



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2019 30 stp.

Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap (KBM)

Effekten av pH og temperaturbehandling for kvalitetsfeilen melenhet i fløtemysost

The effect of pH and temperature treatment for the quality problem mealy texture in brown whey cheese.

Henrikke Søndergaard Munthe

Matvitenskap - Produksjon og utvikling av næringsmidler

Forord

Denne masteroppgaven på 30 studiepoeng ble skrevet innenfor Matvitenskap, retning 'Produksjon og utvikling av næringsmidler' ved Norges Miljø- og Biovitenskaplige Universitet (NMBU). Oppgaven ble skrevet i samarbeid med TINE og forsøk ble utført ved NMBUs pilotanlegg. Analyser ble utført på laboratorier ved Faktuelt for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap (KBM).

I løpet av dette semesteret har jeg lært mye om produksjon av brunost og selvstendig arbeid på laboratoriet. Det har vært et spennende og utfordrende semester på mange måter.

Jeg vil rette en stor takk til min hovedveileder, førsteamanuensis Anne-Grethe Johansen, for god hjelp, støtte og forståelse i utførelsen av denne oppgaven. Jeg vil takke professor Siv Skeie for hjelp og gode tilbakemeldinger. Jeg vil takke Rolf Pontus Sydberger og TINE meieri Byrkjelo for tilsendelse av brunostkonsentrat og godt samarbeid. Takk til TINE FoU Stavanger og Asbjørg Rugland for hjelp med den sensoriske beskrivelsen. Jeg vil også rette en stor takk til May Helene Aalberg, Kari Olsen og Ahmed Abdelghani for god hjelp på meierilaboratoriet. Jeg vil også rette en takk til Ola Tjåland og Geirfinn Lund for god hjelp i pilotanlegget under produksjon.

Jeg vil takke familie og venner for god støtte gjennom dette semesteret.

Norges Miljø- og Biovitenskaplige Universitet

Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap

Ås, Juni 2019

Henrikke Søndergaard Munthe

Sammendrag

Brunost er et tradisjonsrikt produkt i Norge og har vært industrielt produsert siden starten av 1860-tallet. Osten er sammensatt av myse, som blandes med melk og fløte, enten fra ku, geit eller begge deler. Disse næringsmiddelene kokes sammen, og skal gi en ost med fast konsistens, men som også myk og skjærbar med ostehøvel. Osten har høyt tørrstoffinnhold på ca. 80%, som består av proteiner, fett og laktose. Under produksjon av brunost forekommer det kvalitetsfeil som gir sandet eller melen ost. Det har lenge vært konkludert at disse kvalitetsfeilene skylles utilstrekkelig røring og kjøling under pakking, som gir store laktosekrystaller og forårsaker sandet eller melen konsistens. Men produksjon av brunost er også sterkt avhengig av operatørens kunnskap og erfaring, og en teori har vært at melen konsistens i brunost kan skylles forhold som skjer under selve innkokingen av ostemassen.

Hensikten med oppgaven var derfor å se om kvalitetsfeilen melen kunne påvirkes av andre faktorer enn pakking. I forsøket ble det produsert brunost der faktorene koketemperatur under produksjon og pH-justering av brunostkonsentratet variert. Det ble foretatt pH-målinger, tørrstoffpørver, måling av proteinprosent og fettanalyser. Teksturprøver av osten ble analysert og det ble målt flyktige komponenter i ost og brunostkonsentrat. Det ble også utført en kvalitetsbedømmelse og en beskrivende sensorisk analyse.

Resultatene viste at det fantes signifikant forskjell som påvirkning av pH-justering for melen konsistens i brunostene produsert i forsøket. Analysen av de flyktige viste at temperaturbehandlingen hadde signifikant effekt for dannelsen av de viktigste smakskomponentene i brunost; 2-Furamentanol og 2-Hetanon, der høy temperaturbehandling dannet høyere konsentrasjon av de flyktige komponentene, enn lav temperaturbehandling. Det ble også funnet at både temperaturbehandling og pH-justering hadde signifikant effekt for teksturen i brunost, der høy temperaturbehandling og pH-justering ga fastere tekstur i osten enn lav temperaturbehandling og ikke-justert pH.

Abstract

Brown whey cheese is a product with a long-established tradition in Norway and has been produced industrially since the beginning of the 1860s. The brown whey cheese consists of whey, mixed with milk and cream from either bovine, goat or a combination of both. The ingredients are cooked and are to produce a cheese with firm consistency, while still being soft and sliceable with a cheese slicer. The cheese has a high dry matter content of about 80% consisting of proteins, lipids and lactose. During production there sometimes arise quality problems which give the cheese a sandy or mealy texture. The conclusion for these problems has for a long time been explained as a cause of insufficient stirring and cooling during packaging, causing formation of big lactose crystals and then mealy or sandy texture in the cheese. The quality of brown whey cheese during production is also strongly dependent on the knowledge and experience of the operator, and thus a theory has formed, stating that the mealy texture in brown whey cheese can be caused by conditions during the cooking process. The aim for the thesis was to look into if the mealy texture found in brown whey cheese, could be caused by other factors than the packaging conditions. During the thesis brown whey cheese was produced and the cooking temperature varied and pH in the concentrate was adjusted.

There were carried out dry matter content analysis, pH and protein concentration and fat concentration were measured. Texture analysis were carried out and volatile compounds in the cheese and concentrate were analysed. A quality assessment and a descriptive sensory analysis were performed.

The results concluded that a significant difference as influence of the pH adjusting could be found for the mealy texture in the brown whey cheeses produced in the project. The analysis for the volatile compounds showed significant effect for the formation of the most important flavour compounds in brown whey cheese; 2-Furamethanol and 2-Heptanone, where high temperature treatment caused higher concentration of these compounds than low temperature treatment. There was also found that both temperature treatment and pH-adjusting caused a firmer consistency in the cheese, where the high temperature treatment and pH-adjusted concentrates produced a firmer cheese, than the cheese with low temperature treatment and non-adjusted pH.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag.....	III
Abstract.....	IV
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling	1
2 Teori.....	3
2.1 Om brunost.....	3
2.2 Mysa.....	4
2.3 Forkonsentrering og vakuuminndamping	5
2.4 Gryta.....	6
2.5 Konsentrering i gryta.....	6
2.6 Sandethet	6
2.7 Krystallisering	7
2.8 Røring, kjøling og pakking.....	8
2.9 Laktose	9
2.10 Maillardreaksjonen.....	11
2.11 Proteiner	13
2.11.1 α -Laktalbumin.....	13
2.11.2 β -laktoglobulin.....	13
2.11.3 Serum Albumin.....	14
2.11.4 Immunoglobulin.....	14
2.11.5 Denaturering	14
2.12 Sensorisk analyse	15
2.12.1 Beskrivende test.....	15
3 Materialer og metoder.....	17
3.1 Forsøksplan	17
3.1.1 Produksjon av brunost.....	17
3.2 Forsøk.....	18
3.2.1 Forarbeid før forsøk	18

3.2.2	Forsøksmetode	19
3.3	Kjemiske analyser	21
3.3.1	pH.....	21
3.3.2	Tørrstoff	22
3.3.3	Kjeldahl.....	22
3.3.4	Fett	24
3.3.5	Teksturanalyse	25
3.3.6	Flyktige forbindelser.....	26
3.3.7	Sensorisk analyse	27
3.4	Statistiske analyser	29
4	Resultater	31
4.1	pH.....	31
4.2	Tørrstoff	32
4.3	Fett.....	33
4.4	Protein	35
4.5	Teksturanalyse.....	37
4.6	Flyktige komponenter	38
4.7	Sensorisk Analyse	44
5	Diskusjon	49
6	Konklusjon	55
7	Veien videre.....	57
8	Litteraturliste.....	59
9	Vedlegg	A
9.1	Vedlegg 1	A
9.2	Vedlegg 2	B
9.3	Vedlegg	C

1 Innledning

Brunost er et tradisjonsprodukt i Norge. Det finnes ikke et eksakt tidspunkt eller en bestemt person som er kjent for å ha startet produksjonen av brunost. Men det finnes spor av brunostproduksjon helt tilbake til 1670-tallet, selv om industriell produksjon av brunost ikke startet før på 1860-tallet (Abrahamsen et al., 2008).

Det finnes en rekke varianter av brunost på dagens marked. TINE (2019) har i dag 12 brunostvarianter til salgs, i tillegg til 3 primvarianter (som er den smørbare varianten av brunost). Blant disse finnes TINE Ekte geitost, TINE Gudbrandsdalsost, TINE Innherred Brunost og TINE fløtemysost (TINE, 2019).

Brunosten skal ha fast konsistens, men samtidig være myk og skjærbar (Skeie & Abrahamsen, 2017). Problemet sandete og melen brunost har lenge vært en kvalitetsfeil i brunost. Problemer med sandethet kan spores helt tilbake til 1774. Sandethet forårsakes av store laktosekrystaller, større enn 10 mikrometer (μm), som kjennes på tungen og oppleves som å spise brunost med sandkorn. Sandethet oppstår som et resultat av dårlige pakkeforhold og utilstrekkelig nedkjøling (Abrahamsen et al., 2008). Kvalitetsfeilen melen beskrives av sensoriske autoriserte dommere innenfor kategorien brunost, som selve startpunktet for kvalitetsfeilen sandet. Melen beskrives som en grad av sandethet, som beveger seg over i grov konsistens og til slutt blir sandete. Om en ost er sandete, kan den ikke bedømmes melen og omvendt (Rugland, 2019).

1.1 Problemstilling

Til forsøket ble det produsert fløtemysost, som gjenkjennes av at den ofte er lysere enn andre typer brunost. Den skal være mild og ha en søtlig smak av fløte, et lett preg av karamellsmak og ha 33% fett i tørrstoff (Abrahamsen et al., 2008) (Skeie & Abrahamsen, 2017).

Tross forskning og gode maskiner og rutiner rundt nedkjøling og pakking av brunost, hender det fortsatt at kvalitetsfeilen melen forekommer i brunost. Kvaliteten på brunosten er sterkt avhengig av kunnskapen til operatørene. Å produsere brunost er en tidkrevende prosess og det er tenkelig at

en uerfaren operatør kan øke koketemperaturen for å forskynde avdamping. Det er uvisst om melenhet kan forårsakes av faktorer som denaturering av proteinene under produksjon av brunost.

Hensikten med oppgaven er å undersøke om kvalitetsfeilen melen kan påvirkes av andre faktorer enn selve pakkingen. Det ble valgt å variere koketemperatur under produksjon og justere pH på brunostkonsentratet før koking av brunost.

2 Teori

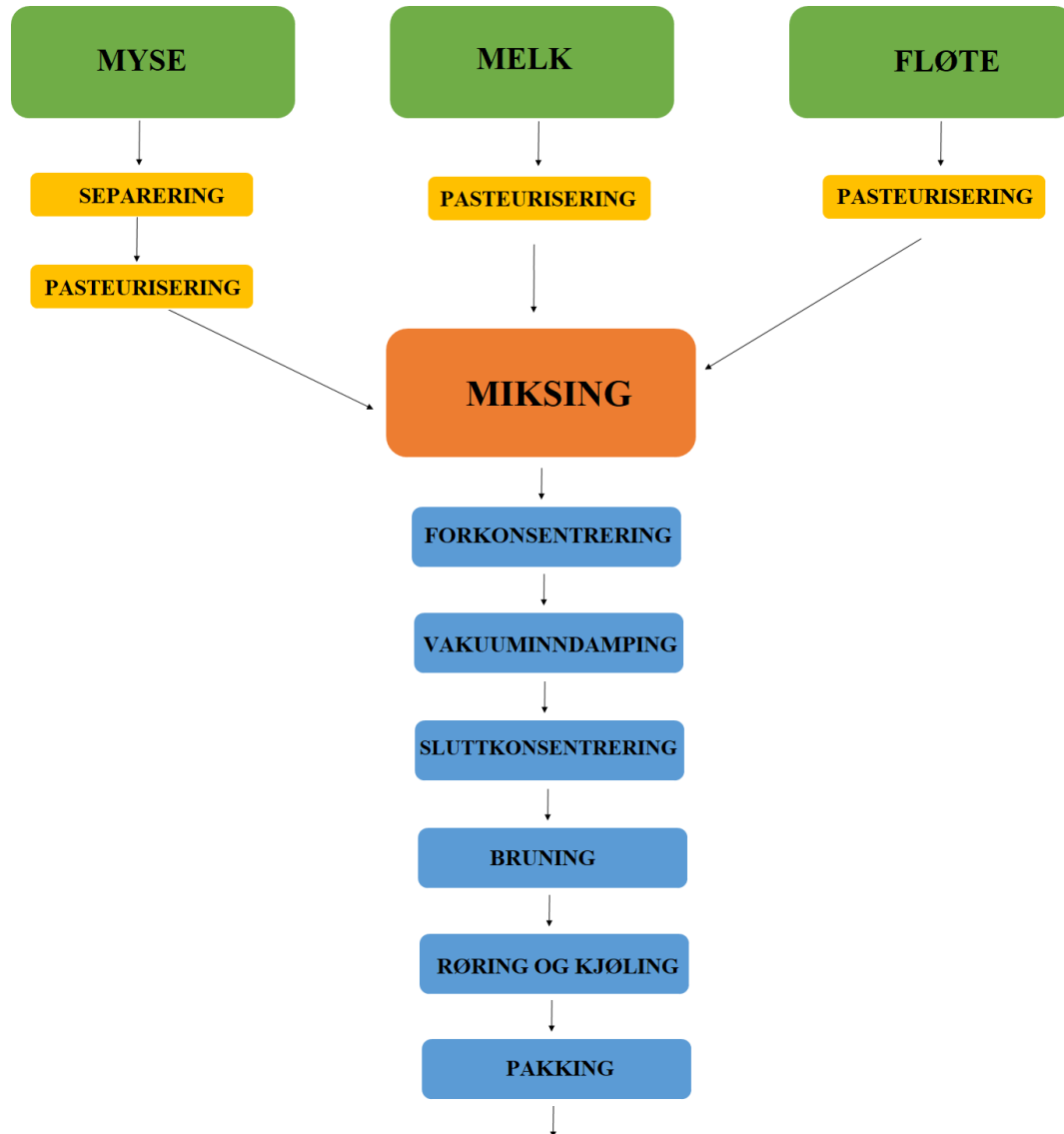
2.1 Om brunost

Brunost lages ved å koke inn myse med en blanding av melk og/eller fløte, men etter generelle ostestandarder kan ikke brunost klassifiseres som en ost (Codex-Alimentarius, 2013). Det finnes i midlertidig en egen standard for mysoster (Codex-Alimentarius, 2010), og god brunost karakteriseres av følgende kvaliteter:

1. Jevn overflate uten åpninger og brunfarge uten synlige flekker.
2. Teksturen skal være fast, men myk og skjærbar med ostehøvel. Den skal smelte lett i munnen og være uten merkbare laktosekrystaller.
3. Ha en søt, karamellaktig aroma med et hint av syrlighet. (Skeie & Abrahamsen, 2017).

Det er mysa som er basen i brunosten, og melka og fløten som tilsettes kan komme enten fra ku, geit eller en blanding av begge. Det antas at brunost opprinnelig ble produsert kun fra konsentrert myse. I senere tid ble melk og fløte tilsatt for å gi osten bedre konsistens og smak. Melka og fløten som tilsettes kalles 'oppislått', og uttrykket stammer fra gammelt av, da melka og fløten ble tilsatt mysa fra spann (Abrahamsen et al., 2008). Oppislått senker noe av den syrlige smaken i osten og bidrar til å øke protein- og fettinnholdet i konsentratet. Den økte proteinkonsentrasjonen bidrar til en fastere ost, mens det økte fettinnholdet bidrar til en mykere ost (Steinsholt et al., 1965).

For produksjon av brunost blandes mysa med melk og fløte. Blandingen konsentreres i Gryta og brunes så videre når ønsket tørrstoffprosent er oppnådd. Osten kjøles ned under kraftig røring og pakkes i passende emballasje (Abrahamsen et al., 2008). Et flytskjema for brunostproduksjon er vist i Figur 1.



Figur 1. Flytskjema for fremstilling av brunost, utledet fra Abrahamsen et. al (2008).

2.2 Mysa

Mysa kan komme enten fra kaseinmysa eller mysa fra vanlig osteproduksjon (Abrahamsen et al., 2008). Skeie (Skeie & Abrahamsen, 2017) forklarer at det er best å bruke søt kaseinmysa til brunostproduksjon, men at det ikke i dag er tilstrekkelig etterspørsel for løpefelt kasein og at det derfor brukes ostemysa til brunostproduksjon. Ostemysa inneholder blant annet flere mineraler enn kaseinmysa, og det er vist at brunost fra kaseinmysa er hardere å skjære enn brunost fra

ostemyse. Dette skyldes høyere vannbinding i proteinene som følge av høyere pH i ostemyse (Steinsholt et al., 1965). Mysa bør har pH mellom 6.2 og 6.5, da lavere pH vil resultere i en syrligere ost og økt bruning i Gryta, som kan føre til brune prikker i osten (Skeie & Abrahamsen, 2017). Forskjellen mellom de to mysetypene, er at ostemyse inneholder levende melkesyrebakterier, mens kaseinmyse ikke inneholder melkesyrebakterier (Abrahamsen et al., 2008) Myse som inneholder melkesyrebakterier står i fare for å syrne, og må derfor pasteuriseres maks 4 timer etter avtapp. Mysa separeres slik at ostepartikler og fett fjernes og både myse, melk og fløte pasteuriseres før den kokes til brunost (Abrahamsen et al., 2008). Om ostepartikler havner i brunostkonsentratet, kan det føre til hvite kaseinprikker i ferdig ost (Skeie & Abrahamsen, 2017). Mysa pasteuriseres både for å drepe melkesyrebakteriene, som vil gjøre den sur, men også for å inhibere løpeenzymet. Dersom løpeenzymet ikke inhiberes, vil det reagere med melka og fløten, som fører til utfelling av kasein (Abrahamsen et al., 2008).

2.3 Forkonsentrering og vakuuminndamping

Mysa forkonsentreres gjerne før melk og fløte tilsettes. Dette kan gjøres ved bruk av membranfiltrering og omvendt osmose. Under omvendt osmose konsentreres mysen og permeatet er nesten 100% rent vann. Det er optimalt å fjerne ca. 2/3 av vannet ved omvendt osmose, men å fjerne det resterende vannet krever mye høyere kapasitet, og energibruk mot utbytte er ikke lønnsomt. Mysa konsentreres vanligvis til 19,2% tørrstoff. Den konsentrerte mysa blandes så med melk og fløte og denne blandingen konsentreres videre i en vakuuminndamper. Vakuuminndampere er svært effektive, og en det er vanlig at en moderne vakuuminndamper har et forbruk på 0,07 kg damp per kg avdampet vann (Abrahamsen et al., 2008). Det er vanlig å dampe bort 50-60% av vannet i vakuuminndamperen, men det er påvist at inndamping over 55% ikke er heldig med tanke på ostekvaliteten. Ved tørrstoff høyere enn 55% kan konsentratet brenne seg fast, som kan føre til brent smak i det endelige produktet (Skeie & Abrahamsen, 2017). Etter at brunostkonsentratet har nådd en tørrstoffprosent på 50-60% overføres konsentratet til Gryta (Abrahamsen et al., 2008).

2.4 Gryta

Gryta ble designet for å kunne koke både med trykk og vakuum. Å koke brunostmassen under vakuum er svært energisparende og gir god kontroll på selve kokeprosessen, og ved å koke brunostmassen med overtrykk, kan bruningen effektiviseres. Vanligvis brunes osten ved atmosfærisk trykk. Gryta er kjegleformet for å kunne motstå de store påkjenningene den settes under når vakuum skrues på. I tillegg vil ostemassen fordeles bedre i en kjegleformet gryte. Når røreverket går rundt, vil ostemassen slenges ut i kantene for så å renne tilbake før neste omdreining. Langs lokket til Gryta ligger en kraftig pakning som sørger for god tetting. Lokket holdes på plass av kraftige skruer som sitter på hengsler, slik at de kan svinges ned når lokket åpnes. I tillegg har Gryta en åpning på fremsiden, slik at gryta kan tippes og ostemassen kan helles ut. Lokket heves og Gryta tippes ved hjelp av trykkluft. Gryta er også utstyrt med seglass, manometer og termometer, som gir godt kontroll over kokeprosessen. Lokket til Gryta er kjegleformet og koblet til en slagne eller et rør, som fører dampen fra gryta over til en kondensator (Abrahamsen et al., 2008).

2.5 Konsentrering i gryta

I Gryta skal brunostkonsentratet kokes inn til en tørrstoffprosent på 80-81%. Dette skjer under vakuum og ved en temperatur på omtrent 80°C. Ved denne koketemperaturen foregår det nesten ingen bruning. Den skjer først når brunostmassen nærmer seg rett tørrstoffprosent. Da utliknes vakuemet til atmosfærisk trykk og temperaturen i Gryta vil automatisk stige opp mot 100°C. Brunostmassen oppnår vanligvis rett bruningsfarge etter 10-15 minutter (Abrahamsen et al., 2008).

2.6 Sandethet

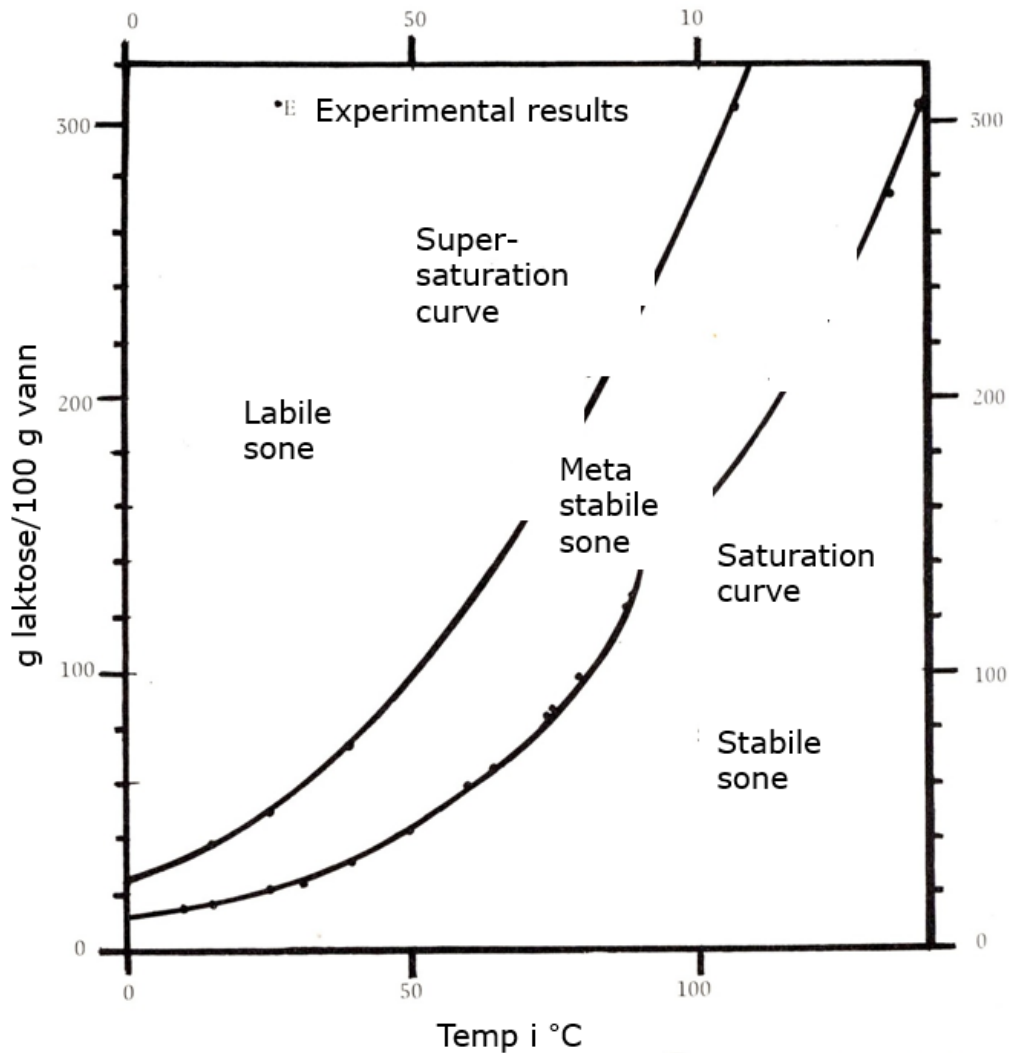
Problemet med sandethet løses i dag maskinteknisk og en ideell måte for kontrollere krystalldannelsen ble beskrevet slik: «Brunostmassen oppløste melkesukker må bringes til å krystallisere. Det skal gjøres ved å senke temperaturen slik av løsningen bringes i den labile fasen. For å få en sikker krystalldannelse kan det også på dette tidspunkt tilføres krystallkim, såkalt poding, i så fall behøver ikke kjølingen være så kraftig. Massen må nå røres kraftig til alt melkesukker som er i overmetning er krystallisert ut. Røringen sikrer en god diffusjon i massen og en hurtig krystallisering, som resulterer i mange krystallkim.» (Abrahamsen et al., 2008).

2.7 Krystallisering

Et kvalitetsproblem i brunost er sandethet og melenhet, som stammer fra laktosekrystaller. Målet under produksjon er å danne mange små laktosekrystaller, og fordi laktosekrystaller er tungt løselige vil de kunne kjennes på tunga når de er for store (10 μ m) (Abrahamsen et al., 2008). Laktosekonsentrasjonen i brunosten er svært høy og varierer mellom 194,5 g/100g vann for F330+ og 230 g/100g vann for H20. (Abrahamsen et al., 2008)

Løseligheten til laktose avtar i takt med at temperaturen synker. Dette fører til større grad av overmetning, som igjen vil øke dannelsen av små krystaller. På grunn av det høye laktoseinnholdet (194,5g/100g vann) i fløtemysost er det også stor grad av overmetning. Når temperaturen i brunostmassen synker, vil også viskositeten øke. Dette fører til at krystalliseringen går saktere og tendensen til dannelse av store krystaller vil da øke. Selve krystalliseringen er en todelt prosess, der det først dannes krystallkim og neste trinn er vekst av krystaller. Ved stor overmetning vil krystallisering gå hurtig og det vil dannes mange og små krystaller, mens det ved lav metning vil gå sakte og det vil dannes få og store krystaller (Abrahamsen et al., 2008).

Laktose er løselig i den stabile, metastabile og labile fasen. Spontan dannelse av krystallkim forekommer kun i den labile fasen. En metningskurve for løseligheten av laktose ved ulike temperaturer er vist i Figur 2. Når temperaturen synker går laktosen over i supermettet form og starter krystalldannelse. Laktose er supermettet i både den labile og metastabile fasen og veksten av krystaller forekommer i begge faser (Bakkene & Oterholm, 1981)



Figur 2. Satureringskurve for løselighet av laktose i vann ved forskjellige temperaturer (Bakkene & Oterholm, 1981)

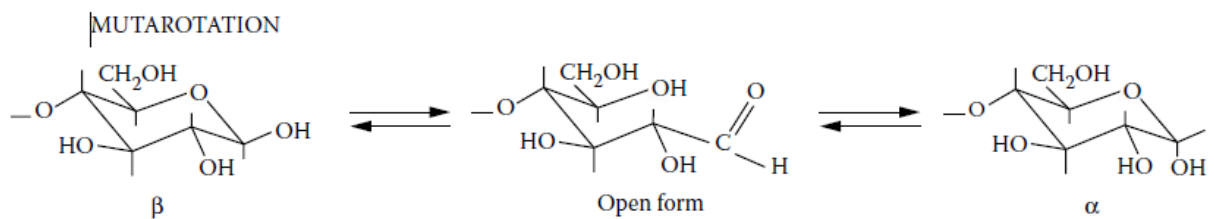
2.8 Røring, kjøling og pakking

Osten skal ha glatt konsistens uten merkbare laktosekrystaller og pakkeprosessen er helt essensiell for å oppnå ost av god kvalitet. Osten pakkes vanligvis mellom 70-80°C og under kraftig røring i en skrapevarmeveksler. Om osten ikke røres og kjøles tilstrekkelig, vil konsistensen bli sandete, grov og melen. Disse kvalitetsfeilene skyldes uønsket størrelse på laktosekrystaller (Abrahamsen et al., 2008).

Om brunosten pakkes ved høy temperatur, vil alle laktosen være spredd jevnt i osten uten krystaller. Ved nedkjøling, vil laktosen vandre fritt i osten og danne krystaller. Dette er ikke ønskelig. Det er ønskelig å pakke brunosten i et temperaturområde innenfor den labile fasen (Abrahamsen et al., 2008). Det dannes mange små krystaller, som fungerer som krystallkim for videre vekst av laktosekrystaller. Disse krystallene må distribueres godt i ostemassen for å oppnå homogen krystallisering. Kjøletemperaturen må derfor være lavere enn temperaturen som er nødvendig for å opprettholde supermetning (ca. 70°C), men ikke bli så lav at viskositeten skaper problemer for pakkeprosessen (Skeie & Abrahamsen, 2017). Brunosten må røres konstant for å sikre homogen krystallisering. I den labile fasen, vil ikke laktosen kunne bevege seg fritt og dannelsen av store krystaller kan derfor forhindres (Bakkene & Oterholm, 1981).. Etter pakking og under videre kjøling vil laktosen gå over i den metastabile fasen. Viskositeten vil øke mens krystalldannelsen pågår, og bevegelsen av laktose synker, slik at store krystaller unngås (Skeie & Abrahamsen, 2017).

2.9 Laktose

Laktose, 0-4-D-galaktopyranosyl-(1,4)-glukopyranose, er hovedkarbohydratet i melk. Det er et disakkarid som består av D-glukose og D-galaktose, der aldehydgruppen i galaktose er linket til C-gruppen hos glukose gjennom en β -1,4-glykosidbinding. Sukkerenhetene finnes stort sett i pyranose ringform. Laktose er et reduserende sukker, som betyr at det kan danne en åpen struktur med en aldehydgruppe ved å bryte bindingen mellom O-C1. Laktose eksisterer i to anomerer, α - og β -anomer og kan skifte mellom monomerene i åpen struktur ved mutarotasjon. Denne mutarotasjonen er illustrert i Figur 3. Ved høye temperaturer er forekomsten av mutarotasjon mellom 1-10% fordi aldehydgruppen er den mest reaktive gruppen i laktose (Walstra et al., 2006).



Figur 3. Illustrerer mutarotasjon fra β - til α -laktose (Walstra et al., 2006).

Laktose finnes som to modifikasjoner, i α og β versjon, som har forskjellig grad av løselighet. I vannfasen til brunostmassen vil det alltid være en likevekt mellom de to modifikasjonene av laktose, uansett temperatur. Løseligheten vil avhenge av temperaturen, der β -laktose vil være tyngre løselig enn α -laktose ved temperaturer over $93,5^{\circ}\text{C}$, og lettere løselig ved temperaturer lavere enn $93,5$. Når α -laktose kommer i kontakt med vann vil det løses mindre i begynnelsen og løseligheten vil øke etter hvert. Dette fenomenet forekommer fordi mutarotasjonen sørger for at konsentrasjonen av α -laktose blir mindre og mer α -laktose kan derfor løses. For β -laktose er det omvendt, under 70°C . På grunn av likevekten mellom α - og β -laktose er den endelige løseligheten identisk, uavhengig av om det løses α - eller β -laktose (Walstra et al., 2006).

α -laktose krystalliseres vanligvis til et hydrat som består av harde, lett hygroskopiske og store krystaller som er tungt løselige. Det er vanlig at α -hydrat krystalliseres i melkeprodukter som iskrem og søt, kondensert melk. Ved temperaturer over $93,5^{\circ}\text{C}$ dannes β -krystaller som er vannfrie og lett løselige. (Walstra et al., 2006). Danningen av laktosekrystaller i brunost er mer komplisert enn dannelse av laktosekrystaller i rene, vandige løsninger. Dette er fordi brunostkonsentratet blant annet består av salter som kan ha innvirkning på løseligheten til laktosen, som igjen vil virke på dannelsen av krystallkjerne og hvordan krystallene vokser. Riboflavin er f. eks. et stoff som finnes i myse og som kan virke hemmende på krystallveksten (Abrahamsen et al., 2008).

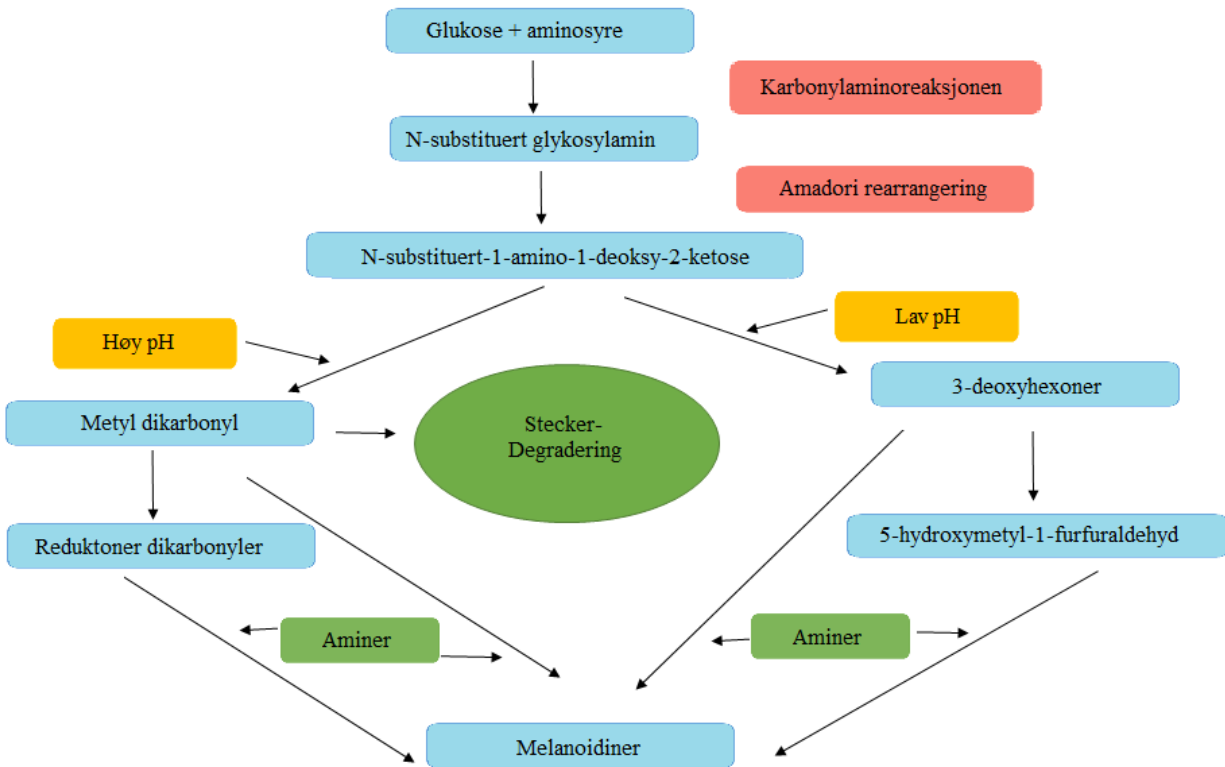
Laktose kan gjennomgå mange endringer under varmebehandling, der disse endringene kan påvirke melkas smak, farge, næringsverdi og pH. Laktose kan også isomerisere til andre sukker som laktulose og hydrolyseres til galaktose og degraderte produkter av glukose. Ved oppvarming og tilstedeværelse av aminogrupeer, spesielt ϵ -aminogrupeer fra lysinresidualer i proteiner, kan

laktose reagere og sette i gang Maillardreaksjonen. Komponentene som dannes under denne reaksjonen er brune og pigmenterte og har smakspåvirkning (Walstra et al., 2006).

2.10 Maillardreaksjonen

Fargen som karakteriserer brunosten kommer fra Maillardreaksjonen (Abrahamsen et al., 2008). Bruningen fra Maillardreaksjonen må ikke forveksles med karamellisering, da karamellisering er en reaksjon som skjer ved varmebehandling av sukker i seg selv og uten tilstedeværelse av aminokomponenter. Maillardreaksjonen er en bruningsreaksjon som skjer under oppvarming av en rekke næringsmidler og uten hjelp av enzymer. Reaksjonen, skjer mellom et reduserende sukker og aminogrupeer (Nurste, 2005). I brunost foregår reaksjonen mellom laktose og aminosyrer fra proteinene som finnes i mysa, melka og fløten. Sluttproduktene som dannes fra Maillardreaksjonen kalles melanoidiner (Abrahamsen et al.). Melanoidiner er heterogene polymerer som inneholder nitrogen og brune pigmenter (Wang et al., 2011). Mange av reaksjonsproduktene er smaks kraftige og med på å gi brunosten sin karakteristiske smak. Og fordi noen av reaksjonsproduktene er sure, har brunost lavere pH enn det brunostkonsentratet har før koking (Abrahamsen et al., 2008).

Maillardreaksjonen starter når karbonylgrupper i reduserende sukker reagerer med α -aminogrupeer i aminosyrer, en reaksjon som kalles karbonylaminoreaksjon. Fra denne reaksjonen dannes N-substituert glykosylamin, og gjennom amadori rearrangering omdannes det N-substituert 1-amino-2-deoxy-2-ketose, kalt amadoriforbindelser. Fra amadoriforbindele kan reaksjonen gå to hovedveier for å danne melanoidiner, avhengig av pH. Ved pH under 6.0 øker graden av bruning og det dannes 3-deoxyhexosoner som enten danner melanodiner direkte ved reaksjon med aminer, eller omdannes til 5-hydroxymetyl-2-furfuraladreyd (HMF), som så reagerer med aminer og danner melanodiner. Ved pH over 6.0 vil det dannes metyldikarbonyl. Metyldikarbonyl kan danne melanodiner når det reagerer med aminer, eller omdannes til furanoser for så å reagere med aminer og danne melanodiner. Metyldikarbonyl kan også reagere i en Stecker-degradering, der aminosyren oksiderer til det korresponderende aldehydet og danner karbondioksid, og ammonium går over i andre komponenter i systemet. En oversikt over disse reaksjonen er vist i Figur 4 (Abrahamsen et al., 2008).



Figur 4. Hovedtrinnene i Maillardreaksjonen, fremstilt fra Abrahamsen et al. (2008).

Under Maillardreaksjonen kan det formes intermediate produkter av laktulosyl-lysin-R. Disse inkluderer acetol, metylglyoxal maltol og en rekke andre aldehyder og ketoner. Stoffene er svært reaktive, selv om de formes i små mengder. Under Maillardreaksjonen forekommer også polymeriseringsreaksjoner av aminoforbindelser sammen med de reaktive sukkerne. Det er under denne polymeriseringen at melanoidiner dannes. Det dannes også kovalent bundet proteiner. Strukturen til melanoidinene er svært kompleks. Mye av det som skjer under Maillardreaksjonen er enda uklart. Fargeendringen som skjer forklares som en funksjon av tid og temperatur, der fosfat katalyserer Maillardreaksjonen. Under Maillardreaksjonen dannes en rekke syrer, inkludert maursyre. Denne syredannelsen er med på å senke pH, som vil påvirke omfanget av isomerisering. Sammensetningen av melk og melkeprodukter er også viktig for reaksjonen, da konsentrasjonen av reaktanter vil variere og den mulige tilstedeværelsen av forbindelser som virker som katalysator også varierer (Walstra et al., 2006). De viktigste smakskomponentene i brunost har blitt identifisert som furfuryl alkohol, 2-heptanon, metylbutanoate, furfural og 2-nananone (Abrahamsen et al., 2008).

2.11 Proteiner

I følge Walstra et al. (2006), består melkas proteiner av kasein og myseproteiner, der omtrent 80% av proteinene er kasein. Forholdet mellom kasein og myseproteiner er annerledes i brunostkonsentrat, da det er større grad av myseproteiner i brunostkonsentrat enn i vanlig melk. Forholdsvis et 4 til 1,5 forhold. Det kan derfor forventes høyere andel rene β -laktoglobulin-aggregater i brunost enn i ren melk (Edwards & Jameson, 2014).

Det finnes fire hovedproteiner i myse, og disse er β -laktoglobulin (50%) som er det største proteinet, etterfulgt av α -laktalbumin (20%), blod serum albumin (10%) og immunglobuliner (10%) (Fox et al., 2017). Felles for myseproteinene er at de fleste proteinene er globulære med kompakte foldede peptidkjeder og høy hydrofobisitet. Fordelingen av ladning er gjennomgående god og de består av en betydelig andel både α -helix og β -sheet. (Walstra et al., 2006).

2.11.1 α -Laktalbumin

α -laktalbumin fungerer som et coenzym i syntesen av laktose. Proteinene har svært liten reaksjonsevne, bortsett ved lav ionisk styrke. α -laktalbumin er et lite, kompakt foldet og kuleformet protein, og proteinets struktur stabiliseres av et sterkt bundet kalsiumion som ikke er eksponert (Walstra et al., 2006).

2.11.2 β -laktoglobulin

β -laktoglobulin er hovedproteinene i myse. Ved behandling av næringsmidler som inneholder myse blir det derfor tatt mest hensyn til de funksjonelle egenskapene til β -laktoglobulin. Både pH og ionisk styrke er svært viktig når det kommer til proteinets løselighet, men verken β -laktoglobulin eller de andre myseproteinene vil felles ut ved syring av melk. Både den sekundære og tertiære strukturen er godt kjent og består av to S-S-bindinger og en fri sulfhydrylgruppe. β -laktoglobulin gjennomgår en rekke endringer i tertiær og kvartær struktur når pH eller temperatur endres. β -laktoglobulin eksisterer som en dimer der begge molekylene er tett bundet, hovedsakelig med hydrofobe interaksjoner. Denne dimeren løses ved høye temperaturer, og ved pH under 5.5 er proteinene kjent for å forme oktamerer, og en sjelden gang små aggregater. Ved pH under 3.5 foregår det ingen aggregering av proteinene, mens det ved pH over 7.5 kun forekommer som monomer (Walstra et al., 2006).

2.11.3 Serum Albumin

Det antas at serum albumin er til stedet i myse som en følge av en lekkasje fra blod til myse. Molekylet er stort og består av tre dominante globulære som resulterer i en forlenget form. Det består av totalt 17 s-s-bindinger og en SH-gruppe (Walstra et al., 2006). Denatureringstemperaturen av serum albumin påvirkes i stor grad av frie fettsyrer. Uten mange frie fettsyrer vil Serum Albumin denaturere ved en temperatur på 64,2 °C, mens temperaturen for denaturering stiger ved tilstedeværelse av mange frie fettsyrer. Temperaturen for denaturering øker i takt med lengden på fettsyrene, og n-octanat vil øke denatureringstemperaturen til 87,2°C (Edwards & Jameson, 2014). Geitemelk har en mye større andel frie fettsyre i forhold til kumelk, og det kan derfor forventes annerledes denaturering i brunost produsert av geitemelk. Dette vil påvirke både smak og ostestrukturen (Skeie & Abrahamsen, 2017).

2.11.4 Immunoglobulin

Immunoglobulin stammer fra blodet og er antistoffer som syntetiseres som en respons for å stimulere spesifikke antigener (Walstra et al., 2006).

2.11.5 Denaturering

Alle myseproteinene er globulære og er derfor utsatt for denaturering ved varmebehandling (Walstra et al.). Denaturering av myseproteinene er en totrinns reaksjon. Ved oppvarming opp til 50°C vil myseproteinene foldes ut mens de fortsatt er svært løselige. Ved videre oppvarming over 70°C, som ved brunostproduksjon, vil det foregå en irreversibel denaturering og proteinene vil aggregere (Skeie & Abrahamsen, 2017). Peptidkjedene foldes ut og reaksjonene som skjer mellom sidekjedene i peptidkjedene kan forhindre at proteinene refoldes til original struktur. Ved denaturering mister de fleste proteinene sin funksjon som et enzym og de blir mindre løselige. Ved høye temperaturer blir den frie thiolgruppen i β -laktoglobulin eksponert og reagerer så med en av s-s-gruppene, for så å bindes med et annet molekyl og danne en dimer. Ut ifra forholdene, da spesielt pH, men også temperatur og ionisk sammensetning, forekommer ofte videre aggregering som danner store, uløselige partikler (Walstra et al., 2006). Ved pH 6.2 vil det dannes større andel uløselige β -La aggregater enn det dannes ved pH 6.5 (de Wit, 2009).

2.12 Sensorisk analyse

Sensorisk analyse er en vitenskapelig målemetode av smak, lukt og konsistens for forskjellige næringsmidler. Ved en sensorisk analyse er nøyaktighet og presisjon, sensitivitet og å unngå falske positive svar helt essensielt. Sensoriske tester er subjektive, da de utføres av mennesker der resultatene er en del av det individuelle menneskets oppfatning. For best mulig resultat isoleres faktorene fra den sensoriske responsen, utvendig innflytelse minimeres og prøveopparbeidelse og presentasjon kontrolleres. For å minimere unødvendige feil blir de sensoriske analysene utført i spesialdesignede båser der lysforhold og temperatur kan reguleres og standardiseres.

Innen sensorisk analyse finnes det tre hovedmetoder; diskrimineringstest, beskrivende test og preferansetest. Diskrimineringstest brukes til å finne ut om det er merkbar forskjell mellom to produkter. En preferansetest bestemmer i hvor stor grad et produkt er likt eller mislikt, ofte kalt en hedonisk test. En beskrivende test er designet for å bestemme den oppfattede intensiteten til de sensoriske attributtene til et bestemt produkt (Lawless & Heyman, 2010). En beskrivende test vil passe best der det er ønskelig med en profilering av et produkt og for å se forskjeller innad i samme produkt og hvilke attributter som eventuelt skiller prøvene fra hverandre.

2.12.1 Beskrivende test

En beskrivende test går ut på å bestemme intensiteten til en rekke utvalgte sensoriske attributter for et gitt produkt. Testen kan foregå enten med et trent panel eller et spesialisert, autorisert panel. Panelet som bedømmer produktet, består vanligvis av 8-12 trente dommere som har bestått grunnsmakstest (Lawless & Heyman, 2010). En grunnsmakstest tester dommernes sensitivitet for grunnsmakene surt, salt, søtt, bittert og umami. Dommerne identifiserer de ulike smakene og slik blir det funnet ut hvor lav konsentrasjon av de forskjellige smakene dommerne klarer å identifisere (Kjeilen, 2006). Dommerne er trente til å måle, analysere og tolke responsen til et produkt gjennom sansene lukt, smak, syn, hørsel og berøring. Det lave dommertallet kan rettferdiggjøres ved at dommerpanelet er kalibrert og trent til å bruke attributtskalaen likt og har god evne til å beskrive egenskapene i prøvene. At panelet er kalibrert betyr at dommerne bruker referanser som standard, diskuterer og blir enige om hvordan attributtene skal bedømmes (Lawless & Heyman, 2010).

Til testene brukes vanligvis en kvantitativ skala for å bedømme intensiteten, noe som gjør det mulig å behandle dataen med statistiske analyser. Der det er ønskelig å få en detaljert spesifisering

av de sensoriske egenskapene til ett spesielt produkt, eller sammenlikning av de sensoriske egenskapene mellom flere produkter, er det naturlig å bruke en beskrivende sensorisk analyse. Regresjons- og korrelasjonsanalyser er vanlige statistiske behandlingsmetoder, fordi multivariable statistiske analyser egner seg godt til analyse av kvantitative data. For korrelasjon mellom variablene fra analysen, kan Principal Component Analysis (PCA) brukes til å beskrive forholdet mellom bedømmingen av attributtene og produktene. En variansanalyse (ANOVA) brukes for å se om det finnes signifikante forskjeller mellom to eller flere produkter for en gitt attributt. Det brukes en t-test med et konfidensintervall på 95%, ofte i kombinasjon med en Tukey test som sammenligner likheter mellom prøvene ved bruk av gjennomsnittene fra produktene (Lawless & Heyman, 2010).

3 Materialer og metoder

3.1 Forsøksplan

3.1.1 Produksjon av brunost

Det ble satt opp en forsøksplan for produksjon av brunost. Brunostkonsentratet ble sendt i plastbakker, klare til koking, fra TINE meieri Byrkjelo. Konsentratet var av typen som Tine SA bruker til å lage kommersiell fløtemysost. Det ble planlagt totalt fire forsøk, der hvert forsøk hadde ett gjentak. Ved hvert forsøk ble faktorene koketemperatur og pH forandret. Det ble planlagt å gjennomføre 2 forsøk per uke. Planen for forsøkene er vist i Figur 5. Hvert forsøk hadde ett gjentak, til en sum av 4 forsøksuker og 8 forsøksdager. Prøver fra forsøkene ble merket med ulike koder. Forklaring på merkingene er gitt under:

U – for uke, merket med nummer fra 1-4 etter rekkefølgen og hvilken uke forsøket ble utført.

K – for kjøring, merket med nummer fra 1-2 etter rekkefølge på forsøket den aktuelle uken.

Ostene ble i tillegg merket med variablene som var spesifikke for det enkelte forsøket.

LT – Lav temperatur og HT – for høy temperatur

IpH- for ikke-justert pH og JpH for justert pH.

Eksempel på markering for ost produsert i uke 2, kjøring nummer 2, med lav temperatur og justert pH: U2K1 LTJpH



Figur 5. Oppsett for forsøksplan og merking for produksjon av brunost i masteroppgaven.

3.2 Forsøk

3.2.1 Forarbeid før forsøk

Før hver forsøksdag ble det klargjort brunostkassetter til pakking av ostemassen. Brunostkassetten var en rektangulær metallboks med mål ca. 10,1 x 6,8 x 13,5 cm og åpning på den korte siden. Brunostmassen ble fylt og avkjølt i brunostkassetten for å oppnå en rektangulær fasong på den avkjølte osten. Hver kassett ble pakket med en plastpose ved hjelp av en spesialdesignet pakkemaskin (KBM, Ås, Norge). I tillegg ble det plassert en tynn papplate i bunnen av hver kassett. Pakkemaskinen og en ferdigpakket brunostkassett er vist i Figur 6.



Figur 6. Pakkemaskin for brunostkassetter og ferdigpakket brunostkassett (Foto: Privat)

For forsøkene der pH ble justert, ble det laget en 1M NaOH løsning i forkant av forsøket. Denne ble laget ved å løse 40 gram (g) Natriumhydroxidpellets (Merck, Darmstadt, Tyskland) med 1 liter destillert vann i en blåtoppflaske.

3.2.2 Forsøksmetode

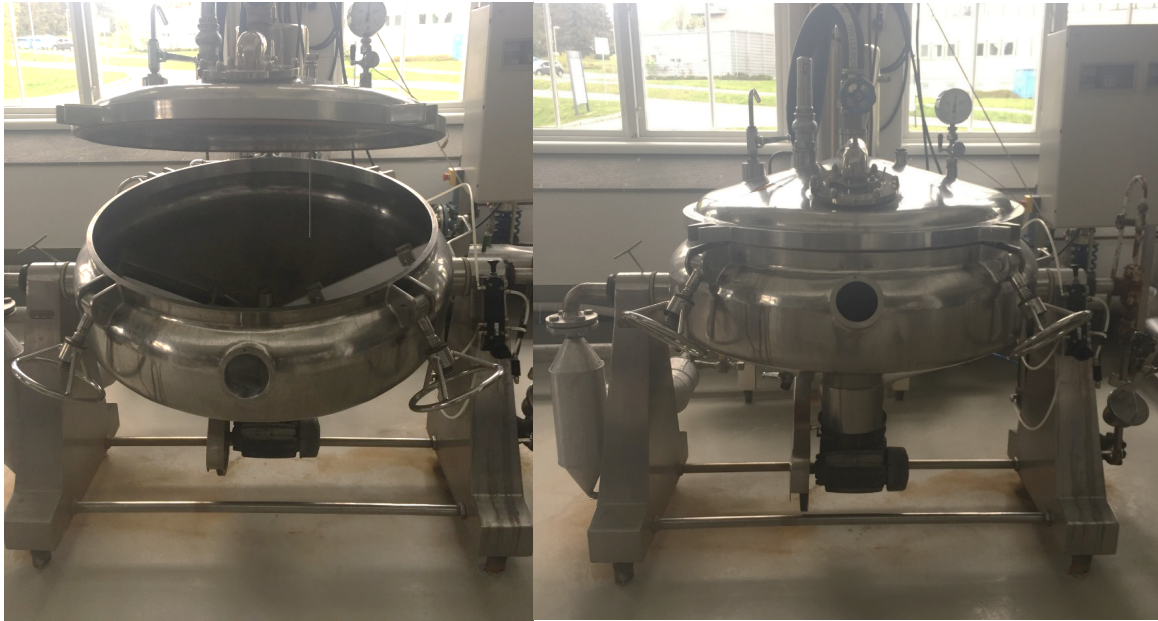
Det ble utarbeidet en standard fremgangsmåte for alle forsøkene, der de eneste faktorene som var forandret var koketemperatur og eventuell pH-justering i forkant av oppstart på forsøket.

Konsentratet ble tilsendt i plastbakker på ca. 25 liter. For hvert forsøk ble det kokt tre kanner med konsentrat, til sammen ca. 75 liter. Tørrstoffprosenten i konsentratet var 60%, oppgitt av TINE. Ønsket tørrstoffprosent i ferdig ost var 80-81% (Abrahamsen et al., 2008). Mengde vann som måtte dampes av i løpet av koking ble regnet ut med formelen:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

For den standardiserte fremgangsmåten ble pH justert med en standardisert mengde lut. Denne ble funnet ved forsøk U2K1, ved å tilsette 50 milliliter (mL) lut om gangen. Det var ønskelig med en pH nær 6.5. Fordi ønsket avdamp allerede var utregnet, ble det bestemt et standardisert volum for pH-justering på 250 mL 1 M NaOH for ca. 75 liter konsentrat. pH ble målt i konsentrat før tilsetning av lut og etter. Hvert forsøk avvok noe fra den utarbeidede fremgangsmåten, og disse variasjonene er lagt ved i vedlegg 1.

Ved oppkoking av brunost ble tre plastbakker brunostkonsentratet tømt og tilsatt Gryta (Landteknikk a/l, Stavanger, Norge), illustrert i Figur 9. Det ble tatt ut 3 prøver av konsentratet i Ola-beger til kjemiske analyser og pH i konsentratet ble målt med et PHM 92 LAB pH-meter (Radiometer Analytical SA, København, Danmark) før start.



Figur 7. Brunostgryta brukt til produksjon av brunost under forsøket (Foto. Privat)

Brunostkonsentratet ble varmet opp i brunostgryta under røring ved hastighet 36 Hz, og vakuum ble satt på ved 50-60°C. Temperaturen under koking ble målt med Fluke 51 II Thermometer (Fluke corporation, Everett Wa., USA). Vakuumet lå mellom – 0,3 og -1,0 bar under koking. Brunostmassen ble varmet opp til ønsket temperatur, 80-90°C. Avdampet ble samlet i en kondenseringstank, og en søyle på tanken viste mengden vann som var dampet av. Da ønsket mengde vann var dampet av, ble trykket i gryta utlignet. Det ble tilsatt 0,5 liter vann og brunostmassen ble brunet i 5 minutter under lokk, uten vakuum.

Brunostmassen ble overført til pakkemaskin, (KBM, Ås, Norge) spesialdesignet ved NMBU, uten utstyrsspesifikasjoner, men med deler fra en TA-mikser (Trygve Andersen AS, Oslo, Norge), illustrert i Figur 8. I pakkemaskinen ble brunostmassen kjølt ned samtidig som den kontinuerlig ble pumpet gjennom maskinen. Brunostmassen ble pakket i brunostkassetene på en temperatur i den labile fasen, mellom 60-65°C. Ostene ble merket med tall 1-n i rekkefølgen de ble pakket, for bedre kontroll ved eventuelle feil under pakking og kontroll for osten som ble brukt til kjemiske analyser. Emballasjen ble lukket og for å oppnå jevn overflate på osten, ble den snudd opp ned mens massen fortsatt var varm. De ferdigpakke oste ble satt på kjølerom over natten ved 4°C.



Figur 8. Pakkemaskin benyttet til pakking av brunost (Foto: Privat)

3.3 Kjemiske analyser

For de kjemiske analysene ble det brukt raspet brunost og ferskt eller frosset brunostkonsentrat. Osten ble raspet og pakket i lufttett beholder frem til den skulle brukes. Alle de kjemiske analysene der annet ikke er beskrevet ble foretatt innen 8 dager etter endt forsøk. Til pH-målinger, tørrstoff-, protein-, fett- og teksturanalyse ble det i tillegg te ostene produsert i oppgaven, analysert kommersiell fløtemysost fra TINE (senere merket som Original i resultater).

3.3.1 pH

Metoden er hentet fra Meierienes analysebok (Brenne et al., 1997).

Det ble veid ut omtrent 25 g raspet ost i et Ola-beger. Den raspede osten ble tilsatt 4-5 mL destillert vann. Prøven sto i romtemperatur med lokk i ca. 30 minutter og pH ble målt direkte i ostemassen ved hjelp av et PHM 92 LAB pH-meter. pH-meteret ble kalibrert med bufferløsning pH 4.0 og 7.0 (Merck, Darmstadt, Tyskland) før måling. Det ble målt pH i brunostkonsentratet. En prøve av brunostkonsentratet ble tatt ut før forsøkets start og pH ble målt direkte i konsentratprøven med et PHM 92 LAB pH-meter.

3.3.2 Tørrstoff

Metoden er hentet fra Meierienes analysebok (Brenne et al., 1997).

Til tørrstoffanalyser ble det benyttet aluminiumsdieglar og det ble preparert 3 paralleller for hver prøve. Aluminiumsdieglaren ble veid på en Entris224I-1S vekt (Satorious Lab instruments GmbH & Co KG, Goettingen, Tyskland) med fire desimalers nøyaktighet. Ca. 5 gram raspet ost ble veid opp i dieglen og vekten ble registrert øyeblikkelig med 4 desimalers nøyaktighet. For tørrstoffprøver av brunostkonsentratet, ble det veid ut ca. 5g brunostkonsentrat i aluminiumsdieglaren. Prøvene ble satt i et VENTI-Line 112 Prime tørkeskap (VWR International bvba Researchpark Haasrode 2020, Leuve, Polen) ved 88°C i ca. 20 timer. Etter 20 timer ble prøvene satt til nedkjøling i eksikator i romtemperatur i minimum 1 time. Aluminiumsdieglaren med den tørkede prøven ble veid og vekt ble registrert med 4 desimalers nøyaktighet. Tørrstoffprosenten ble funnet ved å sette vektresultatene inn i formelen.

$$\frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 = \text{Tørrstoff prosent}$$

Hvor;

m_0 er vekt av beger uten prøve

m_1 er vekt av prøve og beger før tørking

m_2 er vekt av prøve og beger etter tørking

Tørrstoffprosenten mellom to paralleller kunne ikke overstige 0,5%.

3.3.3 Kjeldahl

Metoden er hentet fra Meierienes analysebok (Brenne et al., 1997).

Det ble utført en mikroKjeldahlanalyse for måling av Total Nitrogen og fra denne målingen ble proteinprosenten i osten funnet. MikroKjeldahl kan bare utføres på prøver i væskeform og en prøveopparbeidelse var nødvendig.

3.3.3.1 Prøveopparbeidelse

På en PR503 DeltaRange vekt (Mettler-Toledo AS, Oslo, Norge) ble det veid ut 12,5 g raspet brunost i en Omni mixer homogenizer (Omni instrumental, Waterbury CT., USA). 50 mL 0,5 M

trinatriumcitratløsning (Merck, Darmstadt, Tyskland), temperert til 50°C ble tilsatt. Videre ble det tilsatt 50 mL destillert vann, temperert til 50°C. Blandingen ble mikset i noen sekunder på hastighet 4. Kantene på omnimixeren ble spylt ned med temperert, destillert vann og gummispatel ble brukt til å skrape ned prøven. Prøven ble mikset på hastighet 4 i 1 minutt. Gummispatelen ble brukt for å kjenne at all prøve var løst og kantene ble spylt ned med temperert destillert vann. Prøven ble overført til en 250-mL-målekolbe. Da prøven nådde romtemperatur, ble målekolben etterfylt til merket med romtemperert, destillert vann. Kolben ble vendt sakte frem og tilbake til løsningen var homogen. Fra målekolben ble 50 mL av prøven tatt ut med glasspipette og overført til en 100-mL-målekolbe. Kolben ble fylt til merket med romtemperert, destillert vann. Prøven var klar til videre analyser.

3.3.3.2 *Analyse*

Det ble veid ut 1 mL prøve i et oppslutningsrør med 3 desimalers nøyaktighet på en PR503 DeltaRange vekt. Dette ble gjort med 3 paralleller. En standard av 10% skummetmelk ble laget med 10g skummetmelkpulver (Tine SA, Norge) og 90 g destillert vann. Det ble veid opp 1 mL av standarden i 3 paralleller. Hvert rør ble tilsatt 1 Kjeldahltablett (1,5 g K₂SO₄ og 0,0075 g Se) (Thompson & Capper Ltd, Cheshire, UK) og 3 mL 96% svovelsyre (VWR International AS, Oslo, Norge) ved hjelp av automatpipette. Sammen med prøvene og standarden, ble det også laget to blanke rør til kalibrering ved destillasjonen. Disse inneholdt kun 1 Kjeldahltablett og 3 mL 96% svovelsyre.

Rørene ble kokt på en Tecator digestor 20 Auto (Foss, Höganäs, Sverige) varmeblokk ved 420°C i 1 time til prøvene var vannklare og så satt til avkjøling i romtemperatur.

Da prøvene nådde romtemperatur var de klare til destillering. Oppslutningsrøret ble plassert i destillasjonsapparatet av typen Kjelttech 8400 Analyzer Unit (Foss, Höganäs, Sverige), og titrert automatisk. Maskinen brukte destillert vann, 33% NaOH (Merck, Darmstadt, Tyskland), 10% Borsyre (Merck, Darmstadt, Tyskland), indikator metylrødt natriumsalt og bromkresolgrønt natriumsalt (Merck, Darmstadt, Tyskland) og 0,1 M HCl (Merck, Darmstadt, Tyskland).

Svarene fra titreringen ble lest av i mL og prosent protein ble regnet ut fra det totale nitrogeninnholdet ved bruk av formelen.

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

$$\% \text{ Total nitrogen} \times 6,38 = \% \text{ protein}$$

3.3.4 Fett

Fettprosenten i osten ble målt ved bruk av Gerbermetoden, hentet fra Meierienes analysebok (Brenne et al., 1997).

På en PR503 DeltaRange vekt ble det veid ut 2 g raspet brunost i et melkebutyrometer. For hver prøve ost ble det laget 2 paralleller. Til melkebutyrometeret ble det tilsatt 9,5 mL destillert vann ved hjelp av automatpipette. Propp ble satt i butyrometeret og butyrometeret ble satt i vannbad (Funke Gerber, Berlin-Munchen, Tyskland) ved 65°C i 10 minutter. Etter 10 minutter ble butyrometeret tatt opp av vannbadet, ristet forsiktig slik at all osten ble oppslemmet og avkjølt i kaldt vann. Når prøven var tilstrekkelig avkjølt ble proppen fjernet og 10 mL svovelsyre (Nerliens Meszansky As, Oslo, Norge) ble tilsatt forsiktig ved hjelp av automatpipette langs kanten av butyrometeret. På grunn av problemer med automatpipetten, ble det til denne delen brukt en 10-mL-glasspipette for alle forsøkene. Videre ble det tilsatt 1 mL amylalkohol (Merck, Dramstadt, Tyskland) ved hjelp av automatpipette. Proppen ble satt tilbake i butyrometeret og prøven ble ristet forsiktig til all ost var oppløst. Det ble brukt varmebeskyttelse under ristingen. Om osten ikke var helt oppløst ble butyrometeret tilbakeført til vannbadet til all osten var oppløst. Butyrometeret ble plassert opp ned i en oppvarmet sentrifuge (Funke Gerber, Berlin-Munchen, Tyskland) som holdt 70°C og sentrifugert i 10 minutter. Etter sentrifugeringen ble butyrometeret satt opp ned i vannbadet i 5 minutter. Fettsøylen ble så justert til nærmeste delestrek og fettvolumet ble lest av til nærmeste 0,05%. Ostens fettprosent ble regnet ut ved å sette den avleste fettprosenten inn i formelen.

$$\frac{(a \times 10,8)}{b} = \text{fettprosent}$$

Hvor;

a, er fettprosent avlest på butyrometer

b, er innveid mengde ost

Forskjellen mellom to paralleller kunne ikke overstige 0,5%.

3.3.5 Teksturanalyse

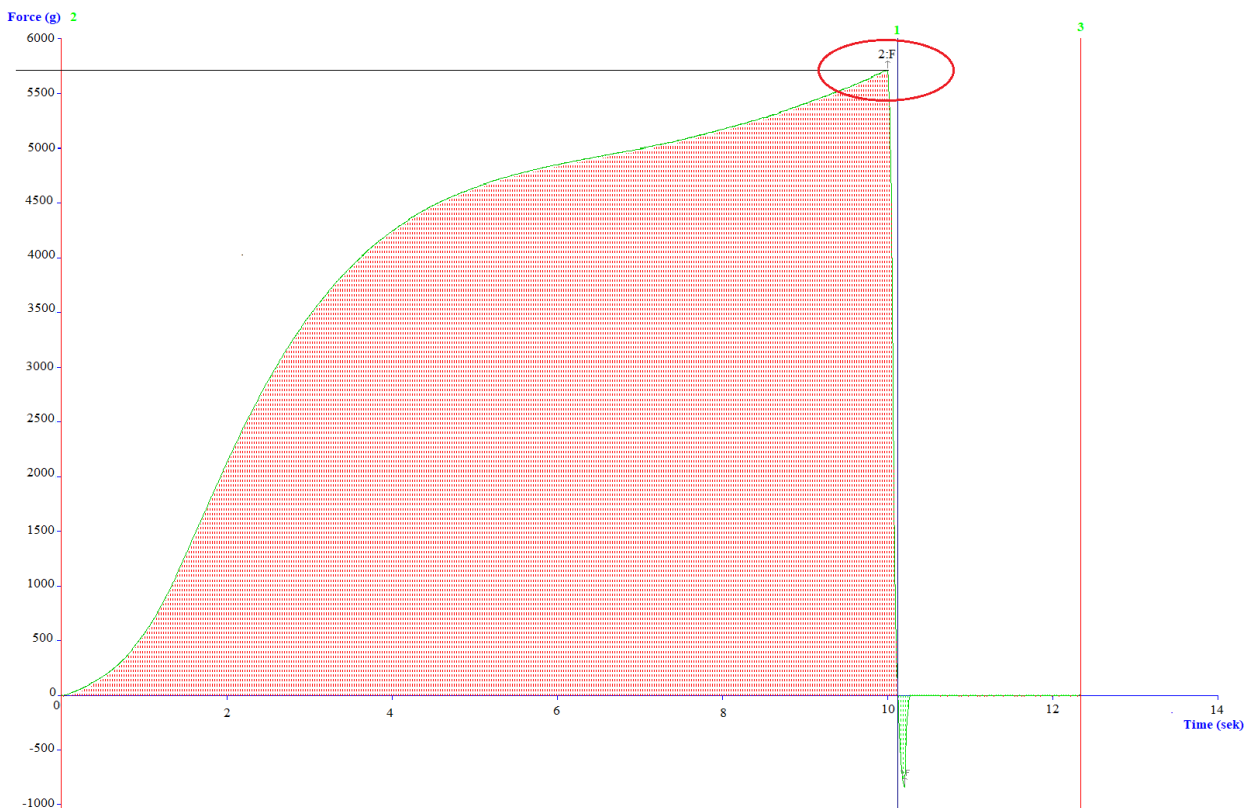
Det ble opparbeidet en standardisert metode for teksturanalysen. Hver teksturanalyse ble foretatt nøyaktig 8 dager etter produksjon. Prøveoppbeidelsen ble foretatt en dag før selve teksturanalysen fra en brunost som hadde stått på kjølerom. Osten ble skåret så bent som mulig i en blokk som var ca. 2 cm høy. Det ble brukt linjal til å måle høyden på osteblokken. Det viktigste ved uttak av teksturprøven var at selve flaten på osten var så bein som mulig. Det ble brukt en stor, skarp kniv og en ståltråd, for å sikre en så bein prøve som mulig. Prøver ble stukket ut med en rund utstikker, vist i Figur 9 . Utstikkeren hadde en diameter på 2,9 cm. Det ble stukket ut 6 prøver per blokk ost. Hver prøve ble pakket individuelt i aluminiumsfolie og lagt i plastpose. Prøvene ble lagt tilbake på kjølerom i minimum 10 timer.

Prøvene ble tatt ut og lagt i romtemperatur i ca. 1 time før teksturanalysen ble gjennomført. Til teksturanalysen ble det benyttet en TA.HD plus Texture Analyser (Stable Micro system, Surrey, UK) med en SMS P/45 probe og veiecelle på 30 kg. Resultatene på analysen ble registrert gjennom programvaren Exponent Stable Micro Systems. Analyseapparatet ble vasket med fuktig papir og tørket mellom hver analyseprøve. Illustrasjon av prøven til teksturanalyse er vist i Figur 9



Figur 9. Utstyr brukt til prøveuttak for teksturanalyse og utstukket prøve til teksturanalyse (Foto: Privat)

Analysen ga opp til tre verdier per prøve, F1, F2 og F3. Den totale kraften i gram, brukt til å presse proben 10 millimeter (mm) ned i osten, F2, ble brukt til behandling av resultater. Denne kraften er markert i Figur 10, som viser et eksempel på en graf fra teksturanalysen.



Figur 10. Illustrerer en graf fra teksturanalysen, der X-aksen er tid i sekunder, Y-aksen er kraft i gram og F2 viser den totale kraften brukt til å presse proben 10 mm ned i prøven, markert med rød ring.

3.3.6 Flyktige forbindelser

De flyktige forbindelsene ble analysert ved bruk av Thermal Desorber Gas Chromatography Mass Spectrometry (TDGCMS). Alle konsentratprøvene som ble benyttet hadde vært frosset før prøveuttak. Osteprøvene som ble benyttet var oppbevart på kjølerom, individuelt pakket og raspet rett før analyseringen. Prøvene ble analysert som paralleller. Prøvene ble godt blandet før innveiling i aluminiumsskåler (volum 50 mL, Sigma Aldrich, USA). Skålene ble videre plassert i et mikroemmisjonskammer (Micro-Chamber/Thermal Extractor M-CTE250, Markers International Ltd. Llantrisant, UK). De flyktige forbindelsene ble oppkonsentrert over på adsorbenttrør, Tenax TA/Carbograph 1TD (Markers International). 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). Som bæregass ble det benyttet helium grad 6.0 (Aga) med en flow på 1 mL/min. Programvaren som ble benyttet var Masshunter GC/MS Acquisition B.07.00.1413 (Agilent Technologies).

5.0 g prøve ble veid inn i aluminiumsskåler og tilsatt 20 µL av 4-metyl-1-pentanol (30 ng/µL H₂O) som intern standard. Prøvene ble deretter satt i et mikroemmisjonskammer ved 35°C i 45 min, og gjennomblåst med en N₂-flow på 50 mL/min. De flyktige komponentene ble samlet opp på en adsorber (Tenax GR). Videre ble Tenaxrøret tørket med TC-20 tube condition (Agilent Technologies), med en N₂-flow på 50 mL/min i 5 min. Adsorbentørret ble så overført til et automatisk termisk desorpsjonsinstrument. Adsorberte komponenter 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 videre desorbert ved 280°C i 3 min., før injeksjon på en DB-WAXETR GC kolonne (30 m, 0,25mm i.d., 0,5 µm filmtykkelse, Agilent Technologies). GC temperatur programmet var som følger: 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). Massespektrometeret parametere var, elektronisk ioniserings mode (70eV), ionekildetemperatur på 230°C og kontinuerlig skanning i masseområdet m/z 33-400. Toppene ble integrert og tentativt identifisert med Masshunter Qualitative Analyse (Agilent Technologies), og NIST 17-database (Agilent Technologies).

3.3.7 Sensorisk analyse

Prøver til sensorisk analyse ble fraktet til Måltidets hus i Stavanger og bedømt av trentje dommere ansatt i Tine SA. Det ble foretatt en kvalitetsbedømmelse av ostene av tre personer som var autoriserte dommere innenfor kategorien brunost. Det ble i tillegg utført en sensorisk analyse av et trent panel som besto av 5 dommere, der alle hadde bestått en grunnsmakstest.

3.3.7.1 Preparering av prøver.

Før den sensoriske analysen startet, ble prøvene preparert. Hver osteprøve ble gitt et tresifret anonymisert nummer. På grunn av inkonsistens innad i samme ost, ble to prøver av ost U1K1

bedømt som separate oster. Osten ble høvlet i skiver, rullet sammen og lagt i et flatt plastbeger. Hvert plastbeger inneholdt to osteprøver. Prøvene ble dekket med aluminiumsfolie, for at de ikke skulle tørke ut, og temperert til 14°C.

3.3.7.2 Kalibrering av dommerpanel

Før den sensoriske bedømmelsen startet, ble panelet kalibrert med prøver av tre ulike oster. Disse var valgt ut av panelets leder, som hadde deltatt i kvalitetsbedømmelsen som ble foretatt i forkant av den beskrivende bedømmelsen. Ostene valgt ut til kalibrering representerte en stor del av variasjonen som var mellom ostene. Panelet smakte og diskuterte de tre ostene og brukte kalibreringen som en referanse ved den sensoriske bedømmingen. Ostene ble kalibrert etter en skala fra 1-9 med hensyn på attributtene vist i Tabell 1, der 1 representerte lys, lite, ikke og løs, og 9 representerte, mørk, mye og fast. Total smakstyrke ble kalibrert individuelt for hver dommer, da dette var en veldig subjektivt attributt. For attributtene melen-grov og sandet var optimal poengscore 1, mens optimal poengscore det for de resterende attributtene var 5. Et skjema med oversikt over hvordan ostene ble kalibrert, hvilke oster som ble valgt ut til kalibrering og merking av ostene er gitt i vedlegg 2 og 3.

Tabell 1. Attributter brukt til å vurdere brunost ved kalibrering og til sensorisk analyse

Utseende	Smak	Konsistens
Farge	Totalt smaksstyrke	Melen-grov
	Brunostaroma	Sandet
	Søthet	Fasthet i munn
	Karamellsmak	
	Salt	
	Surhet	

3.3.7.3 Sensorisk beskrivende analyse

Under den sensoriske analysen smakte dommerne på en og en prøve. Rekkefølgen dommerne smakte hver prøve var randomisert av datamaskinen. Hver dommer i panelet fikk servert et brett

med totalt 9 smaksprøver. Prøvene ble bedømt etter samme attributter som ved kalibreringen og på en skala fra 1-9 der 1 representerte lys, lite, ikke og løs, og 9 representerte, mørk, mye og fast.

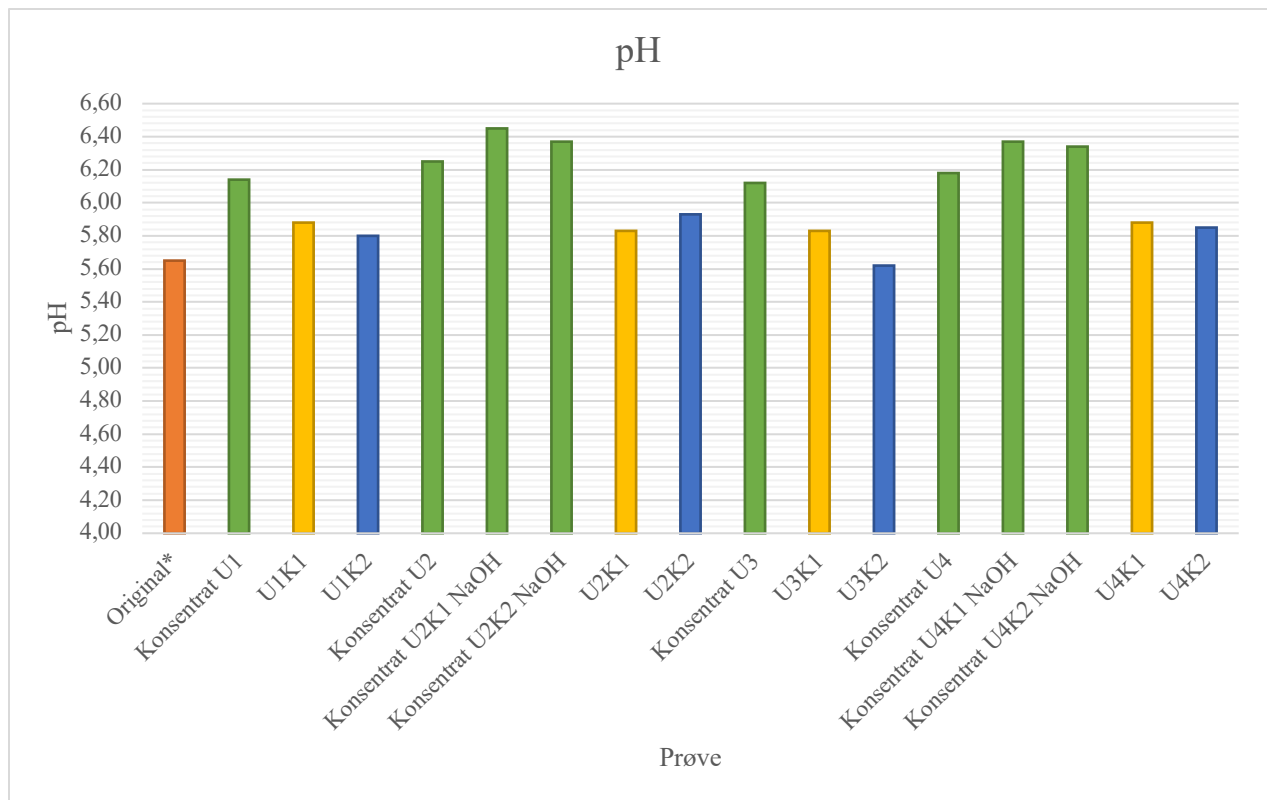
3.4 Statistiske analyser

Resultatene ble statistisk behandlet med programvaren R-Commander. Til å sjekke signifikante forskjeller mellom de ulike variablene ble det benyttet en lineær modell og en Toveis-ANOVA, med et 95% konfidensintervall. En Post Hoc Tukey test ble brukt til å se på eventuelle signifikante grupperinger. For resultatene fra den sensoriske analysen ble det fremstilt et PCA-plot for å se på korrelasjon mellom attributter og oster. Plottet ble fremstilt og overrakt fra TINE FoU ved Måltidets hus i Stavanger.

4 Resultater

4.1 pH

Det ble målt pH i brunostkonsentrat og brunost og resultatene fra pH målingene er gitt i Figur 11.



Figur 11. pH målt i brunostkonsentrat, merket med grønt og pH målt etter pH-jusering i konsentrat U2 og U4. pH målt i alle oster, temperaturbehandling ved 80°C merket i gult og temperaturbehandling ved 90°C merket i blått.

