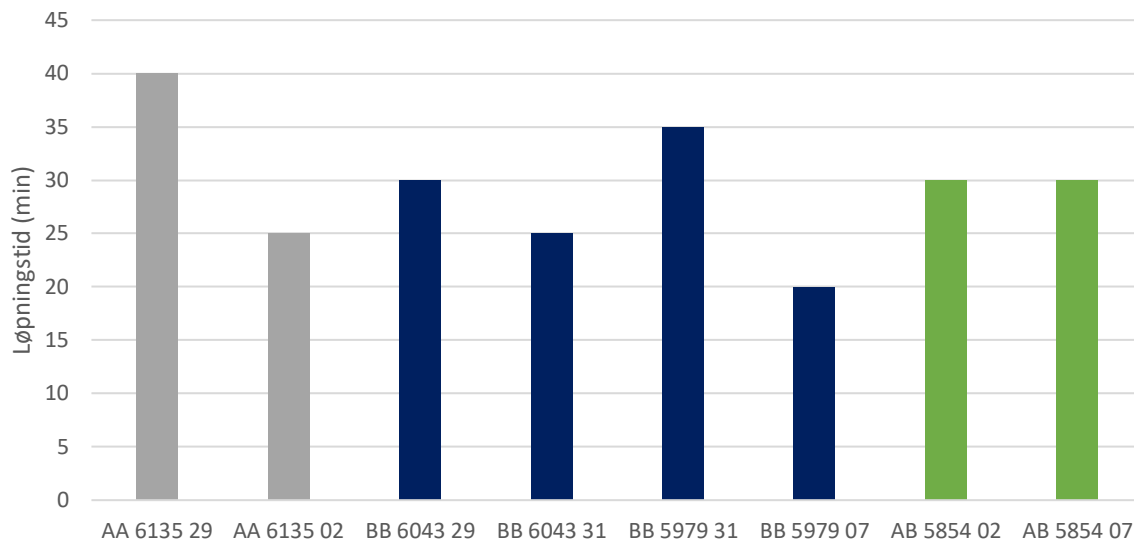


Figur 2 Boxplot av kasein i forhold til totalt proteininnhold (%) på y-aksen og genetisk variant av κ -CN (AA, AB og BB) på x-aksen. AA (n=2), AB (n=2) og BB (n=4).

Resultatene viste en nesten ($p=0,087$) signifikant effekt på at det var forskjell i innhold av kasein i forhold til totalt proteininnhold mellom de genetiske variantene.

4.1.2 Løpningstid

Løpningstiden under ystingen ble registrert og er grafisk fremstilt i figur 3. En variansanalyse av løpningstiden ble gjennomført med hensyn til blokk og genetisk variant, men ingen av faktorene hadde signifikant effekt.



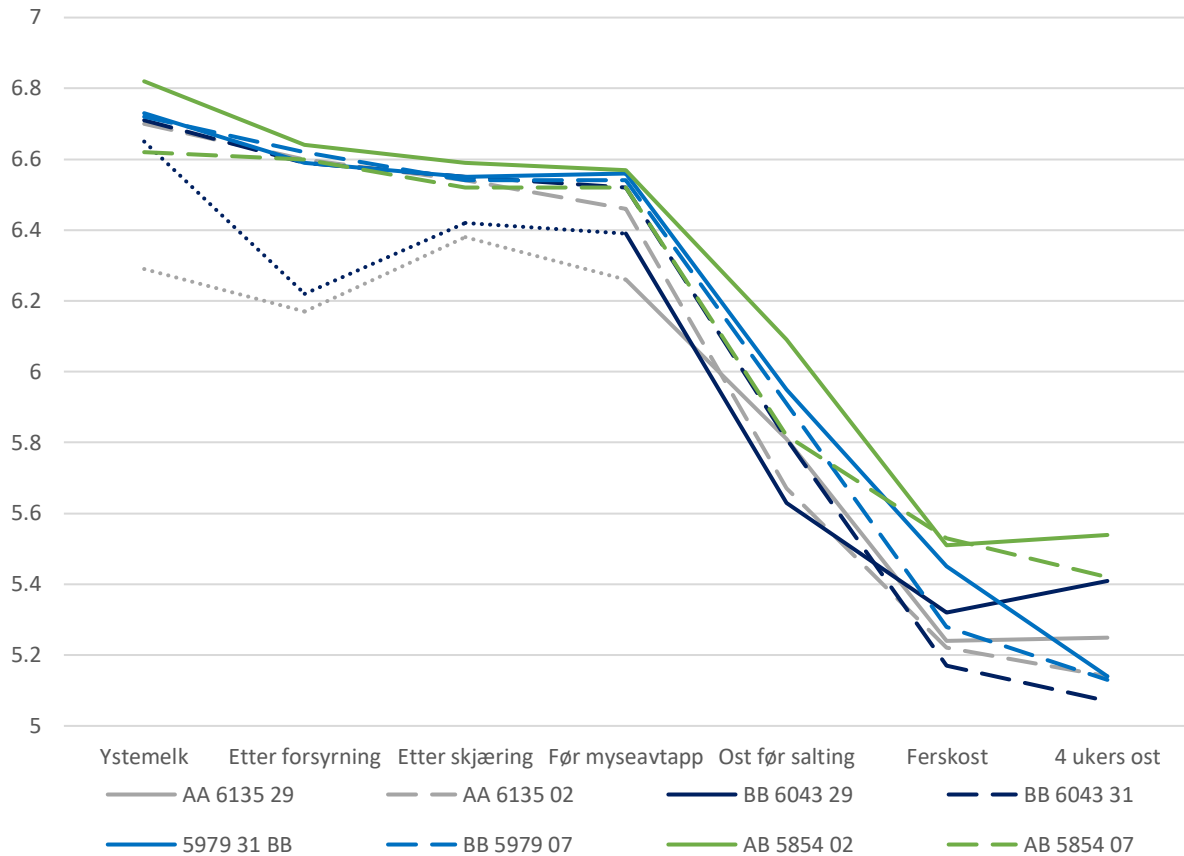
Figur 3 Løpningstid (min) for alle ystingene.

Som figuren viser var løpningstiden lengst under ysting av ost AA 6135 29 (40 min), mens andre ysting med tilsvarende melk (AA 6135 02) hadde en kort løpningstid (25 min). Løpningstiden under ysting av melk med κ -CN BB varierte fra 20 til 35 minutter og løpningstiden for melk med κ -CN AB var 30 minutter ved begge ystingene.

Utseende og konsistensen på gelen under begge ystingene av melk med κ -CN AB fra ku 5854 skilte seg ut. Overflaten av gelen var skrukkete, og ved skjæring opplevdes gelen som seig og klissete.

4.1.3 pH-utvikling

Underveis i ystingsprosessen ble pH registrert, samt at pH også ble målt i ferskost og i 4 ukers ost. Rådata ligger i vedlegg A, og utviklingen av pH gjennom prosessen er illustrert i figur 4. En variansanalyse av pH i 4 ukers ost med hensyn til genetisk variant og blokk ble gjennomført, men ingen av faktorene hadde signifikant effekt.

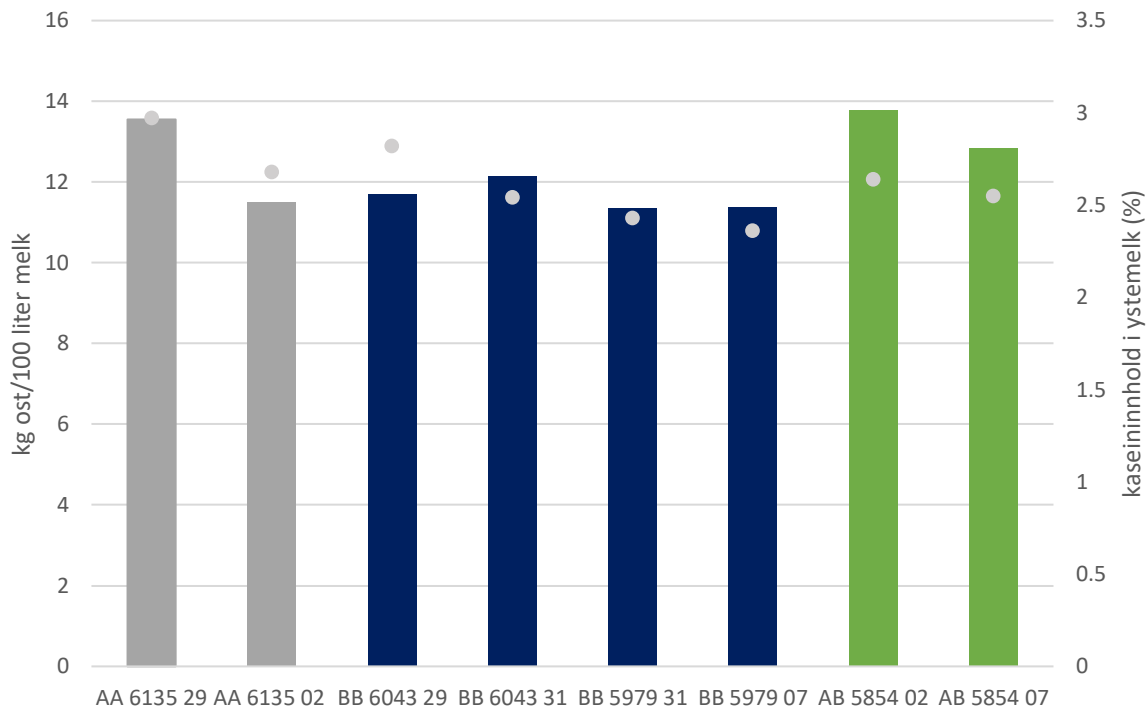


Figur 4 Utvikling av pH fra ystemelken til før myseavtapp samt pH i ost før salting, ferskost og 4 ukers ost. De heltrukket linjene representerer første ystingsdag og de striplete linjene representerer andre ystingsdag. De prikkete områdene av linjene representeres en unøyaktig måling av pH, da pH-meteret ikke ble vasket før kalibrering i starten av første ystingsdag. Målingene etter de prikkete områdene skal være korrekte.

Grafen viser at utviklingen av pH under selve ysteprosessen var tilnærmet like for alle prøvene, men forskjellene så ut til å øke fra det tidspunktet osten ble lagt i saltlake til osten var 4 uker gammel. Selv om det ikke var noen signifikante forskjeller i pH mellom de genetiske variantene, viste resultatene at det var en tendens til forskjell. Dette gjelder spesielt under ysting av melk med κ -CN AB, som skilte seg fra de andre ystingene ved å ha en høyere pH i ferskost og 4 ukers ost. Under ysting av melk med κ -CN AA og κ -CN BB var det i gjennomsnitt en lavere pH i ferskost og 4 ukers ost, men ysting av ost BB 6043 29 skilte seg ut ved at denne gav en høy pH i ferskost og 4 ukers ost slikt som ved ysting av melk med κ -CN AB.

4.1.4 Utbytte

For å måle utbyttet ble ostene veid og deretter tørrstoffjustert. Rådata av vekten og utregningsmetode er vist i vedlegg G. Resultatene er grafisk illustrert i figur 5 sammen med kaseininnholdet i ystemelken. En variansanalyse av det tørrstoffjusterte utbyttet med hensyn til genetisk variant og blokk ble gjennomført, men ingen av faktorene hadde signifikant effekt.

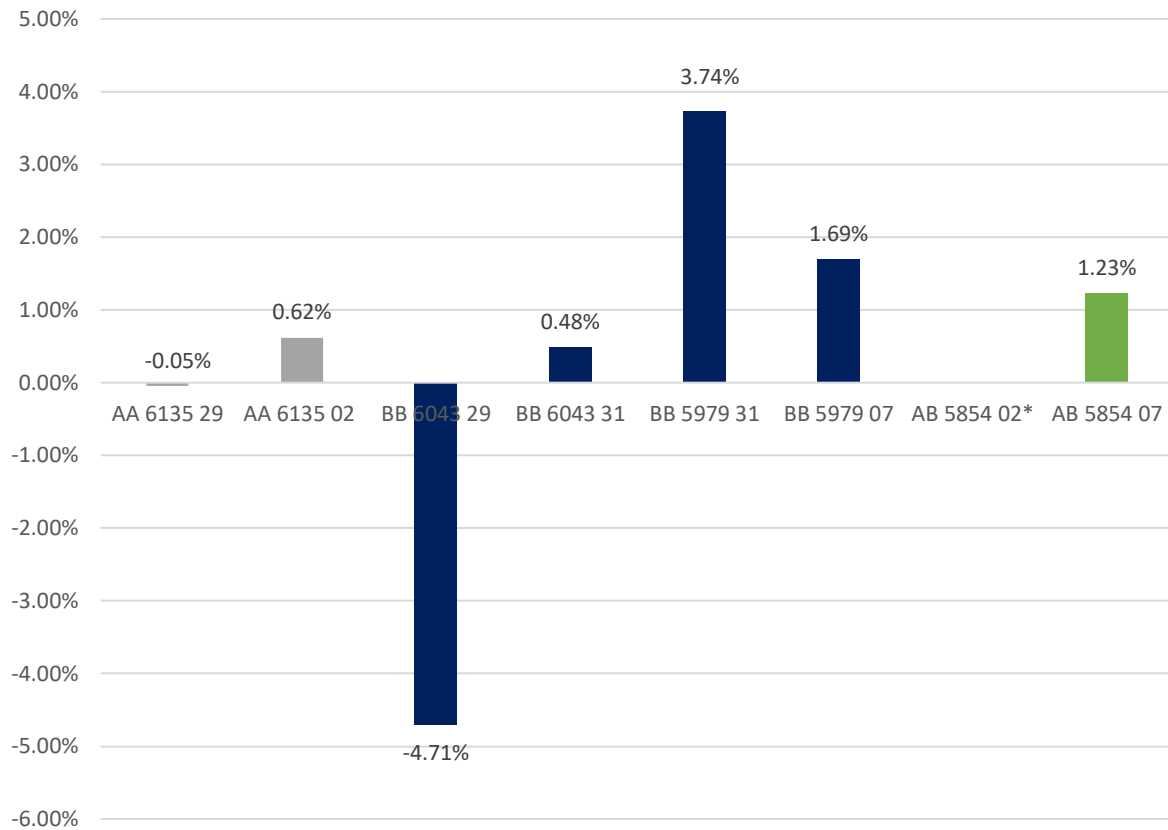


Figur 5 Tørrstoffjustert utbytte (kg ost/100 liter melk) i ferskost. Innhold av kasein (%) i ystemelken er vist som lyse prikker.

Figuren viser en tendens til at ysting av melk med κ -CN AB gir et høyere utbytte enn de andre variantene. Ost AA 6135 29 skiller seg også ut ved at den gav et høyt utbytte på 13,22 kg ost/100 liter melk og hadde det høyeste innholdet av kasein i ystemelken. De fire ostene ystet av melk med κ -CN BB hadde et forholdsvis likt utbytte, men resultatene viste også antydning til forskjeller mellom melk ku 6043 og 5979. Ostene ystet av melk fra ku 6043 hadde et høyere innhold av kasein i ystemelken og gav antydning til et høyere utbytte enn ost ystet av melk fra ku 5979. Kaseininnholdet i ystemelken var til en viss grad i samsvar med utbyttet til de respektive ostene, der ystemelk med et høyere kaseininnhold gav en høyere osteutbytte.

4.1.5 Vektbalanse

Ostene ble veid før og etter salting i saltlake. En oversikt over prosentvis endring av vekt er vist i figur 6.



Figur 6 Prosentvis endring (%) i vekt etter salting i saltlake. *Prøven er ikke inkludert i figuren grunnet avvik forklart i kapittel 3.4.6.

Resultatene av vektendringen viser variasjon som ikke kan forklares ut fra genetisk variant av κ -CN.

4.2 Mikrobiologiske analyser

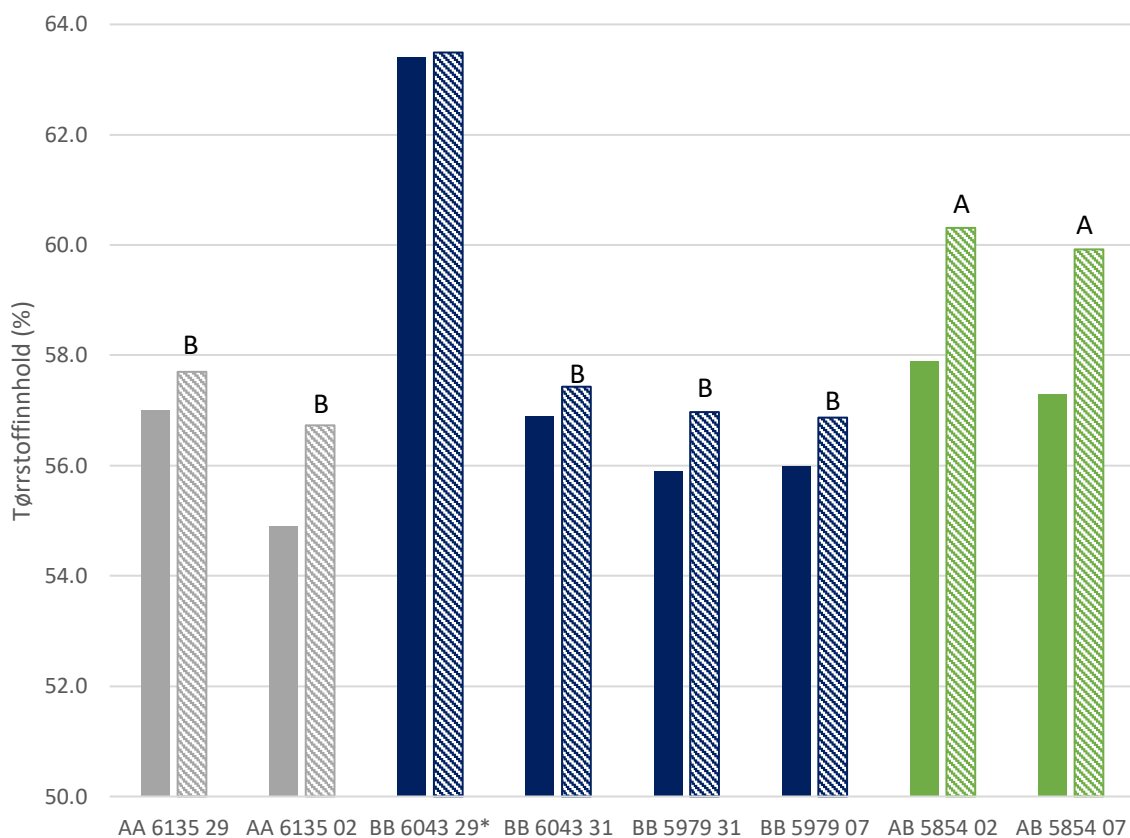
Det var ikke tilstedeværelse av koliforme bakterier i ystemelk og myse, og gir derfor en indikasjon på god hygiene under ystingen. I ferskost var det heller ikke forekomst av koliforme bakterier ($< \log 1 \text{ kde/ml}$).

Det var ikke forekomst av laktokokker i pasteurisert ystemelk ($< 1 \log \text{ kde/ml}$), mens veksten i ystemelk etter syrekulturtilsetning men før tilsetning av løpe lå rundt $7 \log \text{ kde/ml}$, og i ferskost på $8 \log \text{ kde/ml}$. En fullstendig oversikt over vekst av laktokokker er vist i vedlegg C.

4.3 Kjemiske analyser

4.3.1 Tørrstoff

Tørrstoffinnholdet i både ferskost og 4 ukers ost ble analysert. Rådata for disse resultatene ligger i vedlegg B, og resultatene er grafisk fremstilt i figur 7. En variansanalyse av tørrstoffinnholdet i fersk og 4 ukers ost ble gjennomført der genetisk variant gav signifikant effekt i 4 ukers ost, med p-verdi <0.01 , der Tukey's test viste at κ -CN AB gav et signifikant høyere tørrstoffinnhold i 4 ukers ost sammenliknet med κ -CN AA og κ -CN BB. Ost BB 6043 29 ble ikke inkludert i variansanalysen da denne hadde et høyt tørrstoffinnhold på grunn av en for lang etterrøringstid.

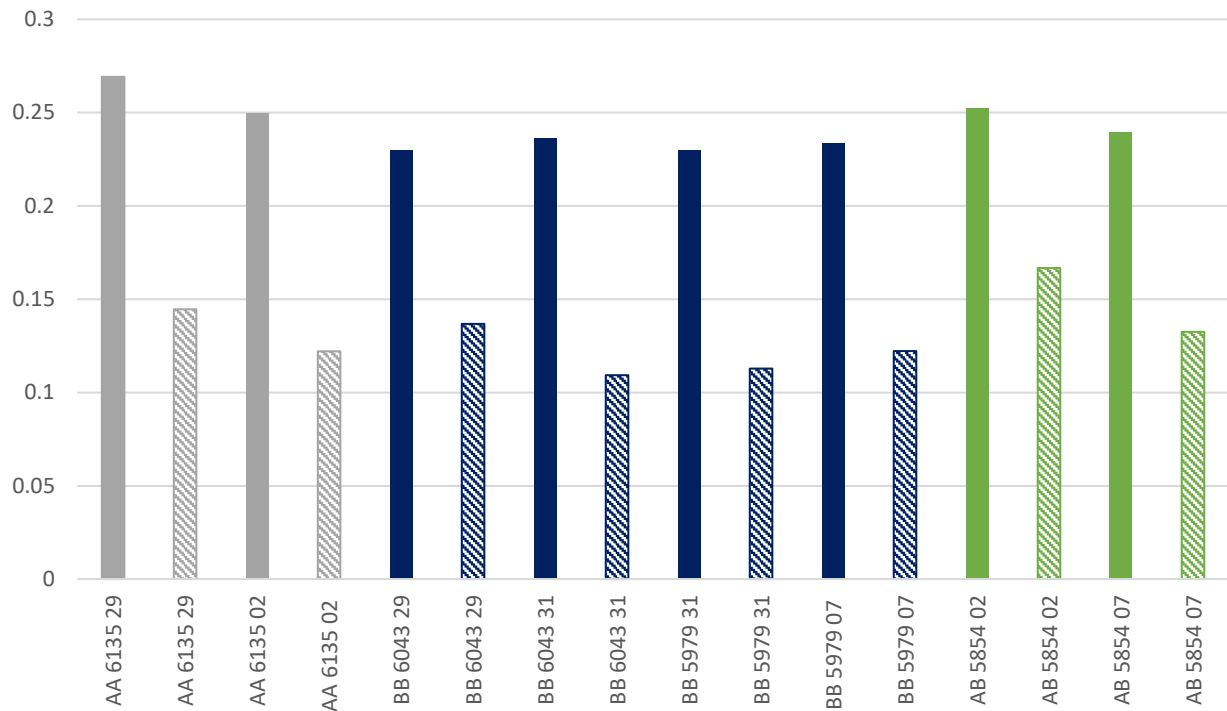


Figur 7 Tørrstoffinnhold (%) i ferskost (heldekket) og 4 ukers ost (skravert). Signifikante forskjeller mellom de genetiske variantene fra Tukey's test er illustrert over stolpene. *Ostene er ikke sammenlignbar med de andre prøvene grunnet lang etterrøringstid, avvik er forklart i kapittel 3.4.6.

Sett utenom ost BB 6043 29 varierte tørrstoffinnholdet i ferskost fra 54,9 % til 57,9 %, og alle ostene hadde et høyere tørrstoffinnhold i 4 ukers ost sammenliknet med ferskost. Det var en forholdsvis stor forskjell i tørrstoffinnholdet mellom ost AA 6135 29 og AA 6135 02, der førstnevnte hadde et høyere tørrstoffinnhold. Økningen i tørrstoff fra fersk- til 4 ukers ost var høyere for prøve AA 6135 02. Ost ystet av melk med κ -CN AB skilte seg ut ved at de tenderte til å ha et høyere tørrstoffinnhold i ferskost, og av alle ostene var det ost AB 5854 02 og AB 5854 07 som hadde det høyeste tørrstoffinnholdet i 4 ukers ost.

4.3.2 Proteinanalyse

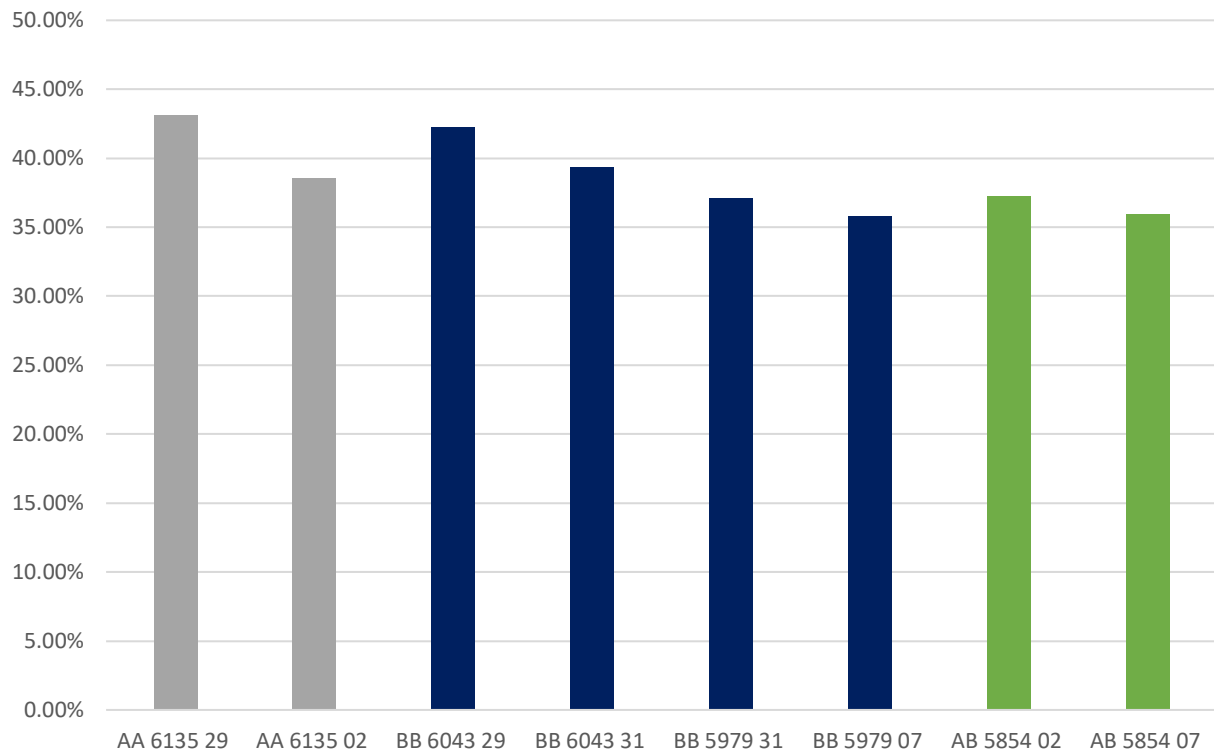
Innhold av protein ble analysert i myse fra første og andre myseavtapp og fersk ost og 4 ukers ost (rådata ligger i vedlegg F). Proteininnholdet i mysen fra myseavtappene er grafisk illustrert i figur 8. En variansanalyse av proteininnholdet i første og andre myseavtapp med hensyn til genetisk variant og blokk ble gjennomført, men signifikante effekter ble ikke funnet.



Figur 8 Proteininnhold (protein i myse i forhold til totalt protein i ystemelk) i første (heldekket) og andre (skravert) myseavtapp.

Figur 8 viser, til tross for at det ikke var signifikante forskjeller, at det er antydninger til forskjeller mellom de genetiske variantene. I første myseavtapp har mysen fra melk med κ -CN AA og κ -CN AB høyest proteininnhold. I andre myseavtapp var det høyest proteininnhold ved ysting av melk AA 6135 29, BB 6043 29 og begge ystingene av melk med κ -CN AB (5854 02 og 5854 07).

Tørrstoffjustert proteininnhold i ferskost er vist i figur 9. En variansanalyse av tørrstoffjustert proteininnhold i ostene med hensyn til faktorene genetisk variant og blokk ble gjennomført, men ingen av faktorene viste noen signifikante effekter.

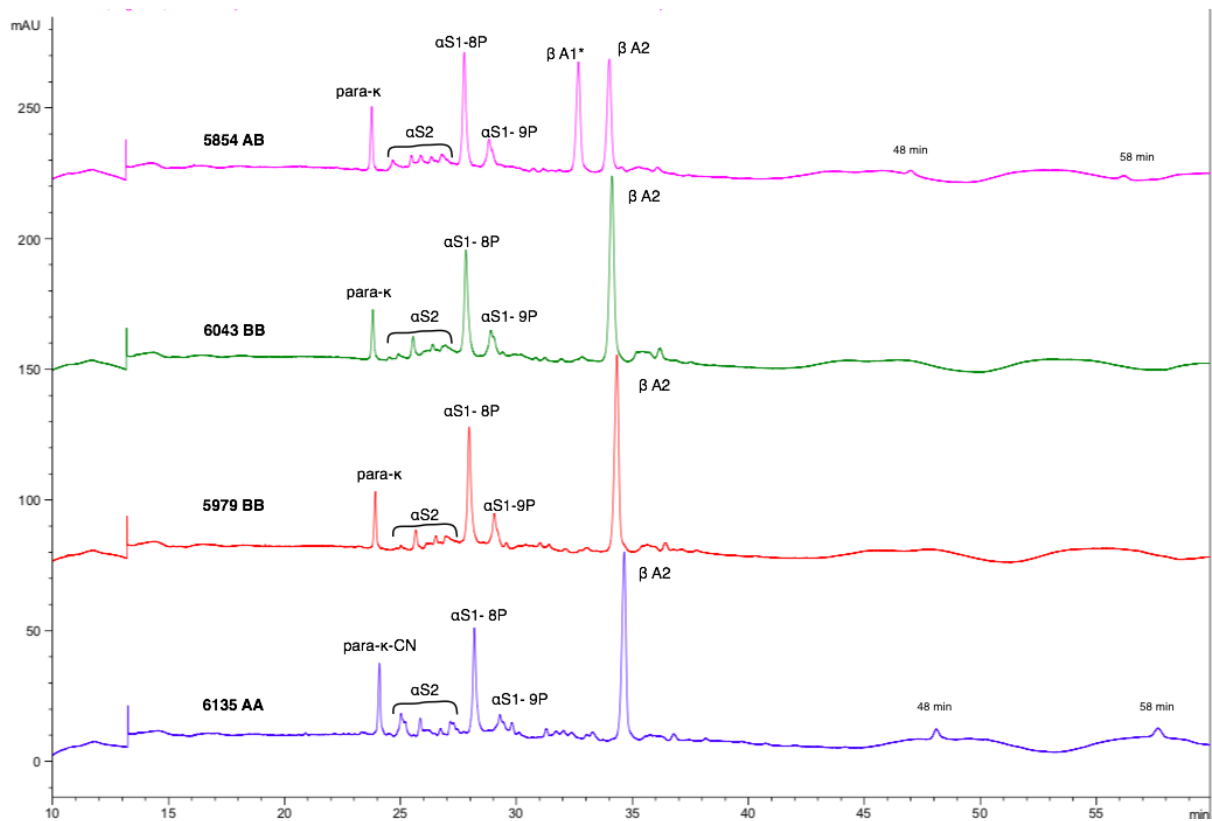


Figur 9 Proteininnhold (% av tørrstoff) i ferskost. Innholdet i 4 ukers ost var det samme som i ferskost, og av den grunn er de ikke inkludert i figuren.

Figur 9 viser at noen ferskoster skiller seg ut selv om det ikke var noen signifikante forskjeller. Ferskost AA 6135 29 og BB 6043 29 og de skiller seg ut ved at over 40 % av deres tørrstoff består av protein i motsetning til de andre ferskostene som har <40 % protein i tørrstoff. I tillegg ser det ut til at det kan være en antydning til forskjell mellom de to kyrne 6043 og 5979 som begge har κ -CN BB, der ferskost ystet av melk fra ku 6043 har en høyere andel protein i tørrstoff enn det ferskost ystet av melk fra ku 5979 har.

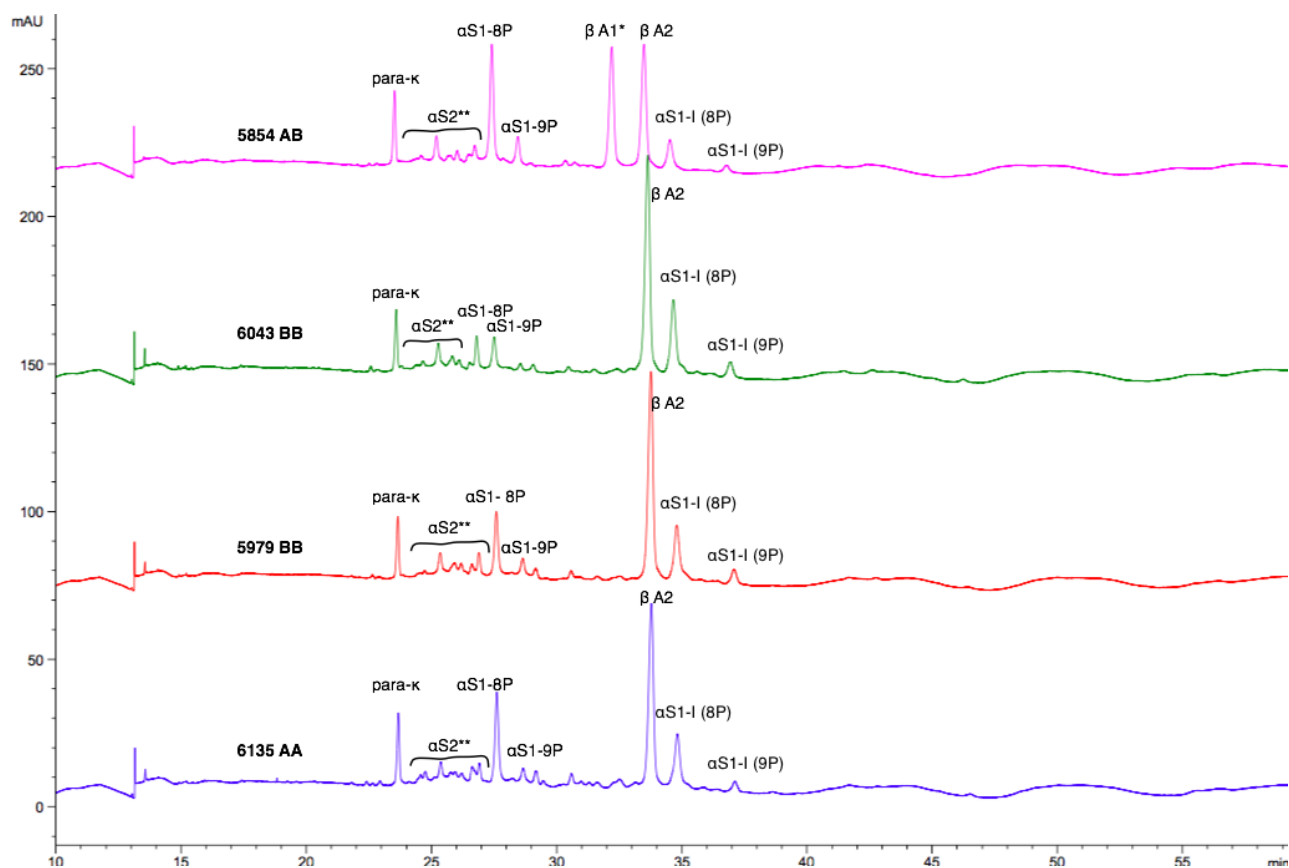
4.3.3 Initiell kaseinnedbrytning

Kappilærelektroforese ble gjennomført på fersk- og 4 ukers ost for å analysere den initielle kaseinnedbrytningen. De to gjentakene fra hver ku var tilnærmet like, og derfor er en ost fra hver ku tatt med i resultatene. Resultatet for ferskost er vist i figur 10 og for 4 uker ost i figur 11. Forskjellene mellom disse figurene illustrer hvordan kaseinnedbrytningen utvikler seg fra ferskost til ost lagret i 4 uker.



Figur 10 Kappilærelektroforese av ferskost *Topp er identifisert ut fra antatt identifikasjon

I ferskost ble det identifisert para- κ -CN, α ₂-CN, ulike fosforyleringer av α ₁ (8P og 9P) samt β -CN. I utgangspunktet skulle alle kyrne ha samme genetiske varianter av α ₁- og β -CN og β -LGB, men disse resultatene viser at det ikke var tilfelle. Melk fra ku 5854 var ikke homozygot med A²A² varianten av β -CN som planlagt, men i stedet heterozygot med variant A¹A². Dette betyr at sammenlikningsgrunnlaget mellom de ulike genetiske variantene av κ -CN blir svekket grunnet ulikheter i genetiske varianter av β -CN. Figur 10 viser at det ikke store forskjeller mellom ferskostene. Det er to topper identifisert etter 48 og 58 minutter som ikke ost ystet av melk κ -CN BB fra ku 6043 og 5979 har. I tillegg har ostene ystet av melk fra disse kyrne en noe lavere topp av para- κ -CN.



Figur 11 Kappilærelektroforese av 4 ukers ost *Toppen er identifisert ut fra antatt identifikasjon **Området inneholder også toppler som består av ulike peptider fra nedbrytning av α_{S1} samt γ -CN fra nedbrytning av β -CN.

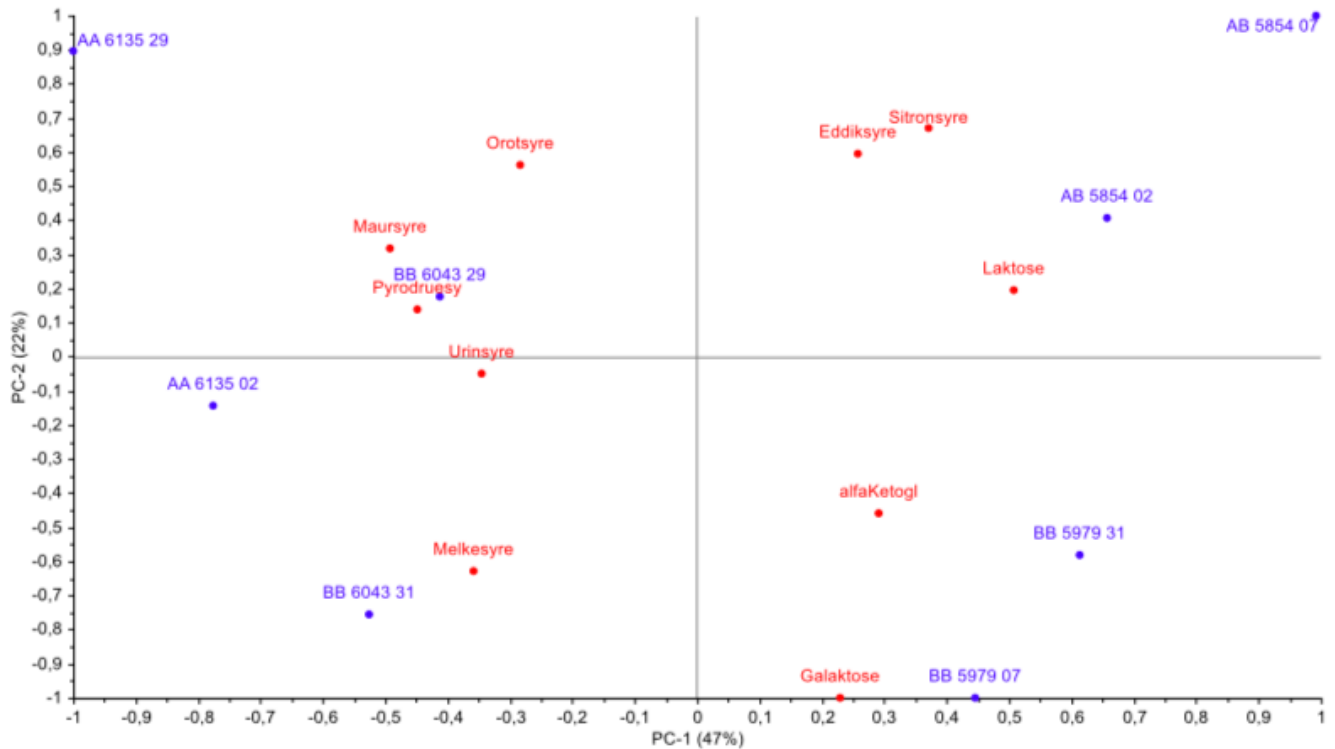
Kappilærelektroforesen av osten da den hadde modnet i 4 uker (figur 11) viste at det var flere tydeligere forskjeller mellom ostene. Ved sammenlikning av ost ystet av melk med κ -CN BB fra ku 6043 og 5979 er det synlige forskjeller, og dette gjelder særlig innholdet av de ulike fosforylerte (8P og 9P) α_{S1} -proteinene. Ost ystet av melk fra ku 6043 har like mye av α_{S1} 8P som 9P, mens ost ystet av melk fra ku 5979 har et høyere innhold av 8P, og et lavt innhold av 9P.

Ost 5854 AB hadde en lavere grad av nedbrytning av både para- κ -CN og α_{S1} (8p og 9P) og derfor har en mindre topp av α_{S1} -I i forhold til de andre ostene. Ost 6135 AA skiller seg fra de andre ostene ved at den har mange flere uidentifiserte toppler i α_{S2} -områdeet, men også området før para- κ -CN (15 min – 23 min) og mellom α_{S1} 9P og β -CN A2 (29 min – 33 min).

Resultatene fra kappilærelektroforese viste derfor at det var forskjell mellom ost med de ulike genetiske variantene, men også forskjell i ostene ystet av melk med samme genetisk variant av κ -CN.

4.3.4 Organiske syrer og karbohydrater

Påvisning og konsentrasjonen av organiske syrer og karbohydrater ble analysert i fersk- og 4 ukers ost. En fullstendig oversikt over innholdet av de organiske syrene og karbohydratene i enkeltostene er vist i vedlegg D og et PCA-plott over resultatene i ferskost er vist i figur 12 og 4 ukers ost i figur 13. Ravsyre og glukose ble ikke identifisert i verken ferskost eller 4 ukers ost og er derfor ikke inkludert i plottene.

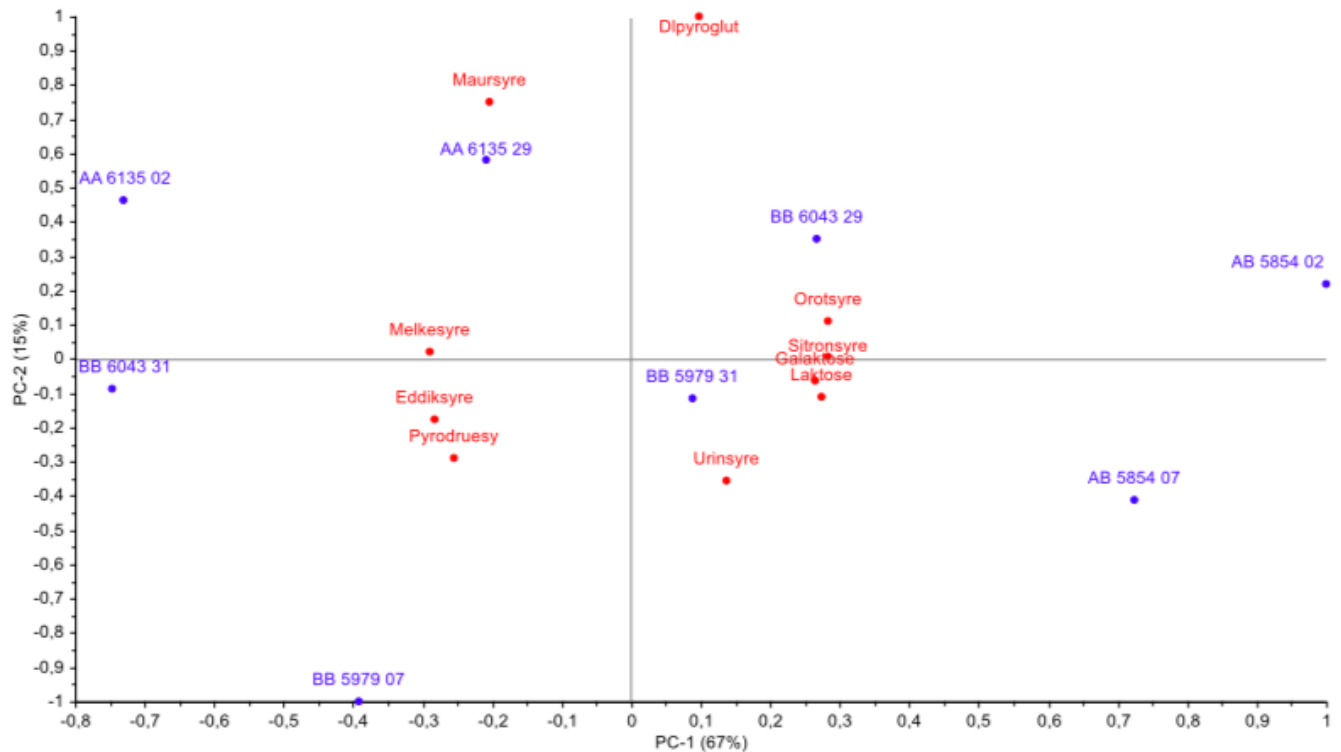


Figur 12 PCA biplot over organiske syrer, laktose og galaktose i ferskost

I ferskost-plottet (figur 11) forklarer PC-1 47 % av variasjonen, og skyldes innholdet av laktose og melkesyre i de ulike ostene. PC-2 forklarer 22 % av variasjonen som skyldes innholdet av sitronsyre og galaktose.

PCA-plottet viste at ostene med samme genetiske variant av κ -CN grupperte seg sammen, men det var også antydning til forskjeller mellom ostene produsert av melk fra ku 6043 og 5979 som begge hadde κ -CN BB. Eddiksyre, sitronsyre og restlaktoseinnholdet er høyest i ostene ystet med κ -CN AB, og disse ostene inneholdte også minst melkesyre. Ost ystet av melk fra ku 5979 med κ -CN BB hadde et høyt innhold av α -ketoglutarat og galaktose. Ost ystet av melk fra ku 6043 som også har κ -CN BB ble assosiert med høye verdier av maursyre, pyrodruesyre, urinsyre og melkesyre. Den siste varianten, ost ystet av melk med κ -CN AA

skilte seg mest fra ost ystet av melk med κ -CN AB, ved å inneholde lite sitronsyre, eddiksyre, og restlaktose. I tillegg til at det er forskjeller mellom de genetiske variantene, er det også antydning til forskjeller i ost ystet av melk fra de to kyrne med κ -CN BB (6043 og 5979).



Figur 13 PCA biplot over organiske syrer, laktose og galaktose i 4 uker ost

I PCA plottet for 4 ukers ost (figur 13) forklarer PC-1 67 % av variasjonen og skyldes innholdet av melkesyre, laktose og sitronsyre. PC-2 forklarer 15 % og skyldes innholdet av DLpyroglutamat og urinsyre. Andelen variasjon som er forklart har altså steget med 13 %.

PCA plottet viste at ostene med ulike genetiske varianter av κ -CN fremdeles grupperte seg sammen. Det er innholdet av laktose, melkesyre og sitronsyre som ser ut til å forklare hovedforskjellen mellom ostene og derfor blir det videre fokusert på disse komponentene. En variansanalyse av laktose, melkesyre og sitronsyre i fersk og 4 ukers ost ble gjennomført med genetisk variant og blokk som faktorer. Signifikansnivåer er oppgitt i tabell 16.

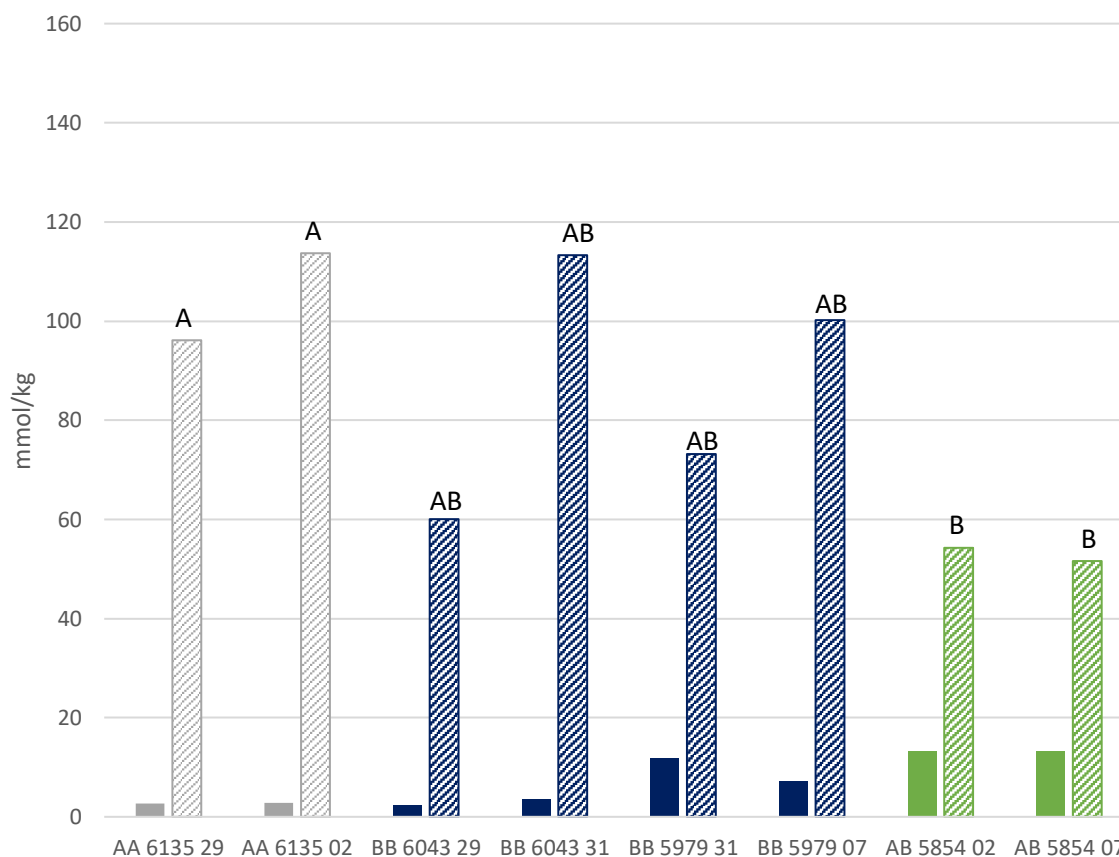
Tabell 16 Signifikansnivåer for innhold av laktose, melkesyre og sitronsyre i ferskost og 4 ukers ost med hensyn til faktorene blokk og genetisk variant.

		Blokk	Genetisk variant	R ²
Laktose	Ferskost	n.s	n.s	0.45
	4 ukers ost	n.s	<0.01	0.93
Melkesyre	Ferskost	n.s	<0.05	0.70
	4 ukers ost	n.s	n.s	0.65
Sitronsyre	Ferskost	n.s	<0.05	0.72
	4 ukers ost	n.s	<0.01	0.90

Tabellen viser at faktoren genetisk variant hadde signifikant effekt på laktoseinnholdet i 4 ukers ost, melkesyreinnholdet i ferskost og sitronsyreinnholdet i både fersk og 4 ukers ost (figur 14-16).

4.3.4.1 Melkesyre og laktose

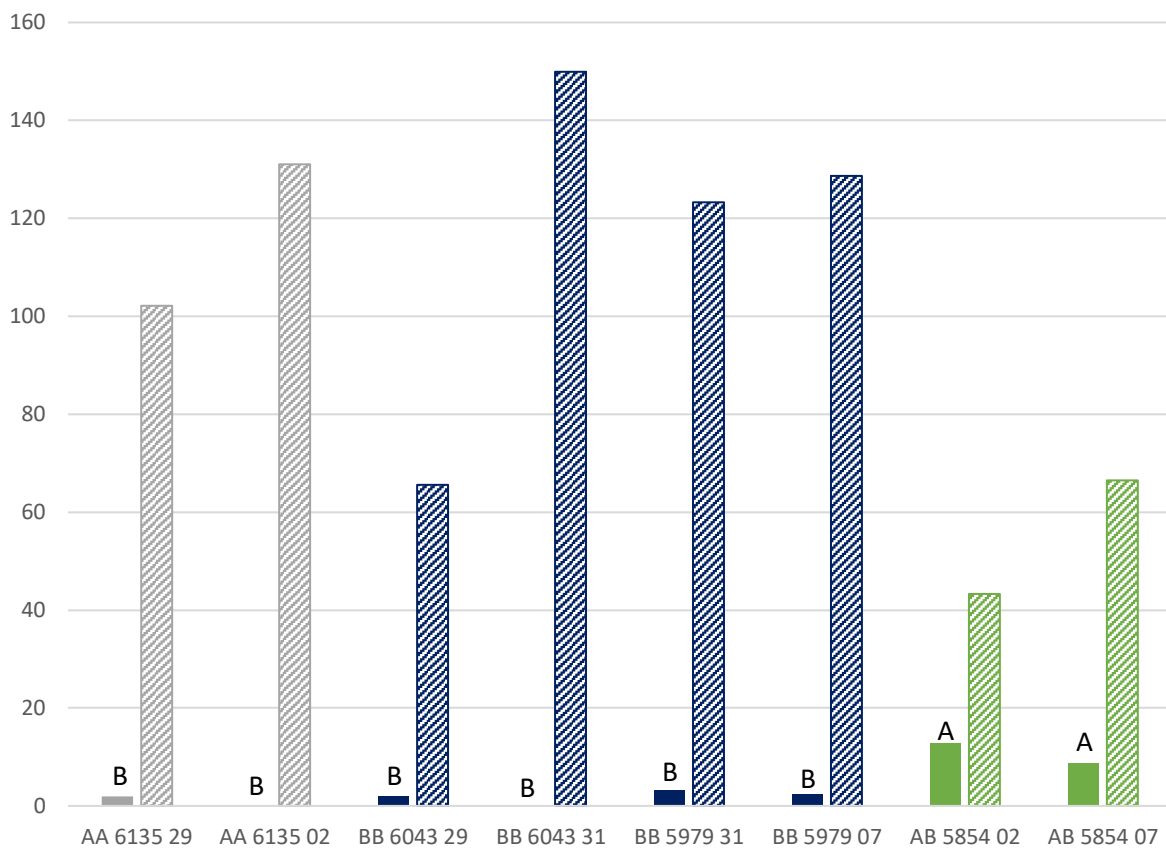
En oversikt over konsentrasjonen av melkesyre og laktose i ferskost er vist i figur 14.



Figur 14 Konsentrasjon av melkesyre og laktose (mmol/kg) i ferskost. Heldekket stolper representerer innhold av laktose og skraverte stolper melkesyre. Signifikante forskjeller mellom de genetiske variantene fra Tukey's test er illustrert over stolpene for de ostene som gav signifikante forskjeller i melkesyreinnholdet i ferskost.

Tukey's test viste at ost ystet av melk med κ -CN AA hadde signifikant høyere nivå av melkesyre enn ost ystet av melk med κ -CN AB. Når det gjelder ost ystet av melk med κ -CN BB var det relativt store forskjeller i melkesyreinnholdet i ostene mellom gjentakene fra samme ku. Det var ingen signifikant effekt av de genetiske variantene på laktoseinnholdet, men det er en tendens til at ost ystet av melk med κ -CN AB har et noe høyere konsentrasjon, og da særlig ost fra melk med κ -CN AA.

En oversikt over konsentrasjonen av melkesyre og laktose i 4 ukers ost er vist i figur 15.

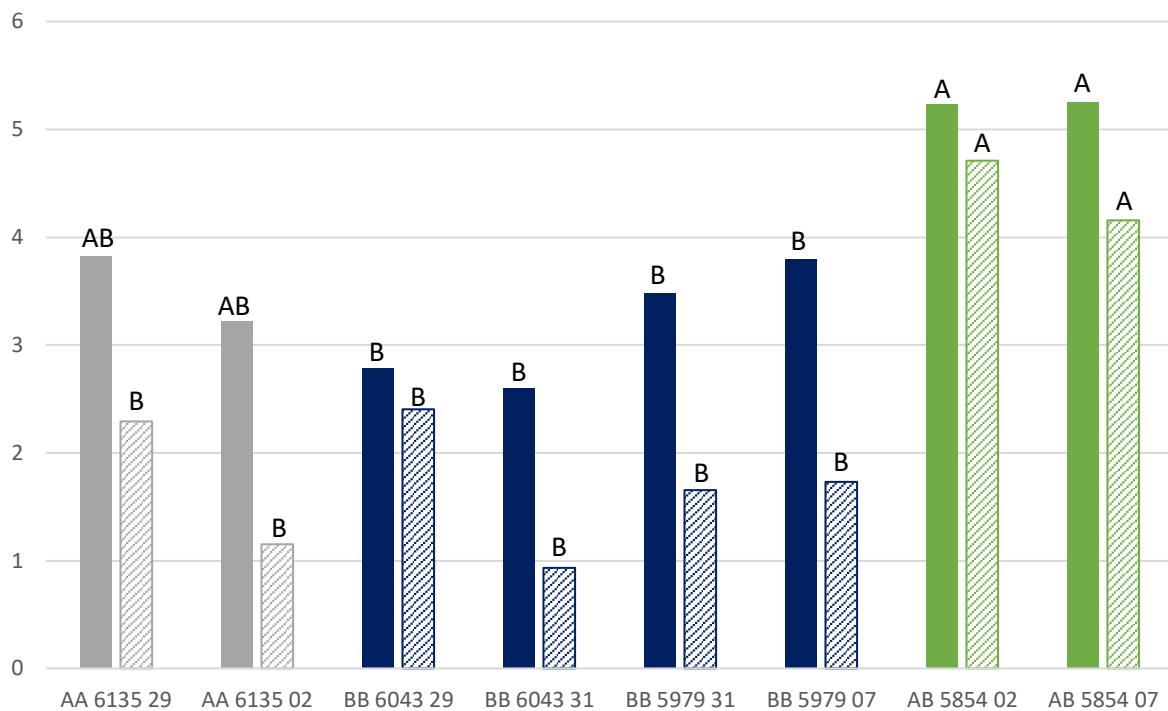


Figur 15 Konsentrasjon av melkesyre og laktose (mmol/kg) i 4 ukers ost. Heldekket stolper representerer innhold av laktose og skraverte stolper melkesyre. Signifikante forskjeller mellom de genetiske variantene fra Tukey's test er illustrert over stolpene for de ostene som gav signifikante forskjeller i laktoseinnholdet i 4 ukers ost..

Tukey's test viste at ost ystet av melk med κ -CN AB hadde et signifikant høyere innhold av laktose i 4 ukers ost sammenliknet med ost ystet av melk med de andre genetiske variantene. Innholdet av melkesyre var ikke signifikant påvirket av de genetiske κ -CN variantene, likevel er det en tendens til at ostene ystet av melk med κ -CN AB har et lavere innhold av melkesyre enn ost med de andre genetiske variantene.

4.3.4.2 Sitronsyre

En oversikt over sitronsyreinnholdet i fersk og 4 ukers ost er vist i figur 16.

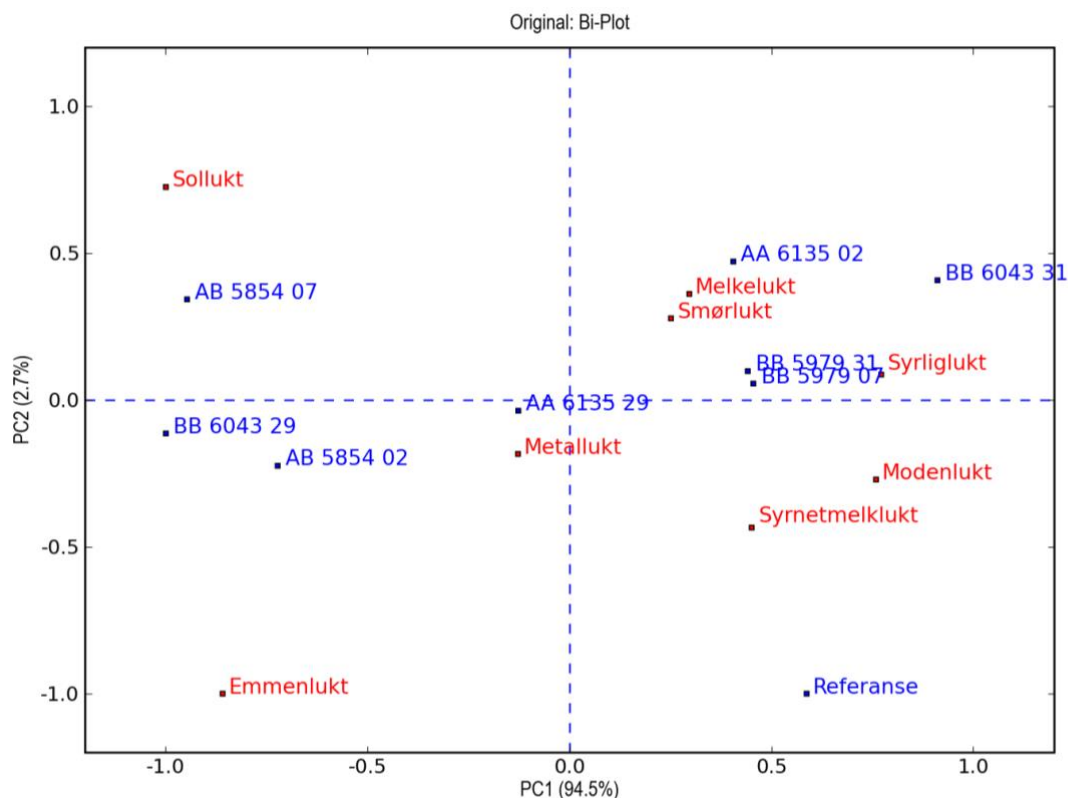


Figur 16 Konsentrasjon av sitronsyre (mmol/kg) i ferskost (heldekket) og i 4 ukers ost (skravert). Signifikante forskjeller mellom de genetiske variantene fra Tukey's test er illustrert over stolpene for de ostene som gav signifikante forskjeller i konsentrasjon av sitronsyre.

Tukey's test viste at i ferskost var konsentrasjonen av sitronsyre signifikant høyere i ost ystet av melk med κ -CN AB i forhold til κ -CN BB. I 4 ukers ost var konsentrasjonen av sitronsyre i ost ystet med κ -CN AB signifikant høyere enn ost ystet av melk med de andre genetiske variantene. Nedgangen i sitronsyre fra fersk til 4 ukers ost var tydelig mindre i ost ystet av melk med κ -CN AB.

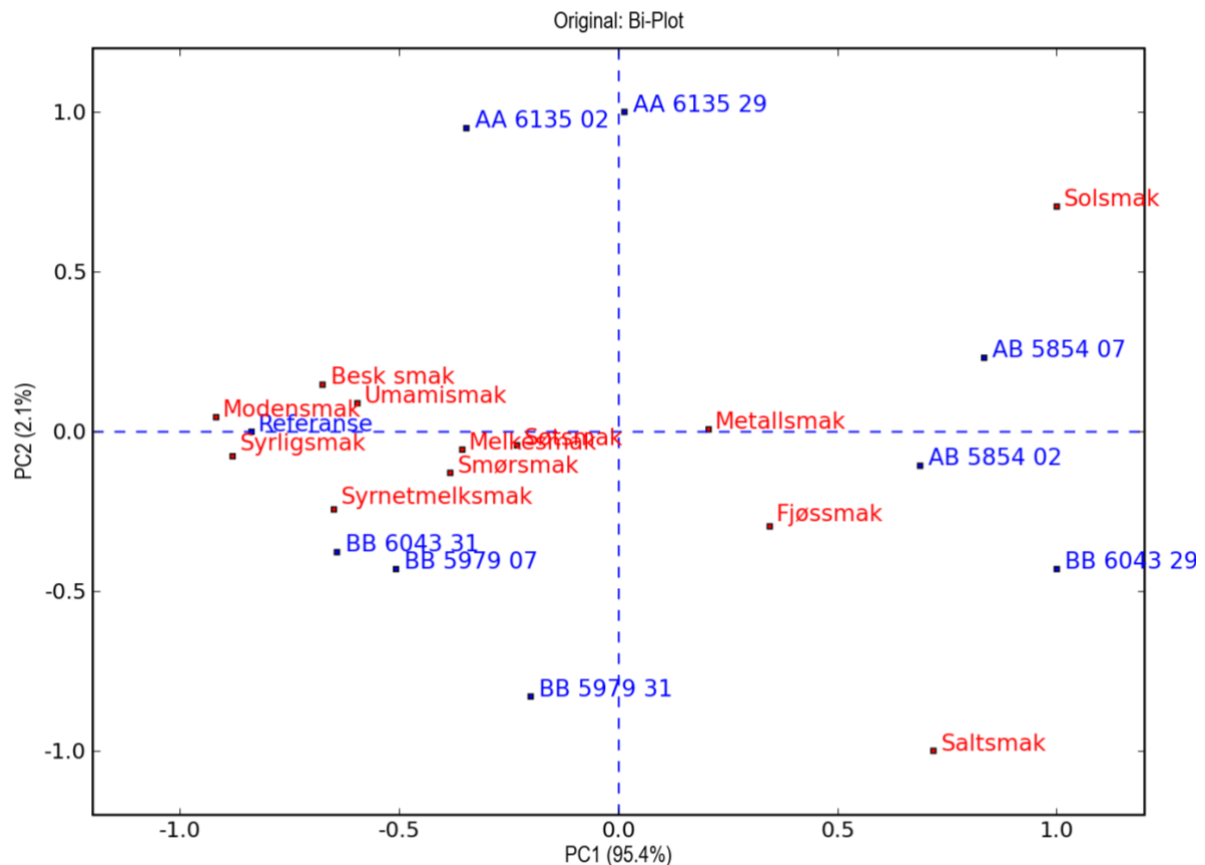
syrligsmak, modensmak, umamismak, besk smak og syrnet melk smak. Ost BB 6043 31 danner en egen gruppe og har en lav intensitet av egenskaper som kornethet, hardhet og gummiaktig og er assosiert med egenskapene syrliglukt, melkelukt, syrligsmak, smørsmak og syrnet melk smak. Referansen, som var ost produsert fra prøveystingen, danner også en egen gruppe sammen med egenskapene klebrighet, fethet og saftighet.

Videre presenteres lukteegenskapene (figur 19), smaksegenskapene (figur 20) og tekstoregenskapene (figur 21) i hvert sitt PCA-plott.



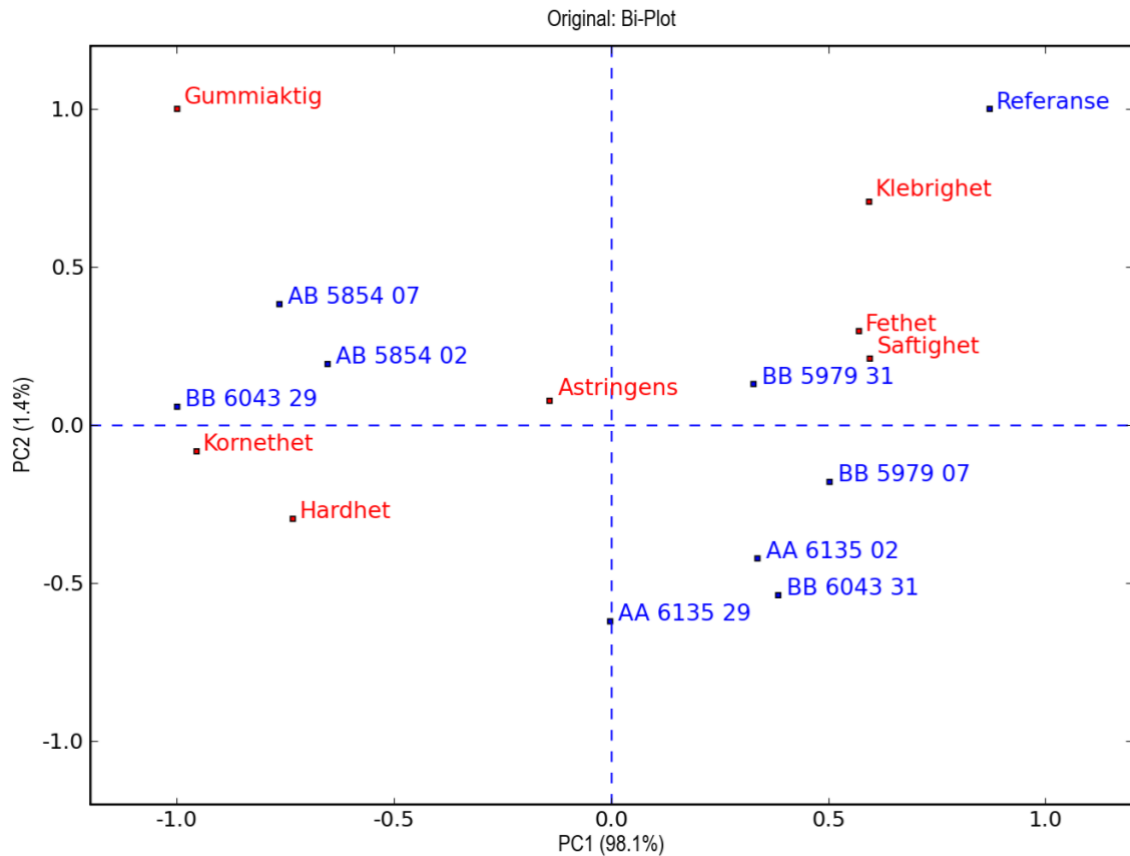
Figur 19 PCA biplot av ostene + referanseost og lukteegenskapene

PCA-plottet av lukteegenskapene viser også at ostene grupperer seg etter genetisk variant. Ost ystet av melk med κ -CN AA og κ -CN BB ser ut til å være forholdsvis like når det gjelder intensiteten av egenskapene melkelukt, smørslukt, syrliglukt, modenlukt og syrnet melk lukt. Ost av melk med κ -CN AB hadde en lavere intensitet på disse egenskapene, men hadde en høyere intensitet på egenskapene sollukt og emmenlukt.



Figur 20 PCA biplot av ostene + referanseost og smaksegenskapene

PCA-plottet av smak viser tydelige forskjeller mellom oster ystet av melk med de ulike genetiske variantene. Ost av melk med κ -CN AA danner en egen gruppe med liten intensitet av fjøs smak og saltsmak. Ost av melk med κ -CN BB, sett bort fra ost BB 6043 29, danner en egen gruppe med egenskapene syrnet melk smak, smørsmak, melkesmak, umamismak, besk smak, moden smak og syrlig smak og lav intensitet av egenskapen solsmak. Den siste gruppen består av ost ystet av melk med κ -CN AB, og smaksegenskaper som beskriver denne gruppen er solsmak, fjøs smak, saltsmak og metallsmak.



Figur 19 PCA biplot over ostene + referanseost og teksturegenskapene

Oversikten over teksturegenskapene viser også at ost av melk med κ -CN AA og κ -CN BB ikke skiller seg fra hverandre når det kommer til tekstur. Disse ostene hadde høy intensitet på astringens, saftighet og fethet. Ost av melk med κ -CN AB hadde høy intensitet på kornethet, hardhet og gummiaktig.

4.4.1.2 ANOVA

En variansanalyse av alle egenskapene ble gjennomført med ostene (eksperimentelle oster + referanse) og replikat (sensorisk gjentak av samme ost) som faktorer. Signifikansnivåer er vist i tabell 17.

Tabell 17 Signifikansnivå for faktorene ost og replikat på lukteegenskapene, smaksegenskapene og teksturegenskapene.

	Egenskap	Ost	Replikat
Lukt	Syrliglukt	<0.001	0,782
	Smørlukt	0,018	0,828
	Melkelukt	0,005	0,277
	Modenlukt	<0.001	0,368
	Syrnetmelklukt	<0.001	0,287
	Metallukt	0,046	0,969
	Sollukt	<0.001	0,428
	Emmenlukt	<0.001	0,468
Smak	Syrligsmak	<0.001	0,128
	Søtsmak	0,001	0,035
	Saltsmak	<0.001	0,725
	Bittersmak	0,141	0,486
	Umamismak	<0.001	0,941
	Smørsmak	<0.001	0,481
	Melkesmak	<0.001	0,218
	Modensmak	<0.001	0,683
	Syrnetmelksmak	<0.001	0,025
	Metallsmak	0,002	0,195
	Solsmak	<0.001	0,514
	Besk smak	<0.001	0,005
	Fjøssmak	0,006	0,775
Tekstur	Hardhet	<0.001	0,707
	Saftighet	<0.001	0,556
	Fethet	<0.001	0,062
	Klebrighet	<0.001	0,026
	Kornethet	<0.001	0,162
	Gummiaktig	<0.001	0,293
	Astringens	0,002	0,469

To eller flere av ostene er signifikant forskjellig for alle egenskapene bortsett fra bittersmak.

Replikatfaktoren gav ingen signifikant effekt, bortsett fra syrnet melk smak.

4.4.1.3 Tukey's test

Variansanalysen viste at det var signifikante forskjeller for to eller flere oster for 27 av egenskapene. For å se hvilke oster som var signifikante ulike, ble det kjørt en Tukey's test.

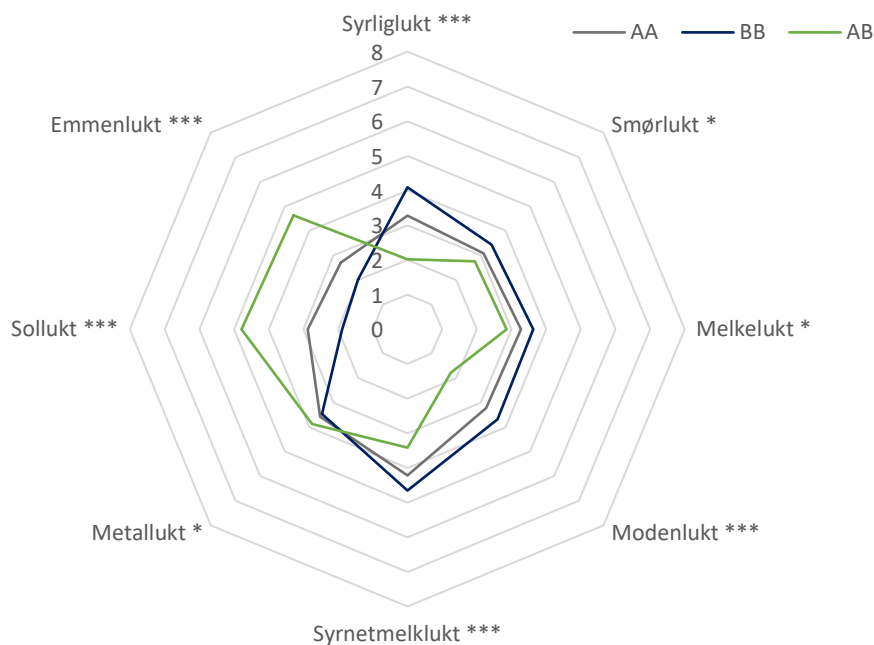
Disse resultatene er fremstilt i tabell 18.

Tabell 18 Tukey's test av ostene på alle egenskapene. Ostene som innehar like bokstaver for hver egenskap er ikke signifikant forskjellig hverandre. Ost BB 6043 29 er ikke inkludert i tabellen fordi den var utypisk med et for høyt tørrstoffinnhold. Første kolonne for hver genetisk variant representerer første ystingsdag. For κ -BB er første kolonne ost BB 6043 31. De to neste representerer deretter første og andre ystingsdag med melk fra ku 5979.

		κ -CN AA		κ -CN BB			κ -CN AB		Referanse
Lukt	Syrliglukt	2.82 BC	3.72 AB	4.72 A	3.78 AB	3.76 AB	1.95 C	2.07 C	4.15 A
	Smørlykt	2.75 A	3.45 A	3.87 A	3.32 A	3.11 A	2.74 A	2.79 A	3.33 A
	Melkelukt	3.09 AB	3.47 AB	3.90 A	3.50 AB	3.50 AB	2.87 AB	2.86 AB	3.32 AB
	Modenlukt	2.67 BCD	3.77 AB	4.33 A	3.44 AB	3.27 ABC	1.95 CD	1.62 D	4.20 A
	Syrnetmelklukt	4.04 ABC	4.40 ABC	5.00 A	4.63 AB	4.34 ABC	3.72 ABC	3.12 C	4.97 A
	Metallukt	3.61 AB	3.52 AB	3.27 B	3.62 AB	3.54 AB	4.10 A	3.67 AB	3.51 AB
	Sollukt	3.11 BC	2.63 CD	1.66 CD	2.15 CD	1.80 CD	4.36 AB	5.20 A	1.57 D
	Emmenlukt	3.25 BCD	2.16 DE	1.54 E	2.29 DE	2.22 DE	4.50 ABC	4.77 AB	3.03 CDE
Smak	Syrligsmak	3.16 BC	3.77 AB	4.63 A	3.47 AB	4.34 AB	1.82 CD	1.57 D	4.80 A
	Søtsmak	2.81 ABC	2.91 ABC	3.36 A	2.95 ABC	2.84 ABC	2.45 BC	2.32 BC	3.19 AB
	Saltsmak	5.33 D	4.96 D	5.40 CD	6.06 C	5.47 CD	7.25 B	7.50 AB	5.06 D
	Bittersmak	4.78 A	4.70 A	4.33 A	4.65 A	4.49 A	5.14 A	5.02 A	4.55 A
	Umamismak	3.66 BC	4.00 B	4.27 AB	3.88 B	4.20 AB	2.75 CD	2.62 D	5.04 A
	Smørsmak	3.05 ABCD	3.39 ABC	3.91 A	3.44 ABC	3.60 AB	2.66 BCD	2.44 CD	3.60 AB
	Melkesmak	3.19 ABC	3.63 ABC	4.02 A	3.36 ABC	3.74 AB	2.87 BC	2.60 C	3.92 AB
	Modensmak	3.19 C	4.25 ABC	4.62 AB	3.75 BC	4.29 ABC	1.88 D	1.74 D	5.40 A
	Syrnetmelksmak	4.17 BCD	4.68 ABC	5.18 AB	4.85 ABC	4.96 AB	3.63 CD	2.96 D	5.81 A
	Metallsmak	3.81 A	3.70 A	3.52 A	3.76 A	3.60 A	4.27 A	4.31 A	3.58 A
	Solsmak	3.48 BC	2.86 CD	1.66 D	2.26 CD	1.65 D	4.80 AB	5.27 A	1.69 D
	Besk smak	3.39 BC	4.31 AB	4.50 AB	3.69 B	4.10 AB	2.28 C	2.44 C	5.16 A
	Fjøssmak	1.95 AB	1.79 AB	1.34 B	2.45 AB	1.53 AB	2.55 AB	2.46 AB	1.52 B
Tekstur	Hardhet	4.80 C	4.18 CD	4.03 CD	3.75 D	3.59 D	6.56 B	7.20 B	2.03 E
	Saftighet	3.67 C	4.73 B	5.10 B	4.89 B	5.30 B	2.33 D	2.34 D	6.31 A
	Fethet	3.99 C	4.95 BC	5.13 B	5.03 B	5.48 B	2.70 D	2.61 D	6.59 A
	Klebrighet	3.52 C	4.65 BC	4.56 BC	4.65 BC	5.11 B	2.12 D	2.25 D	6.87 A
	Kornethet	4.82 C	3.43 D	3.41 D	3.34 D	2.79 D	7.17 B	7.90 AB	1.28 E
	Gummiaktig	3.38 B	2.10 CD	1.83 CD	2.77 BC	1.66 CD	7.00 A	7.46 A	1.11 D
	Astringens	4.44 AB	4.06 AB	3.79 B	4.00 AB	3.87 B	4.50 AB	4.75 AB	3.87 B

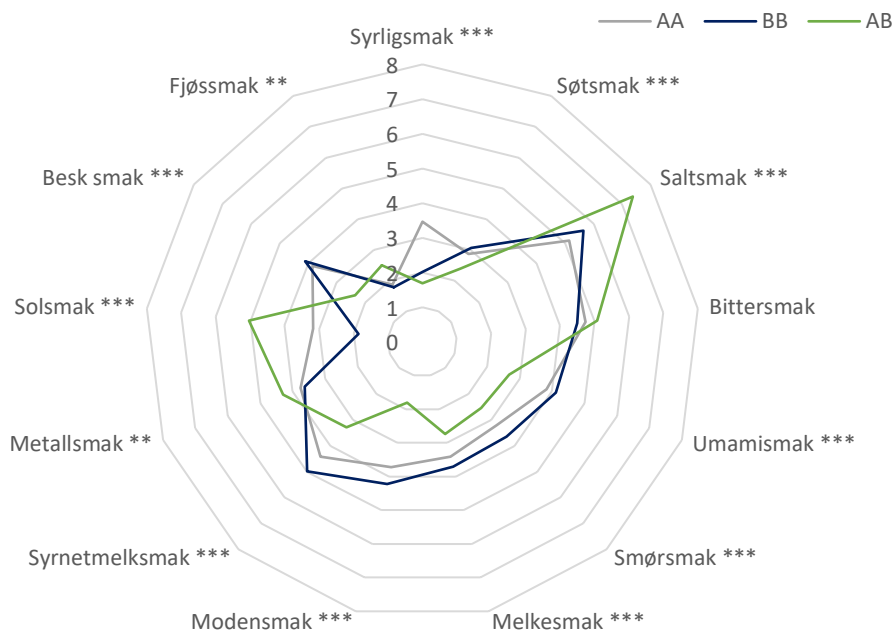
Tukey's test av lukteegenskapene viste at det signifikant mer syrliglukt i ost ystet av melk med κ -CN BB enn κ -CN AB samt at ost ystet av melk med κ -CN AB ble assosiert med mer sollukt og emmenlukt enn ost ystet av melk med κ -CN BB. Testen viste at egenskapen smørlukt ikke gav noen signifikant effekt slik som ANOVA gjorde. Dette er fordi Tukey's test er like sensitiv som ANOVA (Montgomery 2013). Selv om smørluktresultatene ikke viste signifikante forskjeller mellom oster med ulike genetiske varianter av κ -CN i Tukey's test er det synlige forskjeller mellom gjennomsnittsverdiene til ostene.

Lukteegenskapene er illustrert grafisk i figur 22 basert på gjennomsnittsverdiene til egenskapene i ostene.



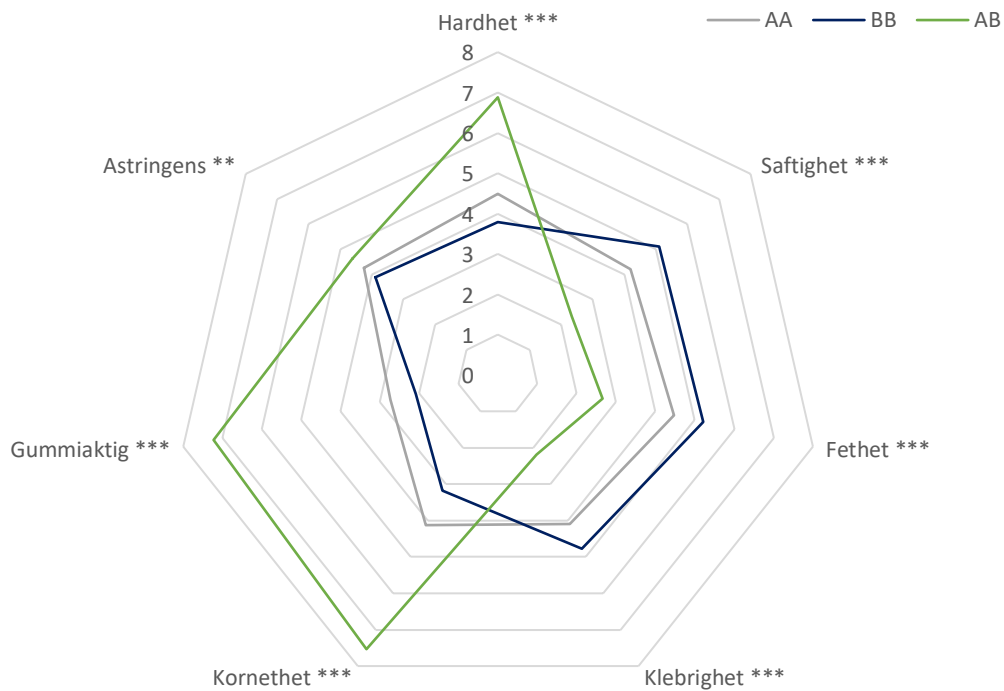
Figur 20 Edderkoppdiagram av gjennomsnittsverdier for lukteegenskapene. κ -CN AA (n=2) κ -CN AB (n=2) κ -CN BB (n=3). Stjerne indikerer grad av signifikans basert på resultater fra ANOVA (<0.05 *, <0.01 **, <0.001 ***)

For smaksegenskapene var det signifikant mer syrligsmak i ost ystet av melk κ -CN BB enn i κ -CN AB, og det samme gjelder umamismak, modensmak og besk smak. Metallsmak kom ut som en egenskap som var signifikant forskjellig mellom ostene, men Tukey's test skilte ikke ostene fra hverandre. Likevel vises det av gjennomsnittsverdiene at ost ystet av melk med κ -CN AB hadde en høyere intensitet på metallsmak sammenliknet med de andre variantene. Intensiteten av saltsmak var signifikant høyere og modensmak signifikant lavere i ost ystet av melk med κ -CN AB enn i ost ystet av melk med både κ -CN AA og κ -CN BB. Smaksegenskapene er illustrert grafisk i figur 23.



Figur 21 Edderkopppiagram av gjennomsnittsverdier for smaksegenskapene. κ -CN AA (n=2), κ -CN AB (n=2) og κ -CN BB (n=3). Sjerne indikerer grad av signifikans basert på resultater fra ANOVA (<0.05 *, <0.01 **, <0.001 ***)

For teksturegenskapene gav ost ystet av melk med κ -CN AB en signifikant høyere intensitet på egenskapene gummiaktig, kornethet og hardhet og en signifikant lavere intensitet på egenskapen fethet, saftighet og klebrighet sammenliknet med ost ystet av melk med de andre variantene. Det var en signifikant forskjell mellom ostene AA 6135 29 og AA 6135 02 da det gjaldt egenskapen saftighet, der sistnevnte var mer saftig. Teksturegenskapene er grafisk illustrert i figur 24.



Figur 22 Edderkoppdiagram av gjennomsnittsverdier for teksturegenskaper. κ -CN AA (n=2), κ -CN AA (n=2) og κ -CN BB (n=3). Stjerne indikerer grad av signifikans basert på resultater fra ANOVA (<0.05 *, <0.01 **, <0.001 ***)

4.4.2 Egenskapsbedømmelse

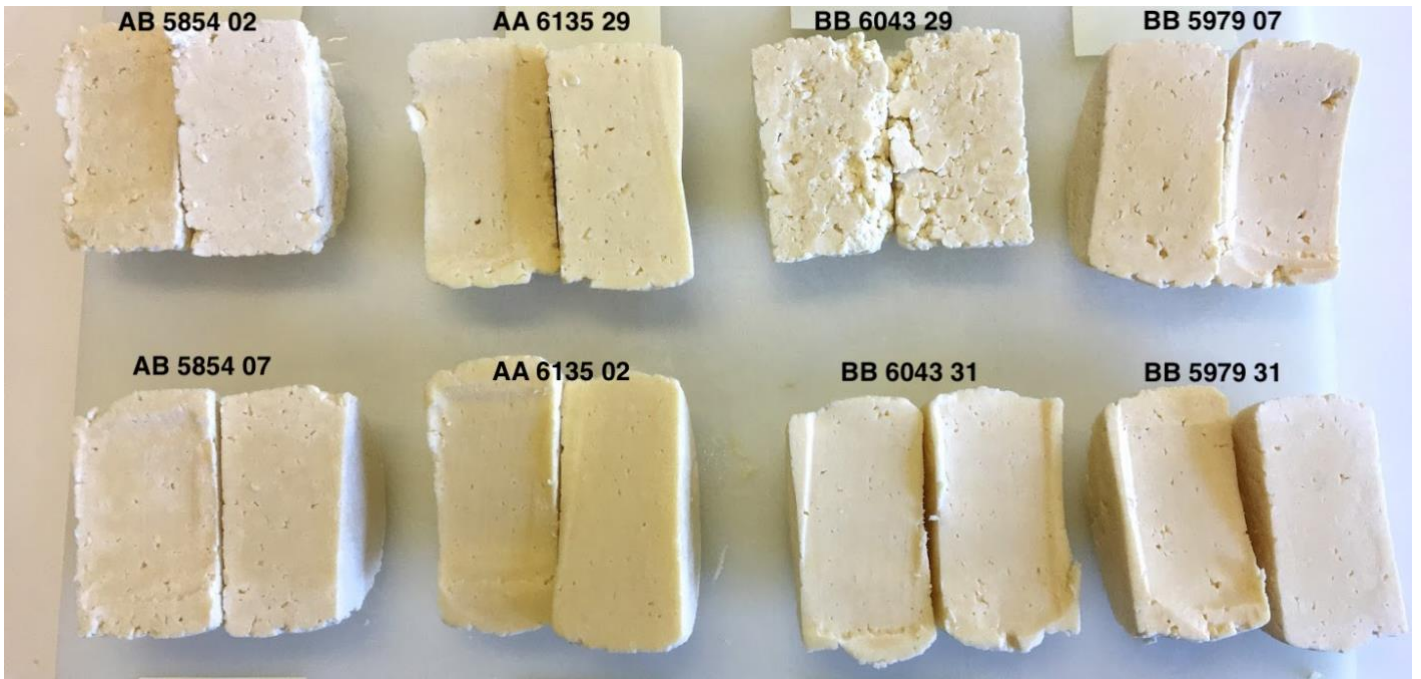
En beskrivende egenskapsbedømmelse ble gjennomført på 8 ukers ost, og egenskapene som kom opp under bedømmelsen er vist i tabell 19.

Tabell 19 Egenskaper ved ostene etter 8 ukers lagring (lukt og smak, konsistens og tekstur).

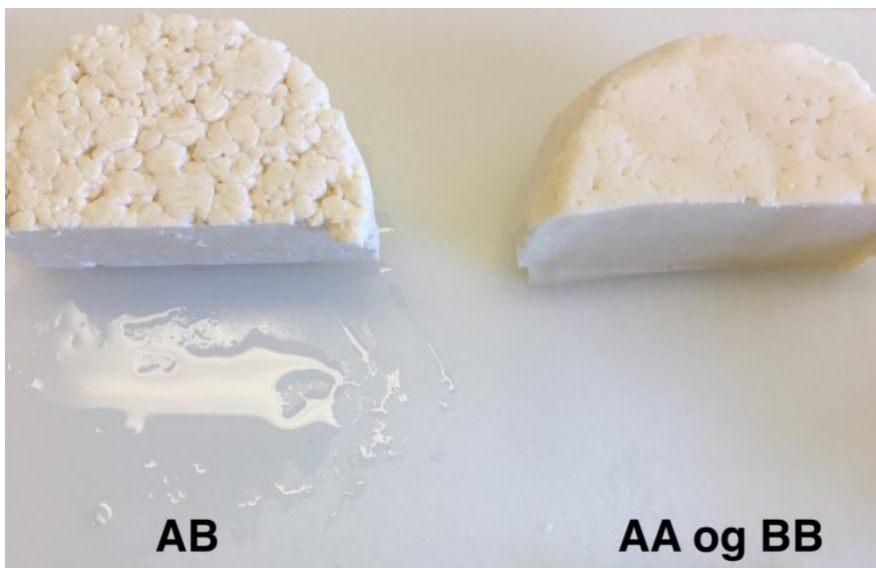
	Lukt/smak	Konsistens	Utseende
AA 6135 29	Smaker ost. Salt. Syrlig. Litt modensmak. Besk/bitter. Ikke dårlig.	Ost. Grynete, melen.	Tett struktur. Gul.
AA 6135 02	Uren. Mer usmak.	Myk å skjære. Henger mer sammen.	Tett struktur. Gul.
BB 6043 29*	Salt. Emmen. Umoden. Ellers helt grei.	Feil. Hard, usammenhengende. Ikke smeltet sammen.	Usammenhengende
BB 6043 31	Lukter godt. Litt salt. Ikke mye ostesmak. Litt besk/bitter.	God å skjære. Holder sammen, knekker ikke. Grynete. Ikke melen.	Tett. Noe pipete.
BB 5979 31	Salt. Fjøs. Kvalm	Sprø. Henger dårlig sammen.	Pipete. Litt saltrand.
BB 5979 07	Salt. Fjøs. Kvalm	Sprø. Henger dårlig sammen.	Pipete. Litt saltrand
AB 5854 02	Salt. Tørr. Umoden. Ren. Ingen usmak.	Grynete/kort. Sprø.	Saltrand. Pipete.
AB 5854 07	Salt. Tørr. Umoden. Ren. Ingen usmak.	Grynete/kort. Sprø	Saltrand. Pipete.

Tabellen viser at gjentakene under ysting med melk fra samme ku var konstant da det gjaldt ost ystet av melk med κ -CN AB fra ku 5854 og ost ystet av melk med κ -CN BB fra ku 5979. Det var stor forskjell mellom de ulike ostene ystet av melk fra ku 6043 og ku 5979 med κ -CN BB og ostene ystet av melk fra ku 6135 med κ -CN AA.

Et tverrsnittbilde av ostene er vist i figur 25, og en illustrasjon av myseutskillelsen av ostene med κ -CN AB er vist i figur 26.



Figur 25 Tverrsnittbilde av alle osteprøvene.



Figur 26 Illustrasjon av myseutskillelse fra ost med κ -CN AB

5.0 Diskusjon

Hensikten med denne masteroppgaven var å undersøke effekten tre ulike genetiske varianter av κ -CN (AA, AB og BB) hadde på ysting av Gräddost type ost. Det ble fokusert på ystetekniske egenskaper som løpningstid og utbytte samt nedbrytningsmønsteret av kasein og sammensetning av organiske syrer og karbohydrater. I tillegg var sensoriske analyser en sentral del av oppgaven.

I kaseinmicellen er κ -CN lokalisert på overflaten og utgjør rundt 15 % av totalt kasein. κ -CN stabiliserer kaseinmicellene fra å aggregere, ved at den negativt ladede enden av proteinet er rettet ut mot serumfasen og dermed støter fra seg andre kaseinmiceller. Under løpekoagulering splitter løpe bindingen Phe₁₀₅-Met₁₀₆, som fører til tap av GMP og dermed at kaseinmicellene mister sin negative ladning og koagulerer sammen. Videre i modningsprosessen av ost brytes ikke κ -CN vesentlig mer ned (Fox et al. 2017a). På grunn av dette er det forventet at ulike genetiske varianter av κ -CN påvirker koaguleringsegenskaper og utbytte mer enn modningsreaksjonene i ost.

Det ble ystet ost av melk fra totalt fire kyr der to av kyrne hadde samme genetiske variant av κ -CN (BB). Antall ystingsgjentak var to, og kjemiske analyser av både ferskost og 4 ukers ost ble analysert. En sensorisk profilering ble gjennomført på 5 ukers ost, og en beskrivende egenskapsbedømmelse ble gjennomført på 8 ukers ost.

5.1 Ystetekniske resultater, påvirkning av ystemelkens sammensetning, løpningstid og utbytte

Ku 5854 ble valgt siden den skulle ha A2A2 varianten av β -CN, noe som imidlertid ikke var tilfelle da resultatene fra kappilærelektroforesen viste at β -CN var heterozygot med A1A2. Dette svekker oppgavens hensikt, men det gjør imidlertid at disse resultatene bygger noe videre på studiet av Gustavsson et.al (2014). Dette studiet konkluderte med at en høyere frekvens av BB-A1A2-AB (α_{s1} , β , κ) sammen med en nedgang i frekvensen av BB-A2A2-AA potensielt har en positiv effekt på melken siden konsentrasjonen av både κ - og β -CN gikk opp i BB-A1A2-AB melk, noe som gav positive koaguleringssegenskaper og kan bidra med å øke utbytte. Andre studier (Gustavsson et al. 2014; Hallén et al. 2007; Wedholm et al. 2006) støtter også at AA genotypen til κ -CN er assosiert med en lavere konsentrasjon av κ -CN i melk.

Sammensetningen av de ulike melkeproteinene i melken og koaguleringssegenskapene til melken fra de kyrne som ble benyttet i dette forsøket er fra før analysert av Ketto (2017) ved bruk av formagraf. Resultatene hans viste at melk med BB-A1A2-AB (ku 5854) hadde den fasteste gelen etter 30 minutter (A30) og at κ -CN stod for 4,4 % og β -CN for 36,5 % av totalt proteininnhold. Melk med BB-A2A2-AA (ku 6135) hadde den svakeste gelen etter 30 minutter og av melkeproteinene stod κ -CN for 3,8 % og β -CN for 34,7 %. Disse resultatene samsvarer derfor godt med de tidligere nevnte studiene (Gustavsson et al. 2014; Hallén et al. 2007; Wedholm et al. 2006). Melk fra ku 6043 og 5979 hadde begge κ -CN BB, men forskjellen i både sammensetningen av proteinene og koaguleringssegenskapene til melken fra disse to kyrne var stor. Melk fra ku 6043 hadde gode koaguleringssegenskaper og κ -CN stod for 5,3 % av proteinene og melken dannet en sterk gel etter 30 minutter. Melk fra ku 5979 dannet en svak gel etter 30 minutter og κ -CN stod for 3,9 % av proteinene i melken.

Løpningstiden til melk under ysting blir påvirket av faktorer som temperatur, pH, konsentrasjon av løpe og konsentrasjon av kasein i ystemelken (McSweeney 2007a). Melk med et høyt somatisk celletall har en høyere andel myseprotein og en lavere andel kasein, dette vil påvirke løpningstiden grunnet endring av sammensetning i melken.

I dette forsøket ble det ystet to gjentak av melk fra samme ku, men løpningstiden var forskjellig fra hver av de to gjentakene, bortsett fra ved ysting av melk med κ -CN AB fra ku

5854 der melkens løpningstid var 30 minutter ved begge ystingsdagene. Under ystingen ble gelens fasthet bedømt manuelt, bedømmelsen vil dermed ikke være like nøyaktig som en formagrafanalyse. Imidlertid er gjentakene av ystinger for få til å se en trend i løpningstiden, siden tiden varierte med opptil 15 minutter ved ysting av melk fra samme ku. Om gjennomsnittet av løpningstiden tas, så var det melk med κ -CN BB fra ku 6043 og melk med κ -CN AB fra ku 5854 som gav den korteste løpningstiden.

Melk med κ -CN AA fra ku 6135 hadde et høyt celletall (670 0000 pr.ml) i perioden ystingene foregikk. Dette var forventet å påvirke blant annet sammensetningen av melkekomponentene, koaguleringssegenskapene inkludert løpningstiden, utbyttet, og tap av protein til mysen under ystingene og ostens vanninnhold (Fox et al. 2017b). Vanligvis er celletallet invers korrelert med utbytte og innhold av kasein og laktose. Samtidig er celletallet også vanligvis positivt korrelert med pH, innhold av myseproteiner og aktivitet av enzymer som gir en økt grad av proteolyse (Kelly 2007). Det var store forskjeller i sammensetningen av komponentene i ystemelken med κ -CN AA fra ku 6135 på disse to dagene. Første ystingsdag (AA 6135 29) var innholdet av protein høyere, laktose lavere og kaseininnholdet var høyere mens innholdet av kasein til totalt protein var lavere. Dette betyr at ystemelk AA 6135 29 hadde et høyere innhold av myseproteiner sammenliknet med ystemelk AA 6135 02.

Teorien sier at ysting av melk med et høyt somatisk celletall vil gi en reduksjon i utbyttet (Banks 2007), og dette har sammenheng med kjølelagring. Siden ostene ble ystet av melk fra individuelle kyr ble melken samlet over tre dager for å oppnå en mengde melk som det var mulig å yste av. Derfor var ystemelken en blanding av melk lagret i to dager, en dag og fersk melk. Under kjølelagring av melk økes løseligheten til kaseinene og særlig β -CN. Dette fører til at protein lekker ut av kaseinmicella til serumfasen og blir tilgjengelig for hydrolyse av proteaser. Melk med høyt somatisk celletall har en høyere konsentrasjon av proteaser, og det er derfor forventet en høyere proteolytisk aktivitet under lagring av melk fra ku 6135. Hydrolysert kasein trekker seg ikke inn i kaseinmicella under varmebehandling. Derfor var det forventet et lavere utbytte ved ysting av melk fra denne kua.

Selv om et høyt somatisk celletall er assosiert med et lavere utbytte, kan det høye innholdet av myseprotein i melken føre til et høyere utbytte. Dette har sammenheng med denaturerte myseproteiner (hovedsakelig β -LGB) som interakterer med κ -CN og blir inkorporert i

ostemassen og på denne måten påvirker utbyttet direkte i positiv retning. I tillegg vil denne interaksjonen føre til at løpe ikke kommer til området på κ -CN som skal splittes. Normalt sett splitter løpe κ -CN til para- κ -CN og GMP, der para- κ -CN blir en del av ostemassen og GMP går tapt til serumfasen. I dette tilfellet blir noe av GMP også en del av ostemassen, siden løpe ikke har kommet til området på kaseinet det skal splitte. Utbyttmessig er dette positivt, ved at tapet av protein i form av GMP reduseres samtidig som det skjer en økning av protein i form av denaturerte myseproteiner. Rundt 1-2 % av myseproteinene vil denatureres under pasteurisering, og når det er mer myseprotein i melken vil disse derfor utgjøre en større mengde denaturert myseprotein. Samtidig vil dette gi dårlige ystetekniske egenskaper siden løpe ikke kommer til området for splitting og dermed kreves det lengre tid å forme en gel.

Ved ysting av ost AA 6135 29 ble utbyttet 13,55 kg ost pr. 100 liter melk, mens ved ysting av ost AA 6135 02 ble utbyttet 11,51 kg ost pr. 100 liter melk, noe som er vesentlig lavere. Det kan virke som om melk AA 6135 29 fikk de positive effektene av høyt celletall når det gjelder utbytte, mens melk AA 6135 02 fikk de negative effektene. Dette skyldes mest sannsynlig at ystemelk AA 6135 29 hadde et totalt høyere proteininnhold og et høyere innhold av kasein og et lavere innhold av kasein i forhold til totalt proteininnhold som bidro til det høye utbyttet. Dette støttes også av den lange løpningstiden ved ysting av ost AA 6135 29.

Under ysting av ost BB 5979 31 ble det ved en feil tilsatt for mye løpe som forklart i kapittel 3.4.6. Grunnet denne feilen var det forventet at melk BB 5979 31 skulle ha en noe kortere løpningstid enn ysting to med melk fra denne kua, men derimot gav denne melken en lengre løpningstid med 35 minutter. Temperatur under løpning ligger rundt 30 °C for at starterkulturen skal vokse i et optimalt temperaturforhold (Fox et al. 2017d).

Løpningstemperaturen under ystingene gjennomført i dette forsøket var 32 °C. Etter tilsetning av løpe reguleres ikke temperaturen i ystekaret, da dette betinger at melken røres og dette vil være en forstyrrende faktor. På grunn av utfordringer med temperaturkontroll ved ysting i kar 1, ble ikke temperaturen vedlikeholdt like godt som i kar 2. Derfor mistenkes det at ved ysting i kar 1 er løpningstiden lengre enn ved ysting i kar 2. Dette stemmer for de fire ystingene av melk med κ -CN BB, der løpningstiden gjennomgående var kortere ved ysting i kar 2. Det er likevel for få ystinger som kan støtte denne teorien, da begge ystingene av melk med κ -CN AA foregikk i kar 2 og melk med κ -CN AB kun foregikk i kar 1. Randomisering er en viktig

del av et forsøksoppsett for å unngå støy, og i dette tilfellet der ystekarene ikke er likeverdige burde dette blitt inkludert i forsøksoppsettet i en større grad enn gjennomført.

Ketto et.al (2017) så at den genetisk varianten av κ -CN påvirket størrelsen på kaseinmicellene, der melk med κ -CN AB hadde signifikant mindre miceller (<0.05) enn melk med κ -CN AA og κ -CN BB. Mindre kaseinmiceller ble også sett i sammenheng med forbedret koaguleringssegenskaper. Dette kan være fordi mindre kaseinmiceller gir en samlet større overflate som er involvert i dannelsen av gelnettverket under koagulering.

Løpningstiden ved begge ystingene av melk med κ -CN AB var 30 minutter og selv om det er gjennomført få ystingsgjentak tyder dette på en stabil løpningstid. Begge ystingene av melk med κ -CN AB ble gjennomført i kar 1 og om mistanken om lengre løpningstid i kar 1 er rett, vil løpningen også kortes ned ved ysting i kar 2.

Sett bort fra melk med κ -CN AA som hadde et høyt somatisk celletall så gav melk med κ -CN AB i gjennomsnitt 1,7 kg mer ost pr. 100 kg melk enn de andre variantene. I et meieri som produserer ost vil en økning på 1,7 kg ost pr. 100 liter melk gi en stor økonomisk gevinst i løpet av et år. I tillegg reduseres mengden biprodukt (myse), slik at mer ost produseres av likt volum melk. Det var også antydning til at melk fra ku 6043 gav oster med et høyere utbytte enn ved ysting av melk fra ku 5979. Dette kan forklares ut fra sammensetning av ystemelken, der melk fra ku 6043 hadde et noe høyere innhold av protein og kasein sammenliknet med melk fra ku 5979.

5.2 Kjemiske resultater

5.2.1 Tørrstoff

Aggregering av parakaseinmicellene under løpekoagulering former et nettverk som inneslutter myse. Denne gelen er forholdsvis stabil om den blir stående urørt, men under produksjon av ost blir gelen utsatt for ulike behandlinger som vil regulere vanninnholdet i ostemassen ved at myse fjernes. Disse ystetekniske faktorene fører til at gelen krymper, dette kalles synerese. Under syneresen vil kaseinmicelle rearrangeres og trekker seg sammen. Denne sammentrekningen fører til at mysen presses ut av nettverket og tørrstoffinnholdet i ostemassen øker dermed.

Kontroll av syneresen er viktig, da graden av synerese bestemmer ostens tørrstoffinnhold (McSweeney 2007b; Walstra et al. 2006d). Det er mange ystetekniske faktorer som påvirker tørrstoffinnholdet i ost. Noen av disse faktorene er hardhet på gelen ved skjæring, størrelsen på osteterningene, røringsintensiteten under etterrøringen og temperatur og lengde på etterrøringen (McSweeney 2007b). En høyere grad av synerese oppnås om skjæring gjøres mens gelen er for svak, om osteterningene er små (gir en samlet større overflate) og en kraftigere, lengre røring med en høyere temperatur. Det meste av ostens vann er ikke bundet til komponentene i osten, men er fysisk innestengt i kaseinnettverket (Johnsen & Law 1999). Dette gjør at mysen tapes lett ved fysisk stress av ostemassen. Om ost ystes av melk med et høyt somatisk celletall, vil graden av synerese være lavere og vil osten få et lavere tørrstoffinnhold (Fox et al. 2017b). Dette er grunnet det høyere innholdet av myseproteiner som denaturer og binder mer vann (Boland 2011). Bundet vann tapes ikke like lett som fysisk innestengt vann.

Tørrstoffinnholdet i Gräddost skal være 57 % (TINE uå) og har dermed et lavere tørrstoffinnhold sammenliknet med Gauda-type ost. Dette forklares hovedsakelig ut fra ystingsteknikken, der produksjon av Gauda-type ost innebærer en lengre og sterkere etterrøring samt at ostemassen blir presset både under myse og ved forming. Under produksjon av Gräddost er etterrøringen både kortere og svakere og osten blir ikke presset, men bare snudd etter forming. Da oppnås en pipete struktur uten skorpe, og en ost med høyere vanninnhold grunnet mindre påført stress. Ost som ikke vakuumpakkes taper vann gjennom fordamping under modningen (Fox et al. 2017e), men siden de produserte Gräddostene ble

vakuumpakket var det derfor ikke forventet at tørrstoffet skulle øke underveis i lagringen. Alle ostene tapte noe myse under lagring, dette viste seg som væske i emballasjen.

Tørrstoffinnholdet i ost AA 6135 29 og AA 6135 02 var forholdsvis ulikt. Sistnevnte ost hadde et tørrstoffinnhold på 54,9 % i ferskost i motsetning til førstnevnte som hadde 57,0 % tørrstoff. I løpet av 4 uker økte tørrstoffinnholdet, på grunn av myseutskillelse, og forskjellen mellom ost AA 6135 29 og AA 6135 02 ble mindre. Siden ost AA 6135 29 hadde et høyere innhold av myseprotein i ystemelken var det forventet at denne osten skulle ha et lavere tørrstoffinnhold enn ost AA 6135 02 siden denaturerte myseproteiner binder vann, men dette var ikke tilfelle.

Tørrstoffinnholdet i ost BB 6043 29, AB 5854 02 og AB 5854 07 var høyere enn resten av ostene. Det som har gitt dette høye tørrstoffinnholdet i ost BB 6043 29 er den lange etterrøringsstiden.

Under ysting av ost AB 5854 02 kom etterrøringstemperaturen ved et uhell opp i 40,5 °C, den skulle i utgangspunktet være 38 °C. Dette vil påvirke graden av synerese fordi en økning i temperatur også øker graden av synerese. Av resultatene hadde ost AB 5854 02 et noe høyere tørrstoffinnhold enn ost AB 5854 07, og dette kan forklares av denne temperaturøkningen. Ost AB 5854 02 og AB 5854 07 hadde et tydelig høyere økning i tørrstoffinnhold fra ferskost til 4 ukers ost sammenliknet med resten av ostene. Dette forklares ut fra det høye tapet av myse under lagring av ost AB 5854 02 og AB 5854 07. Dette betyr at ostene ystet av melk med κ -CN AB ikke klarte å holde på vannet like godt som ostene med de andre genetiske variantene. Grunnen til dette er ukjent, men det er sannsynlig at de genetiske variantene (κ -AB og/eller β -CN A1A2) fører til et kaseinnettverk som holder dårligere på vannet. Ost AB 5854 02 og AB 5854 07 blir som forklart i kapittel 5.3 oppfattet som salttere enn resten av ostene, noe som kan tyde på et høyere saltopptak og dermed et høyere tap av vann under salting. Dette kan forklare det høyere tørrstoffinnholdet i ferskost sammenliknet med resten av ostene med de andre genetiske variantene av κ -CN.

5.2.2 Proteinanalyser

Ved måling av produksjonseffektivitet er det i tillegg til måling av utbytte også vanlig å måle tapet av ostestøv i mysen (Fox et al. 2017b). Ostestøv blir definert som partikler fra ostemassen med en størrelse mindre enn 1 mm. Grunnet liten størrelse kan disse partiklene lett bli tapt til mysen (van den Berg et al. 2004). Dette kan analyseres ved sentrifugering og filtrering og deretter tørking og veiing. I dette forsøket ble det heller valgt å analysere proteininnholdet i mysen fra myseavtappene, og dette vil også gi en indikasjon på tap av ostestøv. I myse fra det første myseavtappet er det hovedsakelig myseprotein som utgjør proteininnholdet, mens i myse fra andre myseavtapp er det også kaseiner i form av ostestøv som er tapt fra ostemassen under røring.

Etter skjæring er osteterningene skjøre, og i starten må røringen gjøres med forsiktighet for å minimere tap av ostestøv og fett. Som diskutert i kapittel 5.5.3 var volumet av melk benyttet på noen ystingsdager svært lite, noe som gjorde at ostemassen ble utsatt for luft da massen ble skjøvet opp langs ystekaret under røring. Derfor klumpet massen seg lett, og ble utsatt for mye stress da det ble forsøkt å separere denne massen. I mysen fra første myseavtapp var det høyest proteininnhold ved ysting av ost AA 6135 29, AA 6135 02, AB 5854 02 og AB 5854 07. Under ysting av disse fire ostene ble det ystet av et lavt volum melk, og dette kan derfor vært en medvirkende årsak til hvorfor disse prøvene hadde et høyere proteininnhold i mysen fra første myseavtapp sammenliknet med ysting av resten av ostene. Det var forventet et høyere innhold av protein i mysen ved ysting av prøve AA 6135 29, da ystemelken hadde et høyt innhold av myseprotein. Samtidig hadde ku 6135 melk med et høyt celletall og dermed et høyere innhold av proteolytiske enzymer som mulig har brutt ned noe protein under ystingen (Fox et al. 2017b).

Som nevnt i kapittel 4.1.2 var gelen etter løpning under ysting av melk med κ -CN AB klissete og skrukkete. Dette gjorde det vanskelig å få til rene kutt under skjæring av gelen. Dette vil øke tapet av både fett og ostestøv til mysen (Fox et al. 2017b) allerede i første myseavtapp og kan forklare det høye innhold av protein i mysen ved ysting av ost AB 5854 02 og AB 5854 07.

I mysen fra andre myseavtapp var det høyest proteininnhold ved ysting av ost AA 6135 29, BB 6043 29, AB 5854 02 og AB 5854 02. Grunnet den lange etterrøringstiden (se kapittel 3.4.6) ble det et høyt proteininnhold i mysen fra andre myseavtapp ved ysting av ost BB 6043

29. En lang etterrøringstid er en stressfaktor som vil øke tapet av ostestøv til mysen (McSweeney 2007b). Grunnen til at det var et høyt innhold av protein i myse fra andre myseavtapp ved ysting av ost AB 5854 02 og AB 5854 07 kan ha sammenheng med det mulige svake kaseinnettverket som forklart i kapittel 5.2.1. Ved et svakere kaseinnettverk og en svak gel, vil tapet av ostestøv øke (Fox et al. 2017b).

Innholdet av protein i mysen fra andre myseavtapp var større ved ysting av ost AB 5854 02 sammenliknet med ysting av ost AB 5854 07. Dette kan forklares ut fra en høyere temperatur under etterrøringen ved ysting av ost AB 5854 02 som forklart i kapittel 3.4.6. En høyere temperatur under etterrøring vil påvirke tap av protein i form av ostestøv (McSweeney 2007a).

Det totale proteininnholdet i ost ble også analysert, og ble justert etter ostens tørrstoffinnhold. Det var ost AA 6135 29 og ost BB 6043 29 som hadde det høyeste proteininnholdet i tørrstoffet. Denaturering av myseprotein fører som nevnt tidligere til en dobbel økning av protein i ostemassen, dette ved at myseprotein kobler seg på kaseinmicella og at tapet av GMP til mysen reduseres. Innholdet av myseprotein i ystemelk AA 6135 29 var høyt, dette kan forklare hvorfor denne osten hadde et høyt innhold av protein i tørrstoffet. Grunnen til at ost BB 6043 29 hadde et høyt innhold av proteininnhold i tørrstoffet kan forklares ut fra et mulig høyt tap av fett under den lange etterrøringen. Et høyere tap av fett under ystingen vil føre til at protein representerer en større andel av tørrstoffet. Fettinnholdet i mysen ble ikke analysert, og dermed er dette kun en teori.

5.2.3 Initiell kaseinnedbrytning

Proteolyse er sett på som den mest komplekse reaksjonen under modning, dette bidrar til utvikling av smak, aroma og tekstur i ost. De proteolytiske enzymene involverer blant annet løpe, naturlige proteaser i melk som plasmin og cathepsin D, ulike proteaser assosiert med cellemembranen til syrekulturen og NSLAB, samt deres intracellulære peptidaser (Fox et al. 2017a). Av kaseinene er det ikke κ -CN som påvirker modningen mest, den viktigste rollen til κ -CN er under koaguleringen til melken. Dette fordi det er løpe som splitter κ -CN til GMP og para- κ -CN som fører til dannelsen av en gel. Grunnet dette er det ikke forventet en stor forskjell i modningsforløpet ved ysting av melk med ulike genetiske varianter av κ -CN.

Nedbrytning av α_{S1} -CN er det hovedsakelig løpe som står for og plasmin er mest aktivt ved nedbrytning av β -CN og α_{S2} -CN. Nedbrytning av β -CN fører til γ^1 -CN, γ^2 -CN og γ^3 -CN (Fox et al. 2017a), og disse kommer frem som topper i α_{S2} -området fra kappilærelektroforesen. Toppene i dette området ble det ikke fokusert på i dette forsøket.

Ost ystet av melk med κ -CN AA fra ku 6135 skilte seg ut fra de andre ostene da det kom til sammensetningen av kaseinene i ferskost og 4 ukers ost. De hadde en betydeligere lavere topp av α_{S1} -CN-9P i ferskost sammenliknet med de andre ostene, og i 4 ukers ost var disse α_{S1} -CN-9P nesten helt nedbrutt. Det er hovedsakelig løpe som bryter ned α_{S1} -CN (8P og 9P), så dette bekrefter at det har vært en høy aktivitet av løpe under modning av ostene laget av melk med κ -CN AA. I 4 ukers ost skilte også ost 6135 AA fra de andre ostene ved at den har mange flere uidentifiserte topper i α_{S2} -områdeet, men også i området før para- κ -CN (15 min – 23 min) og mellom α_{S1} 9P og β -CN A2 (29 min – 33 min). Dette kan forklares ut fra det høye somatiske celledallet i melken fra ku 6135, siden denne melken mest sannsynlig inneholdt en høyere rad av, og et bredere spekter av proteolytiske enzymer.

Resultatene fra kappilærelektroforesen viste tydelige forskjeller i ost ystet av melk med κ -CN fra ku 6043 og 5797 i 4 ukers ost. Disse forskjellene ligger i innhold av de ulike fosfoyleringene (8P og 9) av α_{S1} -CN. Ostene produsert av melk med κ -CN BB fra ku 6043 hadde en høyere grad av nedbrytning av α_{S1} -CN 8P sammenliknet med ost produsert av melk med κ -CN BB ku 5799. Dette ble sett fordi innholdet av nedbrytningsproduktet α_{S1} -I-CN 8P var høyere i ost produsert av ku 6043. Dette viser at forskjellene mellom ostene kan være et resultat av variasjon mellom kyrne, og ikke nødvendigvis variasjon grunnet genetiske variasjoner av κ -CN.

I 4 ukers ost skilte ost ystet av melk med κ -CN og β -CN A1A2 AB fra ku 5854 seg fra de andre ostene ved at denne osten hadde et høyere innhold av α_{S1} -CN, og et mindre innhold av α_{S1} -I. α_{S1} -I er nedbrytningsproduktet til α_{S1} -CN, og dette kan være en indikasjon på at modningen skjer saktere i ostene produsert av melk fra ku 5854. Dette blir også støttet av resultatene fra de sensoriske resultatene diskutert i kapittel 5.3.

Identifisering og kvantifisering av frie aminosyrer ble gjennomført ved HPLC i 4 ukers ost. I ferskost har ikke nedbrytningen av kaseiner startet, og siden aminosyrer er

nedbrytningsprodukter av peptider, er det ikke noe innhold av frie aminosyrer i ferskost. En studie fra 2014 (Skeie et al.) viste at det var signifikante forskjeller i innholdet av frie aminosyrer (Asn, Orn, Phe, Tyr og Trp) i ost ystet av geitmelk med ulike genetiske varianter av α_{S1} -CN. I denne oppgaven var det effekten av ulike genetiske varianter av κ -CN i kumelk som ble undersøkt, og dette proteinet er ikke det som påvirker modningen mest. Derimot påvirker α_{S1} -CN i større grad modningen av ost, og dette kan være en av grunnene til at de genetiske variantene ikke forårsaker en signifikant forskjell mellom konsentrasjonen av ulike aminosyrer. En interessant videre studie kan være å yste med ulike genetiske varianter av α_{S1} -CN og se på forskjell i aminosyreinnhold i moden ost.

5.2.4 pH-utvikling og innhold av laktose, melkesyre og sitronsyre

Under produksjon av ostene bidro syrekulturen til en rask nedgang i pH grunnet omdannelse av laktose til melkesyre. Etter ystingen vil syrekulturen, om det fremdeles er restlaktose i ferskosten, fortsette å fermentere laktose frem til ulike forhold som pH, salt og temperatur hemmer kulturen (Fox et al. 2017a). Syrekulturen benyttet bestod av de homofermentative melkesyrebakteriene *Lactococcus (Lc.) lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris* og *Lc. Lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* i tillegg til den heterofermentative *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Disse bakteriene kan bryte ned laktose til melkesyre, og *Lc. Lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* og *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* kan i tillegg bryte sitronsyre ned til puruvat (Fox et al. 2017a). En videre nedbrytning av sitronsyre danner komponentene diacetyl, acetoin, CO₂, eddiksyre, 2,3-butandiol.

Rundt 96 % av laktosen i melk fjernes med mysen som laktose, eller etter fermentering, som melkesyre. Uansett vil det være noe laktose i fersk ostemasse, og dens fermentering har en signifikant effekt på kvaliteten av ost. Det er noen faktorer som bestemmer laktoseinnholdet i ferskost, og disse er graden av fermentering i ysteprosessen og om det ble fjernet myse og om koagelet ble vasket (Fox et al. 2017a; van den Berg et al. 2004). Laktose- og melkesyreinnholdet i ost avhenger sterkt av vanninnholdet i osten. Høyere vanninnhold gir mer laktose i osten (van den Berg et al. 2004). Vasking av koagelet senker konsentrasjonen av laktose da en del av mysen erstattes med vann i ysteprosessen, og hensikten med vasking av koagel er derfor å unngå en for lav pH i osten. Om det fremdeles er restlaktose i ferskost kan man forvente en videre nedgang i pH til 4 ukers ost.

Melkesyre har en direkte effekt på smak, og da spesielt i unge oster som enda ikke har utviklet andre smakskomponenter. Melkesyre forårsaker først og fremst pH-nedgang men melkesyrekatabolisme spiller også en viktig rolle på utvikling av andre smakskomponenter (Fox et al. 2017a).

I følge TINEs produktspesifikasjon (Hanto 2011) skal Gräddost etter modning inneha en pH på 5,1. De fleste ostene hadde etter 4 uker en tilfredsstillende pH, bortsett fra et fåtall som vil bli diskutert.

Ferskostanalysene ble gjennomført 24 timer etter ysting. Dette innebærer at fermentering av laktose skulle fortsatt etter salting og frem til analyse neste dag. På dette tidspunktet var det forventet at det meste av laktosen var fermentert til melkesyre. pH utvikling og innholdet av organiske syrer og laktose var forskjellig mellom de ulike ystingene. Ost BB 5979 31, AB 5854 02 og AB 5854 07 hadde en høyere pH i ferskost sammenliknet med resten av ostene. Disse ostene hadde et høyt innhold av laktose og et lavere innhold av melkesyre enn de andre ostene og forklarer derfor den høye pH-verdien.

I løpet av fire uker hadde pH i ost BB 5979 31 sunket, dette innebar en pH-verdi som samsvarte med pH-verdien til resten av ostene modnet i 4 uker. Dette som følge av fermentering av laktose til melkesyre. Ost AB 5854 02 og AB 5854 07 hadde fremdeles en høy pH-verdi i 4 ukers ost. Dette skyldes at graden fermentering av laktose til melkesyre var lav, mest sannsynlig grunnet lav aktivitet fra syrekulturen. Det mistenkes at ost AB 5854 02 og AB 5854 07 hadde et høyere saltinnhold enn resten av ostene, dette diskuteres i kapittel 5.2.5 og 5.3. Syrekulturens aktivitet blir påvirket av saltinnhold, så om det er tilfelle at ost AB 5854 02 og AB 5854 07 har et høyere saltinnhold vil dette forklare ostenes høye pH-verdi i både ferskost og 4 ukers ost.

5.2.5 Salting

Lakesalting, som er gjennomført i dette forsøket, fører til en saltgradient i ostene (Johnsen & Law 1999). Under salting blir vann dratt ut fra kjernen til overflaten av osten, mens salt diffunderer inn. Underveis i modningen vil saltet diffundere gjennom osten, slik at saltkonsentrasjonen er lik på alle steder, men hvor raskt denne likevekten oppnås kommer an på blant annet vanninnholdet i osten. Oster med et høyt vanninnhold vil oppnå denne likevekten raskere enn oster med et lavere vanninnhold. Ostene AB 5854 02 og AB 5854 07 hadde et høyere tørrstoffinnhold sammenliknet med de andre ferskostene, og det var tydelig at saltet ikke hadde diffundert like godt gjennom ostene. Selv åtte uker etter ysting var det en tydelig saltrand.

5.3 Sensoriske resultater

Kvaliteten på ost blir hovedsakelig bestemt ut fra smak og tekstur. Mange av de biokjemiske reaksjonene som fører til smak og teksturegenskapene til ost er påvirket av vekst av bakterier fra starterkulturen. I starten vokser bakteriene ved å bryte laktose til melkesyre, som fører til en nedgang i pH. I ferskost er det et høyt antall av bakterier, men grunnet dårlige vekstvilkår som høyt saltinnhold, lav pH og en lav vannaktivitet dør bakteriene, og deres intracellulære enzymer kan frigis og står for den videre smaksutviklingen i osten (Fox et al. 2017e).

Næringsmidler med en hard tekstur løser seg annerledes i munnen enn tilsvarende produkter med en mykere tekstur, og dermed kan smaken oppleves annerledes og kan være utfordrende å kartlegge for dommerne (Myhrer 2018). Teksturen til ost BB 6043 29 var veldig hard, og mest sannsynlig vil dette ha påvirkning på smaksegenskapene til osten. I tillegg var det stor forskjell i tekstur mellom ost BB 6043 29 og referanseosten (Gräddost lagret i 12 uker). En mulighet hadde vært å fjerne ost BB 6043 29 fra den sensoriske profileringen. Da ville det blitt lettere for dommerne å skille mellom de andre ostene.

Det første som ble oppdaget under opparbeidelsen til de sensoriske analysene var det store tapet av myse som lå i pakningen til ost AB 5854 02 og AB 5854 07. I tillegg piplet store mengder myse ut av ostene da de ble skjært i. Etterhvert som de lå urørt ble det det lag av mysedråper på overflaten av ostene, og det ble en dam av myse under ostene. Som diskutert i kapittel 5.2.1 er grunnen til denne myseutskillelsen ukjent, men som foreslått er det en mulighet til at genetiske variantene (κ -AB og/eller β -CN A1A2) fører til et kaseinnettverk som holder dårligere på vannet, og derfor gir oster med dårligere vannbindingskapasitet.

PCA-analysen fra den sensoriske profileringen viste at hver av ostene av melk med de ulike genetiske variantene dannet sin egen gruppe. Det var noen signifikante forskjeller mellom AA-ostene i teksturegenskapene saftighet, kornethet og gummiaktig der ost AA 6135 29 var mindre saftig og mer kornete og gummiaktig en ost AA 6135 02. Dette har sammenheng med tørrstoffinnholdet i ostene, der tørrstoffinnholdet i ost AA 6135 29 var høyere og derfor opplevdes som mindre saftig, og derfor mer kornete. PCA-analysen viste at BB-ostene (sett bort fra ost BB 6043 29) dannet en gruppe med høy intensitet av syrnet melk smak, syrlig smak, smørsmak, syrlig lukt, smørlukt, melkelukt, fethet og saftighet. Dette er egenskaper som er forbundet med Gräddost. Selv om det ikke var noen signifikante forskjeller mellom ost BB 6043 29, BB 5979 31 og BB 5979 07 så hadde ost BB 6043 31 en noe lavere intensitet av

fjøs smak og emmenlukt og en noe høyere intensitet av saltsmak. Ost AB 5854 02 og AB 5854 08 var svært ulike de andre ostene. Disse hadde en lavere intensitet av syrlig lukt, syrlig smak, modensmak, besk smak, saftighet, fethet og klebrighet og en høyere intensitet av sollukt, emmen lukt, salt smak, solsmak, hardhet, kornethet og gummiaktig. Hardheten og kornetheten, og den lave intensiteten av saftighet forklares ut fra ostenes høye tørrstoffinnhold. Dette viser hvor viktig vanninnholdet er for teksturegenskapene til ost.

Ved bedømmelse av smørlukt og smørsmak gav smak en høyere intensitet enn det lukt gjorde. Dette er fordi lukt er flyktig, og gjør at smør er lettere å oppfatte som smak sammenliknet med lukt i ostene (Myhrer 2018).

Den beskrivende egenskapsbedømmelsen ble gjennomført tre uker etter profileringen (8 ukers ost), og på denne tiden er det forventet at ostene har kommet lengre i modningsforløpet. Samtidig var profileringen objektiv, mens egenskapsbedømmelsen var forholdsvis subjektiv. Egenskapsbedømmelsen bekreftet også store forskjeller mellom ostene.

Ost AA 6135 29 hadde ingen usmak, mens ost AA 6135 02 smakte uren, var besk og bitter. Det var store forskjeller i sammensetningen av ystemelken AA 6135 29 og AA 6135 02. Mens proteininnholdet og myseproteininnholdet var unormalt høyt i ystemelk AA 6135 29 grunnet mastitt, var sammensetningen normal i ystemelk AA 6135 02. Grunnet denne store forskjellen i sammensetningen var det forventet at ost produsert av melk AA 6135 02 skulle være mer normal enn ost produsert av melk AA 6135 29, men dette var ikke tilfelle. Ost AA 6135 29 og AA 6135 02 hadde også en gulere farge enn de andre ostene. Dette ville normalt sett blitt knyttet opp mot innholdet av β -karoten i fôret som gir en gulere farge i osten. Imidlertid var det ingen forhold som skulle tilsi at ku 6135 gikk på et fôr som hadde et høyere innhold av β -karoten sammenliknet med resten av kyrne.

I tillegg viste egenskapsbedømmelsen store forskjeller mellom ostene ystet av melk fra ku 6043 og 5979 som begge hadde κ -CN BB. Det var ost BB 6043 31 som ble bedømt som best, mens ostene BB 5979 31 og BB 5979 07 ble beskrevet som kvalm, smakte fjøs og for salt. Som vist i egenskapsforklaringen i vedlegg H kan emmen lukt «relateres til en ufrisk, kvalmende lukt». Intensiteten på emmen lukt i profileringen kan kobles sammen med den kvalme fornemmelsen i egenskapsbedømmelsen.

De fleste ostene hadde ikke saltrand under de sensoriske analysene bortsett fra AB-ostene som hadde en tydelig saltrand og BB 5979 31 og BB 5979 07 som hadde en liten saltrand. BB 5979-ostene ble opplevd som mer salt enn BB 6043-ostene i egenskapsbedømmelsen, noe som ikke kom frem i den sensoriske profileringen. Dette kan ha sammenheng med forskjell i opparbeidelsen av ostene. Profileringen benyttet terninger av ostens indre, men egenskapsbedømmelsen ble det benyttet osteskriver som gjorde at hele ostens tverrsnitt ble inkludert i prøven. Den lokale opphopningen av salt ytterst i BB 5979-ostene grunnet saltrand vil gi en saltere følelse enn om denne saltkonsentrasjonen er jevnt fordelt i hele osten.

Ost AB 5854 02 og AB 5854 07 ble begge opplevd som lite moden, salt, tørr, grynete, pipete, men de hadde en ren og ellers en god smak. Disse egenskapene henger sammen som tidligere diskutert tørrstoffinnholdet og mest sannsynlig et høyere saltinnhold. Som nevnt i kapittel 5.2.3 var det tydelig av resultatene fra kappilærelektroforese at ostene AB 5854 02 og AB 5854 07 ikke var ferdig modnet. Den sensoriske profileringen og egenskapsbedømmelsen støttet også den teorien, blant annet fordi ostene hadde en lav intensitet av moden lukt, modens mak, klebrighet samt at det var en tydelig saltrand.

Mange av ostene ble opplevd som salte, men saltinnholdet ble ikke analysert. Benyttet saltingstid i dette forsøket er basert på saltingstid i masteroppgaven til Hanto (2011). Gräddost skal ha et saltinnhold mellom 1,0 % og 1,5 % (Hanto 2011). De produserte ostene i forsøket til Hanto oppnådde et saltinnhold på 1,7 %, altså noe høyere enn saltinnholdet i Gräddost skal ligge på. Derfor kunne de produserte ostene i dette forsøket blitt saltet noe kortere.

Sammenliknet med TINE Gräddost var det ostene AB 5854 02, AB 5854 07, BB 5979 31 og BB 5979 07 som hadde det beste utseende med tanke på pipete struktur. Gräddost har i motsetning til Gouda-type ost ikke en lukket overflate fordi Gräddostene ikke blir presset. I starterkulturen er det *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* og *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* som produserer CO₂ som danner hullene i Gouda-type ost, men i Gräddost vil produsert CO₂ diffundere ut av ostene grunnet den pipete strukturen. Mange av ostene ble opplevd som korte, og de knakk lett når skiver ble skjært. Det er likevel feil å sammenlikne de produserte Gräddostene med TINE Gräddost, i og med at TINE Gräddost består av en større andel fett sammenliknet med de produserte ostene og dermed får en fetere og mykere konsistens.

5.4 Oppsummerende diskusjon

Å øke utbyttet er en kritisk og konstant utfordring for meieriindustrien. Det er ønskelig å øke osteutbyttet, forminske tap av fett og proteiner til mysen samt å senke produksjonstiden. Derfor er fokuset stort på kostandeffektivitet i osteproduksjon der målet er en høyest mulig økonomisk profitt. En økning i utbytte på 0,1 % vil gi en stor økonomisk gevinst (Banks 2007). Om en dagsproduksjon ligger på 20 tonn ost, vil en økning på 0,1 % gi 20 kg mer ost bare fra én produksjon. Dette gir over 50 TINE Gräddoster ekstra per produksjonsdag, og tilsier en stor produksjonsøkning i løpet av et år.

En lengre løpningstid gir høyere produksjonskostnader og derfor en mindre profitt for ysteriet. Derfor har det vært et stort fokus på hvilken effekt ulike genetiske proteinvarianter har på melkens koaguleringssegenskaper. Til nå har det hovedsakelig blitt produsert modelloster i labskala og koaguleringssegenskapene er blitt kartlagt i en formagraf. Dette er første gang det reelt er blitt ystet ost av melk med ulike genetiske varianter fra NRF. Resultatene i dette forsøket viste at løpningstiden varierte stort og ikke gav noen god indikasjon på løpningstiden til melk med ulike genetiske varianter av κ -CN, og det må flere ystinger til for å se en eventuell trend.

Melk med κ -CN AB gav en løpningstid på 30 minutter og gav et høyt utbytte. Dette er svært positive egenskaper som i seg selv bidrar til en effektiv produksjon. Samtidig skilte ostene av melk med κ -CN AB ut mye myse under lagring selv om de var vakuumpakket. Dette er ikke optimalt i produksjonssammenheng. Å bytte emballasje under modning skal være unødvendig, krever mer tid og er ikke miljøvennlig. Ostene ystet av melk med κ -CN AB modnet saktere, og krevde da en lengre modningstid. Dette er lite kostnadseffektivt, da de tar opp mer lagerplass over en lengre tid og krever mer energi i form av temperatur. Det er heller ikke en mulighet å selge ostene slik de fremsto, da det oppleves som lite appetittlig for forbrukerne.

Det var stor forskjell mellom ostene ystet av melk fra ku 6043 og 5979 som begge hadde κ -CN BB. Koaguleringssegenskapene observert ved bruk av formagraf viste at melk fra ku 6043 hadde betydelig bedre koaguleringssegenskaper enn melk fra ku 5979 ved å inneha en hardere gel etter 30 minutter. Sammensetningen av de ulike kaseinene i melk var også forskjellig mellom disse to kyrne, ved at melk fra ku 6043 hadde en høyere andel κ -CN sammenliknet

med melk fra ku 5979. En høyere andel κ -CN gir mindre kaseinmiceller som er fordelaktig under koagulering (Ketto 2017). Ystingene i dette forsøket viste bare en antydning til at melk fra ku 6043 hadde bedre koaguleringssegenskaper og gav et utbytte enn ysting av melk fra ku 5979. De sensoriske egenskapene viste tydelig at ost produsert av melk fra ku 6043 var bedre enn ost produsert av ku 5979.

Grunnet at melk med κ -CN AB fra ku 5854 hadde A1A2-varainten av β -CN, er det umulig å si om forskjellene i disse ostene sammenliknet med resten av ostene skyldes den genetiske varianten av κ -CN eller β -CN. Videre anbefales det derfor å yste av melk med β -CN A2A2 og κ -CN AB, men også å undersøke effekten av β -CN. Først da kan effekten de genetiske variantene av κ -CN og β -CN har på ysting bli kartlagt. Det vil også være interessant å yste med samlemelk. Da faller forskjellene mellom enkeltkyr bort, og i tillegg vil dette også gi et mer realistisk bilde over hvordan produksjonen ville vært i et storskalameieri.

5.5 Svakheter med forsøksoppsettet

Det er mange faktorer som kunne vært bedret i dette forsøket. I tillegg til faktorer som på forhånd var bestemt, var det uforutsette hendelser som vil ha påvirkning på resultatene. Dette vil bli diskutert i det følgende kapittelet.

5.5.1 Antall kyr og få gjentak

Da hensikten med forsøkene var å sammenlikne genetiske varianter, burde antallet kyr være betydelig høyere enn 1 og 2 kyr per genetisk variant. Dette for å unngå støy forårsaket av egenskaper tilknyttet individuelle kyr og for å kunne yste av et høyere volum melk. Ved et så lavt antall kyr er det stor fare for at andre individuelle egenskaper enn deres genetiske varianter av κ -CN virker inn på resultatene. Dette kan for eksempel være kyrnes helsetilstand, generell sammensetning av melkekomponentene, og melkens mikrobiota. I tillegg til at antallet av kyr var lavt, ble det også ystet bare to ganger fra hver ku. Optimalt sett skulle det blitt gjentatt minst tre ganger. På grunn av få gjentak kan det derfor forventes en effekt av blokk.

Boxplottet over kasein i forhold til totalt proteininnhold (figur 2) benyttet bare genetisk variant som faktor. Da ble det signifikante forskjeller mellom AA og BB, og AA og AB. På grunn av et lavt antall kyr, få gjentak og helsetilstand på ku 6135 med κ -CN AA kan disse resultatene bare benyttes som en grafisk fremstilling over sammensetningen i melken fra disse kyrne på ystetidspunktet.

5.5.2 Randomisering av ystekar

Rekkefølgen på ystekarene burde blitt randomisert for å unngå systematiske feil.

Det ble ystet to ganger fra hver ku, og optimalt sett skulle begge karene benyttes. Dette var ikke tilfelle for ku 6135 (κ -CN AA) og 5854 (κ -CN AB β -CN A1A2), da melken fra 6135 ble ystet i kar 2 begge gangene og melken fra 5454 ble ystet i kar 1 begge dagene. Grunnen til dette var at løpningstiden var forventet til å være kortere for κ -CN AB, og av logistiske grunner ble oppsettet på denne måten.

5.5.3 Volum melk

Estimert mengde melk var på 60 liter, som planlagt skulle samlet opp på fem mål over tre dager. Imidlertid ble det stort sett levert et lavere volum melk fra hver ku enn planlagt. Ved

bare en ysting ble det ystet med 60 liter melk, ellers varierte mengden med 30-50 liter per ysting. Ysting med små mengder melk var utfordrende og ikke optimalt fordi røreverket gikk for høyt på ystekarene, slik at ostemassen ble liggende eksponert for luft og klumpet seg lettere.

5.5.4 Utbytte

Når det fokuseres på utbytte er et kriterium at mengde melk som blir benyttet er eksakt. Derfor bør melken veies, men grunnet mangel på utsyr ble ikke dette gjennomført. I stedet ble mengde melk lest av selve ystekarene, hvor man kunne estimere mengde ut fra markører for hver tiende liter melk. Dette var utfordrende siden ystekarene har en halvsirkelform, og avstanden mellom hver markerte 10 liter blir mindre etterhvert som mengde melk økes. En liten avstand på målesøylen kan med andre ord utgjøre store mengder melk.

5.5.5 Uforutsett genetisk variant av β -CN

Som tidligere nevnt var det planlagt at kyrne skulle ha ulike genetiske varianter av κ -CN og samme genetisk variant av β -CN (A2A2), α_{S1} (BB) og β -LGB (BB). Dette var ikke tilfelle, da resultatene viste at melk fra ku 5854 ikke hadde β -CN A2A2, men var heterozygot med A1A2. Dette er en forstyrrende faktor som gjør at det er umulig å vite om en forskjell mellom ku 5854 og de andre kyrne skyldes den genetiske varianten av κ -CN eller ikke. Dette fordi forskjellen like godt kan skyldes den genetiske varianten av β -CN.

5.5.6 Temperatur

Under ysting i kar 1 var det generelt vanskelig å opprettholde rett temperatur. Dette skyldes at ystekaret er gammelt, og sirkulasjonen i pumpa er lavere på grunn av rust i systemet. I nyere tid er det byttet pumpe i ystekar 2, noe som er med på å gjøre det lettere å kontrollere temperaturen i det karet. Under ysting den 29.01 ble etterrøringsstiden forlenget i kar 1 grunnet vanskeligheter med å øke temperaturen til 38 °C.

Løpningstiden er muligens påvirket av hvilket ystekar som ble benyttet ved at den er kortere under ysting i kar 2 grunnet bedre temperaturkontroll. Dette gav noe dårlig sammenlikningsgrunnlag, da kar 1 ble benyttet under begge ystingene for ku 5854 og bare kar 2 ble benyttet under ysting fra ku 6135. Ved ysting fra ku 6043 og 5979 ble begge karene benyttet, og der var løpningstiden kortere under ysting i kar 2.

6.0 Referanser

- Banks, J. M. (2007). Cheese yield. I: *Cheese problems solved*, s. 100-114.
- Boland, M. (2011). Whey proteins. I: *Handbook of Food Proteins*, s. 30-55.
- Bütikofer, U. & Ardö, Y. (1999). Quantitative determination of free amino acids in cheese. *Bulletin of the IDF* (337): 24-32.
- Caroli, A. M., Chessa, S. & Erhardt, G. J. (2009). invited review. milk protein polymorphism in cattle: effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science* 92 (11): 5335-5352.
- Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H. & O'Mahony, J. A. (2015). Milk Proteins. I: *Dairy Chemistry and Biochemistry*, s. 145-240.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. H. (2017a). Biochemistry of Cheese Ripening. I: *Fundamentals of Cheese Science*, s. 391-442.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. H. (2017b). Cheese Yield. I: *Fundamentals of Cheese Science* s. 279-331.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. H. (2017c). Chemistry of Milk Constituents. I: *Fundamentals of Cheese Science* s. 71-104.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. H. (2017d). Enzymatic coagulation of milk. I: *Fundamentals of cheese science*, s. 185-229.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. H. (2017e). Microbiology of Cheese Ripening. I: *Fundamentals of Cheese Science*, s. 333-390.
- Gustavsson, F., Buitenhuis, A. J., Johansson, M., Bertelsen, H. P., Glantz, M., Poulsen, N. A., Lindmark Månsson, H., Stålhammar, H., Larsen, L. B., Bendixen, C., et al. (2014). Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 97 (6): 3866-3877.
- Hallén, E., Allmere, T., Näslund, J., Andrén, A. & Lundén, A. (2007). Effect of genetic polymorphism of milk proteins on rheology of chymosin-induced milk gels. *International Dairy Journal*, 17 (7): 791-799.
- Hanto, K. A. (2011). *Gräddost ystet av kaseinanriktet retentat fra mikrofiltrering*. Masteroppgave. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- IDF. (1993). *Determination of nitrogen content*. IDF 20 B. Brussel, Belgia: International Dairy Federation.
- IDF. (1995). *International IDF Standard 50C:1995*. Brussel, Belgia: International dairy federation.

- Jensen, H. B., Holland, J. W., Poulsen, N. A. & Larsen, L. B. (2012). Milk protein genetic variants and isoforms identified in bovine milk representing extremes in coagulation properties. *Journal of Dairy Science*, 95 (6): 2891-2903.
- Johnsen, M. & Law, B. A. (1999). The origins, development and basic operations of cheesemaking technology. I: *Technology of cheesemaking*, s. 1-32.
- Kelly, A. L. (2007). Preparation of cheesemilk. I: *Cheese problems solved*, s. 16-17.
- Ketto, I. A. (2017). *Impact of milk protein genotypes on milk coagulation properties*. Philosophiae Doctor (PhD) Thesis. Ås: Norwegian University of Life Sciences.
- Ketto, I. A., Knutsen, T. M., Øyaas, J., Heringstad, B., Ådnøy, T., Devold, T. G. & Skeie, S. B. (2017). Effects of milk protein polymorphism and composition, casein micelle size and salt distribution on the milk coagulation properties in Norwegian Red cattle. *International Dairy Journal*, 70: 55-64.
- Kilcawley, K. N. (2017). Cheese Flavour. I: *Fundamentals of Cheese Science*, s. 443-474.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. 2 utg.: Springer.
- Martin, P., Bianchi, L., Cebo, C. & Miranda, G. (2013). Genetic Polymorphism of Milk Proteins. I: *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects*.
- Martinovic, A., Moe, K. M., Romeih, E., Aideh, B., Vogesen, F. K., Østlie, H. & Skeie, S. (2013). Growth of adjunct *Lactobacillus casei* in Cheddar cheese differing in milk fat globule membrane components. *International Dairy Journal*, 31 (2): 70-82.
- McSweeney, P. L. H. (2007a). Conversion of milk to curd. I: *Cheese problems solved*, s. 50-71.
- McSweeney, P. L. H. (2007b). Syneresis. I: *Cheese problems solved*, s. 72-79.
- Montgomery, D. C. (2013). Analysis of Variance. I: *Design and Analysis of Experiments*, s. 65-138.
- Myhrer, K. (2018). *Kommunikasjon med panelleder Kristine Myhrer ved Nofima* (13.03.2018).
- Poulsen, N. A., Bertelsen, H. P., Jensen, H. B., Gustavsson, F., Glantz, M., Lindmark Månsson, H., Andrén, A., Paulsson, M., Bendixen, C., Buitenhuis, A. J., et al. (2013). The occurrence of noncoagulating milk and the association of bovine milk coagulation properties with genetic variants of the caseins in 3 Scandinavian dairy breeds. *Journal of Dairy Science*, 96 (8): 4830-4842.
- Skeie, S., Kieronczyk, A., Eidet, S., Reitan, M., Olsen, K. & Østlie, H. (2008). Interaction between starter bacteria and adjunct *Lactobacillus plantarum* INF15D on the degradation of citrate, asparagine and aspartate in a washed-curd cheese. *International Dairy Journal*, 18 (2): 169-177.
- Skeie, S. (2010). Milk quality requirements for cheesemaking. I: *Improving the Safety and Quality of Milk*, s. 433-453.

Skeie, S. B., Inglingstad, R. A., Brunborg, L. J. & Eknæs, M. (2014). The influence of the deletion in exon 12 of the gene encoding α 1-casein (CSN1S1) in the milk of the Norwegian dairy goat breed on milk coagulation properties and cheese quality. *Small Ruminant Research* 122 (1-3): 50-58.

TINE. (uå). *TINE Gräddost*. Tilgjengelig fra:

<https://www.tine.no/merkevarer/hvitost/produkter/tine-gräddost> (lest 09.04.2017).

van den Berg, G., Meijer, W. C., Düsterhöft, E. M. & Smit, G. (2004). Gouda and Related Cheeses. I: *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*, s. 103-140.

Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006a). Enzyme-Induced Clotting. I: *Dairy Science and Technology*, s. 588-596.

Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006b). Milk Components. I: *Dairy Science and Technology*, s. 17-108.

Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006c). Milk: Main Characteristics. I: *Dairy Science and Technology*, s. 3-16.

Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006d). Principles of Cheese Making. I: *Dairy Science and Technology*, s. 577-639.

Wedholm, A., Larsen, L. B., Lindmark Månsson, H., Karlsson, A. H. & Andrén, A. (2006). Effect of Protein Composition on the Cheese-Making Properties of Milk from Individual Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89 (9): 3296-3305.

7.0 Vedleggsfortegnelse

Vedlegg A – Utvikling av pH

Vedlegg B – Rådata og utregning av tørrstoff

Vedlegg C – Mikrobiologiske resultater

Vedlegg D – Organiske syrer

Vedlegg E – Aminosyrer

Vedlegg F – Rådata og utregning av proteininnhold

Vedlegg G – Vekt og utbytte

Vedlegg H – Egenskapsforklaring sensorikk

Vedlegg A

Resultater fra pH-målinger under ysteprosessen, ferskost og 4 ukers ost

	AA 6135 29	AA 6135 02	BB 6043 29	BB 6043 31	5979 31 BB	BB 5979 07	AB 5854 02	AB 5854 07
Ystemelk	6,29	6,7	6,65	6,71	6,73	6,72	6,82	6,62
Etter forsyrring	6,17	6,6	6,22	6,59	6,59	6,62	6,64	6,6
Etter skjæring	6,38	6,54	6,42	6,55	6,55	6,54	6,59	6,52
Før myseavtapp	6,26	6,46	6,39	6,52	6,56	6,54	6,57	6,52
Ost før salting	5,81	5,67	5,63	5,81	5,95	5,91	6,09	5,82
Ferskost	5,24	5,22	5,32	5,17	5,45	5,28	5,51	5,53
4 ukers ost	5,25	5,14	5,41	5,07	5,14	5,13	5,54	5,42

Vedlegg B

Tørrestoffinnhold (%) i ferskost og 4 ukers ost

	Tørrestoffinnhold (%)	
	Ferskost	4 ukers ost
AA 6135 29	57,0	57,7
AA 6135 02	54,9	56,73
BB 6043 29	63,4	63,49
BB 6043 31	56,9	57,43
BB 5979 31	55,9	56,97
BB 5979 07	56	56,87
AB 5854 02	57,9	60,31
AB 5854 07	57,3	59,92

Vedlegg C

Vekst av laktokokker (log kde/ml) i ystemelk, ystemelk før løpe og ferskost.

		AA 6135 29	AA 6135 02	BB 6043 29	BB 6043 31	BB 5979 31	BB 5979 07	AB 5854 02	AB 5854 07
Ystemelk	M17 0	0		0	0		0	0	0
	M17 -	0		0	0		0	0	0
Ystemelk før løpe	M17 -		6,99				6,59	6,82	6,48
	M17 -	6,86	6,93	6,7	6,54	6,74	6,48	6,78	6,8
	M17 -		7			7,15	7	7	
Ferskost	M17 -	8,23	8,395	7,57	8,05	8,27	7,81	8,15	7,77
	M17 -	8,155	8,38	7,49	7,9	8,24	7,48	8,02	7,9
	M17 -	8	8,48		8	8,48	8	8	8

Vedlegg D

Konsentrasjon (mmol/kg) for laktose, galaktose og organiske syrer i fersk ost og 4 ukers ost. Ravsyre og glukose ble ikke identifisert i noen av ostene, og er derfor ikke inkludert i tabellen

		Sitronsyre (mmol/kg)	alfaKetoglutarat (mmol/kg)	Orotinsyre (mmol/kg)	Pyrodruesyre (mmol/kg)	Melkesyre (mmol/kg)	Eddiksyre (mmol/kg)	Urinsyre (mmol/kg)	DL-pyroglutamat (mmol/kg)
Ferskost	AA 6135 29	3,83	0,08	0,01	0,53	96,13	5,61	0,03	0,00
	BB 6043 29	2,79	0,06	0,02	0,36	60,04	2,85	0,05	0,00
	BB 6043 31	2,60	0,10	0,00	0,42	113,29	5,54	0,07	0,00
	BB 5979 31	3,48	0,11	0,03	0,36	73,18	4,19	0,01	0,00
	AA 6135 02	3,22	0,09	0,00	0,44	113,68	5,82	0,06	0,00
	AB 5854 02	5,24	0,09	0,04	0,30	54,26	2,69	0,04	0,00
	AB 5854 07	5,25	0,10	0,03	0,34	51,59	37,70	0,01	0,00
	BB 5979 07	3,80	0,12	0,01	0,36	100,18	5,25	0,00	0,00
4 ukers ost	AA 6135 29	2,29	0,00	0,01	0,68	102,14	9,29	0,00	0,27
	BB 6043 29	2,40	0,00	0,01	0,28	65,57	4,18	0,00	0,20
	BB 6043 31	0,93	0,00	0,00	0,82	149,92	11,25	0,00	0,11
	BB 5979 31	1,65	0,00	0,01	0,31	123,27	9,30	0,00	0,18
	AA 6135 02	1,15	0,00	0,00	0,98	131,03	11,64	0,00	0,24
	AB 5854 02	4,71	0,00	0,04	0,21	43,29	2,68	0,00	0,24
	AB 5854 07	4,16	0,00	0,02	0,43	66,48	4,91	0,00	0,19

Vedlegg E

Konsentrasjon av frie aminosyrer ($\mu\text{mol/g}$) i 4 ukers ost

Aminosyrer ($\mu\text{mol/g}$)	AB 5854 02	AA 6135 02	AB 5854 02	BB 5979 07	BB 6043 29	AA 6135 29	BB 5979 31	BB 6043 31
L-aspartic	0,154	0,347	0,247	0,268	0,202	0,3	0,328	0,332
L-glutamic	1,355	3,289	2,29	2,271	1,924	2,67	3,145	2,957
L-asparagine	0,563	1,366	1,141	0,94	0,746	0,961	1,462	1,169
L-serine	0,337	0,554	0,405	0,35	0,375	0,587	0,482	0,393
L-glutamine	0,374	0,626	0,606	0,372	0,358	0,537	0,622	0,422
L-histidine	0,202	0,201	0,243	0,189	0,241	0,191	0,236	0,197
Glycin	0,366	0,41	0,505	0,323	0,307	0,404	0,426	0,367
L-threonin	0,181	0,297	0,265	0,159	0,2	0,35	0,289	0,204
L-citrulline	0,024	0,208	0,146	0,114	0,172	0,164	0,161	0,104
L-arginine	0,489	0,532	0,762	0,41	0,474	0,569	0,368	0,264
L-alanin	0,485	0,888	0,619	0,662	0,54	0,826	0,801	0,88
GABA	0,048	0,069	0,035	0,05	0,023	0,048	0,053	0,062
L-tyrosin	0,257	0,718	0,434	0,466	0,445	0,661	0,644	0,307
L-valin	0,776	1,32	1,156	0,84	0,846	1,185	1,391	1,053
L-methionine	0,236	0,346	0,282	0,207	0,264	0,376	0,313	0,217
L-norvalin	4,647	4,523	4,48	4,523	4,718	4,566	4,603	4,574
L-isoleucine	0,265	0,171	0,277	0,108	0,218	0,202	0,251	0,118
L-phenylalanin	0,788	2,037	1,37	1,611	1,056	1,655	1,972	1,73
L-tryptophan	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
L-leucine	1,383	3,257	2,617	2,421	1,884	2,363	3,587	2,679
L-ornithine	0,12	1,261	0,249	0,919	0,238	0,624	1,319	1,224
L-lysin	1,077	1,877	1,388	1,367	1,468	1,657	1,574	1,484

Vedlegg F

Totalt nitrogen og proteininnhold i første (M1) og andre (M2) myseavtapp

	TN (%)	Protein i mysen (%)
AA 6135 29 M1	0,17	1,11
AA 6135 29 M2	0,09	0,60
AA 6135 02 M1	0,14	0,92
AA 6135 02 M2	0,07	0,45
BB 6043 29 M1	0,13	0,88
BB 6043 29 M2	0,08	0,52
BB 6043 31 M1	0,12	0,82
BB 6043 31 M2	0,05	0,38
BB 5979 31 M1	0,11	0,74
BB 5979 31 M2	0,05	0,36
BB 5979 07 M1	0,11	0,73
BB 5979 07 M2	0,05	0,38
AB 5854 02 M1	0,14	0,91
AB 5854 02 M2	0,14	0,60
AB 5854 07 M1	0,12	0,82
AB 5854 07 M2	0,07	0,46

Totalt nitrogen og proteininnhold i ferskost og 4 ukers ost

	Ferskost		4 ukers ost	
	TN	Protein ferskost	TN	Protein 4 ukers ost
AA 6135 29	3,85	24,58	3,93	25,08
AA 6135 02	3,31	21,15	3,57	22,79
BB 6043 29	4,12	26,79	4,24	27,09
BB 6043 31	3,50	22,38	3,55	22,66
BB 5979 31	3,25	20,75	3,30	21,05
BB 5979 07	3,14	20,04	3,12	19,93
AB 5854 02	3,38	21,56	3,53	22,52
AB 5854 07	3,22	20,59	3,32	21,17

Vedlegg G

Liter av ystemelk og syrekultur og vekt av ost før og etter salting i saltlake *Tilnærmet faktisk vekt etter justering av tap av ostemasse

	AA 6135 29	AA 6135 02	BB 6043 29	BB 6043 31	BB 5979 31	BB 5979 07	AB 5854 02	AB 5854 07
Ystemelk (L)	30	45	40	50	60	50	30	40
Syrekultur (L)	0,6	0,9	0,8	1	1	1	0,6	0,8
Ost før salting (kg)	4,146	5,486	4,29	6,204	7,066	5,91	4,156*	5,216
Ost 80 min etter salting (kg)	4,144	5,52	4,088	6,234	7,33	6,01	4,0637*	5,28

Ved beregning av utbytte ble vekt før salting benyttet.

* Vanninnhold TINE Gräddost = 43 %
Formelen benyttet er funnet i Banks (2007).

Vedlegg H

Egenskapsforklaring til sensorisk profilering

LUKT	
Syrligluk	Relateres til en frisk lukt som skyldes organiske syrer
	Ingen intensitet = ingen syrlig lukt
	Tydelig intensitet = tydelig syrlig lukt
Smørlukt	Relateres til lukten av meierismør
	Ingen intensitet = ingen smørlukt
	Tydelig intensitet = tydelig smørlukt
Melkelukt	Relateres til lukten av melk (f.eks H-melk)
	Ingen intensitet = ingen melkelukt
	Tydelig intensitet = tydelig melkelukt
Modenluk	Relateres til lukt av en vellagret, godt utviklet ost
	Ingen intensitet = ingen modenluk
	Tydelig intensitet = tydelig modenluk
Syrnetmelklukt	Relateres til meieriprodukter som er syrnet med bakteriekultur
	Ingen intensitet = ingen syrnetmelklukt
	Tydelig intensitet = tydelig syrnetmelklukt
Metallukt	Lukt av metall (ferrosulfat)
	Ingen intensitet = ingen metallukt
	Tydelig intensitet = tydelig metallukt
Sollukt	Relateres til fotooksidasjon, som når melk har vært utsatt for lyspåvirkning
	Ingen intensitet = ingen sollukt
	Tydelig intensitet = tydelig sollukt
Emmenluk	Relateres til en ufrisk, kvalmende lukt
	Ingen intensitet = ingen emmenluk
	Tydelig intensitet = tydelig emmenluk

SMAK	
Syrligsmak	Relateres til en frisk smak som skyldes organiske syrer
	Ingen intensitet = ingen syrlig smak
	Tydelig intensitet = tydelig syrlig smak
Søtsmak	Relateres til grunnsmaken søt (sukrose)
	Ingen intensitet = ingen søt smak
	Tydelig intensitet = tydelig søt smak
Saltsmak	Relateres til grunnsmaken salt (NaCl)
	Ingen intensitet = ingen saltsmak
	Tydelig intensitet = tydelig saltsmak
Bittersmak	Relateres til grunnsmaken bitter (koffein)
	Ingen intensitet = ingen bitter smak
	Tydelig intensitet = tydelig bitter smak
Umamismak	Relateres til grunnsmaken umami (natriumglutamat)
	Ingen intensitet = ingen umami smak
	Tydelig intensitet = tydelig bitter smak
Smørsmak	Relateres til smaken av meierismør
	Ingen intensitet = ingen smørsmak
	Tydelig intensitet = tydelig smørsmak
Melkesmak	Relateres til smaken av melk (f.eks H-melk)
	Ingen intensitet = ingen melkesmak
	Tydelig intensitet = tydelig melkesmak
Modensmak	Relateres til smak av en vellagret, godt utviklet ost
	Ingen intensitet = ingen modensmak
	Tydelig intensitet = tydelig modensmak
Syrnetmelksmak	Relateres til meieriprodukter som er syrnet med bakteriekultur
	Ingen intensitet = ingen syrnetmelksmak
	Tydelig intensitet = tydelig syrnetmelksmak

Metallsmak	Smak av metall (ferrosulfat)
	Ingen intensitet = ingen metallsmak
	Tydelig intensitet = tydelig metallsmak
Solsmak	Relateres til fotooksidasjon, som når melk har vært utsatt for lyspåvirkning
	Ingen intensitet = ingen solsmak
	Tydelig intensitet = tydelig solsmak
Besk smak	Relateres til en skarp/bitter smak i meieriprodukter (for eksempel lagret cottage cheese/gulost)
	Ingen intensitet = ingen besk smak
	Tydelig intensitet = tydelig besk smak
Fjøs smak	Relateres til en smak av fjøs
	Ingen intensitet = ingen fjøs smak
	Tydelig intensitet = tydelig fjøs smak

TEKSTUR	
Hardhet	Mekanisk teksturegenskap relatert til kraften som må til
	For å bite gjennom prøven med jekslene (1.bitt)
	Ingen intensitet = ingen hardhet, lite kraft må til
	Tydelig intensitet = tydelig hardhet, mye kraft må til.
Saftighet	Overflateteksturell egenskap som beskriver væske absorbert eller avgitt fra et produkt. Væske avgitt fra prøven, bedømt etter 7-8 tygg.
	Ingen intensitet = Ingen saftighet, ingen væske avgitt fra prøven
	Tydelig intensitet = Tydelig saftighet, tydelig mengde væske avgitt fra prøven
Fethet	Følelse av mengde fett i produktet, fet fornemmelse av
	prøven i munnen
	Ingen intensitet = ingen fethet
	Tydelig intensitet = tydelig fethet
Klebrighet	Mekanisk teksturegenskap relatert til kraften som skal til for å fjerne
	et stoff som kleber, klistrer seg fast i munnen.
	Ingen intensitet = ingen klebrighet
	Tydelig intensitet = tydelig klebrighet
Kornethet	Geometrisk teksturegenskap knyttet til sanseoppfatningen av
	partikkelstørrelse og partikkelform i et produkt.
	Ingen intensitet = ingen kornethet
	Tydelig intensitet = tydelig kornethet
Gummiaktig	Egenskap relatert til kohesjonen til et mørt produkt. Anstrengelsen
	som kreves for å finfordele produktet til en tilstand klar for svelging
	Ingen intensitet = ingen gummiaktighet
	Tydelig intensitet = tydelig gummiaktighet
Astringens	En kompleks følelse (tørrhetsfølelse), snurping av huden
	eller slimhinner i munnen
	Ingen intensitet = ingen astringens
	Tydelig intensitet = tydelig astringens



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway