



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2022 30 stp.

Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap

Somatiske celler i geitemelk og betydning for produktkvalitet hos Feta-type ost

The impact of somatic cells in goat milk on product
quality in a Feta-type cheese

Elise Øyjordsbakken Gustavsen

Matvitenskap – Produksjon og utvikling av næringsmidler

Forord

Jeg er vokst opp på landet med stor hage, og et melkefjøs og salatgartneri som omtrent nærmeste nabo. Om sommeren beitet sau og lam rundt hytta på fjellet. Dette har nok bidratt til at jeg er så opptatt av mat og matlaging i dag. Jeg fant også tidlig en fasinasjon for matproduksjon. Valget etter videregående var derfor lett, Matvitenskap ved NMBU. Denne oppgaven, og prosjektet oppgaven tilhører betyr mye for mange geitebønder i Norge, og det er derfor med skrekkblandet fryd at jeg får ta del i et slikt fremtidsrettet og bærekraftig prosjekt. Og selv hadde jeg ikke smakt geitemelk før jeg kjøpte en kartong før først ysting.

Å skrive masteroppgave har vært en lærerik prosess, hvor jeg har bevist for meg selv at jeg er strukturert, målrettet, kan planlegge og følge en tidsplan.

Jeg vil rette en stor takk til veilederne mine Siv Skeie og Beate Bjørgan for god veiledning og oppfølging det siste året. I tillegg har Beate alltid vært tilgjengelig for spørsmål og innført meg i både ysteprosessen og pilotanlegget. Jeg vil også takke Ola Tjøland og Marius Normann for hjelp under ystingene, og for alle de artige samtalene vi har hatt sammen. På labben har jeg fått god støtte av både May Helene Aalberg og Kari Olsen. Dere har motivert meg og er grunnen til at det er så god stemning på labben. I tillegg må jeg takke samboeren min for god oppmuntring underveis og for veldig god hjelp med den statistiske databehandlingen. En takk også til mine 10 fantastiske sensorikdommere.

Jeg har spist mye Feta-type ost det siste halvåret, og delt ut til klassekamerater og venner, med bare gode tilbakemeldinger. Jeg tror derfor at det norske markedet er klar for en norsk Feta-type ost produsert av geitemelk. Og jeg er nå klar for å møte arbeidslivet!



Figur 1. Gresk salat (Karavela restaurant, u.å.)

Mai 2022, Ås

Elise Øyjordsbakken Gustavsén

Sammendrag

Geitemelk produsert på utmarksbeite har tidligere vært utfordrende å utnytte. Melken hadde et høyt innhold av somatiske celler (SCC), frie fettsyrer, en syrlig harsk smak, lavt innhold av protein og fett, dårlige koaguleringssegenskaper og et lavt osteutbytte. Melken kunne dermed ikke benyttes til osteproduksjon av hvite geitemelksoster i perioder av laktasjonen. Gjennom forskning og avlsprogrammer har den norske geitemelken blitt betydelig bedre, men fortsatt er høyt celletall en utfordring som må løse.

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke hvordan celletall i geitemelk påvirker kaseinnedbrytning og osteutbytte, og derav kvaliteten til en Feta-type ost. Dette ble undersøkt ved å yste Feta-type ost av geitemelk fra to gårder (G1 og G3) ved fire beitetidspunkter; før fjellbeiteslipp (A), første melkelevering etter fjellbeiteslipp (B), midtveis i fjellbeite (C) og ved brunst (D). En rekke kjemiske analyser og en subjektiv sensorisk profileringsanalyse ble utført for å bedømme ostekvalitet.

Resultatene viste at plasminaktiviteten var høy under kjølelagring av rå melk med høyt celletall. Den eldste melken var kjølelagret i 5 dager før ysting. Plasminaktiviteten førte til en større hydrolyse av β - og α_{s2} -CN i melk med høyt celletall. Det ble også vist at høyt celletall hadde en sammenheng med lavere osteutbytte i melken fra gård G1.

Under modning av osten har plasminaktiviteten vært lav, da ostens pH er lav (4,75) og plasmin har sitt pH-optimum ved 7,4-7,5. Chymosin og chymosin-lignende proteaser som cathepsin B, cathepsin D og elastase, har et lavere pH-optimum. Disse har derfor hatt en høyere aktivitet under modningen av Feta-type ost. Enzymene har hydrolysert α_{s1} -CN til α_{s1} -1-CN, i tillegg til hydrolyse av β -CN og α_{s2} -CN. Hydrolysen av α_{s1} -CN har ikke hatt en sammenheng med høyt celletall. I ostene med størst proteolytisk aktivitet, var også innholdet av frie aminosyrer og flyktige aromakomponenter høyest.

Det kan konkluderes med at geitemelk med høyt celletall kan brukes til produksjon av en bærekraftig Feta-type ost med høy kvalitet, lang holdbarhet og god smak. Med kun noe videreutvikling av ostens teksturattributter, er det mulig at osten kan konkurrere med den importerte Fetaosten. Videre vil det vært interessant å sammenligne Feta-type ost laget av både fersk og lagret melk, samt melk der en kan kontrollere for lavt og høyt celletall.

Abstract

Goat milk produced on rangeland/mountain pastures has previously been challenging to utilize, as the milk often had a high content of somatic cells (SCC), a high content of free fatty acids, a sour rancid taste, low content of protein and fat, poor coagulation properties and a low cheese yield. Milk from certain periods of lactation was thus unsuitable for white goat cheese production. Through research and breeding programs, Norwegian goat milk has been significantly improved, with high SCC levels being the only remaining challenge.

The purpose of this thesis was to investigate how SCC levels in goat's milk affect the casein degradation and cheese yield, and hence the quality of a Feta-type cheese. This was investigated by making Feta-type goat milk cheese from two farms (G1 and G3) at four grazing times: before mountain grazing (A), first milk delivery after mountain grazing (B), midway in mountain grazing (C) and during oestrus (D). The cheeses were subjected to a series of chemical analyses and a subjective sensory profiling analysis to determine quality.

The results showed that the plasmin activity was high during cold storage of raw milk with a high cell number. The oldest milk was stored for 5 days before cheese-making. The plasmin activity led to a greater hydrolysis of β - and α_{s2} -CN in the milk with high cell counts. It was also shown that high cell numbers were associated with lower cheese yield in the milk from farm G1.

During maturation of Feta-type cheese the plasmin activity was low, as the cheese has a low pH (4,75), and plasmin has a pH optimum of 7.4-7.5. Chymosin and chymosin-like protease enzymes, such as cathepsin B, cathepsin D and elastase, have a lower pH optimum. These enzymes had a higher activity during the maturation of the Feta-type cheese. The enzymes hydrolyzed α_{s1} -CN to α_{s1} -1-CN, in addition to hydrolysis of β -CN and α_{s2} -CN. The hydrolysis of α_{s1} -CN was not associated with high SCC. In the cheeses with greater proteolytic activity the content of free amino acids and volatile aroma components was also high.

It can be concluded that goat milk with a high cell count can be used to produce a sustainable Feta-type cheese with high quality, long shelf life and good taste. With only some further development of the cheese's textural attributes it is possible that the cheese can compete with imported Feta cheese. Furthermore, it would be interesting to compare Feta-type cheese made from fresh and aged milk with controlled levels of SCC.

Innhold

Forord.....	I
Sammendrag.....	II
Abstract	III
1 Innledning.....	1
1.1.1 Geitehold og celletall.....	1
1.2 Hvorfor Fetaost?.....	2
1.3 Hensikten med oppgaven	2
2 Teori	3
2.1 Geiter og geitemelk	3
2.1.1 Geitemelkens sammensetning	4
2.2 Endring av det genetiske materialet hos den norske geita.....	6
2.3 Somatiske celler og celletall.....	7
2.3.1 Hva er somatiske celler?.....	7
2.3.2 Hvordan påvirker beiting SCC?	8
2.4 Melkens sammensetning og påvirkning av kjølelagring	9
2.4.1 Psykrotrofe bakterier	9
2.4.2 Lipider	10
2.4.2.1 Lipolyse	11
2.4.3 Proteiner	12
2.4.3.1 Proteolyse	12
2.4.3.2 Plasmin	13
2.4.3.3 Chymosin.....	15
2.5 Tradisjonell Fetaost	16
2.6 Ysteteknologi Feta.....	17
2.6.1 Ystemelken.....	17
2.6.2 Syrekultur	17
2.6.3 Koagulering og geldanning	18
2.6.4 Synerese, overføring til former og pressing	19

2.7	Sensorisk analyse	20
2.7.1	Profilering.....	20
3	Materialer og metoder	21
3.1	Forsøksdesign.....	21
3.2	Ysteprosessen.....	23
3.2.1	Flytskjema ysteprosessen	23
3.2.2	Prøveyusting.....	24
3.2.3	Hovedforsøket	25
3.2.3.1	Syrekultur, standardisering og pasteurisering	25
3.2.3.2	Løpetilsetning, skjæring og mysedrenering.....	26
3.2.3.3	Oppdeling, salting, pakking og modning.....	27
3.3	Analyser	27
3.3.1	Prøveuttak under ystingen	27
3.3.2	Analyseplan	28
3.3.3	Mikrobiologiske analyser	29
3.3.4	Kjemiske analyser	29
3.3.4.1	Tørrestoff.....	29
3.3.4.2	pH.....	30
3.3.4.3	Frie aminosyrer.....	30
3.3.4.4	Flyktige aromakomponenter.....	30
3.3.4.5	Organiske syrer og karbohydrater	31
3.3.4.6	Saltinnhold (NaCl).....	32
3.3.4.7	Total nitrogen (TN) og protein	32
3.3.4.8	Kapillærelektroforese (CE).....	32
3.3.5	Sensorisk analyse.....	33
3.3.5.1	Profilering.....	33
3.3.6	Databehandling.....	34
3.3.6.1	Databehandling kjemiske analyser	34
3.3.6.2	Databehandling sensorisk analyse	35

3.4	Feiltagelser og avvik under ysting.....	36
4	Resultater.....	37
4.1	Melke kvalitet.....	37
4.1.1	Celletall i tankmelken.....	37
4.1.2	Sammensetning av rå melk, ystemelk og myse.....	38
4.1.3	Organiske syrer og karbohydrater i ystemelk og myse.....	41
4.2	Ysterresultater.....	44
4.2.1	Syrningsforløp.....	44
4.2.2	Løpningstid.....	44
4.2.3	Mikrobiologisk.....	45
4.2.3.1	Koliforme bakterier.....	45
4.2.3.2	Gjær.....	45
4.2.4	Osteutbytte.....	46
4.3	Modnet ost.....	48
4.3.1	Tørrstoff.....	48
4.3.2	Proteininnhold.....	49
4.3.3	Salt.....	49
4.3.4	pH.....	50
4.3.5	Organiske syrer og karbohydrater i modnet ost.....	51
4.3.6	Kaseinnedbrytning.....	55
4.3.7	Frie aminosyrer.....	57
4.3.8	Flyktige aromakomponenter.....	60
4.4	Sensorisk analyse.....	62
5	Diskusjon.....	66
5.1	Effekt av gård.....	66
5.2	Effekten av beitetidspunkt.....	71
5.3	Konklusjon og forslag til videre arbeid.....	74
6	Referanser.....	75
7	Vedlegg.....	78

7.1	Standardisering.....	78
7.2	Tørrstoff (%)	78
7.3	Saltinnhold (%)	78
7.4	Total nitrogen (%) og protein (%).....	78
7.5	Syrningsforløp.....	79
7.6	Løpningstid.....	80
7.7	Statistikkresultater	81

1 Innledning

Geiter er aktive og spreke drøvtyggere som ferdes i utmark og fjellområder, der de fleste andre husdyr ikke kan ferdes. I tillegg er geiter et bærekraftig alternativ til melkekuer. Geiter bidrar til å holde kulturlandskapet nede ved å beite på busker og trær. Geitenæringen er derfor viktig i områder der det er vanskelig å drive kumelkproduksjon (Kvamsås, 2018).

Den norske geitemelken har tidligere vært kjent for en syrlig harsk smak, grunnet en mutasjon i det genetiske materialet hos de norske geitene. Mutasjonen førte til ingen eller lav syntese av α_{s1} -kasein (CN). Geitemelken produsert av geitene med denne genvarianten hadde høyt innhold av somatiske celler og frie fettsyrer, og det var det høye innholdet av fettsyrene som ga den syrlige harske smaken. I tillegg hadde denne melken lavere fett-, protein- og laktoseinnhold og dårlige koaguleringssegenskaper. Den harske smaken var ofte så sterk mot slutten av beiteperioden, at melken ikke kunne brukes til osteproduksjon. Gjennom en ny avlsstrategi og avlsprogrammet «Friskare Geit», har kvaliteten på den norske geitemelken blitt betydeligere bedre og et unikt råstoff til hvite geitemelksoster (Skeie, 2014).

1.1.1 Geitehold og celletall

I Norge er geitemelkproduksjonen, med noen få unntak, lagt opp til samlet kjeing i januar-mars. Dette gir høyest produserte melkemengde i mai. Melkegeitenes laktasjonsperiode strekker seg fra januar-mars til oktober-november, som medfører at vi i Norge har tilgang på geitemelk fra omtrent januar til november (Ådnøy, 2014). I Norge er geitenæringen substituert og tilskudd fås etter antall geiter (Landbruksdirektoratet, 2022) og bidrag til beite (Landbruksdirektoratet, 2020). Dette er med på å stimulere til bruk av utmarksbeite og holde vegetasjonen i landskapet nede (Ådnøy, 2014).

Somatiske celler (SCC) i melk består av nøytrofile, makrofager, epitelceller (melkeproduserende celler i juret) og leukocytter (hvite blodceller) (Kelly & Larsen, 2021). Somatiske celler måles i melken som celletall per mL melk. Geiter har et naturlig høyere celletall enn kuer. Et forhøyet celletall hos geiter betyr ikke nødvendigvis akutt mastitt, som det gjør hos kuer. Mastitt er en betennelse/inflammasjon i juret (Inglingstad, 2020). Somatiske celler inneholder proteolytiske og lipolytiske enzymer som igjen kan angripe melkens innhold. Plasmin er den viktigste proteasen som finnes i melk og bryter ned β -CN og α_{s2} -CN til mindre peptider under lagring av melk og modning av ost (Kelly & Larsen, 2021). Geitemelk inneholder mer β -CN enn kumelk (Park et al., 2007). Nedbrytningen av kaseinet reduserer

osteutbytte og danner peptider og aminosyrer som videre kan bli enzymatisk nedbrutt til bitre og andre smakskomponenter i osten. Høyt celletall medfører dermed dårligere ysteteknologiske egenskaper, og et sluttprodukt med kort holdbarhet og dårlig kvalitet (Skeie, 2014). Ikke minst får bonden nedsatt betaling, samt at geitemelken ender opp som dyrefôr. Et mer bærekraftig og samfunnsøkonomisk alternativ ville vært om proteinene kunne brukes til menneskemat og geitenæringen ble høyere verdsatt.

1.2 Hvorfor Fetaost?

Feta-type ost er en ideell ost å produsere av geitemelk da det er en enkel ost å lage og jobbe med. Osten har også tradisjonelt mye smak, kort modningstid og er et produkt som i dag hovedsakelig importeres til Norge med unntak av noen gårdsysterier. Nordmenn har aldri vært mer opptatt av god og sunn, næringsrik, bærekraftig og kortreist mat som nå. En Feta-type ost av norsk geitemelk hadde nok derfor blitt tatt godt imot av forbrukeren.

Feta er en hvit, myk, salt og litt syrlig gresk ost, tradisjonelt produsert av upasteurisert sauemelk eller en blanding av sauemelk, kumelk og geitemelk, men da maks 30% geitemelk (Robinson & Tamime, 1996). I Norge har geitemelk tradisjonelt blitt brukt til produksjon av brunost. Brunostkonsumet går ned, og interessen for løpe- og syrefelte hvite geitemelksoster har økt betydelig det siste ti-året. Høyt celletall gir høy plasminaktivitet, og plasmin har sitt aktivitetsoptimum ved pH 7,4-7,5 og 37°C. Feta er en ost med lav pH (cirka 4,2 (Fox et al., 2017)), og lav ettervarmingstemperatur (30°C). Det sure miljøet til osten kan dermed kanskje redusere plasminaktiviteten og kaseinnedbrytningen.

1.3 Hensikten med oppgaven

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke hvordan celletall i geitemelk påvirker kaseinnedbrytningen og osteutbytte, og derav kvaliteten til en Feta-type ost, laget av geitemelk fra to gårder ved fire beitetidspunkter; før fjellbeiteslipp, første melkelevering etter fjellbeiteslipp, midtveis i fjellbeite og ved brunst. Ostens kvalitet skal bedømmes ved bruk av en rekke kjemiske analyser og en sensorisk profileringsanalyse. Hypotesen er at økt celletall gir økt plasminaktivitet, og dermed ha en innvirkning på nedbrytningen av β -kasein. Den økte enzymatiske aktiviteten kan påvirke andelen bitre peptider i osten, redusere ostens modningstid, og forhåpentligvis gi økt anvendelse av geitemelk med høyt celletall. Dette vil igjen stimulere til bærekraft ved bruk av mer utmarksbeite.

2 Teori

2.1 Geiter og geitemelk

Antall melkegeiter har blitt omtrent halvert de siste 30 årene. I 1990 var det registrert 65 980 melkegeiter i Norge, mens det per 1. mars 2021 var registrert 35 972 melkegeiter (SSB, 2022), som er en nedgang på cirka 45%. I 2021 ble det levert 18,9 millioner liter geitemelk til meierisamvirket TINE SA (TINE, 2022), mens det i 2010 ble levert 20 millioner liter (TINE, 2011). Av all geitemelk produsert, regnes det med at omtrent 13% ikke leveres til meieriene, men går til gårdsysterier og fôring av killinger. Over 800 tonn geitemelk går til gårdsysting hvert år (Ådnøy, 2014).

I Norge har geitemelk tradisjonelt blitt brukt til produksjon av brunost. Brunost er en søt, brun mysost, bestående av både ku- og/eller geitemelk. Mysen ble skilt fra kaseinet ved bruk av løpe-enzym. Tidligere ble kaseinet videreprosessert til natriumkaseinat, eller gitt som dyrefôr (Skeie, 2014). Brunostkonsumet går ned. I 2007 var brunostkonsumet per person per år på 2,06 kg, mens det i 2020 var redusert til 1,66 kg per år (melk.no, 2021). Samtidig er det en økende interesse for syre- og løpefelte geitoster, og geitemelk som råstoff har tidligere ikke hatt god nok kvalitet til produksjon av slike oster (Inglingstad et al., 2014). Årsaken til dette var at geitemelken manglet α_{s1} -kaseinet, hadde et høyt innhold av frie fettsyrer, høyt celletall og en syrlig harsk smak (Skeie, 2014).

TINE har mottakspått på melk i Norge, og bruker et betalingssystem etter kvalitetsklasser. Tabell 1 viser hvilke grenseverdier av celletall, bakterier, frie fettsyrer og tørrstoff som inngår i de fire ulike kvalitetsklassene som geitemelk rangeres etter. Tørrstoff er alle komponentene i melken som ikke er vann, hovedsakelig protein, fett og laktose (Walstra et al., 2006). Elitemelk er den høyeste kvalitetsklassen.

Tabell 1. Grenseverdiene for celletall, antall bakterier, frie fettsyrer (FFA) og tørrstoff i geitemelk til de fire ulike kvalitetsklassene til TINE (TINE, 2020).

	Elitemelk	1. klasse	2. klasse	3. klasse
Celletall (SCC/mL)	≤1 200 000	1 201 000 -1 400 000	1 401 000 -1 750 000	>1 750 000
Bakterier (antall/mL)	≤ 100 000	101 000 – 150 000	151 000 – 175 000	>175 000
FFA* (mmol/L)	≤ 1,1	1,2 - 1,4	1,5 – 1,7	>1,7
Tørrstoff**	Tillegg for >11%, trekk for <11% TS.			

*Ekstra pristillegg for <1,0 mmol/L FFA. **Summen av innholdet av protein, fett og laktose i melken.

2.1.1 Geitemelkens sammensetning

Primæroppgaven til geitemelk er å dekke næringsbehovet til geitekillingene. Melkens sammensetning endres derfor gjennom laktasjonsperioden etter deres behov, samtidig som den påvirkes av ytre faktorer som rase, individ, fôr, beite, årstid, antall laktasjoner, laktasjonstidspunkt og jurhelse (Park et al., 2007). Kunnskap om melkens kjemiske sammensetning er avgjørende for å produsere en ost av høy kvalitet. I Norge er laktasjonen til melkekuer spredt utover året for å sikre en helårsproduksjon av kumelk. Dette gir en nokså stabil melkesammensetning gjennom året. Ved ysting av sauemelk og geitemelk må derimot sammensetningen tas hensyn til, da tilgjengeligheten er begrenset og sammensetningen varierer i stor grad.

Tabell 2 viser en oversikt av gjennomsnittlig sammensetning av protein, fett, laktose og tørrstoff i sauemelk, sammenstilt med de samme komponentene i geitemelk og kumelk over en 10 års utvikling.

Tabell 2. Gjennomsnittlig innhold (%) av protein, fett, laktose og tørrstoff i spansk sauemelk, og innholdet i geitemelk og kumelk fra 2011, 2016 og 2021.

	Sauemelk	Geitemelk			Kumelk		
%	2008	2011	2016	2021	2011	2016	2021
Protein	6,59 ^d	3,04 ^a	3,21 ^b	3,36 ^c	3,35 ^a	3,42 ^b	3,50 ^c
Fett	9,30 ^d	3,95 ^a	4,24 ^b	4,50 ^c	4,10 ^a	4,27 ^b	4,38 ^c
Laktose	4,48 ^d	4,32 ^a	4,52 ^b	4,50 ^c	4,61 ^a	4,74 ^b	4,72 ^c
Tørrstoff*	20,37 ^d	11,31 ^a	11,97 ^b	12,36 ^c	12,06 ^a	12,43 ^b	12,60 ^c

*Summen av protein, fett og laktose. Tallene er hentet fra: ^a(TINE, 2012), ^b(TINE, 2017a), ^c(TINE, 2022) og ^d(Jaramillo et al., 2008).

Tabellen viser at innholdet av protein, fett, laktose og tørrstoff har vært høyere i kumelk enn i geitemelk fra 2011 til 2021, med unntak av fett i 2021. Sauemelk inneholder en del mer protein, fett og tørrstoff enn geitemelk og kumelk, mens innholdet av laktose er nokså likt mellom drøvtyggerne. Utviklingen fra 2011 til 2021 viser at innholdet av protein, fett, laktose og tørrstoff har økt i både geitemelk og kumelk. Laktoseinnholdet gikk ned med 0,02% fra 2016 til 2021 i begge melketyper. For både sauemelk og geitemelk er det kjent at andelen fett, protein, tørrstoff og mineraler øker mot slutten av laktasjonsperioden, mens laktoseinnholdet reduseres (Park et al., 2007).

Kumelk kan skilles fra geitemelk og sauemelk ut ifra fargen på melken. Melkefettet i kumelk inneholder karotenoidet β -karoten. β -karoten gjør kumelken noe gulaktig, mens geitemelk og sauemelk er helt hvit da de ikke inneholder β -karoten (Walstra et al., 2006).

Kumelk, geitemelk og sauemelk inneholder 0,7, 0,8 og 0,9 % aske (Park et al., 2007). Aske er det som blir igjen etter at tørrstoffet har blitt forasket, og består av mineraler (Hagenes, 2010). Økt askeinnhold gir en høyere bufferkapasitet da molekylkonsentrasjonen i melken øker.

2.2 Endring av det genetiske materialet hos den norske geita

Den norske geitemelken egnet seg tidligere ikke til produksjon av høykvalitets- løpe- og syrefelte geitemelksoster. Dette var fordi geitemelken hadde en syrlig harsk smak, dårlig koaguleringssegenskaper og ga lavt osteutbytte. Hovedgrunnen var at geitene hadde lav eller ingen syntese av α_{s1} -CN. Dette kom av en mutasjon i ekson 12 D allelen, på syntesen av α_{s1} -CN (CSN1S1) (Skeie, 2014). 70% av den norske geitebestanden ble registrert med denne genvarianten i 2007 (Devold et al., 2010). CSN1S1 ga melk med lavere fett-, protein- og laktoseinnhold, dårligere koaguleringssegenskaper, økt melkemengde og en syrlig harsk smak som var sterkt korrelert med høyt innhold av frie fettsyrer. I tillegg var kaseinmicellene større i melk fra CSN1S1-geiter. Store kaseinmiceller kan holde på mer vann, og dette resulterte i ost med høyere vanninnhold, sammenlignet med ost laget av geitemelk med et høyt innhold av α_{s1} -CN. Den harske smaken var ofte så sterk mot slutten av beiteperioden, at melken ikke kunne brukes til osteproduksjon. Ut ifra alle de nevnte dårlige egenskapene ble det i 2007 startet en ny avlsstrategi for geit, for å øke syntesen og innholdet av α_{s1} -CN i geitemelk og dermed øke kvaliteten på geitemelken (Skeie, 2014).

Geitehelse og hygiene har også hatt fokus gjennom avlsprogrammet «Friskare Geit», som pågikk fra 2001 til 2015 (Smistad et al., 2021). Programmet skulle utrydde de 3 kronisk smittsomme geitesykdommene; Caprin artritt-encefalitt virus (CAE), Byllesyke (Caseous lymphadenitis (CLA)) og Paratuberkulose (Johnes disease) (Skeie, 2014; Smistad et al., 2021; Ådnøy, 2014). Bøndene som ikke deltok i avlsprogrammet, fikk en lavere betaling på melken. Det ble utført en sanering og geitekillingene ble føret opp på morsmelkerstatning. Programmet resulterte i friskere geiter, en høyere melkeproduksjon (Ådnøy, 2014) og reduserte det gjennomsnittlige celledtallet med 1 500 000 SCC/mL (Skeie, 2014).

Geitemelk som råstoff har dermed gjennom avlsprogrammet «Friskare Geit» og den nye avlsstrategien i 2007 blitt betydelig bedre. Fra 2001 til 2013 hadde proteininnholdet økt fra 2,69 til 3,08%, og fettinnholdet fra 3,55 til 4,09% (Skeie, 2014). Økt tørrstoff er positivt korrelert med økt osteutbytte (Ådnøy, 2014). I tillegg ble både geitemelkens koaguleringssegenskaper- og ostens lagringsegenskaper bedret. Mengden frie fettsyrer i melken ble redusert, og reduserte dermed også den syrlige harske smaken på melken (Skeie, 2014).

2.3 Somatiske celler og celletall

2.3.1 Hva er somatiske celler?

Somatiske celler (SCC) i melk består av nøytrofiler, makrofager, epitelceller (melkeproduserende celler i juret) og leukocytter (hvite blodceller) som befinner seg i juret (Kelly & Larsen, 2021). Epitelcellene er den viktigste celle-forsvarslinjen til brystkjertlene i juret (Talukder & Ahmed, 2017), og forhindrer at bakterier og andre fremmedlegemer kommer inn i brystkjertlene og videre ut i blodbanen. Melkeepitelcellene produserer melk i juret, og finnes naturlig i melken da gamle celler jevnlig slites av og erstattes av nye (Inglingstad, 2020). Leukocytene inngår i dyrets immunforsvar og strømmer fra blodet og over i melken for å bekjempe inflammasjon og betennelsesproteiner fra for eksempel skader og rift på eller i juret. Leukocytter inneholder enzymer som kan bryte ned bakterier ved en infeksjon. Enzymene kan også gå til angrep ved å bryte ned melkens komponenter, særlig kasein. Dette resulterer i ost med dårligere kvalitet, kortere holdbarhet, redusert osteutbytte, og en ostemasse med høy og ustabil vannbindingsevne (Kismul, 2014).

TINE analyserer celletall med et Bentley FTS/FCS instrument (Bentley Instrument Inc.) (Smistad et al., 2021). Analysen utføres med et fargestoff og «flow cytometry» teknologi. DNAet til de somatiske cellene blir farget og en sensor kan ved hjelp av refleksjon av fluorescens lys fra disse, skille somatiske celler fra partikler og bakterier (TINE, u.å.). Celletall brukes som en indikator på jurhelse og melkekvalitet hos ku, hvor celletallet anses å være direkte linket til mastitt (Chen et al., 2010).

Mastitt er en inflammasjon i juret som kan gi økt antall somatiske celler i melken (Walstra et al., 2006). Høyt celletall hos melkegeiter er sjeldent grunnet akutt mastitt. Geiter har et naturlig høyere celletall i melken enn ku. Det kan virke som om celletallet hos geiter er mer påvirket av fysiologiske faktorer som antall laktasjoner, sesong, laktasjonstidspunkt, brunst og stress, enn for ku (Smistad et al., 2021). Av mastitt-typene er subklinisk (skjult) mastitt vanligst hos geiter og årsaken er ofte *Non-aureus* staphylococci, mens *Staphylococcus aureus* er den vanligste patogene bakterien funnet hos geiter. Likevel anses bakteriell intramammære infeksjoner som viktigste årsak til høyt celletall over lengre tid (Smistad et al., 2021).

Geitemelk med høyt celletall har ofte et lavere fettinnhold og et høyere innhold av myseproteinene serumalbumin og immunglobulin. I tillegg er det vist at høyt celletall ofte også gir et høyere innhold av frie fettsyrer i geitemelksost (Skeie, 2014). Ferskost laget av geitemelk med lavt celletall ($<5 \times 10^5$ SCC/mL) ga en hardere ost, enn ost laget med middels mengde

celletall ($5\text{-}10 \times 10^5$ SCC/mL) og høyt celletall ($10\text{-}15 \times 10^5$ SCC/mL) (Chen et al., 2010). På våren under inneføringen kan det se ut til at unge geiter med et celletall $>800\ 000$ SCC/mL, ofte får et forhøyet celletall senere i laktasjonen (Inglingstad, 2020).

I Norge har TINE satt en øvre grense for celletall i elitemelk til $230\ 000$ SCC/mL hos ku, og $1\ 200\ 000$ SCC/mL hos geit (TINE, 2017b). Normalt celletall i geitemelk er mellom $200\ 000$ og $1\ 000\ 000$ SCC/mL (Skeie, 2014), men er normalt $<200\ 000$ SCC/mL gjennom laktasjonen hos friske geiter. Ved mikrofiltrering kan filteret lettere gå tett av melk med høyt celletall (Kismul, 2014).

2.3.2 Hvordan påvirker beiting SCC?

Klimaet i et langstrakt land som Norge tillater sommerbeite fra omtrent juni til september og noen geitebønder benytter seg av dette 1-3 måneder av sommeren (Ådnøy, 2014).

Av all geitemelk produsert i Norge i 2019, var 30% produsert på utmarksbeite (Smistad et al., 2021). Det er kjent at celletallet i geitemelk øker med antall laktasjoner og utover laktasjonsperioden. Celletallet og den harske smaken øker i slutten av beiteperioden, samtidig som innholdet av fett og protein reduseres. Beite påfører også høyere aktivitet og bevegelse for juret, og sår, risp og småskader som kan oppstå kan øke celletallet (Inglingstad, 2020).

Ysting av geitemelk fra tidlig i beitesesongen gir ifølge Inglingstad et al. (2014); høyere melkeutbytte, større kaseinstørrelse, økt mengde α_{S2} -CN og kalsium, kortere koaguleringsstid og et fastere koagel, sammenlignet med ysting av melk fra sent i beitesesongen. I tillegg skårer ost laget av melk som er innhentet tidlig i beitesesongen høyest i sensorisk testing. Melk fra sent i beitesesongen gir ost med dårligere kvalitet, osteutbytte og økt vanninnhold i osten (Fekadu et al., 2005).

2.4 Melkens sammensetning og påvirkning av kjølelagring

Melk skal lagres kaldt, $<5^{\circ}\text{C}$. Den lave temperaturen bidrar til økt holdbarhet på melken ved å forhindre vekst av forringende mikroorganismer, og dermed påvirke ystingsegenskapene og ostens kvalitet (Kelly & Larsen, 2021).

2.4.1 Psykrotrofe bakterier

Selv om melk kjølelagres, kan det forekomme vekst av psykrotrofe bakterier. Psykrotrofe bakterier vokser ved kjøleskaptemperatur og har sitt temperaturoptimum $<20^{\circ}\text{C}$ (Fox et al., 2017). Disse kan produsere varmemestabile proteiner og enzymer (lipaser og proteaser), som kan forringe kvaliteten på melken, selv etter pasteurisering. De viktigste psykrotrofe bakteriene i melk er *Pseudomonas spp.* og *Bacillus spp.* (Yamazi et al., 2013).

Et forsøk gjort med melk fra brasilianske geiter viste at rå melk lagret >48 timer inneholdt signifikant mer mesofile (aerobe) og psykrotrofe bakterier, sammenlignet med melk lagret i ≤ 24 timer (Yamazi et al., 2013). Fonseca et al. (2013) konkluderte med at geitemelk ikke burde oppbevares i mer enn 3 dager ved 4°C , for å kunne sikre høy kvalitet mot lipolyse i helmelkspulver lagret i 180 dager.

En amerikansk studie med lagring av geitemelk, viste at innholdet av psykrotrofe bakterier økte fra 2,91 CFU/mL i geitemelk fra dag 1 til 150 000 CFU/mL i melk fra dag 6. Det ble registrert en signifikant forskjell i innhold av de frie fettsyrene smørsyre (C4:0) og kaprylsyre (C8:0), men ingen signifikant forskjell i pH, fett, protein, laktose og SCC, i geitemelk lagret >7 dager (Zeng et al., 2007).

2.4.2 Lipider

Lipidene i melk er innesluttet i små fettkuler, med en trippelmembran av fosfolipider, som beskyttelse. Omtrent 98% av melkens lipider består av triglyserider. De resterende lipidene består av blant annet fosfolipider, steroler og kolesterol (Walstra et al., 2006). Fettkulene i geitemelk er gjennomsnittlig mindre (<3,5 µm) enn i kumelk. Mindre fettkuler påvirker at oppfløting av fett ikke skjer like raskt i geitemelk, som i kumelk. Flere, men mindre fettkuler gir også en større relativ overflate enn i kumelk, og muligheten for at for eksempel lipaser kan feste seg til fettkulemembranen øker (Park et al., 2007).

Over 75% av alle fettsyrene i geitemelk består av fettsyrene; C10:0, C14:0, C16:0, C18:0 og C18:1. Geitemelk inneholder en høyere andel kortkjedede og mellomlange fettsyrer, sammenlignet med kumelk. Av de kortkjedede fettsyrene (C4-C8) er forestringen i posisjon sn-3 av glyseroldelen, mens posisjon sn-2 er vanlig for de lengre fettsyrene (>C10). Geitemelk er kjent for å ha et høyt innhold av de kortkjedede fettsyrene; kapronsyre (C6:0), kaprylsyre (C8:0) og kaprinsyre (C10:0) (Park et al., 2007). Innholdet av kapron-, kapryl- og kaprinsyre i melk fra geit, sau og ku er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Innholdet (%) av fettsyrene kapronsyre (C6:0), kaprylsyre (C8:0) og kaprinsyre (C10:0) i melk fra geit, sau og ku.

	Geit	Sau	Ku
C6:0	2,00 ^a	2,90 ^b	1,68 ^c
C8:0	1,96 ^a	2,64 ^b	1,36 ^c
C10:0	7,96 ^a	7,82 ^b	3,16 ^c

Tallene er hentet fra: ^a (Inglingstad, 2016) , ^b (Park et al., 2007) og ^c (Devle et al., 2012).

Ut ifra Tabell 3 inneholder sauemelk mer kapron- og kaprylsyre, enn geitemelk og kumelk. Kapron-, kapryl- og kaprinsyre er fettsyrene som gir den skarpe «geitesmaken» i geitemelken (Walstra et al., 2006). En kombinasjon av høy andel korte fettsyrer og høyt celletall kan gi en bitter smak (Talukder & Ahmed, 2017). I kumelk er det vist at et høyt innhold av særlig fettsyrene, C10:0 og C12:0, kan øke løpningstiden og redusere fastheten til koagelet, da fettsyrene binder Ca²⁺ og gir mindre tilgjengelig Ca²⁺ til koaguleringen (Skeie, 2014).

2.4.2.1 Lipolyse

Som nevnt kan vekst av psykrotrofe bakterier forekomme under kjølelagring av melk, og frigjøre lipolytiske enzymer (lipaser).

Lipoprotein lipase (LPL) er den mest kjente lipasen i melk og er naturlig til stede i melkens serumfase. Lipolyse er en enzymatisk reaksjon hvor triglyserider hydrolyseres (oppspalting) til glyserol og frie fettsyrer (FFA) under lagring av melk og modning av ost. LPL katalyserer denne reaksjonen. Lipolyse skjer ved 4°C og melkens naturlige pH 6,65 (Inglingstad et al., 2014), og produserer <1,0 mmol FFA per døgn i geitemelk. FFA bidrar direkte til smak i osten, men kan også videre brytes ned til smakskomponenter som metylketoner, sekundære alkoholer, laktoner, estere og tioestere av flere melkesyrebakterier og/eller deres enzymer (Kelly & Larsen, 2021).

Lipase inaktiveres kun delvis av pasteurisering (72°C, 15 sek). Selv om geitemelk har omtrent kun 1/3 av lipaseaktiviteten til kumelk, er geitemelk mer utsatt for spontan lipolyse. Spontan lipolyse er når lipolyse-aktiviteten forsetter etter at melken har blitt kjølt ned til <10°C etter melking, og forårsaker «geitesmaken» (Kelly & Larsen, 2021). Det er ønskelig med så lavt innhold av FFA som mulig i ystemelken, da FFA kan gi en harsk bismak i osten (Skeie, 2014).

Det er først da fettkulmembranen ikke lenger er intakt, at triglyserider lekker ut i serum og er tilgjengelig for LPL. Ødeleggelse av fettkulmembranen kan skje under for eksempel transport eller mekanisk behandling av melken. I kumelk er LPL hovedsakelig bundet til kaseinmicellene, mens den i geitemelk er festet til fettkulens overflate. Lipider i geitemelk er derfor mer utsatt for lipolyse sammenlignet med lipider i kumelk (Kelly & Larsen, 2021). Høyt celletall er korrelert med lipolyse, og det er vist at ost laget av melk med et høyt innhold av SCC (10-15x10⁵ SCC/mL), hadde en høyere lipolyse under ostemodning, sammenlignet med ost laget med et lavt innhold av SCC (<5x10⁵ SCC/mL) (Chen et al., 2010).

Enzymaktiviteten til både lipaser og proteaser øker under lagring av melk. Varmebehandles melken, vil blant annet de psykrotrofe bakteriene som frigjør disse enzymene inaktiveres, og forringelsen av melken reduseres (Skeie, 2014).

2.4.3 Proteiner

Proteinene i melk er delt inn i kasein og myseprotein. Sammensetningen av protein avhenger av blant annet dyrerace, laktasjonstidspunkt, antall laktasjoner, fôr, miljø og jurhelse. Kasein er distribuert i melken som miceller, «bundet sammen» av kalsiumfosfat. Kasein i melk fra sau, geit og ku er delt inn i; α_{s1} -, α_{s2} -, β - og κ -kasein (Park et al., 2007), og fordelingen av de ulike kaseinet i norsk geitemelk er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Innholdet (g/L melk) av de ulike kaseinene (-CN) i norsk geitemelk. Verdiene er et gjennomsnitt av kasein-sammensetningen ved tidlig- og seinlaktasjon (Inglingstad et al., 2014)

	α_{s1} -CN	α_{s2} -CN	β -CN	κ -CN	Total CN
g/L melk	2,61	3,34	12,00	4,33	22,28

β -CN står for litt over halvparten av alt innholdet av kaseinet i geitemelk, etterfulgt av κ -CN, α_{s2} -CN og til slutt α_{s1} -CN. β -CN er det mest hydrofobiske kaseinet, med en polar og en upolar del (amfifilt protein) (Walstra et al., 2006). Under kjølelagring av melk lekker β -CN ut i serum fra kaseinmicellen, og størst lekkasje skjer ved 5°C. I serumfasen er β -CN tilgjengelig for proteolyse av hovedsakelig proteasen plasmin, og β -CN er hovednedbrytningsmålet til plasmin (Kelly & Larsen, 2021). Geitemelk inneholder mer β -CN og κ -CN enn både kumelk og sauemelk, og geitemelk har en større lekkasje av β -CN under kjølelagring enn kumelk (Park et al., 2007).

2.4.3.1 Proteolyse

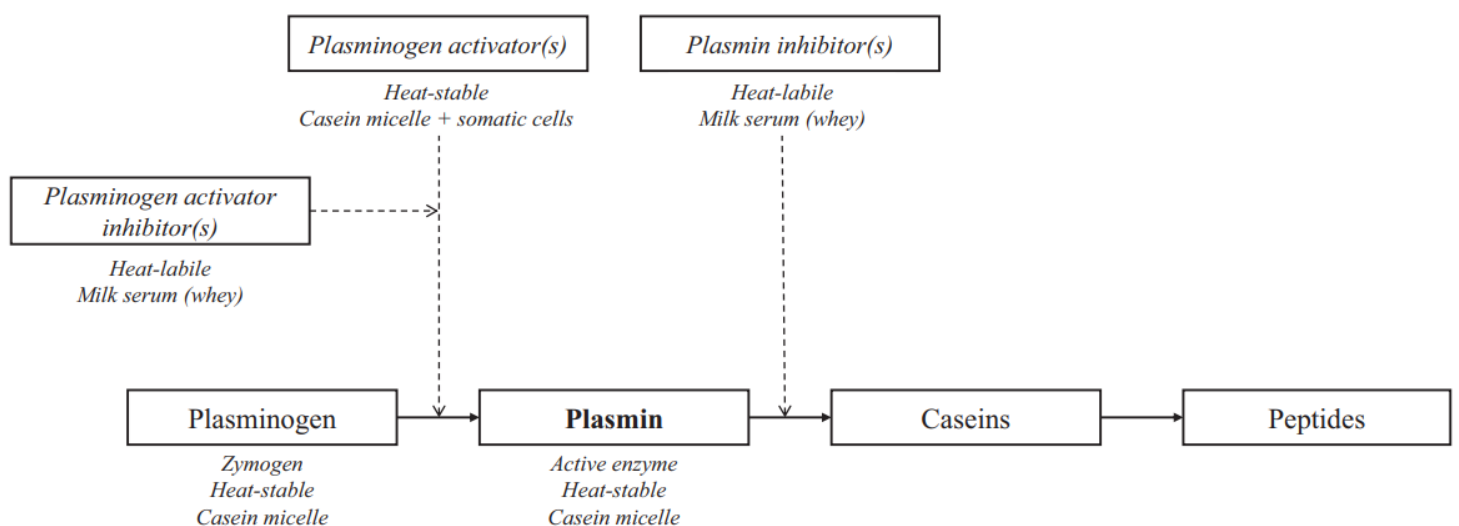
Proteolyse er en kompleks biokjemisk reaksjon og drives av proteaser. Proteaser er naturlig til stede i melken (plasmin), tilsatte melkesyrebakterier i form av syrekultur, tilsatt i løpe (chymosin) og ikke-syrekultur melkesyrebakterier (NSLAB) (Fox et al., 2017). Proteolysen finner sted under kjølelagring av melk og modning av ost. Proteolyse betyr hydrolyse av proteiner til peptider og aminosyrer (Walstra et al., 2006). Proteolyse er essensielt under ostemodning, da ostens tekstur og konsistens endres og viktige aromakomponenter dannes. Aromakomponenter dannes under ostemodning ved at enzymer fra melkesyrebakteriene i syrekulturen kataboliserer små peptider og aminosyrer til aromakomponenter som aminer, syrer, alkoholer, NH_3 , aldehyder, karbonyler og svovelholdige forbindelser. (Fox et al., 2017). Proteolyse av melk kan gi redusert osteutbytte, lengre koaguleringsstid, et svakere koagel og et høyere vanninnhold i osten (Chen et al., 2010). Et høyt innhold av somatiske celler i melk er

forbundet med økt proteolytisk aktivitet, ved frigjøring av en rekke protease-enzymmer (Talukder & Ahmed, 2017).

En sammenligning av geitemelk og kumelk lagret i 48 timer ved 4°C, viste mindre lekkasje av kolloidalt kalsiumfosfat og β -CN hos geit de første 24 timene, sammenlignet med kumelk. Ved lengre lagring enn 24 timer økte andelen løselig kasein med 50%, og løpingstiden ble redusert med 10% i geitemelken. Det ble ikke avdekket noen endring i gel-fasthet og synerese i geitemelk som hadde vært lagret >24 timer. Konklusjonen var at geitemelk blir mindre påvirket av 48 timers kjølelagring enn kumelk, med tanke på ysteegenskaper (Raynal & Remeuf, 2000).

2.4.3.2 Plasmin

Plasmin er den viktigste proteasen i melk. Plasmin har sitt aktivitetsoptimum ved pH 7,4-7,5 og 37°C som er nokså identisk med de fysiologiske forholdene i brystkjertlene. Likevel kan plasmin og plasminogen-aktivatorer være aktive ved kjøleskaptemperatur (Kelly & Larsen, 2021). Enzymet inaktiveres kun delvis ved pasteurisering (Talukder & Ahmed, 2017). Plasminsystemet i geiter er nokså likt systemet i kuer og består av: aktivt enzym (plasmin), inaktivt zymogen (plasminogen), plasminogen-aktivatorer, plasminogen-aktivator inhibitorer og plasmin inhibitorer, og er vist i Figur 2. Plasminogen har sin opprinnelse i blodet, og overføres til melken i brystkjertlene hvor plasminogen omdannes til plasmin av plasminogen-aktivatorer (urokinasetype- og vevstype plasminogen-aktivatorer) (Kelly & Larsen, 2021).



Figur 2. Plasminsystemet i melk, og hvilke komponenter som inngår i reaksjonsforløpet fra plasminogen til nedbrutt kasein (peptider) og (Kelly & Larsen, 2021).

Plasmin hydrolyserer hovedsakelig β -CN etterfulgt av α_{s2} -CN. β -CN hydrolyseres av plasmin til γ -CN (γ_1 -CN, γ_2 -CN og γ_3 -CN) og proteose-peptoner. Plasmin hydrolyserer fortrinnsvis β -CN ved disse 3 spesifikke peptidbindingene; Lys₂₈-Lys₂₉, Lys₁₀₅-His₁₀₆ og Lys₁₀₇-Glu₁₀₈. Hydrolysen av β -CN skjer under kjølelagring av melken, da den lave lagringstemperaturen reduserer løseligheten til kolloidalt kalsiumfosfat (CCP) inne i micellene og kalsium (Ca^{2+}) lekker ut i serumfasen i melken. De gjenværende CCP-bindingene inne i kaseinmicellene svekkes, og micellestrukturen åpnes litt opp. β -CN lekker så ut av micellen, da disse kun er bundet til micellen via svake hydrogenbindinger etter at mye av CCP har forsvunnet. Hvis plasmin er til stede i melken hydrolyseres dermed β -CN til γ -CN og peptoner. lekkasjen av CCP og β -CN fra micellen kan reverseres ved pasteurisering, men dette er irreversibelt hvis β -CN har vært utsatt for plasminaktivitet og hydrolyserte peptider er mistet til mysen (Walstra et al., 2006).

Plasmin hydrolyserer α_{s2} -CN til cirka 14 små peptider hvor tre av disse peptidene kan gi bitter smak. Plasmin kan også degradere α_{s1} -CN til λ -CN, men dette skjer i mye mindre grad sammenlignet med β - og α_{s2} -CN (Kelly & Larsen, 2021). Peptid-produktene fra plasminhydrolysen i melk og ost kan videre bli enzymatisk nedbrutt til frie aminosyrer av enzymer frigjort fra syrekulturen som tidligere nevnt (Walstra et al., 2006). Plasminaktivitet påvirker det ysteteknologiske ved å gi lengere koaguleringsstid og mindre osteutbytte (Skeie, 2014).

Det er kjent at mengden plasminogen og plasmin i melk øker med laktasjon og økt SCC i melken. De somatiske cellene som leukocytter, nøytrofiler og makrofager, kan skille ut plasminogenaktivatorer og dermed øke plasminaktiviteten i melken (Kelly & Larsen, 2021). Kelly og Larsen (2021) beskriver at konsentrasjonen av plasmin og plasminogen økte med 105 og 74% da SCC økte fra <250 000 SCC/mL til >1 000 000 SCC/mL.

2.4.3.3 Chymosin

Chymosin er en annen protease som er viktig for meieriindustrien. Under ysting tilsettes chymosin i form av løpe, for at melken skal koagulere og bli en ostemasse. Løpe består hovedsakelig av chymosin, og andre proteaser som pepsin. Løpe er tradisjonelt hentet fra kalvemage, men mikrobiell løpe (vegetabilsk) brukes også i dag (Walstra et al., 2006).

Chymosin har sitt temperaturoptimum ved 42°C. For at koaguleringen ikke skal skje for raskt og gi dårlig gelstruktur, er løpningstemperaturen ofte satt til 30°C. Chymosinaktiviteten doubles hvis pH senkes fra 6,7 til 6,4 (Hagenes, 2010).

Chymosin hydrolyserer κ -kasein ved bindingen Phe₁₀₅ - Met₁₀₆. Bindingen mellom aminosyre 105 og 106 skiller den hydrofobe og den hydrofile enden av κ -kaseinet. Spaltingen resulterer i at den negative hydrofile enden (glykomakropeptidet, >Met₁₀₆) til κ -kasein mistes til serumfasen, mens para- κ -kaseinet (<Phe₁₀₅) forblir festet til micellen (Robinson & Tamime, 1996). Det er dette som er første steg mot dannelse av et osteoagel (Kelly & Larsen, 2021).

Under ysting av for eksempel Mozzarella og Parmesan er ettervarmingstemperaturen såpass høy at løpen inaktiveres (Fox et al., 2017). I Feta-type ost benyttes en lav ettervarmingstemperatur (30°C), slik at chymosin og andre løpe-enzymmer vil være aktive under modningen av osten.

Chymosin hydrolyserer ikke bare κ -kasein, men også β - og α_{s1} -CN. β -CN hydrolyseres ved peptidbindingen Leu₁₉₂-Tyr₁₉₃, som resulterer i et bittert peptid. Somatiske celler i kumelk kan bland annet inneholde de lysosomale proteasene cathepsin B og cathepsin D og den polymorphonuclear leukocytten elastase. Disse er chymosin-lignende enzymer som hovedsakelig hydrolyser α_{s1} -CN til α_{s1} -1-CN, i tillegg til at cathepsin D kan hydrolysere κ -CN og elastase kan hydrolysere β -CN. Cathepsinene er typisk aktive ved lav pH, og elastase er aktiv ved både nøytral og lav pH. Det er også vist at aktiviteten til cathepsin B er korrelert med høyt SCC (Kelly & Larsen, 2021).

2.5 Tradisjonell Fetaost

Feta er en hvit, myk, salt og litt syrlig gresk ost, modnet og oppbevart i saltlake (Robinson & Tamime, 1996), og er en kjent ingrediens i retten Gresk salat. I 2002 fikk «Feta» beskyttet opprinnelsesbetegnelse (PDO). Dermed kan kun Fetaost produsert i Hellas selges under merkenavnet «Feta» (European Commission, 2022). «Salatost» er derfor ofte brukt om Feta-lignende oster produsert andre steder enn Hellas, og disse er ofte produsert av kumelk.

Fetaost produseres tradisjonelt av sauemelk, og eller en blanding av kumelk, sauemelk og geitemelk, men da maksimalt 30% geitemelk. 100% geitemelk gir en hardere ost med sterkere smak sammenlignet med en blanding av sauemelk og geitemelk. Etersom sauemelk og geitemelk har et høyere innhold av fettsyrene kapron-, kapryl- og kaprinsyre, gir dette en pikant karakteristisk pepperaktig smak, som ikke oppnås ved bruk av kumelk. Kumelk er likevel nødvendig å bruke til Feta-produksjon i noen perioder av året (Robinson & Tamime, 1996).

Melkens pH må være høyere enn 6,55, for å produsere en Feta av høy kvalitet. Tradisjonelt ble osten laget av rå melk (upasteurisert), men i dag er pasteurisert (72°C, 15 sek) ystemelk vanligst. Ystemelken standardiseres ofte til 5,8-6,9% fett (Robinson & Tamime, 1996). Ut ifra Fox et al. (2017) inneholder Fetaost; 20,3% fett, 40,3% tørrstoff, 13,4% protein, 2,2% salt, 2,3% aske og har en pH på 4.2.

2.6 Ysteteknologi Feta

2.6.1 Ystemelken

Et råstoff av høy kvalitet er avgjørende for å kunne produsere en god kvalitetsost. Med høy kvalitet menes: høyt tørrstoffinnhold (protein og fett), lavt SCC og lavt innhold av frie fettsyrer (Inglingstad et al., 2014). Tørrstoffinnholdet påvirker osten ved at økt tørrstoff gir en generell mildere smak og bedre koaguleringssegenskaper. I tillegg er økt tørrstoff positivt korrelert med økt osteutbytte (Ådnøy, 2014).

2.6.2 Syrekultur

Syrekultur er viktig for meieriindustrien og tilsettes i produksjonen av for eksempel yoghurt og Norvegia. Syrekulturen tilsettes i form av konsentrerte, frysetørkede melkesyrebakterier. Melkesyrebakterier er Gram-positive, katalase-negative og anaerobe bakterier. Disse tilsettes for å gi en kontrollert og sikker syrning, og hindre vekst av andre patogene mikroorganismer. Syrekulturens hovedoppgave er å redusere pH ved å omdanne laktose (melkesukkeret) til melkesyre (Walstra et al., 2006). Melkesyrebakterier deles inn etter hvilke sluttprodukter de produserer. Homofermentative melkesyrebakterier omdanner laktose til melkesyre, mens heterofermentative melkesyrebakterier produserer; melkesyre, CO₂ og etanol (anaerob) eller eddiksyre (aerob) (von Wright & Axelsson, 2019).

Melkesyrebakterier kan deles inn i mesofile og termofile bakterier. De mesofile melkesyrebakteriene har et temperaturoptimum ved cirka 30°C, mens de termofile har et temperaturoptimum ved cirka 42°C. Ved produksjon av tradisjonell Fetaost brukes yoghurtkultur og en syrningstemperatur på 32-34°C (Robinson & Tamime, 1996). De mesofile melkesyrebakteriene i syrekulturen til Feta-type ost er de syreproduserende kokkene; *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* og *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*. Disse melkesyrebakteriene bryter ned laktose til melkesyre ved å utnytte både glukosen og galaktosen (Kelly & Larsen, 2021).

De termofile melkesyrebakteriene som inngår i syrekulturen omtales som yoghurtbakterier og er; *Streptococcus thermophilus* (kokk) og *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* (stav). Disse melkesyrebakteriene lever i en symbiose, hvor de vokser raskere sammen enn hver for seg, og stimulerer hverandres vekst (Kelly & Larsen, 2021). *Lb. bulgaricus* protolyserer aminosyrene leucin, isoleucin og valin fra kaseinet, som igjen stimulerer veksten av

S. thermophilus (Fox et al., 2017). Disse termofile melkesyrebakteriene bryter ned laktose til melkesyre, ved å kun utnytte glukosen, og sender galaktosen ut av cellen (Kelly & Larsen, 2021).

Både *L. lactis* og *Lb. bulgaricus* kan produsere NH_3 ved argininmetabolisme. *L. lactis* kan også drive sitratmetabolisme hvis energitilgangen er redusert. Melkesyrebakteriene brukt i dette forsøket er alle homofermentative, for å unngå gassproduksjon (CO_2) som kan gi store hull i osten (Kelly & Larsen, 2021).

Syrekulturen er også viktig for ostens utvikling av tekstur og smak under modning. Da forholdene endres i osten under modning slik at melkesyrebakteriene ikke er levedyktige mer, dør disse. Da frigjøres en hel del enzymer, og disse enzymene kan bryte ned peptider til frie aminosyrer (FAA) og videre nedbrytning av FAA til smaks- og aromakomponenter ved at de selv får dekt sitt nitrogen-behov (Walstra et al., 2006).

2.6.3 Koagulering og geldanning

Løpe blir tilsatt ystemelken, da melkesyrebakteriene har produsert nok melkesyre til nådd ønsket pH.

Løpe inneholder proteaser, hovedsakelig chymosin. Chymosin spalter peptidbinding Phe₁₀₅-Met₁₀₆ på κ -kaseinet. Spaltingen resulterer i at kaseinmicellens overflate nøytraliseres, ved å miste sin negative ladning (Robinson & Tamime, 1996). Kaseinmicellene aggregerer så med hverandre ved at para- κ -kaseinet på overflaten bindes av Ca^{2+} og danner et gelnettverk (koagel) (Skeie, 2014). Aggregeringen skjer når >70% av alle glykomakropeptidene har blitt spaltet av (Walstra et al., 2006). Kumelk danner et fastere koagel enn geitemelk, men geitemelk tidlig i beitesesongen har vist seg å gi et fastere koagel og kortere koagulering sammenlignet med melk sent i beitesesongen (Skeie, 2014).

Feta har en lav pH, cirka 4,2 (Fox et al., 2017), og bør dermed være ideell for chymosinaktivitet sammenlignet med plasmin som har sitt pH-optimum ved 7,4-7,5 (Kelly & Larsen, 2021).

2.6.4 Synerese, overføring til former og pressing

Under aggregering av kaseinmicellene dannes det store porer med innesluttet myse og fettkuler i gelnettverket. Etter at koagelet er ferdig dannet og skjært opp i ostekuber, får ostemassen hvile en stund. Under hvilen starter ostemassen å skrumpe ved å presse myse ut av ostekubene, og dette kalles synerese. Ved produksjon av tradisjonell Fetaost skjæres koagelet normalt i 2-3 cm³ kuber ved 30°C, som gir en myk ost med høyt osteutbytte (Robinson & Tamime, 1996). Graden av synerese påvirkes av temperatur, pH, ostekubenes overflateareal og røring, og påvirker igjen ostens vanninnhold. Størrelsen på ostekubene påvirker syneresen ved at mindre ostekuber gir høyere overflateareal, og dermed raskere krymping og kraftigere synerese. Ostemasse av geitemelk har en sterkere synerese enn ostemasse av kumelk (Walstra et al., 2006).

Feta-formene er designet med stålplater med små hull i topp og bunn av formene. Hullene må ha riktig størrelse, samt at ostemassen ikke kommer i kontakt med underlaget. For rask fylling av ostemasse til osteformene vil føre til myselommer og et høyere vanninnhold i osten, mens en gradvis overføring vil sikre en forsiktig mysedrenering og dannelse av de små karakteristiske hullene i Feta (Robinson & Tamime, 1996). Bruk av mekanisk pressing er ikke brukt i Feta-produksjon. Det er kun ostens egenvekt som presser ostemassen sammen og mysen ut, ved at formen snus en gang i timen de første fire timene (Robinson & Tamime, 1996).

Fetaost modnes tradisjonelt i saltlake (10-12% NaCl (Medina & Nuñez, 2017)), først ved 14-16°C til pH 4,4-4,6 (<15 dager), før osten flyttes til 3-4°C til den totale modningstiden blir minst 2 måneder (Robinson & Tamime, 1996).

2.7 Sensorisk analyse

Sensorisk analyse er en vitenskapelig metode som brukes til å fremkalle, måle, analysere og tolke menneskelige responser på produkter, slik de oppfattes gjennom syn, lukt, berøring, smak og hørsel. Sensorisk analyse er en kvantitativ analysemetode, hvor numeriske data samles inn for å kartlegge spesifikke sammenhenger mellom produkttegenskaper og menneskelig oppfatning av disse (Lawless & Heymann, 2010). Sensorisk analyse kan være et nyttig verktøy for matindustrien, da de kan gi svar på hvordan produsere, utvikle og endre matvareprodukter.

Sensorikk er mye brukt i matvareindustrien, og kan forsikre forbruker en konstant kvalitet på produktet i butikk. Det er derfor klare retningslinjer på hvordan en sensorisk analyse skal utføres, for å minimere systematiske feil. Sensorisk analyse deles inn metodeklassene; diskriminering, beskrivende og hedonisk (Lawless & Heymann, 2010).

Ved bruk av diskriminerings- eller differansemetode, kan for eksempel en triangeltest avdekke om det er en forskjell mellom to produkter. En typisk diskrimineringstest baserer seg på 25-40 deltakere med en sensorisk kjennskap til produktet som testes (Lawless & Heymann, 2010).

Ved beskrivende metode, identifiserer de oppfattede intensitetene til en eller flere sensoriske attributter til et produkt/produktgruppe. Dommerpanelet i en slik test består ofte av 10-12 dommere, som er godt trent og kalibrert ved bruk av en rangeringsskala (Lawless & Heymann, 2010).

Hedonisk metode brukes ved å kvantifisere graden av hvor godt et produkt er likt eller mislikt. Et utvalg produkter blir tilbudt, for å se om det er en tydelig trend for hvilket produkt som er best likt. Metoden baseres på at forbrukere er fokusgruppen og metoden kan gi mye informasjon hvis for eksempel målsetningen med analysen er å måle forbrukeraksept. Testens styrke er til en viss grad korrelert med antallet forbrukere som gjennomfører testen (Lawless & Heymann, 2010).

2.7.1 Profilerings

Profilerings er en kvalitativ beskrivende metode, og brukes til å kvantifisere intensiteten til ulike smaks- og aromakomponenter i et eller flere produkter. Deltakerne bestemmer intensiteten på forhånd definerte attributter innenfor en bestemt skala, for eksempel 1-9, og hvor bruken av skalaen er godt kjent for deltakerne på forhånd. Metoden er mest brukt med et trent og kalibrert sensorisk panel (Lawless & Heymann, 2010).

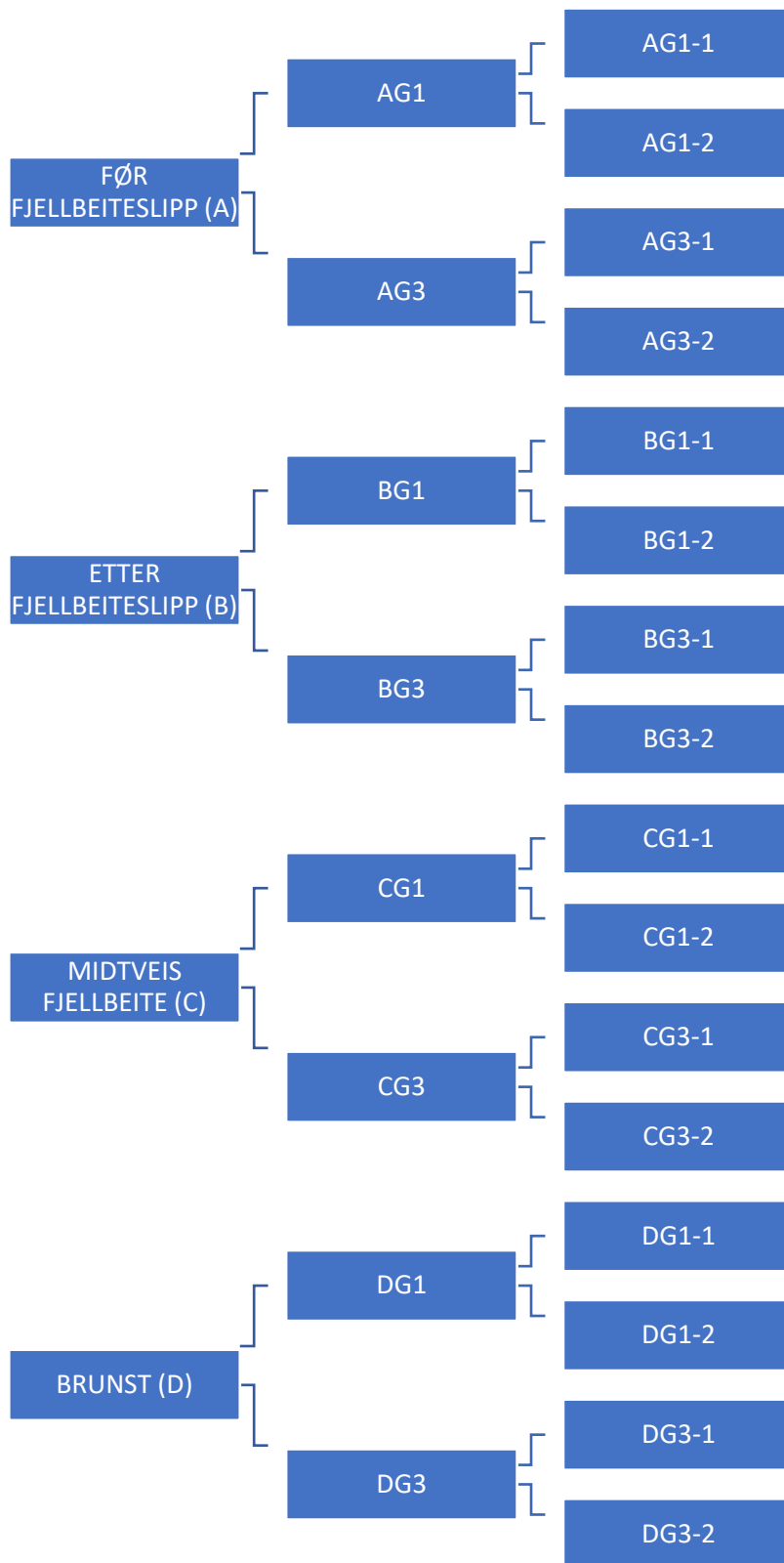
3 Materialer og metoder

3.1 Forsøksdesign

I dette forsøket ble det undersøkt hvordan somatiske celler i geitemelk og beitetidspunkt påvirket osteutbytte og ostekvaliteten til en Feta-type ost. Med ostekvalitet menes; tekstur, smak og konsistens. Geitemelken ble levert fra to gårder i Valdres (G1 og G3), hvor celletallinnholdet i melken var noe ulikt. Gård G1 og G3 ble brukt, da dette forsøket er en del av et større forsøk med fire gårder (G1-G4). Ved hvert av de fire beitetidspunktene ble det ystet Feta-type ost av 100 L geitemelk fra hver gård. Ystingen ble utført ved NMBU sitt pilotanlegg. Beitetidspunktene var; før fjellbeiteslipp (A), første melkelevering etter fjellbeiteslipp (B), midt under fjellbeite (C) og ved brunst (D). Det ble ystet to gjentak fra hver gård, med 50 L i hvert ystekar. Melken ankom pilotanlegget; 25. mai (A-melken), 9. juni (B-melken G3), 30. juni (B-melken G1), 12. juli (C-melken) og 16. september (D-melken). Ystingen i hovedforsøket ble alltid utført 2 dager etter at melken ankom pilotanlegget. Melken var da samlet opp gjennom 2-3 dager på gården, så den eldste melken var kjølelagret i totalt 5 dager før ysting.

I forkant av hovedforsøket ble det gjennomført en prøveysting. Denne fant sted 25. mai, og 50 L geitemelk fra Ås gård ble hentet samme dag.

Forsøksoppsettet til hovedforsøket er vist i Figur 3 og gir 16 oster, inkludert gjentakene.

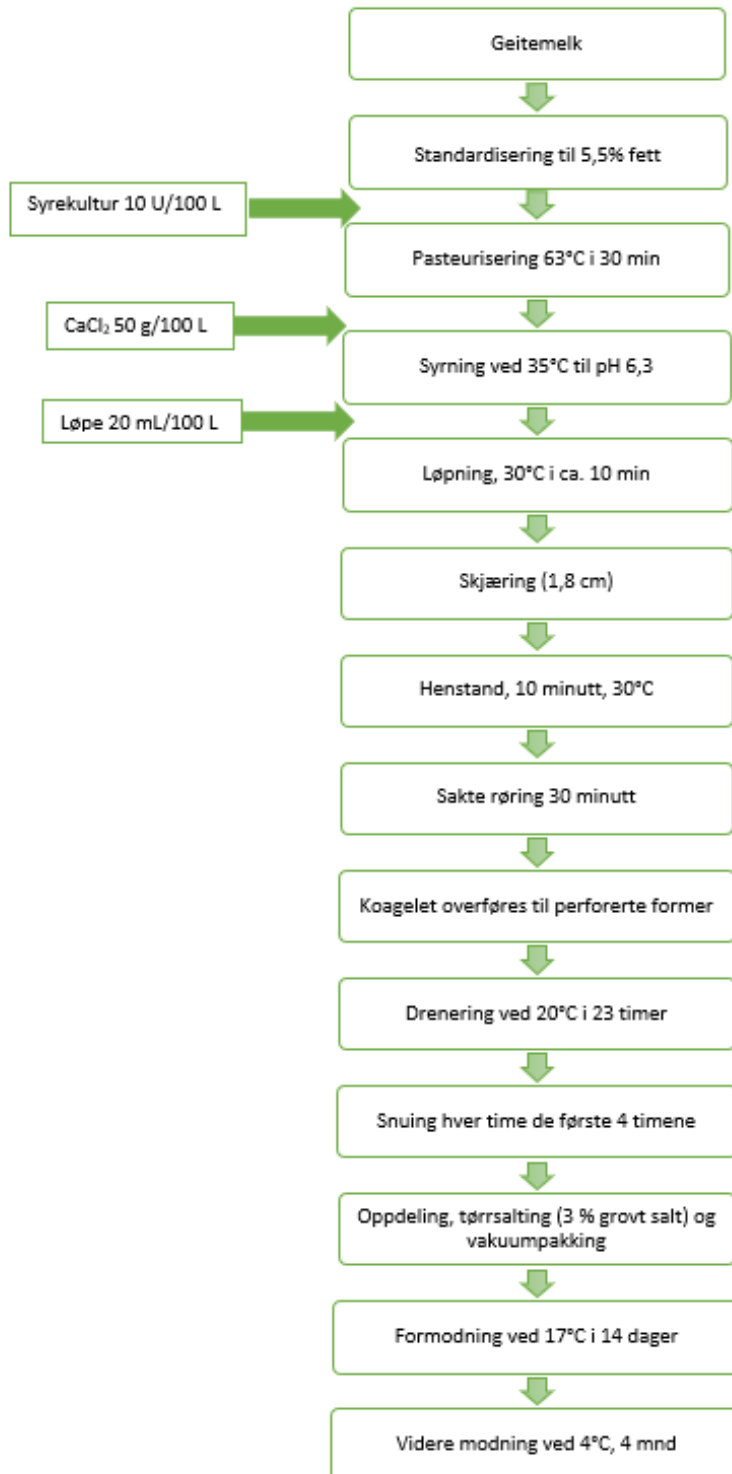


Figur 3. Forsøksdesignet basert på beitetidspunkt (A-D), gård (G1 og G3) og gjentak (ystekar 1 og 2).

3.2 Ysteprosessen

3.2.1 Flytskjema ysteprosessen

Flytskjemaet over ysteprosessen som ble brukt (Skeie, 2013) med modifikasjoner, er vist i Figur 4.



Figur 4. Flytskjema over ysteprosessen som ble brukt (Skeie, 2013) med modifikasjoner.

3.2.2 Prøveysting

For å bli kjent med ysteprosessen og det tekniske utstyret ble det gjennomført en prøveysting i forkant av hovedforsøket. Denne ble gjennomført etter angitt prosessflytskjema (Figur 4), med noen få unntak. Ystemelken ble ikke standardisert, da det ikke var nok melk til å både separere nok fløte og ha et ystevolum på 50 L. Melken ble pasteurisert (63°C, 30 min) direkte i et 200 L Silkeborg ystekar (Silkeborg, Danmark) (Figur 5). Oppvarmingen til 63°C og deretter holde denne temperaturen stabilt i 30 minutter var tidkrevende.



Figur 5. Silkeborg ystekar (200 L).

Til prøveystingen ble DL-syre kulturen CH-N19 (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark) brukt, da den planlagte syrekulturen ankom rett før hovedforsøket. Syrekulturen ble satt til forinkubering i vannbad på 35°C, samtidig som melken ble pasteurisert for å redusere syringstiden i ystekaret. Pasteuriseringen og nedkjølingen tok mye lengre tid enn planlagt, så syrekulturen sto i vannbad i totalt 3,5-4 timer før den ble tilsatt i ystekaret. Det ble tilsatt 25 mL syrekultur (2,5 U), etter anvisning i spesifikasjonen. Det tok cirka 2,5 time før pH 6,3 var oppnådd. De resterende prosessstrinnene samsvarte med det angitte flytskjemaet.

3.2.3 Hovedforsøket

3.2.3.1 Syrekultur, standardisering og pasteurisering

Pilotanlegget til NMBU har to Silkeborgkar. 100 L geitemelk fra G1 ble derfor først standardisert, pasteurisert og kjølt ned til syringstemperatur i et 500 L ystekar (A.S.T.A eismann GmbH, Food Technology) før melken ble fordelt i hvert sitt Silkeborgkar. Melken fra G3 ble satt i gang med samme prosess etter 1,5 time. Melken fra G3 hadde i tillegg nesten hele sin syringstid i det store 500 L ystekaret, før Silkeborgkarene var vasket, desinfisert og klare for overføring av G3-melken. Dette var ikke tilfellet for ystingen av melken fra uttak B, da melken fra de to gårdene kom på ulikt tidspunkt.

Syrekulturen ble også i hovedforsøket satt til forinkubering, akkurat som under prøveystingen. En steril 500 mL glassflaske med ½ pose DVS-kultur WhiteDaily 40 (50 U) (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark), og 250 mL UHT melk (1,5 % fett) (TINE, Oslo, Norway) ble inkubert i vannbad, 35°C i 2 timer. Syrekulturen sto kun en time til forinkubering under den første ystingen (uttak A), men ble oppjustert til 2 timer ved de resterende ystingene.

Samtidig som syrekulturen sto til forinkubering, ble litt under 100 L rå melk pumpet og silt over i et 500 L ystekar. Deretter ble ystemelken standardisert til 5,5% fett og et totalvolum på 100 L. Fløten ble separert av pilotens ingeniør-team samme dag som melken ankom pilotanlegget. Beregningen som viser hvor mye melk og fløte som må tilsettes for å få en fettprosent på 5,5% og et totalvolum på 100 L er vist i Vedlegg 7.1.

Pasteuriseringen (63°C i 30 min) i hovedforsøket ble utført i et 500 L ystekar, da dette ystekaret holdt en mer stabil temperatur og hadde et bedre oppvarmings- og nedkjølings-system. Ystemelken ble så kjølt ned til syringstemperatur, 35°C. Prosesstrinnene; oppvarming, pasteurisering og nedkjøling tok til sammen omtrent 2 timer. 100 mL forinkubert syrekultur (10 U), ble tilsatt 100 L ystemelk. Dette ble godt blandet, før melken ble fordelt i to Silkeborgkar, med cirka 50 L i hver.

Under syringen ble temperaturen jevnlig kontrollert. Melkens pH ble først målt hver time, og hyppigere mot slutten. Syringstiden var omtrent 3 (±) timer for de fleste ystekarene.

3.2.3.2 Løpetilsetning, skjæring og mysedrenering

Temperaturen ble nedjustert til 30°C de siste 15 minuttene av syringstiden og 25 g kalsiumklorid (CaCl₂) ble tilsatt. Når pH 6,3 var nådd og temperaturen var omtrent 30°C, ble 10 mL løpe Chy-Max® Plus (Chr. Hansen, Hørsholm, Danmark) tilsatt ystekarene med 10 minutters mellomrom. Rørverket ble satt på maks hastighet (740 rpm) i cirka 30 sekunder, før rørverket ble stanset og fjernet. Koagelet ble undersøkt etter 8-9 minutter, men løpningstiden var ofte 10 (+) minutter. Koagelet er skjæreklart når det siver ut en klar væske, ingen små fnokker og koagelet deler seg fint ved test-skjæring med en blank spatel (kniv). Koagelet ble skjært ved bruk av to ulike osteharper, som hadde 2,0 og 1,8 cm avstand mellom harpetrådene. Deretter hvilte ostemassen i 10 minutter, før 30 minutter med sakte røring (360 rpm). Ostekornene klumpet seg ofte litt sammen under røringen og ble løst opp manuelt. Dette var særlig gjennomgående for Silkeborgkar nr. 1.

Ostemassen fra hvert ystekar ble så overført og fordelt i to perforerte former (9 L) (Figur 6), hvor mysen kan dreneres av.



Figur 6. Fetaost-formene (9L).

Feta-formene ble snudd en gang i timen, de første fire timene av dreneringen. Mysen presses dermed ut ved hjelp av ostens egenvekt. Ostene lå i formene i totalt 23 timer.

Alt av utstyr ble vasket og desinfisert med steam, og mindre utstyr ble lagt i klor-vann.

3.2.3.3 *Oppdeling, salting, pakking og modning*

Etter 23 timer med drenering i formene, 24 timer fra løpetilsetning, ble osten veid. Dette ble gjort ved å først veie formen med osten og deretter trekke fra vekten av formen. Hver ost ble delt opp i 9 omtrentlig store biter (300-400 g), før de ble pakket i hver sin vakuumpose (SR 200 X 400 PA/PE 90, Maske AS, Norge). Hver ost ble veid og tilsatt 3 % grovt salt. Hver ost ble så vakuumert i Henkelman 300 (Henkel by, Hertogenbosh, Nederland) og forseglet. Osten ble så formodnet ved 17°C i 14 dager. Osten ble snudd 180° etter 7 dager. Etter formodningstiden ble osten flyttet til 4°C, hvor den lå til modning i fire måneder og snudd 180° etter 2 måneder. 4 mnd. modning ved 4°C ble valgt, da dette var den maksimale modningstiden alle ostene kunne få før analysene måtte påbegynnes.

3.3 Analyser

3.3.1 Prøveuttak under ystingen

Under ystingen ble både rå melk, standardisert upasteurisert ystemelk og myse analysert i en MilkoScan™ FT1 FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) (Foss, Hillerød, Danmark). Instrumentet analyserer melkens innhold av fett, protein, laktose, kasein og tørrstoff. pH i prøvene ble målt manuelt, og ved hvert nye ystetrinn.

Standardisert upasteurisert ystemelk, myse og ferskost ble analysert for innhold av koliforme bakterier. Ideelt skulle uttaket gjøres av pasteurisert ystemelk, men ved en feiltagelse ble denne prøven tatt fra den upasteuriserte. Dette er gjennomgående i hele forsøket, da det ikke ble oppdaget før etter ystingen av melkeuttak C.

3 stk. Falcon-sentrifugerør (50 mL) med standardisert upasteurisert ystemelk og myse ble fryst ned (-20°C) til senere analyser og reserveprøver. Under ystingen av melkeuttak D ble det i tillegg fryst ned prøver av den pasteuriserte ystemelken.

3.3.2 Analyseplan

Analysene er delt inn i mikrobiologiske og kjemiske analyser. Prøveuttakene under ystingen og analysene som ble utført på disse er vist i Tabell 5. Prøveuttakene var; rå melk, standardisert upasteurisert ystemelk, pasteurisert ystemelk (uttak D) og myse.

Tabell 5. Oversikt over hvilke prøveuttak som ble gjort under ystingen, og hvilke analyser som ble utført på de ulike prøvene.

	pH	Koliforme bakterier (VRBA)	FTIR	Organiske syrer og karbohydrater (HPLC)	Kapillær-elektroforese
Rå melk	X	-	X	-	X
Ystemelk*	X	X	X	X	-
Myse	X	X	X	X	-

* Standardisert upasteurisert ystemelk, i tillegg til pasteurisert ystemelk ved beitetidspunkt D.

Tabell 6 viser hvilke analyser som ble utført på osten ved modningstidspunktene; ferskost (24 timer gammel, 0 mnd.), 2 og 4 mnd. Modningstiden til 2 og 4 mnd. er satt etter formodningstiden, fra modningen ved 4°C.

Tabell 6. Hvilke analyser som ble utført på osten ved modningstidspunkt; 0, 2 og 4 mnd.

Modnings-tid	pH	Koliforme bakterier (VRBA)	Tørrstoff	Flyktige aroma-komponenter (GCMS)	Organiske syrer og karbohydrater (HPLC)	Frie aminosyrer (HPLC)	Saltinnhold	Total nitrogen (Kjeldahl)	Kapillær-elektroforese
0 mnd. (24 t)	X	X	X	-	X	-	-	X	X
2 mnd.	X	-	X	X	X	X	-	X	X
4 mnd.	X	-	X	X	X	X	X	X	X

Ferskosten (0 mnd.) ble først undersøkt for innhold av koliforme bakterier, ved et sterilt uttak. Ved prøveuttaket av osten modnet i 4 mnd. ble det også først tatt et sterilt-uttak, hvor 11 g ost ble veid inn i et sterilt Falcon-sentrifugerør og fryst ned (-80°C), til eventuelle senere analyser i prosjektet. Deretter ble alle osteprøvene lett tørket for overflatevæske, revet, og to osteglass per prøve ble fylt med nitrogengass og fryst ned (-20°C). Den resterende opprevne osten ble oppbevart i lukkede brødposer, for å hindre fordampning av vann, før innveing til tørrstoff og pH.

Til analyse av flyktige aromakomponenter, organiske syrer og karbohydrater, frie aminosyrer, saltinnhold, total nitrogen og kapillærelektroforese, ble et osteglass av hver ost tint over natten (4°C) dagen før analysene skulle gjennomføres (januar 2022). Det øverste ostelaget i glasset (1,5-2 cm) ble kastet. Frie aminosyrer, organiske syrer og karbohydrater og total nitrogen ble opparbeidet første dag etter opptining, mens flyktige aromakomponenter, saltinnhold og kapillærelektroforese ble utført andre dag etter opptining.

3.3.3 Mikrobiologiske analyser

Av mikrobiologiske analyser ble innholdet av koliforme bakterier (*Escherichia coli* (*E. coli*)) undersøkt. Prøvene ble sterilt opparbeidet og deretter støpt inn med mediet Violet Red Bile Agar (VRBA), med 2 paralleller. Inkubasjonstiden var 24 timer ved 37°C.

Under modning av osten laget av brunstmelken (D), ble noe rosa i utkanten av mange av vakuumposene synlig etter noen måneder, og mistanke om vekst av en gjærtype. Da D-osten var lagret i 5 mnd. og en uke, ble myse fra en DG3-1 ost med synlig rosa vekst, og en uten synlig vekst, støpt inn med mediet Rose Bengal. Fortynningene $10^0 - 10^{-5}$, 2 paralleller og en inkubasjon på 5 døgn ved 22°C ble benyttet. Koloniene ble talt opp, studert i et mikroskop og en koloni fra hver ost ble sendt til DNA-sekvensering.

3.3.4 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble alltid foretatt etter den eventuelle mikrobiologiske analysen.

3.3.4.1 Tørrstoff

Tørrstoff ble analysert i henholdt til IDF standard 4A (IDF, 1982). Dette ble gjort etter 0, 2 og 4 mnd. modning av osten.

Etter utveiling av prøvene, med 3 paralleller, sto prøvene i minst 20 timer på benken med aluminiumsfolie liggende forsiktig over. Prøvene ble så satt inn i ovnen på $102^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ i minst 24 timer. Skålene ble så avkjølt i 15 minutter i en eksikator og deretter veid. Utregningen for prøvenes tørrstoffinnhold er vist i Vedlegg 7.2.

3.3.4.2 pH

Under ystingen ble pH målt ved hvert nye ystetrinn og under syrningen ved bruk av et pH-meter (ThermoScientific OrionStar A211, med probe BL21 pHT BNC-N C195123 002). Melkeprøvene som ble tatt ut til pH-måling under ystingen ble først satt i varmt vannbad/isbad til temperaturen ble cirka 20°C før pH ble målt.

pH i ostene modnet i 0, 2 og 4 mnd. ble målt med pH-meteret: Radiometer PHM 92 Lab pH Meter, med probe PHC2005-8 17270-F08. Prøvene ble opparbeidet ved at 25,0 g revet ost og 10 mL destillert vann sto i romtemperatur i 30 minutter i et Olabeger. Begge pH-meterne ble kalibrert med standardløsningene; pH 7,00 og 4,01, før bruk.

3.3.4.3 Frie aminosyrer

Innholdet av frie aminosyrer i osten modnet i 2 og 4 mnd. ble analysert ved høytrykks væskechromatografi (HPLC). Analysen ble utført etter beskrivelse av (Bütikofer & Ardö, 1999) og (Martinovic et al., 2013), med modifikasjon av den indre standardløsningen (0,1 M HCl (Merck, Tyskland) og 0,4 mmol/mL L-norvalin (Sigma-Aldrich, Kina)). De opparbeide prøvene ble fryst ned (-20°C). Dagen analysene ble kjørt ble prøvene tint og 50 µL prøve ble overført til et HPLC-rør og tilsatt 350 µL boratbuffer (0,4 M med pH 10,2, Agilent Technologies, Tyskland).

3.3.4.4 Flyktige aromakomponenter

Flyktige aromakomponenter ble målt i osten modnet i 2 og 4 mnd. ved bruk av Automated Thermal Desorber Gas Chromatography Mass Spectrometry (ATDGCMS).

5,0 g prøve ble veid inn i al-skåler (volum 50 mL, Sigma Aldrich, USA) med 2 paralleller. 20 µL intern standard (30 ng/µL H₂O 4-metyl-1-pentanol) ble tilsatt. Prøvene ble deretter satt i et mikroemmisjonskammer (Micro-Chamber/Thermal Extractor M-CTE250, Markers International Ltd. Llantrisant, UK) ved 45°C i 20 min. Et absorbrør (Tenax TA/Carbograph 1TD (Markers International)) per prøve, fanget opp de flyktige komponentene. For fjerning av vann ble absorbenttrørene gjennomblåst med en N₂-flow på 50 mL/min. Adsorbenttrørene ble videre plassert i et automatisk termisk desorpsjonsinstrument (Thermal Desorber, TD-100, Markers International), med et 7890B GC system (Agilent Technologies Inc. Wilmington, De, USA) og koblet til MS Systems, 5975 inert XL Mass Selective Detector (Agilent

Technologies). De absorberte komponentene ble desorbert ved 280°C, 10 min, N₂-flow 30 mL/min over på en elektrisk kjølefelle (trap U-T2GPH-2S) som holdt 25°C. Prøven ble deretter desorbert ved 280°C i 3 min, før injeksjon på en DB-WAXETR GC kolonne (30 m, 0,25 mm i.d., 0,5 µm filmtykkelse, Agilent Technologies). GC temperaturprogrammet var: 35°C i 5 min, økende med 10°C min⁻¹ til 230°C, med en holdetid på 5 min. Komponentene ble detektert med en 5975 inert XL Mass Selective Dettector (Agilent Technologies), og helium grad 6.0 (Aga) med en flow på 1 mL/min, ble benyttet som bæregass. Parameterne for massespektrometeret var; elektronisk ioniserings mode (70eV), ionekildetemperatur på 230°C og kontinuerlig skanning i masseområdet m/z 33-400. MassHunter GC/MS Acquisition B.07.00.1413 ble benyttet som programvare. Toppene ble integrert og tentativt identifisert med Masshunter Qualitative Analyse (Agilent Technologies), og NIST 17-database (Agilent Technologies).

3.3.4.5 Organiske syrer og karbohydrater

Innholdet av organiske syrer og karbohydrater ble analysert i rå melk, myse og ost (0, 2 og 4 mnd.) ved høytrykks væskekromatografi (HPLC). Prøveopparbeidelsen av rå melk og myse ble gjort som beskrevet i (Grønnevik et al., 2011), med noen modifikasjoner. 2,5 mL ionebyttet vann ble tilsatt i tillegg til 200 µL 0,5 M H₂SO₄ (Merck, Tyskland) og 8 mL acetonitril (Merck), før prøvene ble vendt, sentrifugert og filtrert. Analysemetoden benyttet til osteprøvene ble utført etter (Skeie et al., 1997) med modifikasjonene i (Skeie et al., 2008).

For identifisering av karbohydratene og eddiksyre, ble en IR-detektor (Agilent Technologies) brukt, mens de resterende organiske syrene ble identifisert ved bruk av en DAD-UV detektor (Agilent Technologies).

3.3.4.6 Saltinnhold (NaCl)

Saltinnhold ble analysert i ostene etter 4 mnd. modning. 1,0 g revet ost ble veid inn i en omnimixer og tilsatt romtemperert destillert vann opp til 100,0 g. Omimixeren ble satt i vannbad på 55°C i cirka 30 minutter, før løsningen ble homogenisert ved hastighet 4 (6400 rpm) i 2 minutter. Løsningen ble så filtrert med et sortsbandfilter (Whatman™, Tyskland). Det første filtratet ble filtrert 2 ganger. Saltanalysatoren (Model 926 Chloride Analyzer, Sherwood Scientific Ltd. Cambridge, England) ble kalibrert ved at Combined Acid Buffer (Sherwood Scientific Ltd. Cambridge, UK) ble tilsatt 500 µL 200 mg/L Chloride Standard (Sherwood Scientific Ltd. Cambridge). Ytterligere 500 µL 200 mg/L Chloride Standard ble tilsatt for å kontrollere kalibreringen. Deretter ble 500 µL filtrat titrert i saltanalysatoren. Det ble kjørt parallellt til 2 like verdier ble oppnådd, ofte to-fire ganger. Beregningen fra mg NaCl /100 g til saltinnhold (%) er vist i Vedlegg 7.3.

3.3.4.7 Total nitrogen (TN) og protein

Total nitrogen ble opparbeidet og analysert i osten etter 0, 2 og 4 mnd. modning etter IDF standard 20B (IDF, 1993).

1,00 g av den opparbeidet løsningen ble veid inn i oppslutningsrør, med 3 paralleller. Til hvert rør ble det tilsatt en Kjeldahl tablett (Kjeltabs Auto AA11, Thompson & Capper Ltd. Cheshire, England) og 3 mL H₂SO₄. Oppslutningsrørene ble så satt i en varmeblokk (Foss Tecator (Nerliens Meszansky AS, Höganäs, Sverige)), og kokt ved 420°C i 1 time og 15 minutter. Etter avkjøling av rørene ble et og et rør manuelt satt inn i destillasjonsapparatet (Kjeltec™ 8400 (Foss, Höganäs, Sverige)), cirka hvert 4. minutt, hvor prøven ble automatisk destillert. Beregningen av total nitrogen (%) og proteininnhold (%) er vist i Vedlegg 7.4.

3.3.4.8 Kapillærelektroforese (CE)

Kapillærelektroforese ble utført på rå melk og ost modnet i 0, 2 og 4 mnd., for å undersøke nedbrytningen av kasein. Det ble kun analysert en prøve fra hver gård for hvert beitetidspunkt. Rå melk-prøvene ble preparert og analysert av noen andre i prosjektet.

Prøveoppbeidelsen tok utgangspunkt i løsningen opparbeidet til total nitrogen analysen i henhold til IDF standard 20B (IDF, 1993). 45 mL løsning ble overført til et 50 mL Falcon-sentrifugerør og sentrifugert (Thermo Scientific, Heraeus Multifuge X3R, Tyskland) ved 3400

rpm og 4°C i 30 min. Spatel og bomullspinne ble brukt til å fjerne fettlaget på toppen av prøven, før prøven ble ristet godt. 600 µL ble overført til et eppendorfrør, 3 paralleller.

900 µL av en løsning som besto av 0,0393 g DL-Ditiotreitol og 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 (Aligent Technologies, Tyskland)), ble tilsatt i hvert av eppendorfrørene. Innholdet ble først blandet ved bruk av en whirlmixer, og deretter holdt løselig på et rørebord ved romtemperatur i 1 time. Eppendorfrørene ble så sentrifugert (Eppendorf 5415D mikrosentrifuge (Eppendorf, Hamburg, Tyskland) ved 13000 rpm i 3 min. Supernatanten ble tatt ut med nål og 2 mL sprøyte for å unngå å få med det øverste fettlaget. Egen nål og sprøyte til hvert eppendorfrør. Løsningen ble så filtrert gjennom et 0,2 µL Cellulose Acetat Membran filter (VWR, USA), og overført til et nytt eppendorfrør. Disse eppendorfrørene ble fryst ned (-20°C) frem til analysekjøringen. På analysedagen ble prøvene tint og 100 µL prøve ble overført til et CE-rør og tilsatt 700 µL kjøringsbuffer (6 M urea, 0,83 mg/mL HPMC, 20 mM natriumnitrat, 0,19 M sitronsyre, pH 3,0 ± 0,1 (Aligent Technologies)). Prøvene ble så analysert i et kapillærelektroforese-apparat (Agilent G1600 AX, Tyskland).

3.3.5 Sensorisk analyse

3.3.5.1 Profileringsanalyse

En subjektiv sensorisk profileringsanalyse ble utført på ostene etter 2,5 og 4 mnd. modning ved 4°C. Den sensoriske analysen ble utført ±2,5 dager fra analysetidspunktet, for å redusere antallet sensoriske analyser.

Det ble etablert et fast dommerpanel som besto av 10 utrente, men ost-interesserte studenter og ansatte ved KBM, NMBU. Antallet dommere til stede ved de ulike sensoriske oppmøtene var også noe forskjellig fra gang til gang, da sykdom osv. kom i veien.

Hver kandidat fikk utdelt et glass vann og spyttbøtte. Osteprøvene ble servert som 2 representative ostestaver (cirka 1 x 1 x 5 cm) på hver sin lille papptallerken. De dagene det var mer enn 5 osteprøver totalt, ble det i tillegg delt ut litt brød for å nøytralisere munnen hvis det var i analysen. Den sensoriske analysen var en type subjektiv profilering, hvor ostene ble sammenlignet mot en tradisjonell Fetaost (kontroll-ost) (Kolios S.A. Limnotopos Klikis Greece, Hellas), kjøpt på lokal Kiwibutikk. Ostene ble dermed rangert etter en skala fra 1 til 5 etter 8 bestemte attributter, hvor kontrollen var satt til 3 på alle attributtene.

Rekkefølgen ostene skulle bedømmes etter var randomisert fra gang til gang, men alle dommerne fikk utlevert et identisk skjema. Ostene var navngitt med hvert sitt tresifret tall. De bestemte attributtene og en beskrivelse av dem er vist i Tabell 7. I bunnen av skjemaet var det også et spørsmål om de likte osten. Et engelsk skjema ble utgitt til den engelskspråklige dommeren.

Tabell 7. Hvilke attributter hver ost ble bedømt etter, og en forklaring av hver attributt.

	Attributter	Forklaring
Tekstur	Hardhet	Hvor hard er osten ved å fysisk klemme på osten til den svikter?
	Smuldrete	Hvor lett smuldrer osten opp i flere mindre biter ved bruk av fysisk kraft?
Smak og lukt	Geitesmak	Hvor mild/kraftig fremtrer geitesmaken?
	Bismak	Hvilken grad av bismak fremkommer?
	Annen smak	Er det noen annen fremtredende smak?
	Syrlighet	Hvor syrlig er osten?
	Salt	Hvor salt er osten?
Konsistens	Kornete	Graden av hvor kornete/klumpete/sandete osten kjennes i munnen.
	Kremete	Hvor kremete osten føles i munnen, når den tygges.

3.3.6 Databehandling

3.3.6.1 Databehandling kjemiske analyser

Resultatene ble behandlet ved bruk av RStudio V 1.4.1717 (© 2009-2021 RStudio, PBC) og Unscrambler® V.11.0.1086.22328 (©2020, CAMO Software AS).

Resultatene som ble analysert i RStudio var; FTIR, celletall, organiske syrer og karbohydrater, frie aminosyrer, saltinnhold, proteininnhold, pH i osten, tørrstoff i osten, osteutbytte og syrningsforløp.

Den statistiske modellen som ble brukt var en 2-veis-ANOVA, uten interaksjon, med beitetidspunkt (4 nivåer) og gård (2 nivåer) som faste variabler, og ystekar (2 nivåer) som tilfeldig variabel. Modellen ble brukt innenfor hver alder, der osten hadde blitt analysert på flere modningstidspunkt. Modellen blir regnet for å være akseptabel når den justerte R^2 -verdien er $>0,80$. For osteutbytte ble samme statistiske modell benyttet, men med interaksjon.

Ved signifikant p-verdi ($\alpha < 0,05$) for beitetidspunkt, ble Tukey`s test benyttet.

For FTIR resultatene ble det i tillegg også gjennomført en statistisk analyse mellom upasteurisert og pasteurisert ystemelk fra brunstuttaket (D). Modellen var lik som nevnt over, hvor kun beitetidspunkt ble byttet ut med prøvetype (2 nivåer). Tukey`s test kunne ikke gjennomføres her, da det var for få nivåer av prøvetype.

En regresjonsanalyse av osteutbytte (g) fra hvert ystekar ble analysert mot melkens celletall ($\times 1000$ per mL) i Excel. Dataene ble delt inn etter gård, og resulterte i to regresjonslinjer. Det ble regnet som en sammenheng når R^2 -verdien var $>0,70$.

Unscrambler ble brukt til prinsippal komponent analyse (PCA) av organiske syrer og karbohydrater, frie aminosyrer og flyktige aromakomponenter. Resultatet av PCA analysen ble illustrert ved hjelp av PCA Bi-plott. I denne analysen ble gjennomsnittet av de to ystekarene benyttet, for å redusere antall prøver i plottene. Data ble vektet ved å dele hver responsvariabel med standardavviket til alle variablene av den variabelen. Full kryssvalidering ble benyttet for validering av data. Variablene som ikke hadde betydning for variasjonen og havnet i den innerste sirkelen i «Correlation loadings» plottet, ble fjernet og en ny analyse ble gjennomført og er det gjeldene resultatet i denne oppgaven.

Signifikansnivå (p-verdi) fra ANOVA, Tukey-gruppering, gjennomsnittlig verdi \pm standardavvik (SD) for både gårdene og beitetidspunkt innen hver variabel, er samlet i Vedlegg 7.7.

3.3.6.2 Databehandling sensorisk analyse

Dataene fra hver ost ble gjennomgått for å se hvordan dommerne hadde bedømt ostene. Dommer 6 og 9 ble bestemt fjernet fra videre behandling av resultatene, da disse bedømte ostene høyere eller lavere enn resten av dommergruppen.

RStudio ble benyttet til å regne ut gjennomsnittet \pm standardavviket (SD) av dommerne for hver attributt, for hver ost. Dette gjennomsnittet ble så analysert ved hjelp av den samme statistiske modellen som forklart over.

Gjennomsnittet for hver attributt for hver ost beregnet i RStudio, ble også analysert ved hjelp av PCA i Unscrambler. Her ble data fra hvert ystekar benyttet, og data ble ikke vektet som over. Full kryssvalidering ble også her benyttet for validering av data.

3.4 Feiltagelser og avvik under ysting

Standardisering av ystemelken til 5,5 % fett var noe unøyaktig ved oppmåling av så mange liter melk i ystekaret.

Under syrningen av AG3 kom temperaturen opp i 40°C. Dette ble oppdaget etter noen minutter, men det tok enda noen minutter før temperaturen gikk ned til 35°C igjen. Dette kan ha medført at noen av de mesofile melkesyrebakteriene i syrekulturen ble inaktivert, og det forventede pH-fallet tok lengre tid. Etter en syringstid på 4,5 time hadde de to ystekarene pH 6,39 (AG3-1) og 6,41 (AG3-2). Det ble derfor tatt en avgjørelse om å gå videre til løpetilsetning, selv om pH 6,3 ikke var nådd.

Noen av ostene var utfordrende å få ut av formene, og en del fysisk kraft måtte til. Dette resulterte i at noen oster ga etter og delte seg i to.

Under ystingen av CG3-1, var det noen komplikasjoner med den firkantede osteharpen, og koagelet ble derfor skjært to ganger (frem og tilbake), for å få harpen av igjen. Dette kan ha resultert i flere mindre ostekuber, og at ostemassen klumpet seg sammen. Klumpingen av ostemassen var også gjeldene for ystekar 2, men i noe mindre grad.

Under ystingen av DG1-melken, ble det mistet noe ostemasse ut på gulvet under overføring til formene. Dette skjedde ved begge ystekarene, men DG1-1 mistet vesentlig mer volum ostemasse enn DG1-2. Massen som ble kassert ble ikke veid.

Som tidligere nevnt ble prøver av upasteurisert ystemelk tatt ut under ystingen. Dette skulle selvsagt vært pasteurisert ystemelk, og var en feiltagelse. Mikrobiologisk undersøkelse av både mysen og ferskosten ville likevel kunne si noe om pasteuriseringen var vellykket.

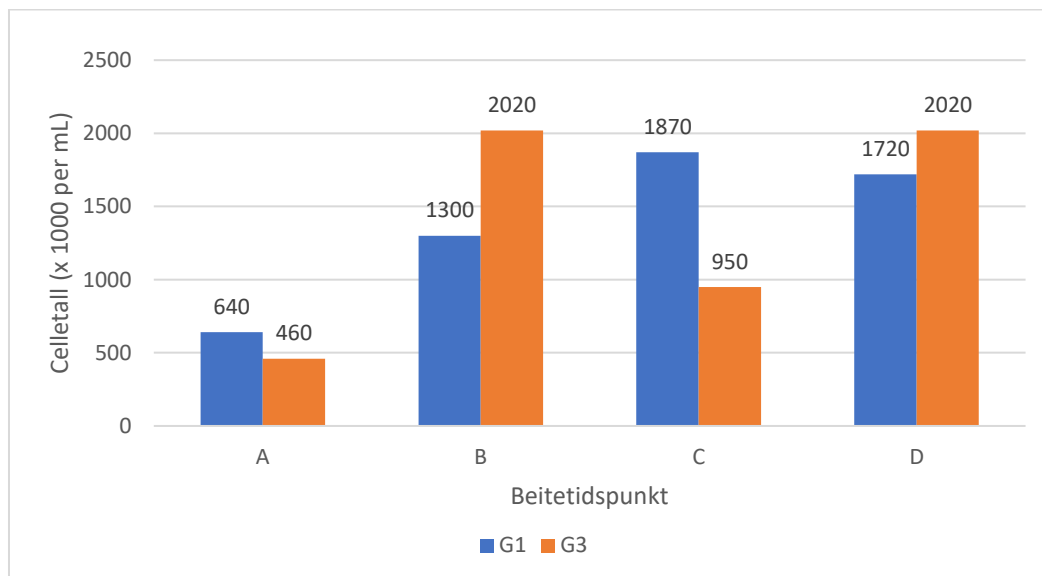
Ved en forglemmelse ble ikke FTIR analysert i mysen fra CG3-2. Denne prøven ble dermed tint dagen etter ystingen og analysert.

4 Resultater

4.1 Melke kvalitet

4.1.1 Celletall i tankmelken

Celletallinnholdet (x 1000 per mL) i tankmelken fra gård G1 og G3, ved de fire beitetidspunktene, er vist i Figur 7. Resultatene er analysert av TINE.



Figur 7. Celletallinnholdet (x1000 per mL) i tankmelken til G1 (blå) og G3 (oransje) ved de fire beitetidspunktene (A-D). Resultatene er analysert av TINE.

Ved første beitetidspunkt (A) for G1 og G3 var celletallinnholdet i tankmelken forholdsvis lavt (<650). Celletallet økte ved de senere uttakene. Det var ingen signifikante forskjeller i henhold til celletall mellom gårdene eller beitetidspunktene (Vedlegg 7.7).

4.1.2 Sammensetning av rå melk, ystemelk og myse

Innholdet av fett, protein, kasein, laktose og tørrstoff i rå melk, ystemelk og myse ble analysert i en MilkoScan™ (FTIR). Tabell 8-11 inneholder resultater kun av de komponentene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktorene ($\alpha < 0,05$), mens de resterende er vist i Vedlegg 7.7. Statistikkresultatene av rå melk er vist i Tabell 8.

Tabell 8. Innholdet av kasein og laktose i rå melk ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Kasein	Laktose
ANOVA (p-verdi)		
Beitetid	0,050	0,016
Gård	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)		
A	2,62 a \pm 0,1	4,79 b \pm 0,1
B	2,68 ab \pm 0,1	4,61 ab \pm 0,1
C	2,70 ab \pm 0,1	4,63 ab \pm 0,1
D	2,83 c \pm 0,1	4,44 a \pm 0,1
Gård (snitt)		
G1	2,67 \pm 0,1	4,65 \pm 0,2
G3	2,74 \pm 0,1	4,58 \pm 1,1
R²	0,81	0,90

Rå melk fra brunstuttaket (D) inneholdt signifikant mest kasein, sammenlignet med første uttak (A). Rå melk fra første melkeuttak (A) inneholdt signifikant mer laktose enn brunstuttaket (D). Statistikkresultatene til den upasteuriserte ystemelken er vist i Tabell 9.

Tabell 9. pH, innhold av protein, laktose og tørrstoff i upasteurisert ystemelk ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	pH	Protein	Laktose	Tørrstoff
ANOVA (p-verdi)				
Beitetid	0,010	0,014	0,011	n.s.
Gård	n.s.	n.s.	n.s.	0,048
Beitetid (snitt)				
A	6,77 b \pm 0,1	3,48 a \pm 0,1	4,79 b \pm 0,1	14,33 a \pm 0,1
B	6,63 a \pm 0,1	3,57 a \pm 0,1	4,61 ab \pm 0,1	14,11 a \pm 0,1
C	6,69 a \pm 0,1	3,62 ab \pm 0,1	4,61 ab \pm 0,1	14,04 a \pm 0,3
D	6,67 a \pm 0,1	3,82 b \pm 0,1	4,41 a \pm 0,1	14,19 a \pm 0,2
Gård (snitt)				
G1	6,68 \pm 0,1	3,59 \pm 0,1	4,64 \pm 0,2	14,05 \pm 0,2
G3	6,70 \pm 0,1	3,65 \pm 0,2	4,56 \pm 0,1	14,28 \pm 0,1
R²	0,93	0,91	0,92	0,69

Beitetidspunkt hadde signifikant effekt på pH, protein og laktose i upasteurisert ystemelk. Første melkeuttak (A) hadde signifikant høyest pH sammenlignet med de andre melkeuttakene. Brunstmelken (uttak D) hadde et signifikant høyere proteininnhold enn første og andre melkeuttak (A og B). Første melkeuttak (A) inneholdt signifikant mer laktose, sammenlignet med brunstmelken (D). Upasteurisert ystemelk fra G3 hadde et signifikant høyere tørrstoff enn upasteurisert ystemelk fra G1.

Tabell 10 viser forskjell i sammensetning mellom upasteurisert og pasteurisert ystemelk fra brunstuttaket (D). Denne sammenligningen ble gjort da det ble observert en forskjell på FTIR-resultatene under ysting av brunstmelken.

Tabell 10. pH, innhold av fett, protein, laktose og tørrstoff i upasteurisert og pasteurisert ystemelk ved beitetidspunkt D og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	pH	Fett	Protein	Laktose	Tørrstoff
ANOVA (p-verdi)					
Prøvetype	<0,001	0,037	0,042	0,048	0,048
Gård	<0,001	0,033	n.s.	n.s.	n.s.
Prøvetype (snitt)					
Upasteurisert	6,67 \pm <0,1	5,56 \pm 0,2	3,82 \pm 0,1	4,41 \pm <0,1	14,19 \pm 0,2
Pasteurisert	6,52 \pm <0,1	5,74 \pm 0,2	3,90 \pm 0,1	4,53 \pm <0,1	14,59 \pm 0,2
Gård (snitt)					
G1	6,58 \pm 0,1	5,54 \pm 0,1	3,81 \pm 0,1	4,48 \pm 0,1	14,24 \pm 0,3
G3	6,61 \pm 0,1	5,76 \pm 0,1	3,91 \pm 0,1	4,46 \pm 0,1	14,54 \pm 0,3
R²	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99

Ystemelk fra G3 hadde signifikant høyere pH og fettinnhold, sammenlignet med ystemelk fra G1. Pasteurisert ystemelk hadde et signifikant høyere innhold av fett, protein, laktose og tørrstoff, mens upasteurisert ystemelk hadde signifikant høyere pH.

Statistikkresultatene for sammensetningen av myseprøvene er vist i Tabell 11.

Tabell 11. pH, innhold av fett, protein, laktose og tørrstoff i myse ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey`s test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

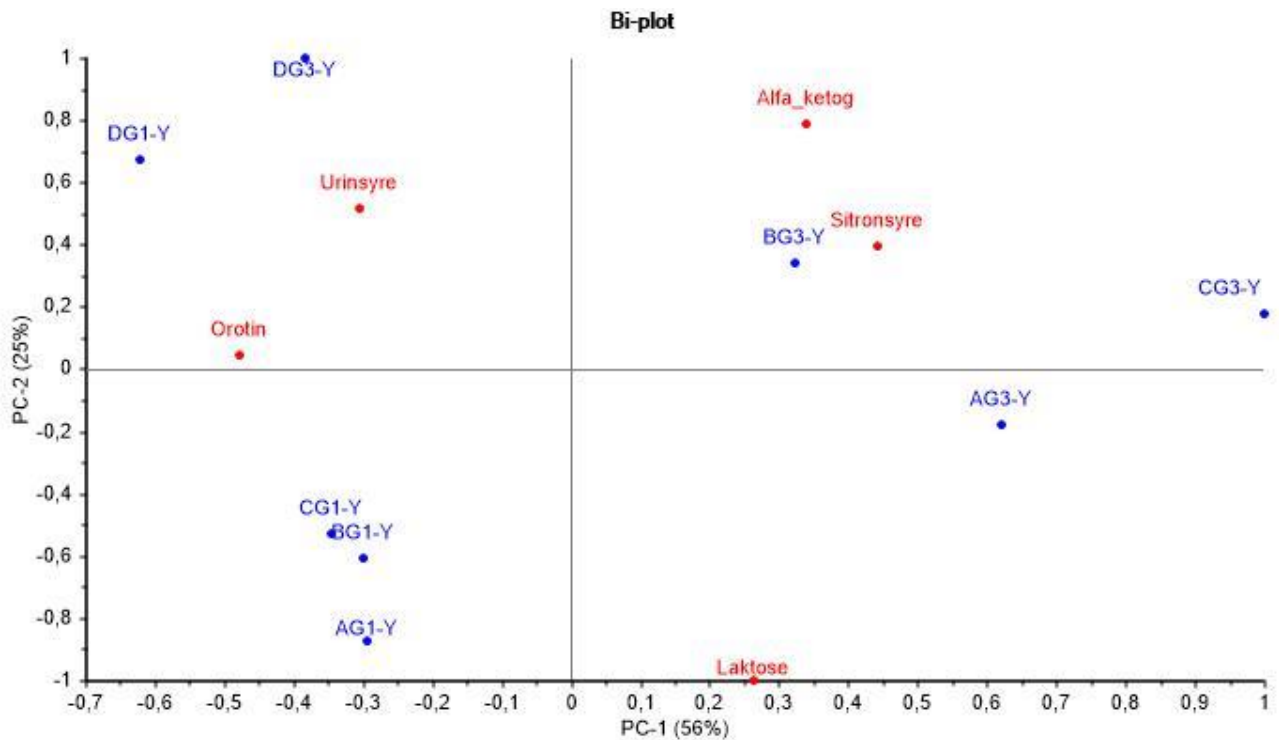
	pH	Fett	Protein	Laktose	Tørrstoff
ANOVA (p-verdi)					
Beitetid	0,031	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gård	n.s.	n.s.	<0,001	0,008	<0,001
Beitetid (snitt)					
A	6,27 ab \pm 0,1	0,70 c \pm <0,1	0,80 a \pm <0,1	4,57 b \pm 0,1	7,85 c \pm 0,2
B	6,23 ab \pm <0,1	0,68 c \pm <0,1	0,84 b \pm <0,1	4,42 b \pm 0,1	7,51 b \pm 0,1
C	6,31 b \pm 0,1	0,53 a \pm <0,1	0,84 b \pm <0,1	4,47 b \pm 0,2	7,18 a \pm 0,1
D	6,09 a \pm <0,1	0,61 b \pm <0,1	0,95 c \pm <0,1	4,00 a \pm <0,1	7,06 a \pm <0,1
Gård (snitt)					
G1	6,20 \pm 0,1	0,63 \pm 0,1	0,84 \pm 0,1	4,30 \pm 0,2	7,32 \pm 0,3
G3	6,25 \pm 0,1	0,63 \pm 0,1	0,88 \pm 0,1	4,43 \pm 0,3	7,47 \pm 0,4
R²	0,40	0,89	0,95	0,89	0,97

Beitetidspunkt hadde signifikant effekt på alle de fem komponentene. Myse fra beitetidspunkt C hadde signifikant høyere pH, sammenlignet med myse fra brunstmelken (D). Myse fra første melkeuttak (A) hadde et signifikant høyere innhold av fett og tørrstoff. Myse fra brunstmelken (D) hadde signifikant høyest innhold av protein og lavest innhold av laktose. Myse fra G3 hadde et signifikant høyere innhold av både protein, laktose og tørrstoff, sammenlignet med G1.

4.1.3 Organiske syrer og karbohydrater i ystemelk og myse

Innholdet av organiske syrer og karbohydrater ble analysert i upasteurisert ystemelk og myse.

Figur 8 viser PCA Bi-plott over innholdet av organiske syrer og karbohydrater i ystemelk.



Figur 8. PCA Bi-plott over organiske syrer og karbohydrater i upasteurisert ystemelk. Ingen komponenter er fjernet. Beitetidspunkt (A-D), gård (G1 og G3) og Y (ystemelk). PC1 forklarer 56% og PC2 25% av variasjonen.

Figuren viser at osteprøvene grupperes etter gård. Ystemelk fra de tre første beitetidspunktene (A, B og C) fra G3, inneholder mer sitronsyre enn de tilsvarende prøvene fra G1. Ystemelk fra begge gårdene av uttak D, grupperes sammen med høye verdier av urinsyre og orotinsyre.

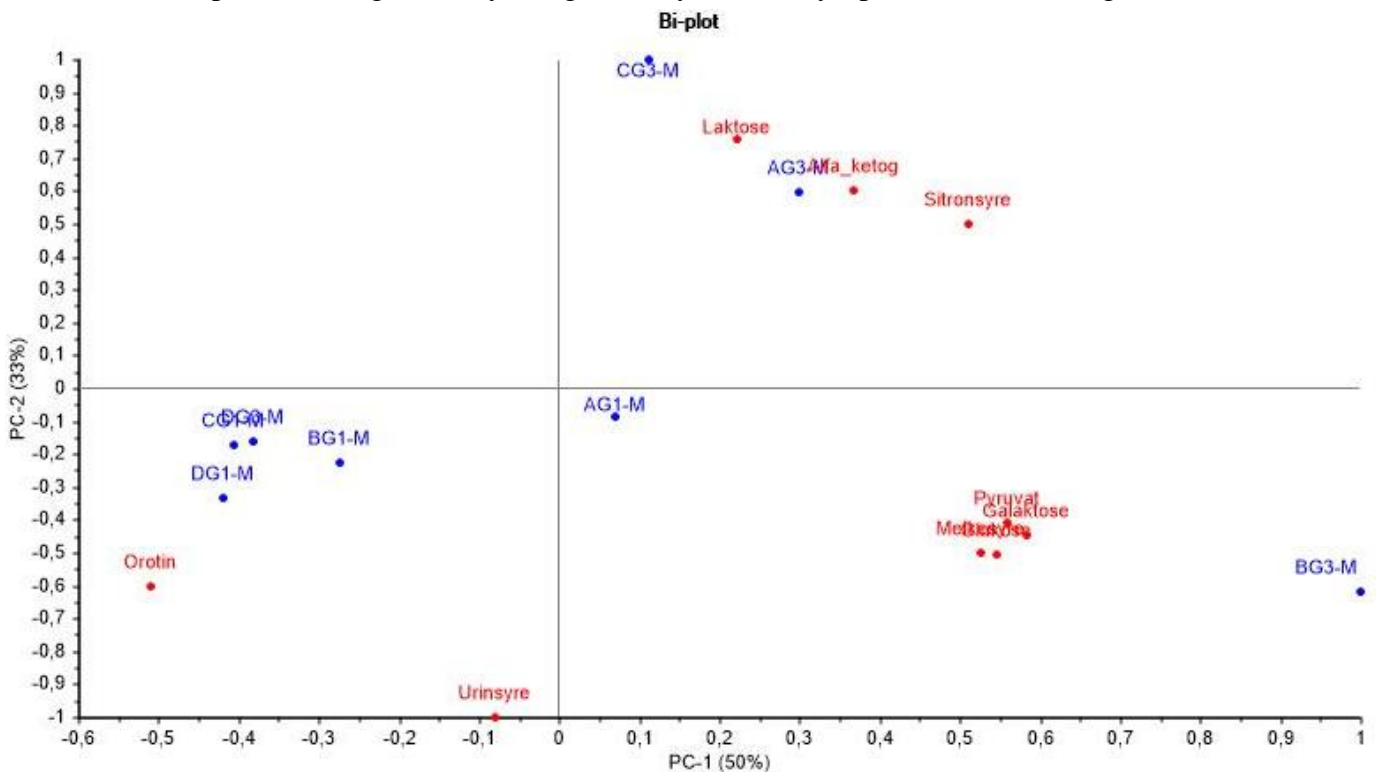
Statistikkresultatene fra ystemelkens organiske syrer og karbohydrater er vist i Tabell 12. Tabell 12 og 13 inneholder resultater kun av de komponentene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktorene ($\alpha < 0,05$), mens de resterende er vist i Vedlegg 7.7.

Tabell 12. Innholdet av laktose, sitronsyre, α -ketoglutarat og orotinsyre (mmol) i upasteurisert ystemelk ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Laktose	Sitronsyre	α -ketoglutarat	Orotinsyre
ANOVA (p-verdi)				
Beitetid	0,022	n.s.	n.s.	n.s.
Gård	n.s.	0,023	0,044	0,045
Beitetid (snitt)				
A	493,76 b \pm 3,1	5,20 a \pm 1,8	0,08 a \pm <0,1	0,06 a \pm <0,1
B	478,72 ab \pm 4,7	5,48 a \pm 1,6	0,08 a \pm <0,1	0,06 a \pm <0,1
C	477,09 ab \pm 6,5	5,08 a \pm 1,8	0,10 a \pm 0,1	0,06 a \pm <0,1
D	445,51 a \pm 9,5	4,44 a \pm 0,4	0,10 a \pm <0,1	0,08 a \pm <0,1
Gård (snitt)				
G1	472,32 \pm 24,3	4,03 \pm 0,3	0,07 \pm <0,1	0,08 \pm <0,1
G3	475,21 \pm 16,7	6,04 \pm 0,9	0,11 \pm <0,1	0,06 \pm <0,1
R²	0,87	0,70	0,60	0,69

Beitetidspunkt hadde kun signifikant effekt på laktose i upasteurisert ystemelk, hvor første uttak (A) hadde signifikant høyest, og uttak D signifikant lavest innhold. Ystemelken fra G3 inneholdt signifikant mest sitronsyre og α -ketoglutarat, mens melken fra G1 inneholdt mest orotinsyre.

PCA Bi-plott over organiske syrer og karbohydrater i myseprøvene er vist i Figur 9.



Figur 9. PCA Bi-plott over innholdet av organiske syrer og karbohydrater i myseprøvene. Ingen komponenter er fjernet. Beitetidspunkt (A-D), gård (G1 og G3) og M (myse). PC1 forklarer 50% og PC2 33% av variasjonen.

Myseprøvene grupperes etter gård. Mysen fra brunstuttaket (D) ligger sammen med orotinsyre og urinsyre for G1 og G3, sammen med BG1 og CG1.

Statistikkresultatene av myseprøvene er vist i Tabell 13.

Tabell 13. Innholdet av laktose, galaktose, sitronsyre, α -ketoglutarat, orotinsyre, pyruvat, melkesyre og urinsyre (mmol) i myse ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Laktose	Galaktose	Sitronsyre	α -ketoglutarat	Orotinsyre	Pyruvat	Melkesyre	Urinsyre
ANOVA (p-verdi)								
Beitetid	0,002	0,029	n.s.	n.s.	<0,001	0,027	0,019	0,015
Gård	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)								
A	530,53 b \pm 10,8	3,92 ab \pm 0,5	5,02 a \pm 1,6	0,12 a \pm <0,1	0,07 a \pm <0,1	0,13 ab \pm <0,1	10,18 b \pm 1,5	0,11 ab \pm <0,1
B	494,08 a \pm 19,4	4,72 b \pm 2,0	5,12 a \pm 1,4	0,12 a \pm <0,1	0,07 a \pm <0,1	0,15 b \pm <0,1	10,78 b \pm 3,7	0,15 ab \pm <0,1
C	516,68 ab \pm 9,8	2,53 ab \pm 0,2	4,89 a \pm 1,5	0,11 a \pm 0,1	0,07 a \pm <0,1	0,10 ab \pm <0,1	5,85 a \pm 0,4	0,11 a \pm <0,1
D	493,05 a \pm 5,4	2,45 a \pm 0,3	4,19 a \pm 0,3	0,11 a \pm <0,1	0,09 b \pm <0,1	0,08 a \pm <0,1	7,85 ab \pm 0,5	0,16 b \pm <0,1
Gård (snitt)								
G1	504,50 \pm 20,7	3,31 \pm 0,8	3,80 \pm 0,2	0,09 \pm <0,1	0,08 \pm <0,1	0,11 \pm <0,1	8,06 \pm 2,2	0,14 \pm <0,1
G3	512,70 \pm 19,3	3,68 \pm 1,8	5,86 \pm 0,9	0,14 \pm <0,1	0,06 \pm <0,1	0,12 \pm <0,1	9,27 \pm 3,2	0,13 \pm <0,1
R²	0,63	0,41	0,78	0,61	0,89	0,40	0,46	0,48

Myse fra G3 hadde et signifikant høyere innhold av sitronsyre og α -ketoglutarat, sammenlignet med myse fra G1. Myse fra G1 hadde et signifikant høyere innhold av orotinsyre.

Beitetidspunkt hadde signifikant effekt på laktose, galaktose, orotinsyre, pyruvat, melkesyre og urinsyre. Myse fra uttak A hadde et signifikant høyere innhold av laktose, sammenlignet med mysen fra uttak B og D. Innholdet av galaktose og pyruvat i mysen var signifikant forskjellige mellom beitetidspunkt B og D. Myse fra brunstmelken (D) inneholdt signifikant mest orotinsyre og urinsyre. Myse fra uttak C inneholdt signifikant mindre melkesyre enn uttak A og B.

4.2 Ysteresultater

4.2.1 Syrningsforløp

Tabell 14 viser statistikkresultatene av pH ved syrekulturtilsetning (0 timer), pH etter 3 timer syring, pH-differansen (Δ) mellom 0 og 3 timer, forsyringstiden (timer) før løpetilsetning og pH ved løpetilsetning. De målte verdiene er vist i Vedlegg 7.5.

Tabell 14. pH ved syrekulturtilsetning (0 timer), pH etter 3 timer syring, Δ pH-(differansen) mellom 0 og 3 timer syring, forsyringstiden før løpetilsetning (timer) og pH ved løpetilsetning ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene. AG3 er holdt utenfor i forsyringstiden og pH løpetilsetning.

	pH 0t	pH 3t	Δ 0 til 3t	Forsyrningstid	pH løpetilsetning
ANOVA (p-verdi)					
Beitetid	<0,001	0,014	n.s.	0,002	<0,001
Gård	<0,001	<0,001	0,011	0,002	0,023
Beitetid (snitt)					
A	6,62 c \pm <0,1	6,41 b \pm <0,1	0,21 a \pm <0,1	3,63 b \pm 0,2	6,28 b \pm <0,1
B	6,60 bc \pm 0,1	6,35 ab \pm 0,1	0,25 a \pm <0,1	3,25 a \pm 0,3	6,29 b \pm <0,1
C	6,58 b \pm <0,1	6,36 ab \pm 0,1	0,23 a \pm <0,1	3,04 a \pm <0,1	6,31 b \pm <0,1
D	6,52 a \pm <0,1	6,30 a \pm 0,1	0,22 a \pm 0,1	3,17 a \pm 0,2	6,24 a \pm <0,1
Gård (snitt)					
G1	6,56 \pm <0,1	6,30 \pm 0,1	0,25 \pm <0,1	3,16 \pm 0,3	6,27 \pm <0,1
G3	6,61 \pm <0,1	6,40 \pm <0,1	0,21 \pm <0,1	3,30 \pm 0,2	6,29 \pm <0,1
R²	0,86	0,72	0,38	0,80	0,87

Melk fra G1 og beitetidspunkt D hadde signifikant lavest pH ved syrekulturtilsetning (0 timer). De samme prøvene (G1 og uttak D) hadde også signifikant lavest pH etter 3 timer syring og ved løpetilsetning. Melk fra G1 hadde signifikant kortest forsyringstid, sammenlignet med melk fra G3.

4.2.2 Løpningstid

Løpningstiden, tiden fra løpe ble tilsatt og koagelet ble skjært, var 12 min (\pm 2). Løpningstiden til hvert ystekar, er vist i Vedlegg 7.6.

4.2.3 Mikrobiologisk

4.2.3.1 Koliforme bakterier

Tilstedeværelsen av koliforme bakterier ble undersøkt i ystemelk, myse og ferskosten. Ystemelk-uttakene ble gjort før pasteurisering under ystingen av A-, B- og C-melken. Dette ble ikke oppdaget før C-ystemelken ga vekst av koliforme bakterier. Ystemelken fra G1 ga 1 koloni, mens det i melken fra G3 ga 184 kolonier. Det ble ikke påvist noen koliforme bakterier i myseprøvene eller ferskosten. Under ystingen av brunstmelken (uttak D) ble både upasteurisert og pasteurisert ystemelk undersøkt for koliforme bakterier, i tillegg til mysen og ferskosten. Den upasteuriserte D-ystemelken ga 1 (G1) og 6 (G3) kolonier av koliforme bakterier.

4.2.3.2 Gjær

Det ble observert vekst av noe rosa i mange av vakuumposene til D-ostene, og litt færre tilfeller hos de andre ostene. Myse fra to DG3-1 oster (en med synlig vekst, og en uten) ble støpt inn med Rose Bengal agar. Osten var da totalt modnet i fem måneder og en uke. Både osten med og uten synlig vekst, hadde begge i snitt 2×10^6 antall kolonier. I mikroskop ble disse identifisert til encellede gjærceller. DNA-sekvensering viste at det mest sannsynlig var gjæren *Rhodotorula*.

4.2.4 Osteutbytte

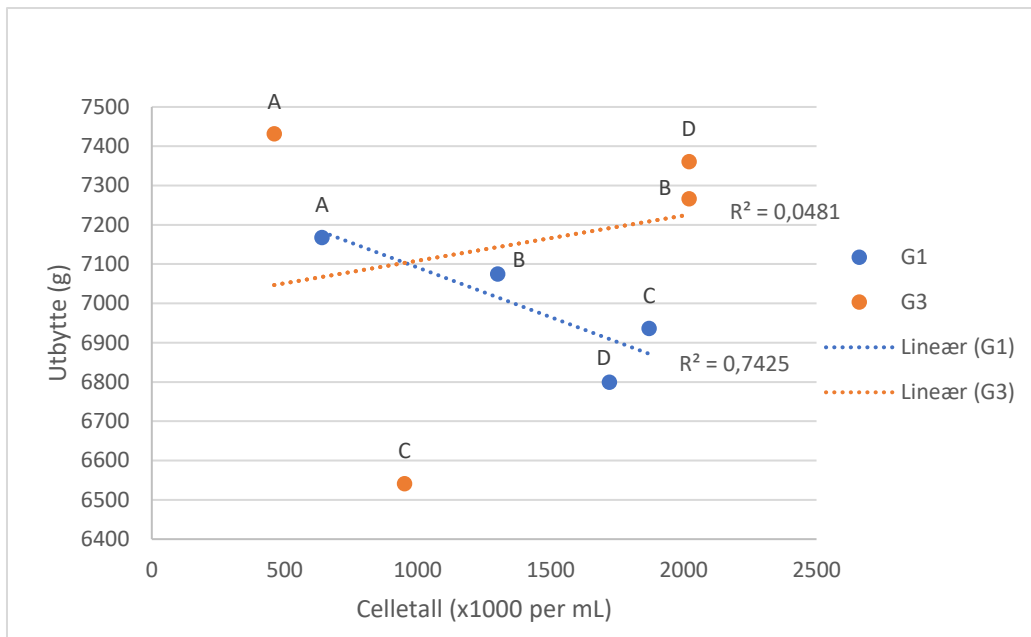
Osteutbytte (g) fra de ulike ystekarene ble statistisk analysert (med interaksjon). Resultatet er vist i Tabell 15.

Tabell 15. Osteutbytte (g) fra hvert ystekar ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA med interaksjon (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey`s test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Osteutbytte
ANOVA (p-verdi)	
Beitetid	0,011
Gård	n.s.
Beitetid:Gård	0,030
Beitetid (snitt)	
A	7299,75 b \pm 219,5
B	7170,93 b \pm 138,6
C	6739,10 a \pm 297,6
D	7080,33 ab \pm 348,5
Gård (snitt)	
G1	6994,70 \pm 161,9
G3	7150,35 \pm 421,2
R^2	0,69

ANOVA viste en signifikant effekt på beitetidspunkt og interaksjonen mellom beitetidspunkt og gård. Melk fra uttak C ga signifikant lavest osteutbytte sammenlignet med melk fra A- og B-uttaket, som hadde signifikant høyest osteutbytte.

I tillegg til ANOVA og Tukey`s test ble det utført en regresjonsanalyse av osteutbytte og celletall, for å undersøke om det kunne være en korrelasjon mellom disse. Osteutbytte ble delt inn etter gård (Figur 10).



Figur 10. Regresjonsanalyse for gjennomsnittlig osteutbytte (g) fra G1 (blå) og G3 (oransje) plottet mot celledtall (x 1000 per mL). De stiplede linjene er regresjonslinjene med R^2 -verdi. Beitetidspunktene A-D er markert for hvert punkt. Selv om det ble mistet noe ost av DG1, er disse fortsatt med.

Regresjonsanalysen viser at det er en korrelasjon ($R^2=0,74$) mellom høyt celledtall i melken og lavere osteutbytte for G1, men ingen korrelasjon for G3 ($R^2=0,05$).

4.3 Modnet ost

4.3.1 Tørrstoff

Tørrstoffinnholdet i osten ble målt etter 0, 2 og 4 mnd. modning. Tabell 16 inneholder resultater kun av de komponentene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktorene ($\alpha < 0,05$) (0 mnd.), mens de resterende (2 og 4 mnd.) vist er i Vedlegg 7.7.

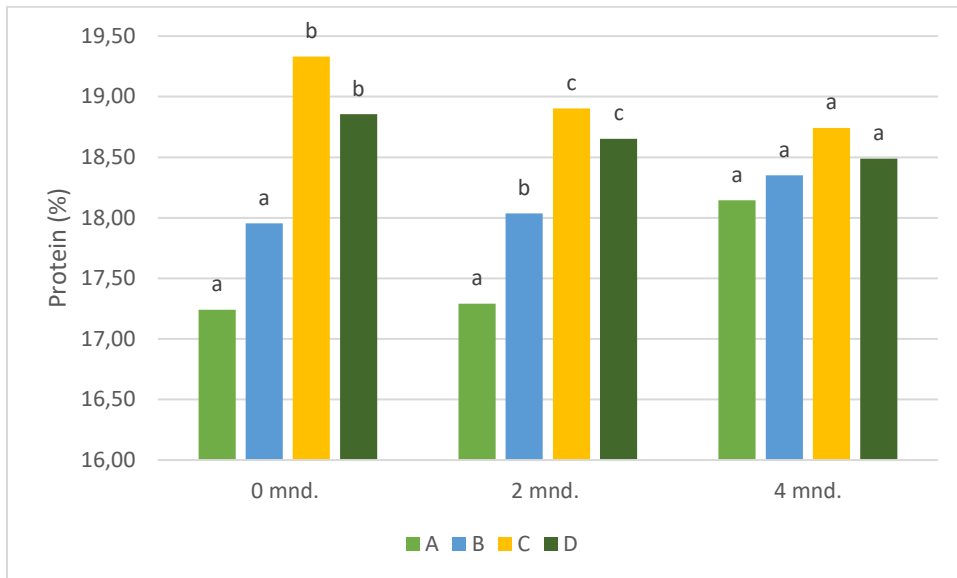
Tabell 16. Tørrstoff i 0 mnd. modnet ost ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey`s test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	0 mnd.
ANOVA (p-verdi)	
Beitetid	<0,001
Gård	0,023
Beitetid (snitt)	
A	55,17 a \pm 0,8
B	55,76 ab \pm 1,0
C	58,57 c \pm 1,2
D	57,17 bc \pm 0,1
Gård (snitt)	
G1	56,20 \pm 1,7
G3	57,14 \pm 1,4
R²	0,79

Ost laget av melk fra G3 hadde et signifikant høyere tørrstoffinnhold enn G1, og det var beitetidspunkt C som ga signifikant høyest tørrstoffinnhold. Det var ingen signifikante forskjeller for tørrstoff i osten etter 2 og 4 mnd. modning ($\hat{\mu}_{2 \text{ mnd.}} = 60,56 \pm 0,87$, $\hat{\mu}_{4 \text{ mnd.}} = 60,61 \pm 1,03$).

4.3.2 Proteininnhold

Proteininnholdet i osten ble analysert etter 0, 2 og 4 mnd. modning. Figur 11 viser gjennomsnittlig proteininnhold for hvert beite- og modningstidspunkt av osten.



Figur 11. Gjennomsnittlig proteininnhold (%) i osten ystet ved beitetidspunkt A-D. Tukey-grupperingen er vist på toppen av hver stolpe (a-c). ANOVA er gjennomført innen hvert modningstidspunkt (0, 2 og 4 mnd.), så Tukey-grupperingen kan ikke sammenlignes på tvers av disse.

Proteininnholdet var signifikant høyest i osten laget av melk fra beitetidspunkt C i både ferskosten (0 mnd.) og etter 2 mnd. modning. Melk fra første uttak (A), hadde signifikant lavest proteininnhold i osten modnet i 0 og 2 mnd. Det var ingen signifikant forskjell i proteininnhold i osten modnet i 4 mnd., men beitetidspunkt C hadde høyest proteininnhold. Gård ga ingen signifikant effekt på proteininnhold ved de ulike modningstidspunktene, se Vedlegg 7.7.

4.3.3 Salt

Saltinnholdet (%) ble analysert i ostene etter 4 mnd. modning. Gjennomsnittlig saltinnhold av alle de 8 ostene ble målt til 3,14%. Det var ingen signifikant forskjell i saltinnhold, se Vedlegg 7.7.

4.3.4 pH

Ostens pH ble målt etter 0, 2 og 4 mnd. modning. Tabell 17 viser statistikk-resultatene av pH målt i osten ved de fire beitetidspunktene ved de to gårdene.

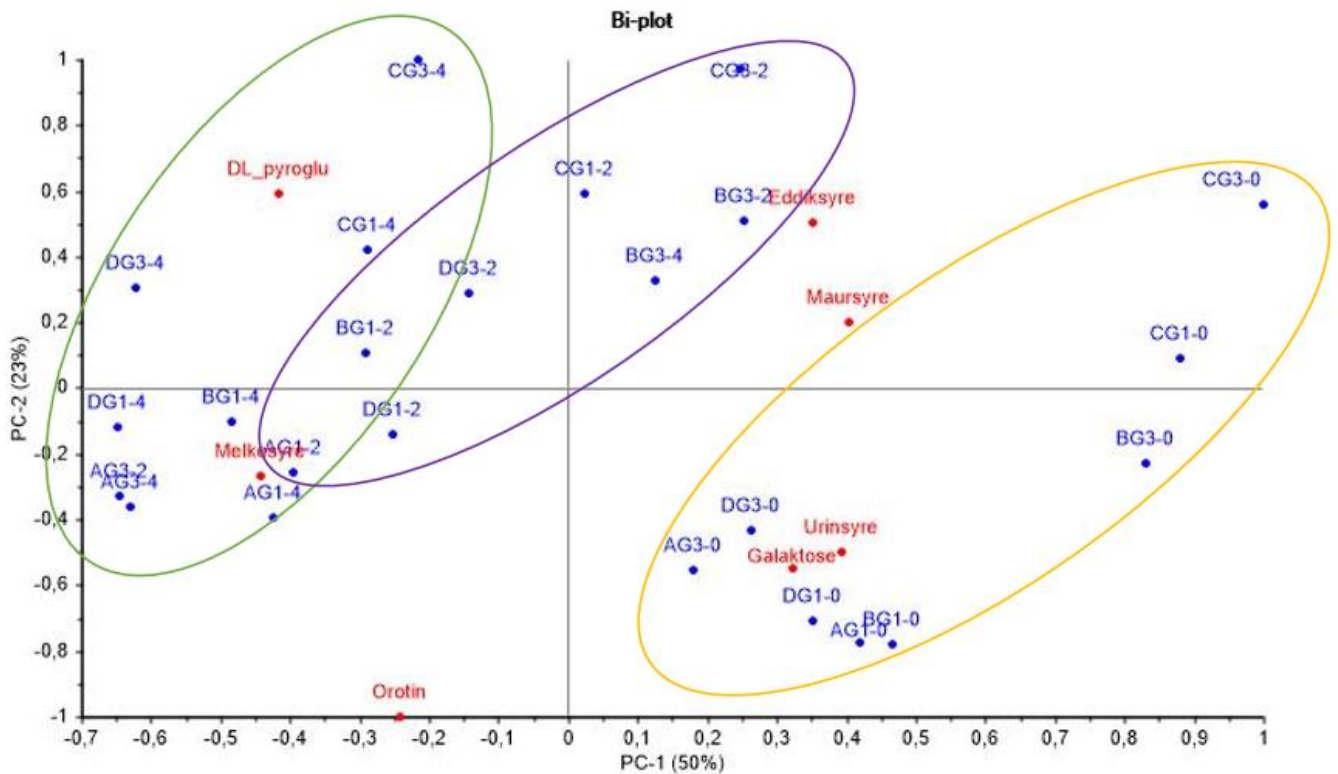
Tabell 17. pH i osten etter 0, 2 og 4 mnd. modning ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey`s test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	0 mnd.	2 mnd.	4 mnd.
ANOVA (p-verdi)			
Beitetid	<0,001	<0,001	<0,001
Gård	<0,001	0,007	<0,001
Beitetid (snitt)			
A	4,83 a \pm <0,1	4,63 a \pm <0,1	4,67 a \pm 0,1
B	4,83 a \pm 0,1	4,74 b \pm 0,1	4,75 b \pm 0,1
C	4,96 b \pm <0,1	4,84 b \pm <0,1	4,86 c \pm 0,1
D	4,79 a \pm <0,1	4,79 b \pm 0,1	4,72 ab \pm <0,1
Gård (snitt)			
G1	4,81 \pm 0,1	4,71 \pm 0,1	4,70 \pm 0,1
G3	4,89 \pm 0,1	4,79 \pm 0,1	4,80 \pm 0,1
R²	0,83	0,75	0,92

I ferskost (0 mnd.) hadde ost fra beitetidspunkt C signifikant høyere pH enn de andre uttakene. Etter 2 mnd. modning var pH i osten fra beitetidspunkt A signifikant lavest. Ostens pH etter 4 mnd. modning viste at uttak C hadde høyest pH og uttak A lavest pH. Osten laget av melken fra G3 hadde signifikant høyere pH ved alle de tre modningstidspunktene, sammenlignet med ost laget av melk fra G1.

4.3.5 Organiske syrer og karbohydrater i modnet ost

Figur 12 viser et samlet PCA Bi-plott over ostens innhold av organiske syrer og karbohydrater etter 0, 2 og 4 mnd. modning.



Figur 12. PCA Bi-plott over organiske syrer og karbohydrater i osten modnet i 0 mnd. (gul ring), 2 mnd. (lilla ring) og 4 mnd. (grønn ring). Hver prøve er et gjennomsnitt av de to ystekarene. Beitetidspunkt (A-D) og gård (G1 og G3). Sitronsyre og pyruvat er fjernet. PC1 forklarer 50% og PC2 23% av variasjonen.

Osten grupperes først og fremst etter modningstidspunkt, vist med de tre ringene, men også noe etter beitetidspunkt innad hvert modningstidspunkt. Ferskosten (0 mnd.) ligger i nærheten av galaktose og urinsyre. Osten fra BG3 modnet i 2 og 4 mnd. ligger tett på eddiksyre og maursyre. AG1-osten etter 2 og 4 mnd. modning ligger tett sammen med melkesyre.

Tabell 18-20 viser statistikkresultatene for innholdet av organiske syrer og karbohydrater for 0, 2 og 4 mnd. modnet ost. Tabellene inneholder resultater kun av de komponentene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktorene ($\alpha < 0,05$), mens de resterende vist er i Vedlegg 7.7.

Tabell 18. Organiske syrer og karbohydrater (mmol) målt i ferskost (0 mnd.) ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . Tabellen er delt i to. «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Galaktose	Sitronsyre	Orotinsyre	Pyruvat	Melkesyre
ANOVA (p-verdi)					
Beitetid	0,002	0,005	<0,001	0,008	0,001
Gård	n.s.	<0,001	<0,001	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)					
A	24,14 b \pm 2,7	6,24 b \pm 1,2	0,02 bc \pm <0,1	1,46 a \pm 0,1	161,29 b \pm 4,4
B	24,65 b \pm 2,1	5,74 ab \pm 0,7	0,02 b \pm <0,1	1,63 ab \pm 0,2	148,39 ab \pm 8,9
C	20,56 ab \pm 3,9	5,06 a \pm 1,0	0,01 a \pm <0,1	1,95 b \pm 0,1	137,08 a \pm 8,8
D	15,22 a \pm 1,6	5,09 a \pm 0,2	0,02 c \pm <0,1	1,86 b \pm 0,2	155,44 b \pm 1,1
Gård (snitt)					
G1	20,83 \pm 4,4	4,87 \pm 0,4	0,02 \pm <0,1	1,72 \pm 0,2	153,28 \pm 5,5
G3	21,46 \pm 5,0	6,19 \pm 0,8	0,01 \pm <0,1	1,74 \pm 0,3	147,82 \pm 14,6
R²	0,63	0,80	0,92	0,52	0,70

	Maursyre	Eddiksyre	Urinsyre	DL-pyroglutaminsyre
ANOVA (p-verdi)				
Beitetid	<0,001	<0,001	0,048	0,001
Gård	n.s.	n.s.	0,009	0,036
Beitetid (snitt)				
A	2,09 a \pm 0,1	2,63 a \pm 0,1	0,11 a \pm <0,1	0,03 bc \pm <0,1
B	2,23 b \pm <0,1	2,59 a \pm 0,2	0,15 a \pm <0,1	0,02 ab \pm <0,1
C	2,36 c \pm <0,1	3,01 b \pm 0,2	0,11 a \pm <0,1	0,01 a \pm <0,1
D	2,30 bc \pm <0,1	2,31 a \pm 0,2	0,14 a \pm <0,1	0,03 c \pm <0,1
Gård (snitt)				
G1	2,26 \pm 0,1	2,70 \pm 0,3	0,14 \pm <0,1	0,016 \pm <0,1
G3	2,23 \pm 0,1	2,57 \pm 0,3	0,11 \pm <0,1	0,022 \pm <0,1
R²	0,85	0,73	0,53	0,71

Ost laget av melk fra G3 hadde et signifikant høyere innhold av sitronsyre og DL-pyroglutaminsyre, mens ost laget av melk fra G1 hadde høyest innhold av orotinsyre og urinsyre. Galaktoseinnholdet var signifikant lavest i melk fra beitetidspunkt D. Ost laget av første melkeuttak (A) hadde signifikant høyest innhold av sitronsyre og melkesyre. Ost laget av melk fra beitetidspunkt C hadde signifikant lavest innhold av melkesyre, og høyest innhold av pyruvat, maursyre og eddiksyre.

Tabell 19. Organiske syrer og karbohydrater (mmol) i 2 mnd. modnet ost ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Galaktose	Sitronsyre	Orotinsyre	Pyruvat	Maursyre	Eddiksyre	Urinsyre
ANOVA (p-verdi)							
Beitetid	<0,001	n.s.	0,004	0,030	0,011	<0,001	<0,001
Gård	n.s.	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)							
A	17,57 c \pm 2,4	6,06 a \pm 1,1	0,02 b \pm <0,1	1,78 b \pm 0,4	1,79 a \pm 0,1	2,32 a \pm 0,1	<0,01 a \pm <0,1
B	13,87 bc \pm 2,8	5,86 a \pm 0,8	0,01 a \pm <0,1	1,52 ab \pm 0,3	2,09 ab \pm 0,2	2,58 a \pm 0,3	0,05 b \pm <0,1
C	11,05 ab \pm 1,6	5,74 a \pm 0,9	0,01 a \pm <0,1	1,19 a \pm 0,1	2,18 b \pm 0,1	3,13 b \pm 0,2	0,05 b \pm <0,1
D	8,59 a \pm 1,0	5,33 a \pm 0,1	0,02 ab \pm <0,1	1,75 b \pm 0,1	2,15 b \pm 0,2	2,24 a \pm 0,2	0,07 c \pm <0,1
Gård (snitt)							
G1	12,74 \pm 4,3	5,12 \pm 0,1	0,02 \pm <0,1	1,50 \pm 0,3	1,99 \pm 0,2	2,44 \pm 0,4	0,05 \pm <0,1
G3	12,80 \pm 3,8	6,37 \pm 0,7	0,01 \pm <0,1	1,62 \pm 0,4	2,11 \pm 0,2	2,69 \pm 0,4	0,04 \pm <0,1
R²	0,69	0,71	0,61	0,39	0,53	0,84	0,95

Også her hadde ost laget av melk fra G3 signifikant høyest innhold av sitronsyre. Ost ystet på melk fra beitetidspunkt A hadde signifikant høyest innhold av galaktose og orotinsyre. Ost laget av melk fra beitetidspunkt A og D inneholdt signifikant mest pyruvat, mens C-uttaket inneholdt minst pyruvat. Melkeuttak C inneholdt signifikant mest maursyre og eddiksyre.

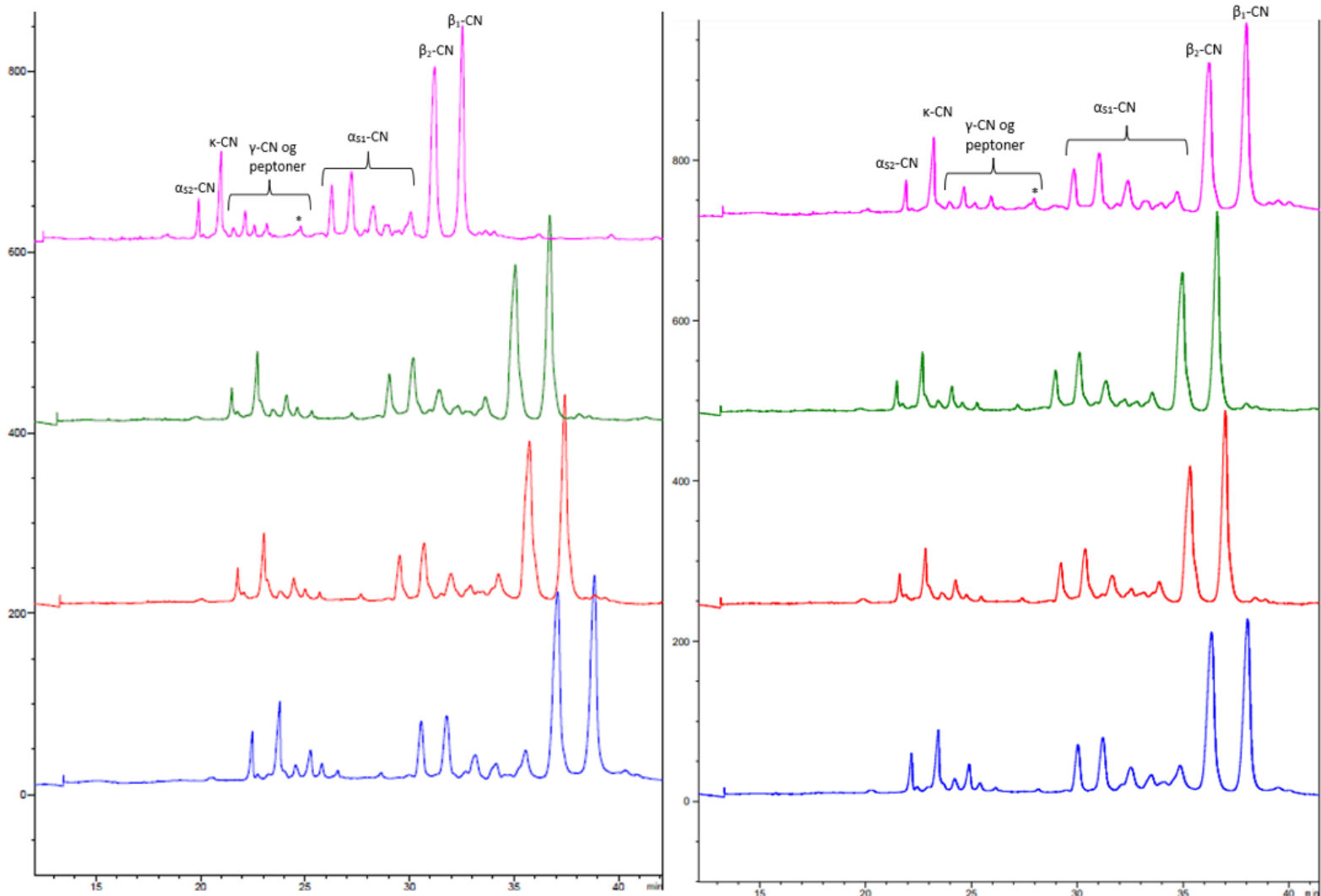
Tabell 20. Organiske syrer og karbohydrater (mmol) målt i 4 mnd. modnet ost ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Galaktose	Sitronsyre	Orotinsyre	Melkesyre	Eddiksyre	Urinsyre	DL-pyroglutaminsyre
ANOVA (p-verdi)							
Beitetid	0,001	n.s.	0,006	0,045	0,011	0,002	0,010
Gård	n.s.	0,002	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)							
A	17,49 c \pm 2,2	5,72 a \pm 1,0	0,02 b \pm <0,1	166,43 a \pm 4,6	2,31 ab \pm 0,2	<0,01 a \pm <0,1	0,16 ab \pm 0,1
B	14,22 bc \pm 2,2	5,28 a \pm 0,3	0,02 a \pm <0,1	158,36 a \pm 2,1	2,45 b \pm 0,4	0,04 b \pm <0,1	0,16 a \pm <0,1
C	11,79 ab \pm 3,2	5,47 a \pm 0,9	0,01 a \pm <0,1	157,21 a \pm 9,1	2,64 b \pm 0,2	0,02 ab \pm <0,1	0,30 bc \pm 0,1
D	8,12 a \pm 1,1	5,39 a \pm 0,2	0,02 ab \pm <0,1	167,93 a \pm 3,6	1,92 a \pm 0,2	0,05 b \pm <0,1	0,30 c \pm <0,1
Gård (snitt)							
G1	12,42 \pm 4,5	5,01 \pm 0,2	0,02 \pm <0,1	163,26 \pm 2,6	2,25 \pm 0,4	0,04 \pm <0,1	0,20 \pm 0,1
G3	13,39 \pm 3,9	5,92 \pm 0,6	0,02 \pm <0,1	161,71 \pm 9,8	2,41 \pm 0,3	0,02 \pm <0,1	0,26 \pm 0,1
R²	0,68	0,47	0,57	0,33	0,51	0,68	0,55

Ost laget av melk fra G3 inneholdt også her signifikant mer sitronsyre enn ost lagt av melk fra G1. Melkeuttak A inneholdt signifikant mest galaktose, mens uttak D inneholdt minst galaktose. Første melkeuttak (A) inneholdt signifikant mest orotinsyre, mens C- og D-uttaket inneholdt signifikant mest DL-pyroglutaminsyre. Melkeuttak B og C inneholdt signifikant mest eddiksyre, mens uttak B og D inneholdt mest urinsyre.

4.3.6 Kaseinnedbrytning

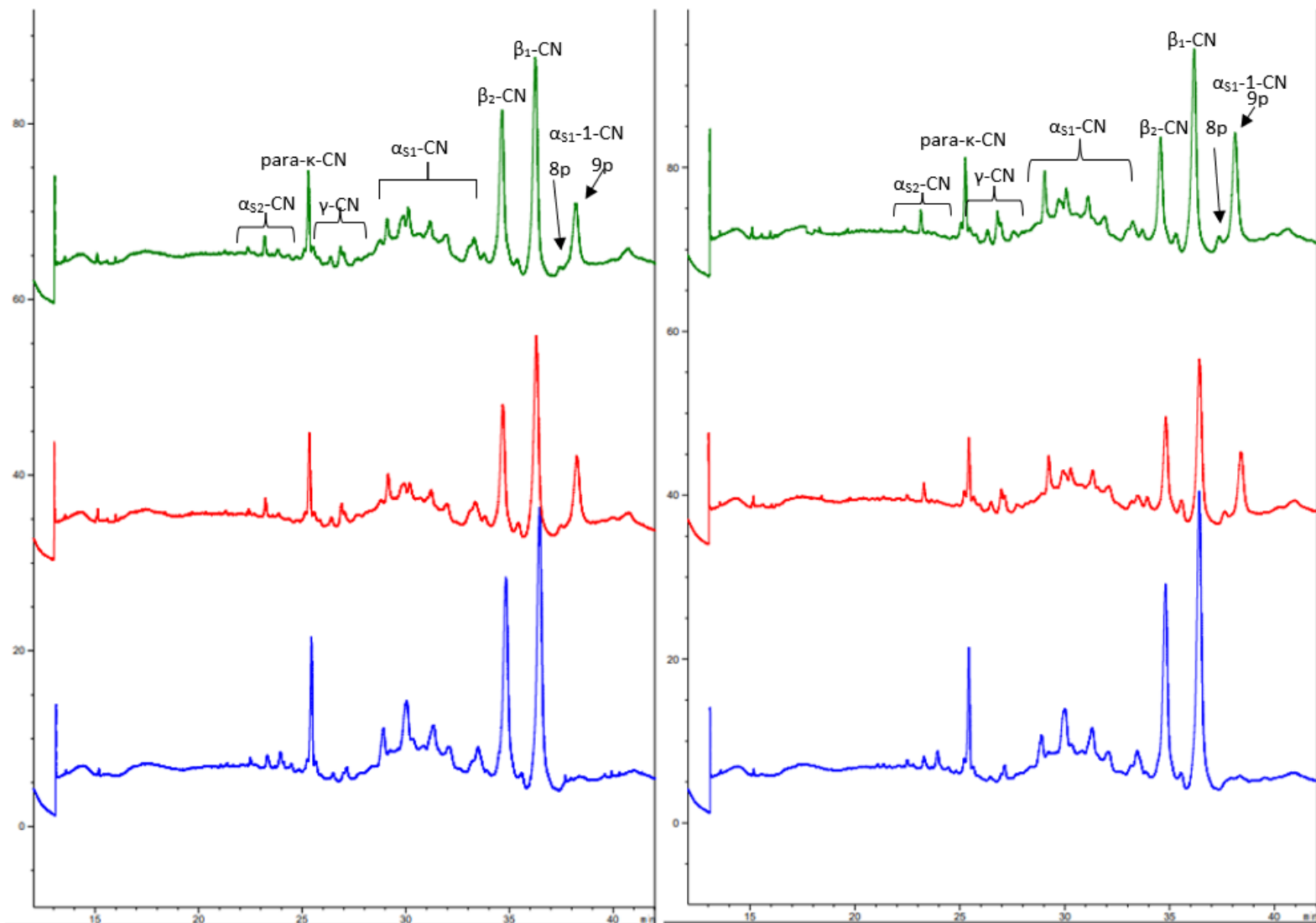
Rå melk og ost fra ystekar 1 fra hver gård ved hvert betetidspunkt ble analysert for kapillærelektroforese (CE). Figur 13 viser CE-resultatet av rå melk fra gård G1 og G3.



Figur 13. Fordeling av ulike proteiner i rå melk fra G1 (venstre) og G3 (høyre) ved betetidspunktene; A (blå), B (rød), C (grønn) og D (rosa), ved bruk av kapillærelektroforese. A og D har andre retensjonstider enn de andre, da disse ikke ble analysert i samme runde.

CE-resultatet av rå melk fra G1 viser at toppene for α_{s2} -CN-, α_{s1} -CN-, og β -CN er høyest i første melkeuttak (A). κ -CN-toppen og toppen markert med «*», er begge høyest i brunstmelken (D) sammenlignet med de andre betetidspunktene for begge gårdene. κ -CN-toppen er generelt høyere i rå melk fra G1, sammenlignet med G3, ved alle betetidspunktene. Toppene for α_{s1} -CN er også høyere i melken fra G1, sammenlignet med melken fra G3. β -CN-toppene er omtrent like høye ved første uttak (A), men toppen for β_2 -CN er lavere ved de tre siste betetidspunktene (B, C og D), og lavest i rå melk fra G3.

Figur 14 viser en oversikt over CE-resultatene av osten modnet i 0, 2 og 4 mnd. laget på melk fra beitetidspunkt C fra begge gårdene; CG1 og CG3.



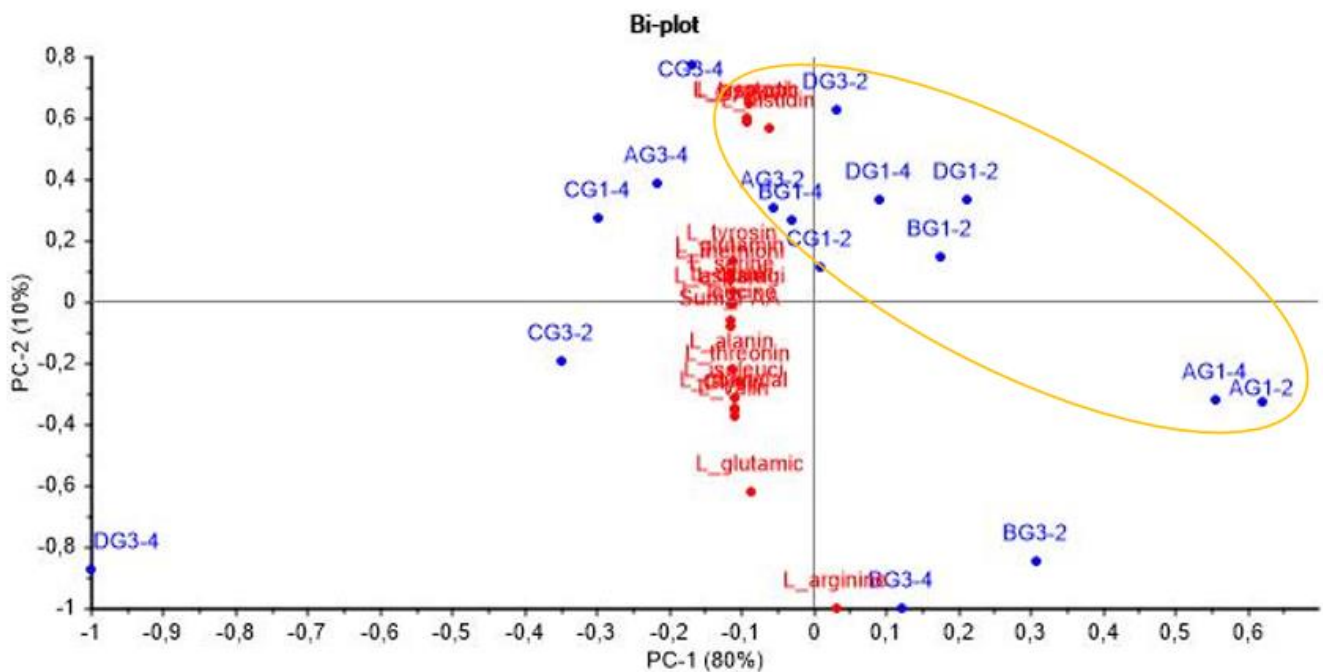
Figur 14. Fordeling av ulike proteiner i ostene laget av melk fra G1 (venstre) og G3 (høyre) på tidspunkt C. 0 (blå), 2 (rød) og 4 mnd. (grønn) modning ved bruk av kapillærelektroforese.

Figur 14 viser at to av α_{s2} -CN-toppene funnet i ferskosten (0 mnd.) er omtrent borte i osten i osten modnet i 2 og 4 mnd. fra begge gårdene. Para- κ -CN-toppen er generelt litt høyere i osten fra G1, sammenlignet med G3. Høyden på para- κ -CN-toppen er betydelig redusert i osten som er modnet i 2 og 4 mnd. fra begge gårdene, sammenlignet med ferskosten (0 mnd.). γ -CN-toppene er generelt høyere i osten modnet i 2 og 4 mnd., og høyest i osten fra G3. α_{s1} -CN-toppene ser ut til å være høyest i ferskosten (0 mnd.) til begge gårdene. I osten modnet i 2 og 4 mnd. er den første α_{s1} -CN-toppen (fra venstre) en del høyere i osten fra G3. β -CN er delt inn i

to topper (β_1 -CN og β_2 -CN), og disse er udefinerte genetiske varianter av β -CN. Toppene for β -CN er høyest i ferskosten (0 mnd.) for begge gårdene, etterfulgt av osten modnet i 4 mnd., og er også generelt høyere i ostene fra G1. α_{s1} -1-CN 8 og 9p-toppene er kun synlig i osten som er modnet i 2 og 4 mnd. hos begge gårdene, og er høyest i osten fra G3. α_{s1} -1-CN-9p-toppen er omtrent dobbelt så høy i osten modnet i 4 mnd. fra G3, sammenlignet med G1.

4.3.7 Frie aminosyrer

Innholdet av frie aminosyrer ble analysert i osten etter 2 og 4 mnd. modning. Figur 15 viser PCA Bi-plott av frie aminosyrer i ost modnet i 2 og 4 mnd.



Figur 15. PCA Bi-plott over frie aminosyrer i 2 og 4 mnd. modnet ost. Prøvene er gjennomsnittet av de to ystekarene, og inneholder 20 komponenter, 2 komponenter er fjernet. Beitetidspunkt (A-D), gård (G1 og G3) og modningstidspunkt (2 og 4 mnd.). Den gule ringen inneholder hovedsakelig kun 2 mnd. ostene. PC1 forklarer 80% og PC2 10% av variasjonen.

Osteprøvene grupperes hovedsakelig etter gård. Ostene modnet i 2 mnd. ligger omtrent innenfor den gule ringen, med unntak av ostene BG3-2 og CG3-2. De fleste osteprøvene ligger i midten av plottet, og disse inneholder forholdsvis like mye frie aminosyrer. AG1 ostene som ligger helt til høyre inneholder minst frie aminosyrer, mens DG3-4 lengst til venstre, inneholder mest frie aminosyrer. BG3 inneholder mer arginin enn de andre.

Tabell 21 og 22 viser statistikkresultatene av fire aminosyrer ost modnet i 2 og 4 mnd., og inneholder resultater kun av de komponentene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktorene ($\alpha < 0,05$), mens de resterende vist er i Vedlegg 7.7.

Tabell 21. Frie aminosyrer ($\mu\text{mol/g}$) analysert i osten etter 2 mnd. modning ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier $\pm\text{SD}$, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . Tabellen er delt opp i to. «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Glu	Asn	Gly	Thr	Citrullin	Arg	Ala	Tyr	Val
ANOVA (p-verdi)									
Beitetid	0,01688	n.s.	0,007	0,042	<0,001	0,015	0,002	0,007	<0,001
Gård	0,006	0,030	0,002	0,005	n.s.	0,049	0,002	n.s.	<0,001
Beitetid (snitt)									
A	0,16 ab $\pm 0,1$	0,70 a $\pm 0,3$	0,23 a $\pm 0,1$	0,21 a $\pm 0,1$	0,64 a $\pm 0,4$	0,26 ab $\pm 0,1$	0,50 a $\pm 0,2$	0,42 a $\pm 0,2$	1,04 a $\pm 0,5$
B	0,14 a $\pm 0,1$	0,70 a $\pm 0,1$	0,25 a $\pm 0,1$	0,27 ab $\pm 0,1$	0,65 a $\pm 0,2$	0,32 b $\pm 0,2$	0,60 a $\pm 0,1$	0,50 a $\pm 0,1$	1,26 a $\pm 0,1$
C	0,26 b $\pm 0,1$	0,96 a $\pm 0,1$	0,35 b $\pm 0,1$	0,29 b $\pm 0,1$	1,44 b $\pm 0,2$	0,18 ab $\pm 0,1$	0,76 b $\pm 0,1$	0,76 b $\pm 0,1$	2,00 b $\pm 0,6$
D	0,12 a $\pm 0,1$	0,78 a $\pm 0,1$	0,24 a $\pm 0,1$	0,24 ab $\pm 0,1$	0,99 ab $\pm 0,1$	0,10 a $\pm 0,1$	0,57 a $\pm 0,1$	0,64 ab $\pm 0,1$	1,14 a $\pm 0,2$
Gård (snitt)									
G1	0,12 $\pm 0,1$	0,69 $\pm 0,2$	0,23 $\pm 0,1$	0,22 $\pm 0,1$	0,83 $\pm 0,4$	0,17 $\pm 0,1$	0,54 $\pm 0,1$	0,53 $\pm 0,2$	1,08 $\pm 0,4$
G3	0,21 $\pm 0,1$	0,88 $\pm 0,2$	0,31 $\pm 0,1$	0,28 $\pm 0,1$	1,03 $\pm 0,4$	0,26 $\pm 0,2$	0,68 $\pm 0,1$	0,63 $\pm 0,2$	1,64 $\pm 0,5$
R²	0,61	0,41	0,69	0,57	0,71	0,54	0,73	0,57	0,80

	Met	Ile	Phe	Trp	Leu	Ornithin	Lys	Sum FAA
ANOVA (p-verdi)								
Beitetid	0,035	0,021	0,002	0,013	0,014	0,012	0,004	0,012
Gård	n.s.	0,007	0,005	n.s.	0,011	0,014	0,012	0,009
Beitetid (snitt)								
A	0,15 a $\pm 0,1$	0,31 a $\pm 0,2$	1,04 a $\pm 0,4$	0,11 a $\pm 0,1$	2,30 a $\pm 1,0$	0,56 a $\pm 0,2$	0,62 a $\pm 0,2$	13,28 a $\pm 5,1$
B	0,16 ab $\pm 0,1$	0,33 ab $\pm 0,1$	1,23 a $\pm 0,1$	0,12 ab $\pm 0,1$	2,37 a $\pm 0,3$	0,58 a $\pm 0,1$	0,63 a $\pm 0,1$	13,88 a $\pm 1,2$
C	0,24 b $\pm 0,1$	0,46 b $\pm 0,1$	1,93 b $\pm 0,6$	0,14 ab $\pm 0,1$	3,68 b $\pm 0,8$	0,90 b $\pm 0,2$	0,95 b $\pm 0,1$	20,01 b $\pm 3,6$
D	0,20 ab $\pm 0,1$	0,29 a $\pm 0,1$	1,19 a $\pm 0,2$	0,15 b $\pm 0,1$	2,68 ab $\pm 0,4$	0,76 ab $\pm 0,2$	0,84 ab $\pm 0,1$	15,23 ab $\pm 1,9$
Gård (snitt)								
G1	0,17 $\pm 0,1$	0,29 $\pm 0,1$	1,13 $\pm 0,3$	0,12 $\pm 0,1$	2,35 $\pm 0,6$	0,61 $\pm 0,1$	0,67 $\pm 0,2$	13,60 $\pm 3,3$
G3	0,21 $\pm 0,1$	0,41 $\pm 0,1$	1,56 $\pm 0,5$	0,14 $\pm 0,1$	3,17 $\pm 0,9$	0,80 $\pm 0,2$	0,84 $\pm 0,2$	17,60 $\pm 3,9$
R²	0,45	0,59	0,72	0,52	0,59	0,60	0,66	0,61

«Sum FAA» står for summen av alle de frie aminosyrene i osten. Både beitetidspunkt og gård viste en signifikant effekt på «Sum FAA». Både G3 og beitetidspunkt C hadde signifikant høyest innhold av frie aminosyrer.

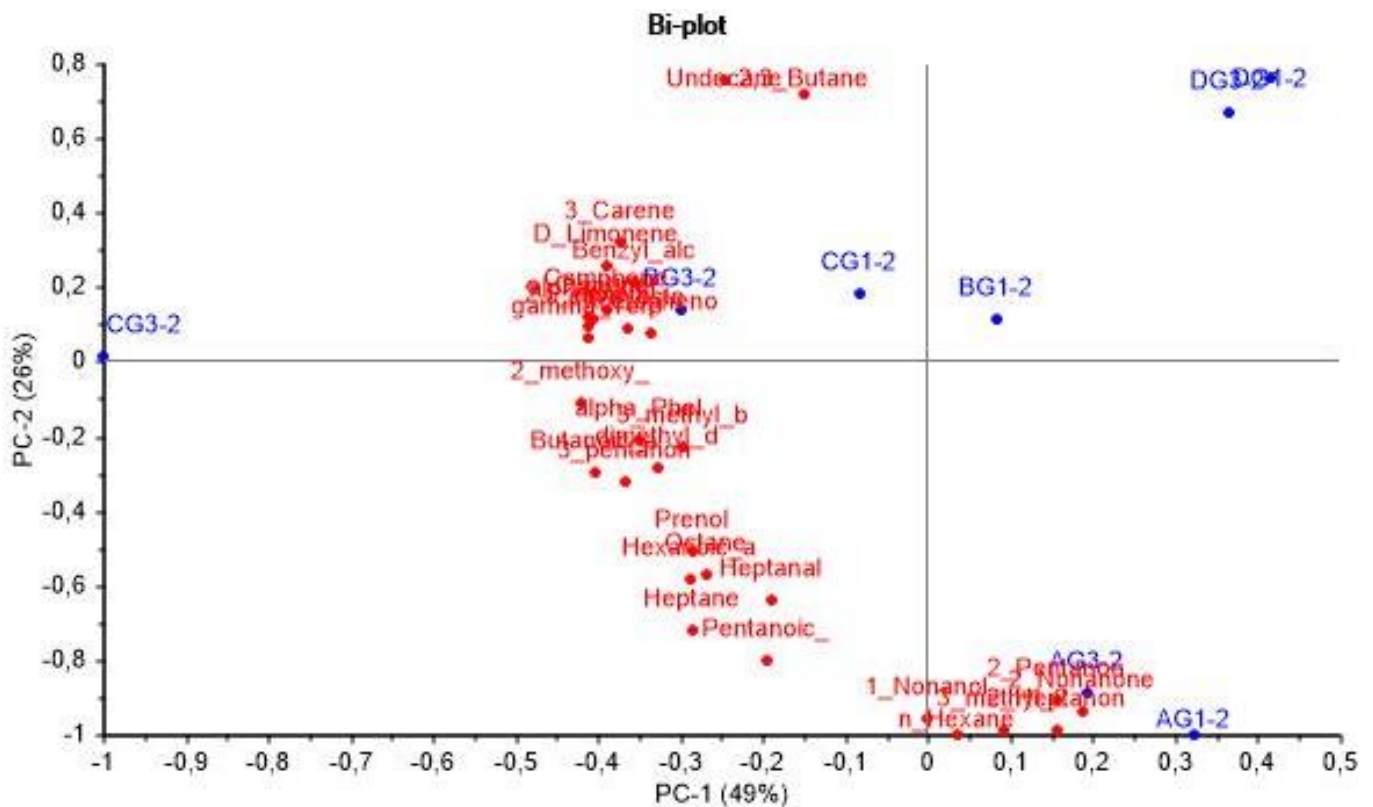
Tabell 22. Frie aminosyrer ($\mu\text{mol/g}$) analysert i ost etter 4 mnd. modning ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier $\pm\text{SD}$, Tukey's test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Gly	Thr	Citrullin	Ala	Tyr	Val	Ile	Phe	Trp	Leu	Lys	Sum FAA
ANOVA (p-verdi)												
Beitetid	n.s.	n.s.	0,040	n.s.	0,034	n.s.	n.s.	n.s.	0,021	n.s.	0,046	n.s.
Gård	0,038	0,040	n.s.	0,037	n.s.	0,035	0,048	0,038	n.s.	0,035	0,030	0,046
Beitetid (snitt)												
A	0,30 a $\pm 0,1$	0,22 a $\pm 0,1$	0,81 a $\pm 0,5$	0,56 a $\pm 0,2$	0,50 a $\pm 0,2$	1,12 a $\pm 0,5$	0,36 a $\pm 0,2$	1,15 a $\pm 0,4$	0,12 a $\pm <0,1$	2,68 a $\pm 1,3$	0,74 a $\pm 0,3$	14,90 a $\pm 6,3$
B	0,36 a $\pm <0,1$	0,30 a $\pm <0,1$	0,98 ab $\pm 0,2$	0,70 a $\pm <0,1$	0,61 ab $\pm 0,1$	1,39 a $\pm 0,1$	0,39 a $\pm <0,1$	1,45 a $\pm 0,1$	0,13 ab $\pm <0,1$	2,99 a $\pm 0,3$	0,79 a $\pm 0,1$	16,65 a $\pm 1,2$
C	0,37 a $\pm 0,1$	0,30 a $\pm <0,1$	1,52 ab $\pm 0,3$	0,79 a $\pm 0,1$	0,81 ab $\pm 0,1$	1,56 a $\pm 0,3$	0,42 a $\pm 0,1$	1,59 a $\pm 0,2$	0,16 ab $\pm <0,1$	3,71 a $\pm 0,4$	1,10 a $\pm 0,1$	19,86 a $\pm 2,4$
D	0,45 a $\pm 0,2$	0,32 a $\pm 0,1$	1,90 b $\pm 0,9$	0,86 a $\pm 0,3$	0,94 b $\pm 0,3$	2,16 a $\pm 1,3$	0,59 a $\pm 0,4$	2,12 a $\pm 1,0$	0,16 b $\pm <0,1$	4,48 a $\pm 1,9$	1,35 a $\pm 0,6$	23,39 a $\pm 9,5$
Gård (snitt)												
G1	0,31 $\pm 0,1$	0,25 $\pm 0,1$	1,09 $\pm 0,5$	0,63 $\pm 0,2$	0,62 $\pm 0,2$	1,20 $\pm 0,4$	0,33 $\pm 0,1$	1,29 $\pm 0,4$	0,31 $\pm <0,1$	2,87 $\pm 0,9$	0,81 $\pm 0,3$	15,85 $\pm 4,6$
G3	0,43 $\pm 0,1$	0,32 $\pm 0,1$	1,52 $\pm 0,7$	0,82 $\pm 0,2$	0,81 $\pm 0,3$	1,92 $\pm 0,8$	0,54 $\pm 0,2$	1,86 $\pm 0,7$	0,15 $\pm <0,1$	4,06 $\pm 1,3$	1,18 $\pm 0,5$	21,55 $\pm 6,6$
R²	0,29	0,32	0,41	0,40	0,44	0,35	0,24	0,41	0,48	0,39	0,47	0,34

Osten mondet i 4 mnd. fra G3 hadde også signifikant høyest innhold av frie aminosyrer. For aminosyrene citrullin, tyrosin og tryptofan hadde beitetidspunkt D et signifikant høyest innhold.

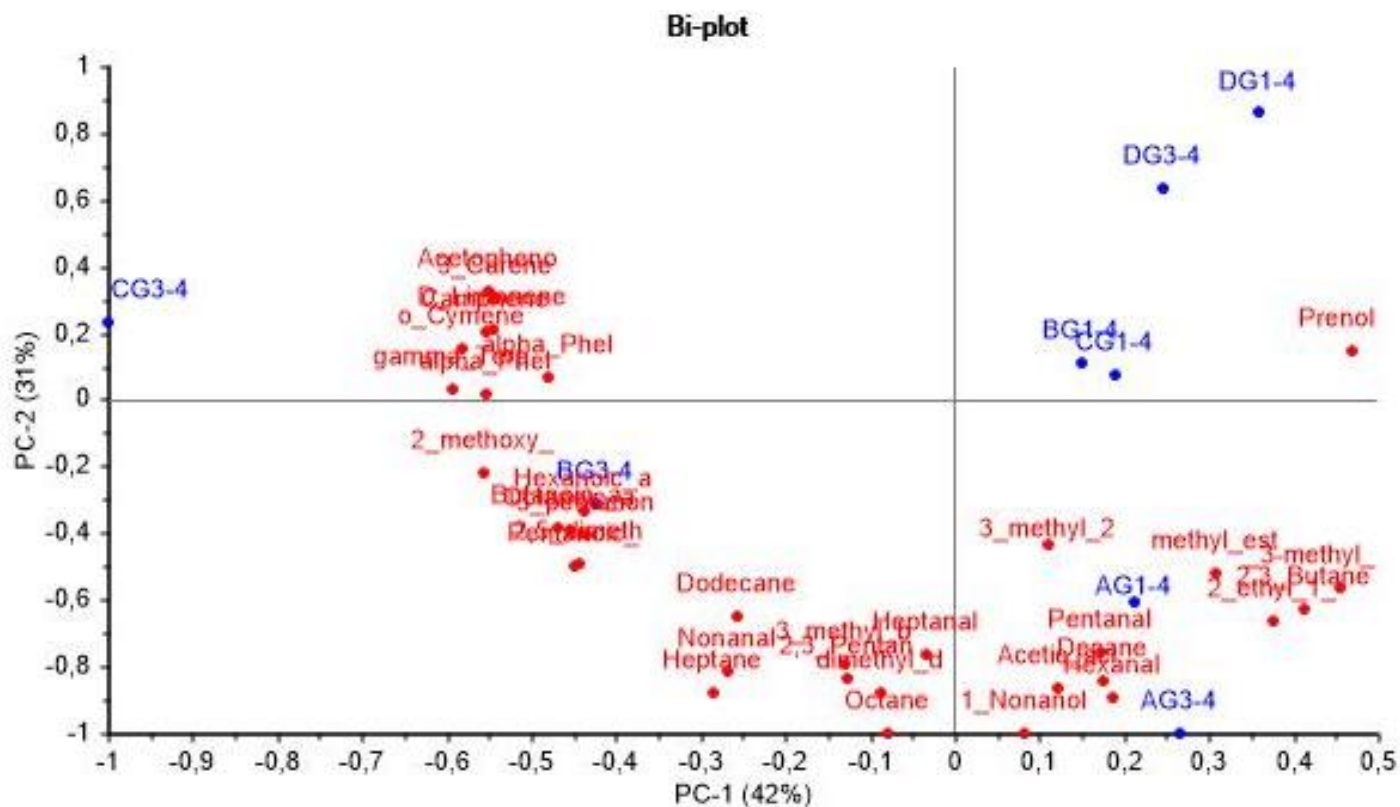
4.3.8 Flyktige aromakomponenter

Totalt ble det identifisert 55 flyktige aromakomponenter under GCMS analysen. Figur 16 og 17 viser PCA Bi-plott over flyktige aromakomponenter i osten modnet i 2 og 4 mnd. Det er tatt gjennomsnitt av de to ystekarene. Totalinnholdet av flyktige aromakomponenter var høyere i osten modnet i 2 mnd., sammenlignet med 4 mnd.



Figur 16. PCA Bi-plott over flyktige aromakomponenter i osten etter 2 mnd. modning. 31 komponenter. Beitetidspunkt (A-D) og gård (G1 og G3). PC1 forklarer 49% og PC2 26% av variasjonen.

Prøvene grupperes hovedsakelig etter beitetidspunkt. Ost laget av første melkeuttak (A) grupperes sammen nede i høyre hjørne. Osten laget av brunstmelken (D) er gruppert sammen øverst i høyre hjørne, og inneholder færrest flyktige aromakomponenter. CG3-2 ligger helt alene til venstre, og har det høyeste innholdet av flyktige aromakomponenter.

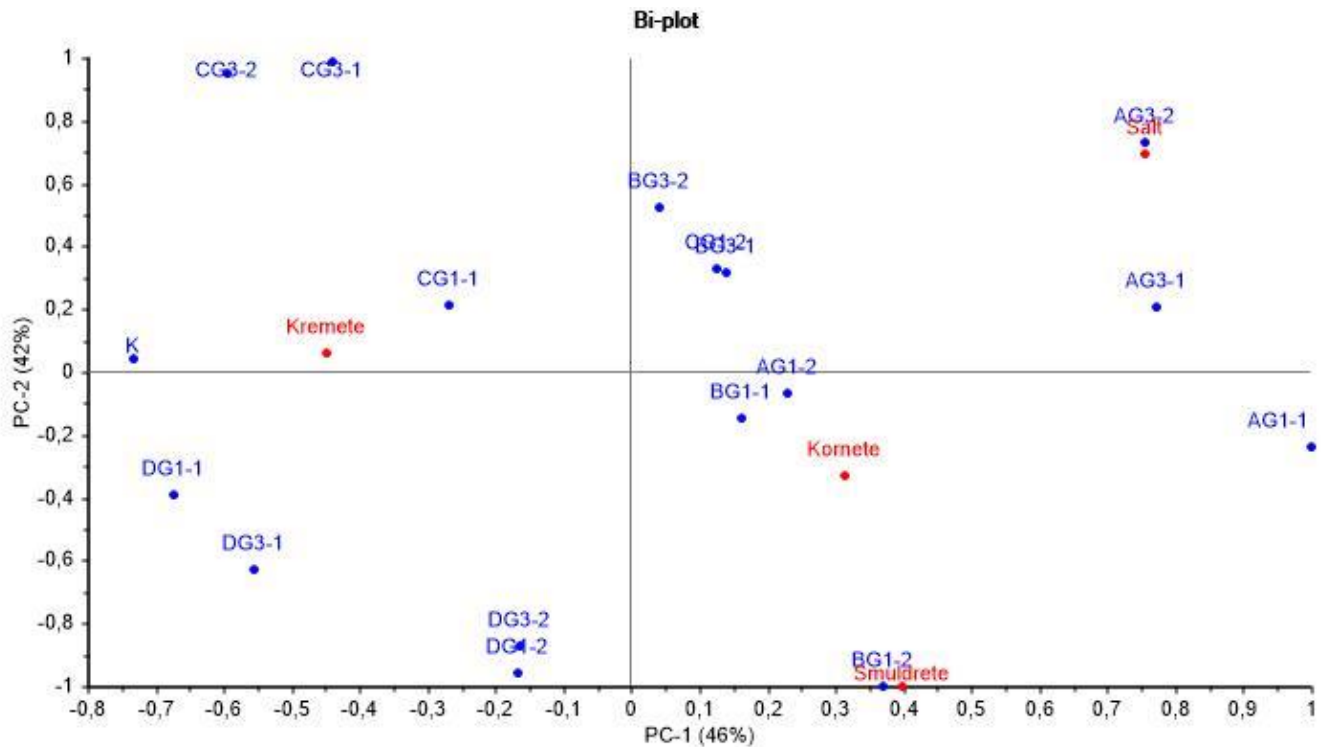


Figur 17. PCA Bi-plott over flyktige aromakomponenter i osten etter 4 mnd. modning. 35 komponenter. Beitetidspunkt (A-D) og gård (G1 og G3). PC1 forklarer 42% og PC2 31% av variasjonen.

PCA Bi-plottet over flyktige aromakomponenter i ost modnet i 4 mnd. er nokså lik plottet over 2 mnd. modning. Osten laget på A-melken ligger sammen nede i høyre hjørne, mens osten fra brunstmelken (D) ligger samlet oppe i høyre hjørne. CG3-4 ligger også her helt alene til venstre, og har høyest innhold av flyktige aromakomponenter. BG1 og CG1 ligger tett sammen mellom A- og D-ostene, mens BG3 trekkes mer mot CG3.

4.4 Sensorisk analyse

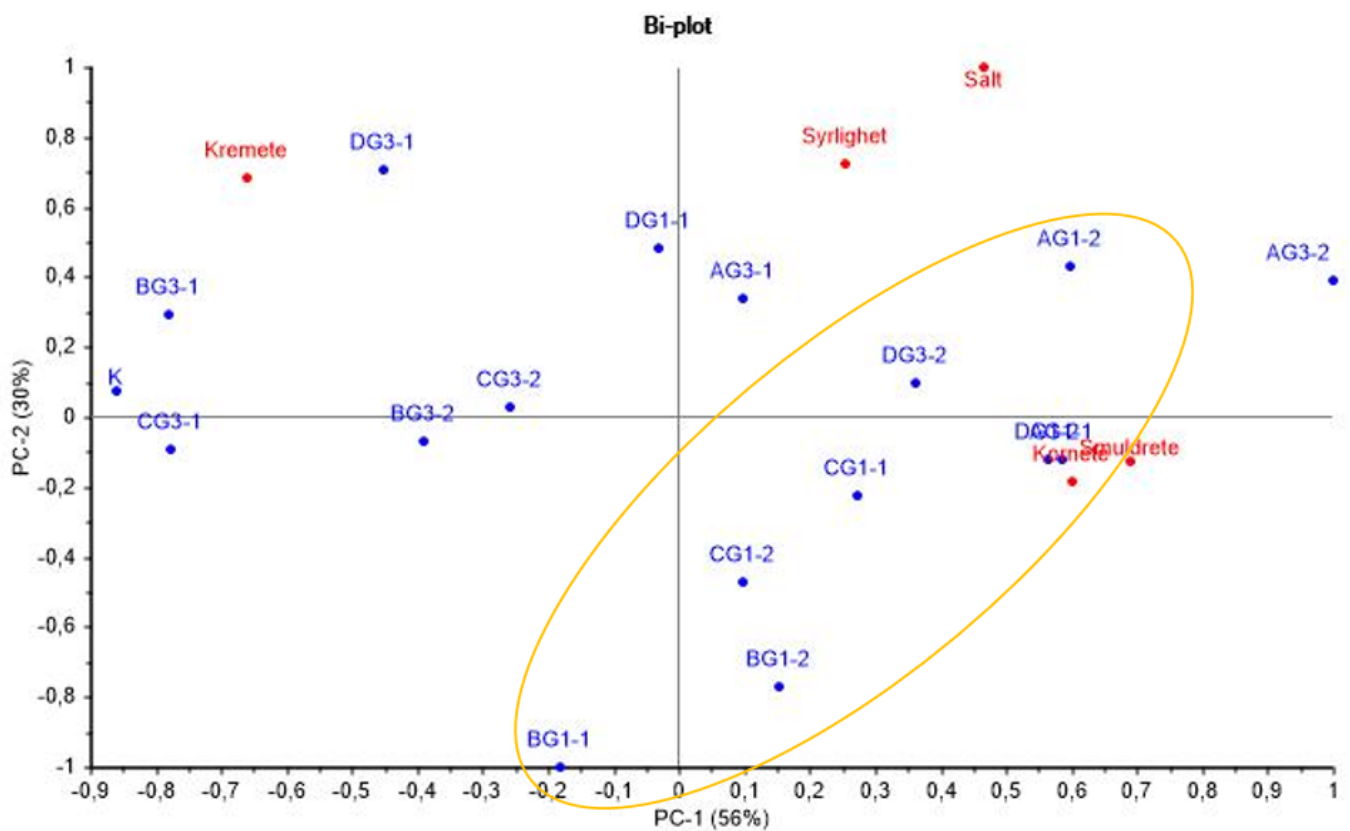
Figur 18 viser PCA Bi-plott over den sensoriske analysen av ostene foretatt etter 2,5 mnd. modning.



Figur 18. PCA Bi-plott av sensorisk bedømmelse (profilering av attributtene salt, kremete, kornete og smuldrete) av ost modnet i 2,5 mnd. PCA analysen er basert på gjennomsnittsverdier av 8 dommere. Beitetidspunkt (A-D), gård (G1, G3) og ystekar (1 og 2). PC1 forklarer 46% og PC2 42% av variasjonen.

Prøvene grupperes etter beitetidspunkt, og de to ystekarene fra hvert forsøk ligger et stykke unna hverandre, selv om ostene teoretisk sett skal være identiske. Både C- og D-ostene er mer assosiert med både kontrollprøven og kremet, enn A og B ostene. AG3-2 ble opplevd som mest salt av dommerne, mens BG1-2 var den mest smuldrete osten. Attributtene hardhet, geitesmak og bismak er fjernet grunnet ingen signifikant effekt.

Figur 19 viser PCA Bi-plott av resultater fra den sensoriske analysen av ostene foretatt etter 4 mnd. modning.



Figur 19. PCA Bi-plott av gjennomsnitts-bedømmelsen for ostene modnet i 4 mnd. Beitetidspunkt (A-D), gård (G1, G3) og ystekar (1 og 2). Den gule ringen omslutter G1-prøvene. PC1 forklarer 56% og PC2 30% av variasjonen.

Sensorikk-bedømmelsen av ostene etter 4 mnd. modning, viser at prøvene i stor grad grupperes etter gård. Den gule ringen inneholder alle ostene laget av melk fra G1 og ostene DG3-2, med unntak av DG1-1. Kontrollprøven ligger i utkanten av skjemaet, sammen med BG3-1 og CG3-1. Ost laget av melk fra G3 er noe mer assosiert med kremet tekstur, mens ost laget av melk fra G1 dras mer mot attributtene kremete, smuldrete og syrlig. Attributtene hardhet, geitesmak og bismak er fjernet, grunnet ingen signifikant effekt.

Statistikk-resultatene fra sensorikk-bedømmelsen av 2,5 mnd. ostene er vist i Tabell 23. Tabell 23 og 24 inneholder resultater kun av de komponentene som ble signifikant påvirket av forsøksfaktorene ($\alpha < 0,05$), mens de resterende vist er i Vedlegg 7.7.

Tabell 23. Sensorikk-bedømmelsen av smuldrete, syrlighet og salt i 2,5 mnd. modnet ost ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey`s test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Smuldrete	Syrlighet	Salt
ANOVA (p-verdi)			
Beitetid	0,002	0,043	<0,001
Gård	0,024	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)			
A	3,29 b \pm 0,3	2,86 a \pm 0,3	4,02 c \pm 0,4
B	3,21 b \pm 0,6	2,94 a \pm 0,5	3,46 bc \pm 0,1
C	2,52 a \pm 0,3	2,91 a \pm 0,3	3,41 b \pm 0,2
D	3,38 b \pm 0,3	2,43 a \pm 0,4	2,68 a \pm 0,1
Gård (snitt)			
G1	3,30 \pm 0,5	2,71 \pm 0,5	3,29 \pm 0,5
G3	2,89 \pm 0,5	2,84 \pm 0,3	3,49 \pm 0,6
R²	0,14	0,05	0,23

Osten modnet i 2,5 mnd. fra G1 var signifikant mer smuldrete enn osten fra G3. Melken fra beitetidspunkt C ga signifikant mindre smuldrete ost sammenlignet med de tre andre melkeuttakene. Syrlighet ga så vidt en signifikant forskjell i beitetidspunkt, men disse ble ikke gruppert i Tukey`s testen. Osten fra første melkeuttak (A) var signifikant salttere enn osten laget av melk fra beitetidspunkt C og D.

Statistikk-resultatene av sensorikk-bedømmelsen av osten etter 4 mnd. modning er vist i Tabell 24.

Tabell 24. Sensorikk-bedømmelsen av hardhet, smuldrete, syrlighet, salt, kornete og kremete i 4 mnd. modnet ost ved de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey`s test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Hardhet	Smuldrete	Syrlighet	Salt	Kornete	Kremete
ANOVA (p-verdi)						
Beitetid	<0,001	0,022	0,048	<0,001	n.s.	n.s.
Gård	n.s.	0,012	n.s.	n.s.	0,015	0,005
Beitetid (snitt)						
A	4,08 ab \pm 0,1	3,81 b \pm 0,3	3,38 a \pm 0,4	3,94 c \pm 0,2	3,81 a \pm 0,3	2,02 a \pm 0,2
B	4,00 a \pm 0,3	3,12 a \pm 0,5	2,87 a \pm 0,3	3,04 a \pm 0,4	3,48 a \pm 0,3	2,27 a \pm 0,5
C	4,38 bc \pm 0,2	3,50 ab \pm 0,3	2,96 a \pm 0,2	3,18 ab \pm 0,2	3,41 a \pm 0,3	2,38 a \pm 0,4
D	4,46 c \pm 0,2	3,63 ab \pm 0,3	3,33 a \pm 0,2	3,60 bc \pm 0,2	3,71 a \pm 0,4	2,56 a \pm 0,5
Gård (snitt)						
G1	4,26 \pm 0,2	3,72 \pm 0,2	3,06 \pm 0,4	3,34 \pm 0,5	3,76 \pm 0,3	2,08 \pm 0,3
G3	4,20 \pm 0,3	3,30 \pm 0,5	3,18 \pm 0,2	3,50 \pm 0,4	3,43 \pm 0,4	2,53 \pm 0,5
R²	0,13	0,11	0,04	0,18	0,07	0,09

Gård hadde signifikant effekt på attributtene smuldrete, kornete og kremete i den 4 mnd. modnede osten. Melken fra G1 ga signifikant mer smuldrete og kornete ost, mens melk fra G3 ga en signifikant mer kremete ost.

Beitetidspunkt hadde signifikant effekt på attributtene hardhet, smuldrete, syrlighet og salt i osten modnet i 4 mnd. Brunstmelken (D) ga en signifikant hardere ost sammenlignet med uttak B. Første melkeuttak (A) viste en signifikant mer smuldrete og en salttere ost, sammenlignet med uttak B (og C for salt). Forskjellen i syrlighet mellom prøvene var ikke stor nok til gruppering ved bruk av Tukey`s test.

5 Diskusjon

5.1 Effekt av gård

Celletallet i geitemelk øker normalt utover laktasjonsperioden (Skeie, 2014), og dette var også tilfellet i tankmelken til gård G1. Celletallet i tankmelken til G3 viste samme tendens, men melkeuttak C avviker fra dette. Imidlertid ble uttak CG3 beholdt da det i utgangspunktet var få observasjoner til den statistiske analysen, ettersom at det kun ble tatt ut én melkeprøve fra hver gård ved hvert uttak. Ideelt sett burde 2-3 paralleller av melken blitt tatt ut ved hvert prøveuttak.

Forskjellen i celletall var størst mellom gård G1 og G3, ved beitetidspunkt C. En viktig faktor å ta i betraktning, var at første melkelevering etter beiteslipp (beitetidspunkt B) var 9. juni for G3 og 30. juni for G1. Til tross for at geitene fra G3 hadde vært 21 dager lenger på beite enn geitene fra G1, ble melkeuttak C utført 12. juli for begge gårdene. Beiteslipp påfører geiter stress, og celletallet i melken øker som en konsekvens av stresset (Inglingstad, 2020). Det kan tenkes at stressnivået hadde senket seg i mye større grad hos geitene som hadde vært lengst på beite (G3), mens geitene fra G1 sannsynlig fortsatt var litt stresset ved uttak C. Dette kan være grunnen til at celletallet i melken fra G1 nesten var dobbelt så høyt som celletallet i melken fra G3 ved uttak C. En annen mulig årsak kan være at noen geiter fra G1 hadde subklinisk (skjult) mastitt ved uttakstidspunktet og forhøyet celletallet i melken (Smistad, TINE SA, Ås, Norge, personlig kommunikasjon).

Kapillærelektroforese (CE) er en kvalitativ analyse, og resultatene ble tolket visuelt. Toppene for α_{s2} -CN og β -CN var høyere i rå melk fra gård G1 sammenlignet med rå melk fra G3, ved alle beitetidspunktene. Det betyr at det har vært en høyere proteolyse av α_{s2} -CN og β -CN i rå melk fra G3, sammenlignet med G1. β -CN er delt inn i de to udefinerte genetiske variantene; β_1 -CN og β_2 -CN, hvor β_1 -CN-toppene var høyere enn β_2 -CN i rå melk fra begge gårdene. β -CN-toppene fra G3 ved melkeuttak B og D var generelt lavere enn ved samme melkeuttak fra G1. Høyt celletall skal føre til mer plasminogen og plasmin i melk og dermed en høyere plasminaktivitet. Plasmin hydrolyserer β -CN til γ -CN og peptoner, α_{s2} -CN til mindre peptider og kan også hydrolysere α_{s1} -CN (Kelly & Larsen, 2021). Det ser ut til at det har vært en høyere hydrolyse av β_2 -CN gjennom laktasjonen hos G3 sammenlignet med β_1 -CN. Dette er fordi toppen for β_2 -CN reduseres noe fra uttak A, men samtidig øker toppen for β_1 -CN. Toppen markert med «*» var høyest i brunstmelken (D) fra G3, og det kan tenkes at det muligens er et pepton fra plasmin-hydrolyse av β -CN, ettersom den ligger i området for γ -CN og øker i takt med at β_2 -CN synker. Ut ifra at toppene for α_{s1} -CN er lavere i rå melk fra G3 og spesielt i

brunstmelken (uttak D), kan det tyde på at plasmin eller de chymosin-lignende enzymene (cathepsin B, cathepsin D og elastase) har vært til stede i melken. Disse enzymene følger ofte med somatiske celler i kumelk (Kelly & Larsen, 2021).

CE-resultatene av ost fra gård G1 og G3 ble sammenlignet ved beitetidspunkt C, hvor forskjellen i celletall var størst (CG3: 950 000 SCC/mL og G1: 1 870 000 SCC/mL). I ost laget av melk fra G3 har det vært en generell større nedbrytning av β_2 -CN, sammenlignet med β_1 -CN. β -CN brytes ned til γ -CN og proteose-peptoner (Kelly & Larsen, 2021), og toppene for γ -CN ser ut til å øke utover modningstiden i tråd med hydrolysen av β_2 -CN. At β -CN-nedbrytningen var størst hos CG3 er motsatt av hva som var forventet, ettersom CG3 hadde mye lavere SCC enn CG1. Samtidig var det også en generelt større nedbrytning av β -CN i rå melk fra G3 enn i rå melk fra G1. Det kan stilles spørsmål ved målingen av celletall, etter som høyt celletall, og ikke lavt celletall skal gi økt nedbrytning av β -CN (Kelly & Larsen, 2021).

Plasmin-hydrolyse av α_{s2} -CN ser ut til å være størst de første 2 mnd. av modningstiden for begge gårdene, da flere småtopper i ferskosten (0 mnd.) går over til hovedsakelig en tydelig topp i osten modnet i 2 og 4 mnd. Plasmin bryter ned α_{s2} -CN til flere små peptider (Kelly & Larsen, 2021), og α_{s2} -CN-toppen er høyest i osten modnet i 4 mnd. fra gård G3. Det kan tenkes at små peptider dannet under hydrolyse av andre kaseiner har lagt seg i området for α_{s2} -CN, ettersom G3 har hatt en større plasminaktivitet og hydrolyse av β -CN under kjølelagringen av melken, som skulle tilsi lavere α_{s2} -CN-topp enn for G1.

At høyden på toppene for α_{s1} -CN økte i osten fra 2 til 4 mnd. modning hos begge gårdene var noe uventet, og særlig med tanke på at toppene for α_{s1} -1-CN 8 og 9p i osten fra gård G3 økte i samme tidsperiode. Toppene for både α_{s1} -1-CN 8 og 9p er generelt høyere i osten fra G3 sammenlignet med G1. Både chymosin og de chymosin-lignende enzymene (cathepsin B, cathepsin D, elastase og flere andre) kan hydrolysere α_{s1} -CN (Kelly & Larsen, 2021).

Ost fra beitetidspunkt C og gård 3 (CG3) hadde både lavt celletall og lavt osteutbytte, som kan ha vært en effekt av beite. Innholdet av protein og fett reduseres ofte mot slutten av beiteperioden, og vil dermed også redusere osteutbytte (Skeie, 2014). Samtidig var det ingen forskjell i innhold av tørrstoff i rå melk mellom gårdene eller beitetidspunktene.

Interaksjonen mellom gård og beitetidspunkt hadde en signifikant effekt på osteutbytte, og økt celletall ga et lavere osteutbytte for gård G1. Hvis celletallet målt ved beitetidspunkt C for G3 (CG3) var høyere, ville mest sannsynlig også G3 vist samme trend, men CG3 ble ikke fjernet av samme grunn som forklart tidligere. Flere somatiske celler i melken øker også andelen

proteolytiske enzymer som plasmin, cathepsin B, cathepsin D og elastase, og den proteolytiske aktiviteten i melken øker. Disse enzymene kan påvirke nedbrytningen av kaseinet i melk, og føre til at peptider og frie aminosyrer som er brutt ned går tapt til mysen istedenfor å danne ostekoagel (ostemasse). Dette fører igjen til at osteutbytte reduseres (Kelly & Larsen, 2021).

Kjemisk sammensetning (fett, protein, kasein, laktose og tørrstoff) i brunstmelken (uttak D) ble analysert både før og etter pasteurisering. Kalsium-fosfatlikevekten kan forklare hvorfor den pasteuriserte ystemelken hadde lavere pH enn den upasteuriserte ystemelken. Etersom melken først ble samlet over 3 dager på gården og deretter kjølelagret i 2 dager ved NMBU, hadde den eldste melken en maksimal lagringstid på 5 dager før ysting. Kjølelagring av melk fører til at løseligheten til kolloidalt kalsiumfosfat (CCP) inne i kaseinmicellene reduseres. Kalsium lekker så ut av micellen og øker konsentrasjonen av fritt kalsium (Ca^{2+}) i serum, samtidig som hydrogenfosfat binder H^+ , og melkens pH øker. Ved pasteurisering blir melken varmet opp til 63°C , og fører til at Ca^{2+} i serum går inn i kaseinmicellene og bindes som CCP igjen. For å opprettholde fosfatlikevekten frigjøres dermed H^+ , og melkens pH senkes (Walstra et al., 2006). Selv om den pasteuriserte ystemelken ble kjølt ned til syrningstemperaturen (35°C), og melkeprøven videre ble kjølt ned på is til cirka 20°C før pH-måling, har ikke denne temperaturendringen rukket å påvirke CCP- og Ca^{2+} -likevekten. Den pasteuriserte ystemelken hadde dermed lavere pH enn den upasteuriserte ystemelken.

En kombinasjon av at noe vann fordamper under pasteurisering (63°C i 30 min) og at den pasteuriserte D-ystemelken mest sannsynlig var mye bedre blandet enn den upasteuriserte D-ystemelken, kan ha forårsaket at den pasteuriserte ystemelken hadde et høyere tørrstoff (protein, fett og laktose), sammenlignet med den upasteuriserte.

Både aminotransferaser fra *Lactococcus* og *Lactobacillus* bruker α -ketoglutarat som aminogruppe-reseptor for å produsere glutaminsyre. Den aminosyren som glutamin tok opp, ofte aromatiske aminosyrer, kan så videre bli nedbrutt under modning til karboksylsyrer, aldehyder og alkoholer (Kelly & Larsen, 2021). Disse er viktige aroma- og smakskomponenter i osten. Disse produserte modningsproduktene kan ha medført at osten fra G3 hadde en sterkere bismak og syrlighet, enn ostene laget av melk fra G1.

Orotinsyre og urinsyre er begge ikke-protein nitrogenholdige forbindelser som finnes i melk, og orotinsyre stimulerer til vekst av den termofile melkesyrebakterien *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (Walstra et al., 2006). Ferskost (0 mnd.) laget av melk fra G1 hadde et høyere

innhold av både orotinsyre og urinsyre, selv om de analyserte mengdene var nokså lave (<0,18 mmol).

Det sensoriske panelet oppfattet ostene fra gård G3 som mer syrlige enn ostene fra gård G1. Dette kan skyldes at ostene fra G3 inneholdt mer sitronsyre i både melken og osten sammenlignet med G1. Dette er interessant ettersom ostens pH-verdi var lavere i ostene fra G1 ved alle de tre modningstidspunktene (0, 2 og 4 mnd.). Samtidig ble ostene laget av melk fra G3 bedømt til å være saltere enn G1-ostene, og det kan dermed tenkes at det kan være vanskelig å skille på salt og syrlig for et utrent sensorisk panel.

Jo lavere start-pH ystemelken har, dess mindre laktose må omdannes til melkesyre for å oppnå ønsket pH før løpetilsetning. Ystemelken fra G1 hadde både lavest start-pH ved syrekulturtilsetning og kortest forsyningstid, sammenlignet med melken fra G3. Melkesyrebakteriene i ystemelken fra G1 kan også ha vært mer effektive og produsert mer melkesyre enn i melken fra G3, da melken fra G1 hadde størst forskjell i pH mellom syrekulturtilsetning og pH etter 3 timers syrning. Melkesyre kan videre bli omdannet til aromakomponenter som acetaldehyd, etanol, acetat, acetoin og flere, via pyruvat under modning av osten (Fox et al., 2017).

Restlaktose i ferskosten fra melkeuttak A, kan ha dominert ostens pH-nedgang fra 0 til 2 mnd. modning. I omtrent halvparten av ostene økte ostens pH fra 2 til 4 mnd. modning. *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* kan bryte ned arginin til NH₃ for å dekke sitt nitrogen-behov, og ostens pH øker som et resultat av dette (Walstra et al., 2006). Likevel kan ikke argininmetabolisme ha påvirket ostens pH da ostene fra G1 etter 2 og 4 mnd. modning hadde høyest argininmetabolisme og lavest pH.

Enzymer fra melkesyrebakteriene danner aromakomponenter under ostemodning, ved proteolyse av peptider og videre nedbrytning av frie aminosyrer (FAA). Ostene (2 og 4 mnd.) laget av melk fra G3 inneholdt mest FAA, og kan tyde på at det har vært en større proteolytisk aktivitet i disse ostene, sammenlignet med ostene fra G1. De aminosyrene det var størst forskjell i innhold mellom gårdene var; valin, fenylalanin og leusin. Innholdet av FAA økte med <4,0 µmol/g i ostene fra 2 til 4 mnd. modning. I forhold til FAA i osten kan det dermed være tilstrekkelig nok å modne Feta-type ost i 2 mnd. ved 4°C, sett i et økonomisk perspektiv.

Ettersom det kan tyde på at det har vært en høyere proteolytisk aktivitet i ostene modnet i 2 og 4 mnd. fra G3, kan dette ha påvirket at de samme ostene også hadde flest flyktige

aromakomponenter. Lipolyse og nedbrytning av frie fettsyrer kan også ha bidratt til flyktige aromakomponenter, men innholdet av frie fettsyrer i osten ble ikke målt.

Osten fra første melkeuttak (A), gård G3 og ystekar 2 (AG3-2), ble bedømt til å smake mest salt av det sensoriske dommerpanelet (studenter og ansatte), i osten etter både 2,5 og 4 mnd. modning. Dette er interessant ettersom målingene fra saltanalysen ikke viste forskjell i saltinnhold i osten. Salt er likevel en attributt hvor oppfattet intensitet varierer ut ifra personlig inntak. I tillegg kan det spille en rolle at dommerpanelet ikke var trent eller kalibrert. Det var også meningen at osten produsert av melk fra samme gård og beitetidspunkt, men ulikt ystekar skulle bedømmes likt da disse teoretisk sett skulle være identiske. Dette skjedde ikke, men ville mest sannsynlig blitt oppnådd ved bruk av et trent sensorisk panel.

Attributten smuldrete, er en viktig attributt for Fetaost, da osten ofte smuldres over for eksempel en salat. Dermed er det interessant at osten laget av melken fra gård G1 ble bedømt til å gi en mer smuldrete ost ved begge modningstidspunktene (2,5 og 4 mnd.) enn ost laget av melk fra G3. Samtidig var osten modnet i 4 mnd. fra G3 mer kremete, som også er en viktig attributt for Fetaost. Osten brukt som en kontroll, var kremete med mye smak, og det var ostene fra G3 som lignet mest på denne. Attributten bitter, skulle absolutt vært inkludert i sensorikk-skjemaet. Likevel var ikke bitter en representativ attributt for Feta-type ost, da ordet kun ble nevnt et par ganger under «andre kommentarer». Osten var dermed ikke spesielt bitter, og celletallet og plasminaktiviteten kan dermed ikke ha påvirket ostens bitterhet som kanskje antatt.

Den subjektive sensoriske profileringsanalysen gjort i denne oppgaven var egentlig heller en sammenligningstest ettersom et utrent sensorisk panel ble brukt og ostene ble sammenlignet ut ifra en tradisjonell Fetaost (kontroll-ost). Kontroll-osten var laget av både sauemelk og geitemelk, besto av 23% fett, cirka 56% vann og 2,5% salt, og var ganske forskjellig fra de andre ostene i både smak og tekstur. Det kan tenkes at kontroll-ostens innhold av sauemelk utgjorde den største forskjellen mellom kontroll-osten og Feta-type ostene. Dommerpanelet påpekte også at både kontroll-osten og Feta-type ostene smakte bedre etter noen sensoriske analyser, da de sannsynligvis ble mer vant til smaken. Kontroll-osten ble heller ikke analysert for organiske syrer og karbohydrater, og det var dermed ingen garanti for at kontroll-osten var identisk fra gang til gang.

Skalaen som attributtene skulle rangeres etter var 1-5, men burde vært satt til 1-7 eller 1-9. Ved bruk av en lengere skala ville forskjellene mellom ostene blitt tydeligere, og avvikene mellom

dommerne kunne blitt mindre. Kontroll-osten ble satt til 3 på alle attributtene, og det ville også vært enklere å sammenligne ostene ut ifra kontroll-osten hvis skalaen var lengre.

Attributtene geitesmak og bismak ble ikke signifikant påvirket av forsøksfaktorene i osten. Sett i ettertid burde alle attributtene, og særlig geitesmak og bismak blitt definert og et felles vokabular burde blitt utarbeidet på forhånd av analysen. Panelet burde også vært kalibrert, slik at dommerne hadde en felles enighet om attributtene og deres intensitet på skalaen. Mange i dag er ikke kjent med geitesmak, og klarer dermed kanskje ikke å skille geitesmak fra bismak.

5.2 Effekten av beitetidspunkt

Beitetidspunktene som ble brukt i dette forsøket var; før fjellbeiteslipp (A), første melkelevering etter fjellbeiteslipp (B), midtveis fjellbeite (C) og ved brunst (D).

Celletallet i tankmelken økte utover laktasjonen for begge gårdene, med unntak av melkeuttak C og gård G3 (CG3). Osteutbytte var minst fra melkeuttak C, og noe rart ettersom både systemelken og ferskosten (0 mnd.) laget av melkeuttak C og D hadde høyest proteininnhold.

Effekten av beitetidspunkt på kaseinnedbrytningen viste at α_{s2} -CN-toppen var størst i rå melk fra første melkeuttak (A) for begge gårdene. Dermed har det vært en lavere plasminaktivitet og mindre kaseinnedbrytning i ostene laget av første melkeuttak (A), som hadde lavest celletall. κ -CN-toppen var størst i brunstmelken (D), etterfulgt av melkeuttak A for begge gårdene. Dette kan ikke relateres til plasmin, men kanskje til aktivitet av den lysosomale proteasen Cathepsin D, som kan hydrolysere κ -CN (Kelly & Larsen, 2021). α_{s1} -CN ser ikke til å påvirkes av beitetidspunkt i stor grad, men toppene for α_{s1} -CN er noe høyere i brunstmelken (uttak D). Dette er uventet da brunstmelken hadde høyest celletall, og det var derfor forventet en høyere kaseinnedbrytning i den melken. β -CN-toppene ser ut til å være omtrent like høye i rå melk fra første melkeuttak (A), men det har vært en større nedbrytning av β -CN, nærmere bestemt β_2 -CN, under kjølelagringen av melken fra uttak B, C og D som også hadde desidert høyere celletall sammenlignet med først melkeuttak (A). Rå melk fra uttak A og D fra G1 har høyere topper for γ -CN enn i de samme uttakene for G3. Plasmin hydrolyserer β -CN til γ -CN (Kelly & Larsen, 2021), og høyere topper for γ -CN i rå melk fra beitetidspunkt B, C og D kunne dermed forventes, men beitetidspunkt ser ikke ut til å påvirke dannelsen av γ -CN i rå melk.

Brunstmelken (uttak D) hadde høyest celletall, høyest kaseininnhold og minst laktoseinnhold, og er helt motsatt av innholdet i melken fra første uttak (A). Ifølge teorien skal høyt celletall

redusere mengden laktose og kasein (Inglingstad, 2020), og det var dermed uventet at brunstmelken hadde høyest kaseininnhold. Det ble observert at høyt celletall i geitemelk kan ha en sammenheng med høyere innhold av urinsyre, ettersom både mysen og ostene laget av melkeuttak B og D, som hadde høyest celletall, også hadde mest urinsyre. Mengden urinsyre var likevel ganske lav.

Temperaturen under syrningen av første melkeuttak (A) gård G3 (AG3) kom opp i 40°C og inaktiverte mest sannsynlig mange mesofile melkesyrebakterier og økte forsyningstiden. Dette kan ha resultert i restlaktose i både mysen og ferskosten (0 mnd.) til AG3, men ferskosten til AG1 hadde imidlertid også restlaktose. Under ystingen av A-melken sto syrekulturen til forinkubering i kun 1 time, men i 2 timer ved de senere ystingene. Dette kan ha ført til at syrekulturen ikke var like aktiv ved tilsetning og dermed noe restlaktose i ferskosten fra denne ystingen (A). Så lenge laktose er tilgjengelig i osten, vil melkesyrebakteriene produsere melkesyre (Walstra et al., 2006). Temperaturavviket kan ha ført til en overvekt av de termofile melkesyrebakteriene under videre syrning og modning av ostene, og ses ved at ostene laget av melkeuttak A hadde høyest galaktoseinnhold, da *S. thermophilus* ikke metaboliserer galaktose (Walstra et al., 2006). Dette forklarer likevel ikke hvorfor galaktosenivået også var høyt i ostene laget av AG1. Hvilke melkesyrebakterier som var mest aktive ved ulike stadier av syrningen og modningen kunne blitt analysert, men var ikke fokus i denne oppgaven.

Askeinnholdet i melken ble ikke analysert i oppgaven, men det kan tenkes at rå melk fra uttak D hadde lavest pH hvis askeinnholdet og dermed bufferkapasiteten var høyere i den melken. Også ferskosten laget fra uttak D hadde lavest pH (4,79). Plasmin har et pH-optimum ved 7,4-7,5 (Kelly & Larsen, 2021), og trives derfor mest sannsynlig ikke i miljøet til Feta-type ost. Chymosin og de chymosin-lignende enzymene trives best ved lavere pH-verdier enn plasmin (Kelly & Larsen, 2021), og kan dermed ha stor hydrolyse-aktivitet i Feta-type ost.

Innholdet av frie aminosyrer (FAA) i osten modnet i 2 mnd. fra melkeuttak C var høyest, og det har dermed vært en høyere proteolytisk aktivitet i disse ostene. Dette er noe uventet ettersom celletallet til melken fra uttak C var lavere enn både melken fra uttak B og D. Osten modnet i 2 mnd. fra melkeuttak D, kan ha hatt en høy argininmetabolisme, etterfulgt av osten laget av melkeuttak C. Som allerede nevnt har *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* argininmetabolisme. Reaksjonsforløpet fra arginin til NH₃ fører også til dannelse av aminosyrene citrullin og ornithin (Fox et al., 2017), og stemmer med at C- og D ostene har høyest innhold av citrullin og ornithin. De samme ostene hadde også noe høyere pH-verdi som kan skyldes produksjonen av NH₃. Fenylalanin, tryptofan, tyrosin, metionin, isoleucin, leucin og valin er aminosyrer som kan gi

bitter smak i ost (Fox et al., 2017), og osten modnet i 2 mnd. fra melkeuttak C hadde høyest innhold av alle disse aminosyrene. Bitter, var som allerede oppgitt, ikke en attributt under sensorikken, noe det absolutt burde vært.

Osten laget av første melkeuttak (A) ble sensorisk bedømt til å være mest salt. I tillegg ble preparering av osteprøvene til sensorikken gjort ved å helle av mysen og deretter kutte opp ostestaver. Mens ostens overflate ble lett tørket før osten ble revet og analysert for saltinnhold. Myserester på ostestavene kan dermed ha gitt en høyere saltintensitet under sensorikken.

Økt celletall kan være negativt korrelert med mengden flyktige aromakomponenter, ettersom både osten laget av melk fra uttak A og C inneholdt mest flyktige aromakomponenter og hadde lavest celletall. Som tidligere nevnt kan økt proteolytisk aktivitet og mengden frie aminosyrer (FAA) også påvirke flyktige aromakomponenter i osten, da osten fra uttak C hadde mest FAA og flyktige aromakomponenter.

Tekstur-attributten smuldrete, viset at osten laget av melk fra uttak B og C var minst smuldrete ved begge modningstidspunktene (2,5 og 4 mnd.). Lav pH i osten kan gi en mer smuldrete tekstur (Fox et al., 2017), og stemmer med at disse ostene hadde høyest pH. En annen tekstur-attributt som ikke er spesielt ønskelig i Fetaost, er hardhet. Ostene var nokså harde, og osten laget av brunstmelken (uttak D) var hardest. Ostens hardhet kan skyldes at den ble laget av kun geitemelk, da tradisjonell Fetaost ofte produseres av sauemelk og maksimalt 30% geitemelk. Ostens hardhet kan reduseres ysteteknologisk ved å øke ostens vanninnhold, ved å redusere graden av synerese. Graden av synerese kan reduseres ved å skjære koagelet skjæres i større ostekuber, lavere ettervarmingstemperatur, høyere pH og/eller mer forsiktig røring etter skjæring (Walstra et al., 2006). Osten vill da bli mykere og ofte også mer kremete, som også er en viktig attributt i Fetaost.

Ettersom geitemelk hovedsakelig er et «sommerprodukt» i Norge, og Feta-type ost i utgangspunktet kun modnes i litt over 2 mnd., kan det være mulig å selge produktet hele året da kvaliteten ikke i så stor grad påvirkes av modningsgraden (2 og 4 mnd. modning). En utfordring vil likevel være at geitemelk har ulik sammensetning gjennom laktasjonsperioden. Det kan være vanskelig å produsere et identisk produkt fra gang til gang. En ide kan være å merke osten med nettopp denne informasjonen, da god produktkunnskap og innsyn kan virke positivt for forbruker. Det vil kanskje også være enklere for forbruker å akseptere at produktet endrer seg litt fra gang til gang, da idealet er å fremstille et bærekraftig alternativ til den importerte Fetaosten.

5.3 Konklusjon og forslag til videre arbeid

Det er absolutt mulig å lage en god Feta-type ost av 100% geitemelk. De aller fleste som har smakt osten utenfor det sensoriske panelet har likt osten svært godt, selv om osten var ganske hard og noe salt. Ved å videreutvikle osten til noe mindre salt, litt mykere og litt mer kremet, kan denne Feta-type osten bli et godt og smakfullt produkt med høy kvalitet, og kanskje også utkonkurrere den importerte varianten.

Generelt for resultatene kan det se ut som at forsøksfaktoren *gård*, hadde størst effekt på resultatene sammenlignet med *beitetidspunkt*. Ut ifra kapillærelektroforesen kan det virke som at celletall hadde en tydelig effekt på plasminaktivitet og kaseinnedbrytning, under kjølelagringen av rå melk. Plasmin har mest sannsynlig hydrolysert β -CN til γ -CN og peptoner, α_{s2} -CN til mindre peptider og mulig noe α_{s1} -CN til α_{s1-1} -CN under kjølelagring av melken. Nedbrytningen har i større grad skjedd i melken med høyest celletall, som var melkeuttak B og D fra gård G3. Høyt celletall i melk kan også se ut til å gi redusert osteutbytte, og siden det kun var en tydelig sammenheng mellom celletall og målt osteutbytte hos gård G1, bør det gjennomføres flere forsøk for å studere denne sammenhengen.

Under modningen av osten har plasminaktiviteten mest sannsynlig vært noe mindre ettersom at plasmin har et pH-optimum ved 7,4-7,5, og har ikke trives like godt i det sure miljøet til Feta-type ost. I tillegg har ikke bitter vært et særpreg for ostene, som kanskje antatt ved høy plasminaktivitet. Chymosin og chymosin-lignende proteaser som cathepsin B, cathepsin D og elastase, som trives i surt miljø, kan dermed ha dominert kaseinnedbrytningen under ostemodningen ved å hydrolysere α_{s1} -CN til α_{s1-1} -CN, i tillegg til hydrolyse av κ - og β -CN.

Det kan konkluderes med at geitemelk med høyt celletall kan brukes til produksjon av Feta-type ost, da plasmin ikke trives i ostens miljø og dermed lavere plasminaktivitet og mindre påvirkning på kaseinet og ostens kvalitet. Dette er både bærekraftig og positivt for osteinteresserte forbrukere, og selvfølgelig for geite- og meierinæringen. Likevel kan produksjonen av Feta-type ost medføre logistikkutfordringer for meieriene som kun produserer ett eller få meieriprodukter. Disse må kanskje tilpasse produksjonen til at Feta-type ost produseres i de periodene geitemelken har høyt celletall.

Med tanke på videre arbeid ville det vært interessant å yste Feta-type ost av helt fersk geitemelk og sammenlignet med kjølelagret geitemelk, i tillegg til at melk med lavt celletall sammenlignes med høyt celletall. Samtidig kunne en også utviklet ysteprosessen, for å få en ost som var litt mykere og mer kremet.

6 Referanser

- Bütikofer, U. & Ardö, Y. (1999). Quantitative determination of free amino acids in cheese. *International Dairy Federation*.
- Chen, S. X., Wang, J. Z., Van Kessel, J. S., Ren, F. Z. & Zeng, S. S. (2010). Effect of somatic cell count in goat milk on yield, sensory quality, and fatty acid profile of semisoft cheese. *Journal of Dairy Science*, 93 (4): 1345-1354. doi: 10.3168/jds.2009-2366.
- Devle, H., Vetti, I., Naess-Andresen, C. F., Rukke, E.-O., Vegarud, G. & Ekeberg, D. (2012). A comparative study of fatty acid profiles in ruminant and non-ruminant milk. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114 (9): 1036-1043. doi: 10.1002/ejlt.201100333.
- Devold, T. G., Nordbø, R., Langsrud, T., Svenning, C., Jansen Brovold, M., Sørensen, E. S., Christensen, B., Ådnøy, T. & Vegarud, G. E. (2010). Extreme frequencies of the α 1-casein "null" variant in milk from Norwegian dairy goats – Implications for milk composition, micellar size and renneting properties. *Dairy Science & Technology*. doi: 10.1051/dst/2010033.
- European Commission. (2022). *eAmbrosia, Feta*. Tilgjengelig fra: <https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/geographical-indications-register/details/EUGI00000013179> (lest 15.04.2022).
- Fekadu, B., Soryal, K., Zeng, S., Hekken, D. V., Bah, B. & Villaquiran, M. (2005). Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. *Small Ruminant Research*, 59 (1): 55-63. doi: 10.1016/j.smallrumres.2004.12.003.
- Fonseca, C., Bordin, K., Fernandes, A., Rodrigues, C., Corassin, C., Cruz, A. & Oliveira, C. (2013). Storage of refrigerated raw goat milk affecting the quality of whole milk powder. *Journal of Dairy Science*, 96 (7): 4716-4724.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. (2017). *Fundamentals of cheese science*: Springer.
- Grønnevik, H., Falstad, M. & Narvhus, J. A. (2011). Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. *International Dairy Journal*, 21 (9): 601-606.
- Hagenes, K. (2010). *Produksjon av meieriprodukter*: Baneforlaget.
- IDF. (1982). *Cheese and processed cheese: Determination of the total solids content*: IDF standard 4A. Brussels, Belgium, International Dairy Federation.
- IDF. (1993). *Determination of nitrogen content*: IDF 20 B. Brussel, Belgia, International Dairy Federation.
- Inglingstad, R. A., Steinshamn, H., Dagnachew, B. S., Valenti, B., Criscione, A., Rukke, E. O., Devold, T. G., Skeie, S. B. & Vegarud, G. E. (2014). Grazing season and forage type influence goat milk composition and rennet coagulation properties. *Journal of Dairy Science*, 97 (6): 3800-3814. doi: 10.3168/jds.2013-7542.
- Inglingstad, R. A. (2016). Quality of Norwegian goat milk for cheese production. PhD-thesis. .
- Inglingstad, R. A. (2020). *Celletall i geitemelk*. medlem.tine.no. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/fag-og-forskning/celletall-i-geitemelk> (lest 27.03.2022).
- Jaramillo, D. P., Zamora, A., Guamis, B., Rodríguez, M. & Trujillo, A. J. (2008). Cheesemaking aptitude of two Spanish dairy ewe breeds: Changes during lactation and relationship between physico-chemical and technological properties. *Small Ruminant Research*, 78 (1-3): 48-55. doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.04.005.

- Karavela restaurant. (u.å.). *Bilde Gresk salat*; Chios, Greese. Tilgjengelig fra: <https://www.karavela.gr/en/menu?page=1>
- Kelly, A. L. & Larsen, L. B. (2021). *Agents of Change*: Springer.
- Kismul, H. (2014). *Cellealet og mjølkekvatiteten*: Norsk sau og geit Tilgjengelig fra: https://www.fag.nsg.no/default.cfm?sok_dyreslag_id=&sok_fagomrade_id=&sok_te_kst=cellealet&sok_artikkel_id=207 (lest 29.03.2022).
- Kvamsås, H. (2018). *Ny beitesesong for geitene*: Norsk sau og geit. Tilgjengelig fra: https://www.fag.nsg.no/default.cfm?sok_dyreslag_id=&sok_fagomrade_id=&sok_te_kst=ny%20beite&sok_artikkel_id=366 (lest 08.03.2022).
- Landbruksdirektoratet. (2020). *Produksjonstilskudd og avløsertilskudd – beregningsveiledning*. Tilgjengelig fra: <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/jordbruk/ordninger-for-jordbruk/produksjonstilskudd-og-avlosertilskudd-i-jordbruket/produksjonstilskudd-og-avlosertilskudd--beregningveiledning/8.tilskudd-for-dyr-pa-beite> (lest 29.04.2022).
- Landbruksdirektoratet. (2022). *Produksjonstilskudd og avløsertilskudd – endelige satser*. Tilgjengelig fra: <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/jordbruk/ordninger-for-jordbruk/produksjonstilskudd-og-avlosertilskudd-i-jordbruket/produksjonstilskudd-og-avlosertilskudd--endelige-satser> (lest 29.04.2022).
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food. Principles and practices*. Second edition utg.: Springer.
- Martinovic, A., Moe, K. M., Romeih, E., Aideh, B., Vogensen, 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.
- Medina, M. & Nuñez, M. (2017). Chapter 41 - Cheeses From Ewe and Goat Milk. I: McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., Cotter, P. D. & Everett, D. W. (red.) *Cheese (Fourth Edition)*, s. 1069-1091. San Diego: Academic Press.
- melk.no. (2021). *Statistikk -Brunost* Opplysningskontoret for Meieriprodukter Tilgjengelig fra: <https://www.melk.no/Statistikk> (lest 12.03.2022).
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M. & Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68 (1-2): 88-113. doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.013.
- Raynal, K. & Remeuf, F. (2000). Effect of storage at 4°C on the physicochemical and renneting properties of milk: a comparison of caprine, ovine and bovine milks. *Journal of Dairy Research*, 67 (2): 199-207.
- Robinson, R. K. & Tamime, A. Y. (1996). *Feta and related cheeses*: Woodhead Publishing Limited, Cambridge England
- Skeie, S., Narvhus, J., Ardö, Y., Thorvaldsen, K. & Abrahamsen, R. (1997). The effect of reduced salt content on the function of liposome-encapsulated Neutrase and heat-treated lactobacilli in rindless low-fat cheese. *Le Lait*, 77 (5): 575-585.
- Skeie, S., Kieronczyk, A., Næss, R. M. & Østlie, H. (2008). Lactobacillus adjuncts in cheese: Their influence on the degradation of citrate and serine during ripening of a washed curd cheese. *International dairy journal*, 18 (2): 158-168.
- Skeie, S. B. (2013). *Øvingsforskrift; Ysting av Feta MVI386 Meieriteknologi øvingskurs*: KBM, NMBU. Upublisert manuskript.
- Skeie, S. B. (2014). Quality aspects of goat milk for cheese production in Norway: A review. *Small Ruminant Research*, 122 (1-3): 10-17. doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.07.012.

- Smistad, M., Sølverød, L., Inglingstad, R. A. & Østerås, O. (2021). Distribution of somatic cell count and udder pathogens in Norwegian dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 104 (11): 11878-11888. doi: 10.3168/jds.2021-20549.
- SSB. (2022). *Statistikkbanken Husdyrhald; 03710: Husdyr, etter husdyrslag, år og statistikkvariabel*: Statistisk sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/03710/tableViewLayout1/> (lest 05.03.2022).
- Talukder, M. & Ahmed, H. M. (2017). Effect of somatic cell count on dairy products: a review. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 3 (1): 1-9. doi: 10.3329/ajmbr.v3i1.32030.
- TINE. (2011). *TINE Årsrapport 2010*. Tilgjengelig fra: <https://www.slideshare.net/tinegruppa/rsrapport-tine-gruppa-2010> (lest 05.03.2022).
- TINE. (2012). *TINE Årsrapport 2012* Tilgjengelig fra: <https://www.yumpu.com/no/document/read/20001243/arsrapport-2012-konsernstyrets-beretning-arsregnskap-tine> (lest 20.04.2022).
- TINE. (2017a). *TINE Årsrapport 2016* Tilgjengelig fra: <https://www.mynewsdesk.com/no/tine-sa/documents/tine-gruppas-aarsrapport-2016-64566> (lest 21.04.2022).
- TINE. (2017b). *TINEs regelverk om bedømmelse og betaling av melk etter kvalitet ved levering til TINE Råvare*. Docplayer,; TINE SA. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/41519655-Tines-regelverk-om-bedommelse-og-betaling-av-melk-etter-kvalitet-ved-levering-til-tine-ravare.html> (lest 23.03.2022).
- TINE. (2020). TINEs kvalitetsbetalingsregelverk, utgave 20.05.2020.
- TINE. (2022). *TINE Årsrapport 2021* Tilgjengelig fra: <https://www.tine.no/om-tine/TINE-aarsrapport-2021-digital.pdf> (lest 05.03.2022).
- TINE. (u.å.). *Slik analyserer vi melka*. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/slik-analyserer-vi-melka> (lest 26.04.2022).
- von Wright, A. & Axelsson, L. (2019). Lactic acid bacteria. An introduction. . I: *Lactic Acid Bacteria. Microbiological and Functional Aspects, 5 th edition.*: CRC press, Boca Raton. Sider brukt: 4-5.
- Walstra, P., Wouters, J. T. & Geurts, T. J. (2006). *Dairy science and technology Second edition* Boca Raton, CRC press, Taylor & Francis Group. .
- Yamazi, A. K., Moreira, T. S., Cavicchioli, V. Q., Burin, R. C. K. & Nero, L. A. (2013). Long cold storage influences the microbiological quality of raw goat milk. *Small Ruminant Research*, 113 (1): 205-210. doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.02.004.
- Zeng, S. S., Chen, S. S., Bah, B. & Tesfai, K. (2007). Effect of Extended Storage on Microbiological Quality, Somatic Cell Count, and Composition of Raw Goat Milk on a Farm. *Journal of Food Protection*, 70 (5): 1281-1285. doi: 10.4315/0362-028x-70.5.1281.
- Ådnøy, T. (2014). The dairy goat industry in Norway: Challenges in a historical perspective. *Small Ruminant Research*, 122 (1-3): 4-9. doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.07.011.

7 Vedlegg

7.1 Standardisering

Formel for hvor mye melk og fløte som skal tilsettes i ystekaret, for å standardisere til en ønsket fettprosent og et totalvolum på 100 L.

$$Fløte L = \frac{\text{totalt volum L} \times (\text{ønsket fett \%} - \text{fett \% melk})}{(\text{fett \% fløte} - \text{ønsket fett \%})}$$

$$Melk L = 100 L - fløte L$$

7.2 Tørrstoff (%)

Formel for utregningen av tørrstoff (%).

$$Tørrstoff (\%) = \frac{\text{tørr prøve m. skål (g)} - \text{skål (g)}}{\text{fersk prøve m. skål (g)} - \text{skål (g)}} \times 100$$

7.3 Saltinnhold (%)

Formel for hvordan saltinnhold (%) beregnes.

$$\text{saltinnhold (\%)} = \frac{\frac{\text{mg}}{100} \text{ g NaCl} \times 100 (\text{fortynningsfaktor})}{1000}$$

7.4 Total nitrogen (%) og protein (%)

Formel for hvordan total nitrogen (%) og protein (%) beregnes.

$$\text{Total nitrogen (\%)} = \frac{\text{titreringsvolum (mL)} \times 2,801}{\text{vekt prøve (g)}}$$

$$\text{Protein (\%)} = \text{TN (\%)} \times 6,38$$

7.5 Syrningsforløp

Ystemelkens pH ved syrekultur-tilsetning (0 timer), pH etter 3 timers syring, Δ pH- (differansen) mellom 0 og 3 timer syring, den totale forsyningstiden før løpetilsetning og pH ved løpetilsetning, til de ulike ystekarene.

	pH 0 timer	pH 3 timer	Δ 0 og 3 t	Forsyrningstid (timer)	pH løpetilsetning
AG1-1	6,61	6,44	0,17	3,75	6,27
AG1-2	6,61	6,37	0,24	3,50	6,29
AG3-1	6,63	6,41	0,22	4,25*	6,39*
AG3-2	6,63	6,41	0,22	4,25*	6,41*
BG1-1	6,55	6,28	0,27	3,00	6,28
BG1-2	6,55	6,27	0,28	3,00	6,27
BG3-1	6,65	6,43	0,22	3,50	6,31
BG3-2	6,65	6,41	0,24	3,50	6,31
CG1-1	6,56	6,31	0,25	3,00	6,31
CG1-2	6,56	6,31	0,25	3,00	6,31
CG3-1	6,60	6,40	0,20	3,05	6,31
CG3-2	6,60	6,40	0,20	3,10	6,3
DG1-1	6,50	6,23	0,27	3,00	6,23
DG1-2	6,50	6,22	0,28	3,00	6,22
DG3-1	6,54	6,37	0,17	3,33	6,25
DG3-2	6,54	6,37	0,17	3,33	6,25

* Syrningen ble valgt stoppet etter 4,25 time, grunnet et temperaturavvik på 40°C i 5-10 min. under syrningen.

7.6 Løpningstid

Oversikt over løpningstiden til de ulike ystekarene.

AG1-1	12-13 min
AG1-2	Ca. 10 min
AG3-1	Ca. 10 min
AG3-2	Ca. 10 min
BG1-1	10 min
BG1-2	10 min
BG3-1	11-12 min
BG3-2	11-12 min
CG1-1	Ca. 10 min
CG1-2	Ca. 10 min
CG3-1	Ca. 10 min
CG3-2	Ca. 10 min
DG1-1	13-14 min
DG1-2	13-14 min
DG3-1	11-12 min
DG3-2	11-12 min

7.7 Statistikkresultater

Generelt for alle statistikktabellene i vedlegg: de fire beitetidspunktene og de to gårdene: ANOVA (p-verdi), gjennomsnittsverdier \pm SD, Tukey`s test (signifikant forskjell vist med ulike bokstaver innen hver kolonne for hver forsøksfaktor) og R^2 . «n.s.» står for ingen signifikant effekt av forsøksfaktorene.

	Salt	Celletall	pH 0 mnd.	pH 2 mnd.	pH 4 mnd.	Tørrstoff 0 mnd.	Tørrstoff 2 mnd.	Tørrstoff 4 mnd.	Protein 0 mnd.	Protein 2 mnd.	Protein 4 mnd.
ANOVA (p-verdi)											
Beitetid	n.s.	n.s.	< 0,001	<0,001	< 0,001	<0,001	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	n.s.
Gård	n.s.	n.s.	< 0,001	0,007	< 0,001	0,023	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)											
A	3,20 a	4,01 a	4,83 a	4,63 a	4,67 a	55,17 a	59,89 a	59,59 a	17,24 a	17,29 a	18,14 a
B	3,10 a	4,09 a	4,83 a	4,74 b	4,75 b	55,76 ab	60,40 a	60,72 a	17,95 ab	18,04 b	18,35 a
C	3,20 a	4,13 a	4,96 b	4,84 b	4,86 c	58,57 c	61,20 a	61,35 a	19,33 c	18,90 c	18,74 a
D	3,05 a	4,42 a	4,79 a	4,79 b	4,72 ab	57,17 bc	60,74 a	60,79 a	18,86 bc	18,65 bc	18,49 a
Gård (snitt)											
G1	3,08	4,02	4,81	4,71	4,70	56,20	60,69	60,66	18,20	18,16	18,34
G3	3,20	4,30	4,89	4,79	4,80	57,14	60,42	60,56	18,49	18,28	18,52
R²	0,13	0,37	0,83	0,75	0,92	0,79	0,10	0,20	0,77	0,81	0,02

	Syrningsforløp				
	pH 0 timer	pH 3 timer	$\Delta 0$ til 3 t	Forsyrningstid	pH løpetilsetning
ANOVA (p-verdi)					
Beitetid	<0,001	0,014	n.s.	0,002	<0,001
Gård	<0,001	<0,001	0,011	0,002	0,023
Beitetid (snitt)					
A	6,62 c	6,41 b	0,21 a	3,63 b	6,28 b
B	6,60 bc	6,35 ab	0,25 a	3,25 a	6,29 b
C	6,58 b	6,36 ab	0,23 a	3,04 a	6,31 b
D	6,52 a	6,30 a	0,22 a	3,17 a	6,24 a
Gård (snitt)					
G1	6,56	6,30	0,25	3,16	6,27
G3	6,61	6,40	0,21	3,30	6,29
R²	0,86	0,72	0,38	0,80	0,87

	Osteutbytte (g)
ANOVA (p-verdi)	
Beitetid	0,011
Gård	n.s.
Beitetid:Gård	0,030
Beitetid (snitt)	
A	7299,75 b
B	7170,93 b
C	6739,10 a
D	7080,33 ab
Gård (snitt)	
G1	6994,70 \pm 161,9
G3	7150,35 \pm 421,2
R²	0,69

Frie aminosyrer ost 2 mnd.																						
	Asp	Glu	Asn	Ser	Gln	His	Gly	Thr	Citru- line	Arg	Ala	GABA	Tyr	Val	Met	Ile	Phe	Try	Leu	Ornit- hine	Lys	Sum FAA
ANOVA (p- verdi)																						
Beitetid	n.s.	0,0169	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,007	0,042	<0,001	0,015	0,002	n.s.	0,007	<0,001	0,035	0,021	0,002	0,013	0,014	0,012	0,004	0,012
Gård	n.s.	0,006	0,030	n.s.	n.s.	n.s.	0,002	0,005	n.s.	0,049	0,002	n.s.	n.s.	<0,001	n.s.	0,007	0,005	n.s.	0,011	0,014	0,012	0,009
Beitetid (snitt)																						
A	0,33 a	0,16 ab	0,70 a	0,52 a	0,57 a	0,14 a	0,23 a	0,21 a	0,64a	0,26 ab	0,50 a	2,47 a	0,42 a	1,04 a	0,15 a	0,31 a	1,04 a	0,11 a	2,30 a	0,56 a	0,62 a	13,28 a
B	0,27 a	0,14 a	0,70 a	0,50 a	0,57 a	0,14 a	0,25 a	0,27 ab	0,65 a	0,32 b	0,60 a	2,30 a	0,50 a	1,26 a	0,16 ab	0,33 ab	1,23 a	0,12 ab	2,37 a	0,58 a	0,63 a	13,88 a
C	0,33 a	0,26 b	0,96 a	0,65 a	0,92 a	0,18 a	0,35 b	0,29 b	1,44 b	0,18 ab	0,76 b	2,63 a	0,76 b	2,00 b	0,24 b	0,46 b	1,93 b	0,14 ab	3,68 b	0,90 b	0,95 b	20,01 b
D	0,33 a	0,12 a	0,78 a	0,51 a	0,72 a	0,16 a	0,24 a	0,24 ab	0,99 ab	0,10 a	0,57 a	2,59 a	0,64 ab	1,14 a	0,20 ab	0,29 a	1,19 a	0,15 b	2,68 ab	0,76 ab	0,84 ab	15,23 ab
Gård (snitt)																						
G1	0,28	0,12	0,69	0,49	0,63	0,14	0,23	0,22	0,83	0,17	0,54	2,32	0,53	1,08	0,17	0,29	1,13	0,12	2,35	0,61	0,67	13,60
G3	0,34	0,21	0,88	0,60	0,75	0,17	0,31	0,28	1,03	0,26	0,68	2,68	0,63	1,64	0,21	0,41	1,56	0,14	3,17	0,80	0,84	17,60
R²	0,13	0,61	0,41	0,21	0,35	0,19	0,69	0,57	0,71	0,54	0,73	0,08	0,57	0,80	0,45	0,59	0,72	0,52	0,59	0,60	0,66	0,61

Frie aminosyrer ost 4 mnd.

	Asp	Glu	Asn	Ser	Gln	His	Gly	Thr	Citrul- line	Arg	Ala	GABA	Tyr	Val	Met	Ile	Phe	Try	Leu	Ornit- hine	Lys	Sum FAA	
ANOVA (p- verdi)																							
Beitetid	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,040	n.s.	n.s.	n.s.	0,034	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,021	n.s.	n.s.	0,046	n.s.	
Gård	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,038	0,040	n.s.	n.s.	0,037	n.s.	n.s.	0,035	n.s.	0,048	0,038	n.s.	0,035	n.s.	0,030	0,046	
Beitetid (snitt)																							
A	0,35 a	0,14 a	0,76 a	0,56 a	0,66 a	0,14 a	0,30 a	0,22 a	0,81 a	0,25 a	0,56 a	2,76 a	0,50 a	1,12 a	0,18 a	0,36 a	1,15 a	0,12 a	2,68 a	0,56 a	0,74 a	14,90 a	
B	0,30 a	0,14 a	0,82 a	0,58 a	0,77 a	0,14 a	0,36 a	0,30 a	0,98 ab	0,38 a	0,70 a	2,70 a	0,61 ab	1,39 a	0,20 a	0,39 a	1,45 a	0,13 ab	2,99 a	0,54 a	0,79 a	16,65 a	
C	0,40 a	0,14 a	1,01 a	0,67 a	1,07 a	0,17 a	0,37 a	0,30 a	1,52 ab	0,12 a	0,79 a	3,27 a	0,81 ab	1,56 a	0,27 a	0,42 a	1,59 a	0,16 ab	3,71 a	0,43 a	1,10 a	19,86 a	
D	0,39 a	0,60 a	0,18 a	0,74 a	1,25 a	0,13 a	0,45 a	0,32 a	1,90 b	0,14 a	0,86 a	2,97 a	0,94 b	2,16 a	0,32 a	0,59 a	2,12 a	0,16 b	4,48 a	0,31 a	1,35 a	23,39 a	
Gård (snitt)																							
G1	0,33	0,12	0,80	0,57	0,80	0,14	0,31	0,25	1,09	0,16	0,63	2,72	0,62	1,20	0,21	0,33	1,29	0,31	2,87	0,45	0,81	15,85	
G3	0,39	0,39	1,09	0,70	1,07	0,15	0,43	0,32	1,52	0,28	0,82	3,13	0,81	1,92	0,28	0,54	1,86	0,15	4,06	0,46	1,18	21,55	
R²	0,19	0,32	0,29	0,08	0,28	0,10	0,29	0,32	0,41	0,30	0,40	0,12	0,44	0,35	0,31	0,24	0,41	0,48	0,39	<0,01	0,47	0,34	

	FTIR rå melk						FTIR upasteurisert ystemelk					
	pH	Fett	Protein	Kasein	Laktose	Tørrstoff	pH	Fett	Protein	Kasein	Laktose	Tørrstoff
ANOVA (p-verdi)												
Beitetid	n.s.	n.s.	n.s.	0,050	0,016	n.s.	0,010	n.s.	0,014	n.s.	0,011	n.s.
Gård	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,048
Beitetid (snitt)												
A	6,77 a	4,12 a	3,53 a	2,62 a	4,79 b	12,85 a	6,77b	5,69 a	3,48 a	2,62 a	4,79 b	14,33 a
B	6,72 a	4,18 a	3,61 a	2,68 ab	4,61 ab	12,92 a	6,63 a	5,41 a	3,57 a	2,68 a	4,61 ab	14,11 a
C	6,72 a	4,02 a	3,66 a	2,70 ab	4,63 ab	12,80 a	6,69 a	5,34 a	3,62 ab	2,70 a	4,61 ab	14,04 a
D	6,66 a	4,42 a	3,86 a	2,83 c	4,44 a	13,15 a	6,67 a	5,56 a	3,82 b	2,77 a	4,41 a	14,19 a
Gård (snitt)												
G1	6,70	4,00	3,63	2,67	4,65	12,69	6,68	5,44	3,59	2,65	4,64	14,05
G3	6,73	4,37	3,69	2,74	4,58	13,16	6,70	5,56	3,65	2,73	4,56	14,28
R²	0,61	-0,36	0,78	0,81	0,90	-0,20	0,93	0,68	0,91	0,68	0,92	0,69

	FTIR upasteurisert mot pasteurisert ystemelk					
	pH	Fett	Protein	Kasein	Laktose	Tørrstoff
ANOVA (p-verdi)						
Prøvetype	<0,001	0,037	0,042	n.s.	0,048	0,048
Gård	<0,001	0,033	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Prøvetype (snitt)						
Upasteurisert	6,67	5,56	3,82	2,77	4,41	14,19
Pasteurisert	6,52	5,74	3,90	2,92	4,53	14,59
Gård (snitt)						
G1	6,58	5,54	3,81	2,79	4,48	14,24
G3	6,61	5,76	3,91	2,89	4,46	14,54
R²	1,00	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99

	FTIR myse				
	pH	Fett	Protein	Laktose	Tørrstoff
ANOVA (p-verdi)					
Beitetid	0,031	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Gård	n.s.	n.s.	<0,001	0,008	<0,001
Beitetid (snitt)					
A	6,27 ab	0,70 c	0,80 a	4,57 b	7,85 c
B	6,23 ab	0,68 c	0,84 b	4,42 b	7,51 b
C	6,31 b	0,53 a	0,84 b	4,47 b	7,18 a
D	6,09 a	0,61 b	0,95 c	4,00 a	7,06 a
Gård (snitt)					
G1	6,20	0,63	0,84	4,30	7,32
G3	6,25	0,63	0,88	4,43	7,47
R²	0,40	0,89	0,95	0,89	0,97

	Sensorikk-resultater ost 2,5 mnd.								Sensorikk-resultater ost 4 mnd.							
	Hardhet	Smuldrete	Geitesmak	Bismak	Syrlighet	Salt	Kornete	Kremete	Hardhet	Smuldrete	Geitesmak	Bismak	Syrlighet	Salt	Kornete	Kremete
ANOVA (p-verdi)																
Beitetid	n.s.	0,002	n.s.	n.s.	0,043	<0,001	n.s.	n.s.	<0,001	0,022	n.s.	n.s.	0,048	<0,001	n.s.	n.s.
Gård	n.s.	0,024	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,012	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,015	0,005
Beitetid (snitt)																
A	4,20 a	3,29 b	2,82 a	3,14 a	2,86 a	4,02 c	3,69 a	1,95 a	4,08 ab	3,81 b	3,52 a	3,40 a	3,38 a	3,94 c	3,81 a	2,02 a
B	4,29 a	3,21 b	3,02 a	2,87 a	2,94 a	3,46 bc	3,56 a	2,10 a	4,00 a	3,12 a	3,27 a	2,92 a	2,87 a	3,04 a	3,48 a	2,27 a
C	4,34 a	2,52 a	2,86 a	3,13 a	2,91 a	3,41 b	3,27 a	2,38 a	4,38 bc	3,50 ab	3,17 a	3,35 a	2,96 a	3,18 ab	3,41 a	2,38 a
D	4,27 a	3,38 b	2,89 a	2,86 a	2,43 a	2,68 a	3,59 a	3,36 a	4,46 c	3,63 ab	3,29 a	3,13 a	3,33 a	3,60 bc	3,71 a	2,56 a
Gård (snitt)																
G1	4,22	3,30	2,93	2,93	2,71	3,29	3,59	2,13	4,26	3,72	3,26	3,08	3,06	3,34	3,76	2,08
G3	4,32	2,89	2,86	3,07	2,84	3,49	3,46	2,27	4,20	3,30	3,36	3,31	3,18	3,50	3,43	2,53
R²	-0,02	0,14	-0,03	-0,01	0,05	0,23	0,01	0,04	0,13	0,11	-0,01	0,02	0,04	0,18	0,07	0,09

	Organiske syrer og karbohydrater upasteurisert ystemelk					Organiske syrer og karbohydrater myse							
	Laktose	Sitronsyre	α -ketoglutarat	Orotinsyre	Urinsyre	Laktose	Galaktose	Sitronsyre	α -ketoglutarat	Orotinsyre	Pyruvat	Melkesyre	Urinsyre
ANOVA (p-verdi)													
Beitetid	0,022	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,002	0,029	n.s.	n.s.	<0,001	0,027	0,019	0,015
Gård	n.s.	0,023	0,044	0,045	n.s.	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)													
A	493,76 b	5,20 a	0,08 a	0,06 a	0,12 a	530,53 b	3,92 ab	5,02 a	0,12 a	0,07 a	0,13 ab	10,18 b	0,11 ab
B	478,72 ab	5,48 a	0,08 a	0,06 a	0,14 a	494,08 a	4,72 b	5,12 a	0,12 a	0,07 a	0,15 b	10,78 b	0,15 ab
C	477,09 ab	5,08 a	0,10 a	0,06 a	0,07 a	516,68 ab	2,53 ab	4,89 a	0,11 a	0,07 a	0,10 ab	5,85 a	0,11 a
D	445,51 a	4,44 a	0,10 a	0,08 a	0,17 a	493,05 a	2,45 a	4,19 a	0,11 a	0,09 b	0,08 a	7,85 ab	0,16 b
Gård (snitt)													
G1	472,32	4,03	0,07	0,08	0,13	504,50	3,31	3,80	0,09	0,08	0,11	8,06	0,14
G3	475,21	6,04	0,11	0,06	0,13	512,70	3,68	5,86	0,14	0,06	0,12	9,27	0,13
R²	0,87	0,70	0,60	0,69	0,18	0,63	0,41	0,78	0,61	0,89	0,40	0,46	0,48

	Organiske syrer og karbohydrater ost 0 mnd.								
	Galaktose	Sitron-syre	Orotin-syre	Pyruvat	Melke-syre	Maur-syre	Eddik-syre	Urin-syre	DL-pyro-glutaminsyre
ANOVA (p-verdi)									
Beitetid	0,002	0,005	<0,001	0,008	0,001	<0,001	<0,001	0,048	0,001
Gård	n.s.	<0,001	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,009	0,036
Beitetid (snitt)									
A	24,14 b	6,24 b	0,02 bc	1,46 a	161,29 b	2,09 a	2,63 a	0,11 a	0,03 bc
B	24,65 b	5,74 ab	0,02 b	1,63 ab	148,39 ab	2,23 b	2,59 a	0,15 a	0,02 ab
C	20,56 ab	5,06 a	0,01 a	1,95 b	137,08 a	2,36 c	3,01 b	0,11 a	0,01 a
D	15,22 a	5,09 a	0,02c	1,86 b	155,44 b	2,30 bc	2,31 a	0,14 a	0,03 c
Gård (snitt)									
G1	20,83	4,87	0,02	1,72	153,28	2,26	2,70	0,14	0,016
G3	21,46	6,19	0,01	1,74	147,82	2,23	2,57	0,11	0,022
R²	0,63	0,80	0,92	0,52	0,70	0,85	0,73	0,53	0,71

	Organiske syrer og karbohydrater ost 2 mnd.								
	Galaktose	Sitron- syre	Orotin- syre	Pyruvat	Melke- syre	Maur- syre	Eddik- syre	Urin- syre	DL-pyro- glutaminsyre
ANOVA (p-verdi)									
Beitetid	<0,001	n.s.	0,004	0,030	n.s.	0,011	<0,001	<0,001	n.s.
Gård	n.s.	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)									
A	17,57 c	6,06 a	0,02 b	1,78 b	167,34 a	1,79 a	2,32 a	<0,01 a	0,18 a
B	13,87 bc	5,86 a	0,01 a	1,52 ab	158,00 a	2,09 ab	2,58 a	0,05 b	0,16 a
C	11,05 ab	5,74 a	0,01 a	1,19 a	159,31 a	2,18 b	3,13 b	0,05 b	0,18 a
D	8,59 a	5,33 a	0,02 ab	1,75 b	162,86 a	2,15 b	2,24 a	0,07 c	0,16 a
Gård (snitt)									
G1	12,74	5,12	0,02	1,50	161,84	1,99	2,44	0,05	0,17
G3	12,80	6,37	0,01	1,62	161,91	2,11	2,69	0,04	0,16
R²	0,69	0,71	0,61	0,39	0,30	0,53	0,84	0,95	-0,20

	Organiske syrer og karbohydrater ost 4 mnd.								
	Galaktose	Sitronsyre	Orotinsyre	Pyruvat	Melkesyre	Maursyre	Eddiksyre	Urinsyre	DL-pyroglutaminsyre
ANOVA (p-verdi)									
Beitetid	0,001	n.s.	0,006	n.s.	0,045	n.s.	0,011	0,002	0,010
Gård	n.s.	0,002	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Beitetid (snitt)									
A	17,49 c	5,72 a	0,02 b	2,27 a	166,43 a	1,76 a	2,31 ab	<0,01 a	0,16 ab
B	14,22 bc	5,28 a	0,02 a	2,01 a	158,36 a	1,91 a	2,45 b	0,04 b	0,16 a
C	11,79 ab	5,47 a	0,01 a	1,50 a	157,21 a	1,99 a	2,64 b	0,02 ab	0,30 bc
D	8,12 a	5,39 a	0,02 ab	2,04 a	167,93 a	2,05 a	1,92 a	0,05 b	0,30 c
Gård (snitt)									
G1	12,42	5,01	0,02	1,74	163,26	1,82	2,25	0,04	0,20
G3	13,39	5,92	0,02	2,17	161,71	2,04	2,41	0,02	0,26
R²	0,68	0,47	0,57	0,35	0,33	0,23	0,51	0,68	0,55



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway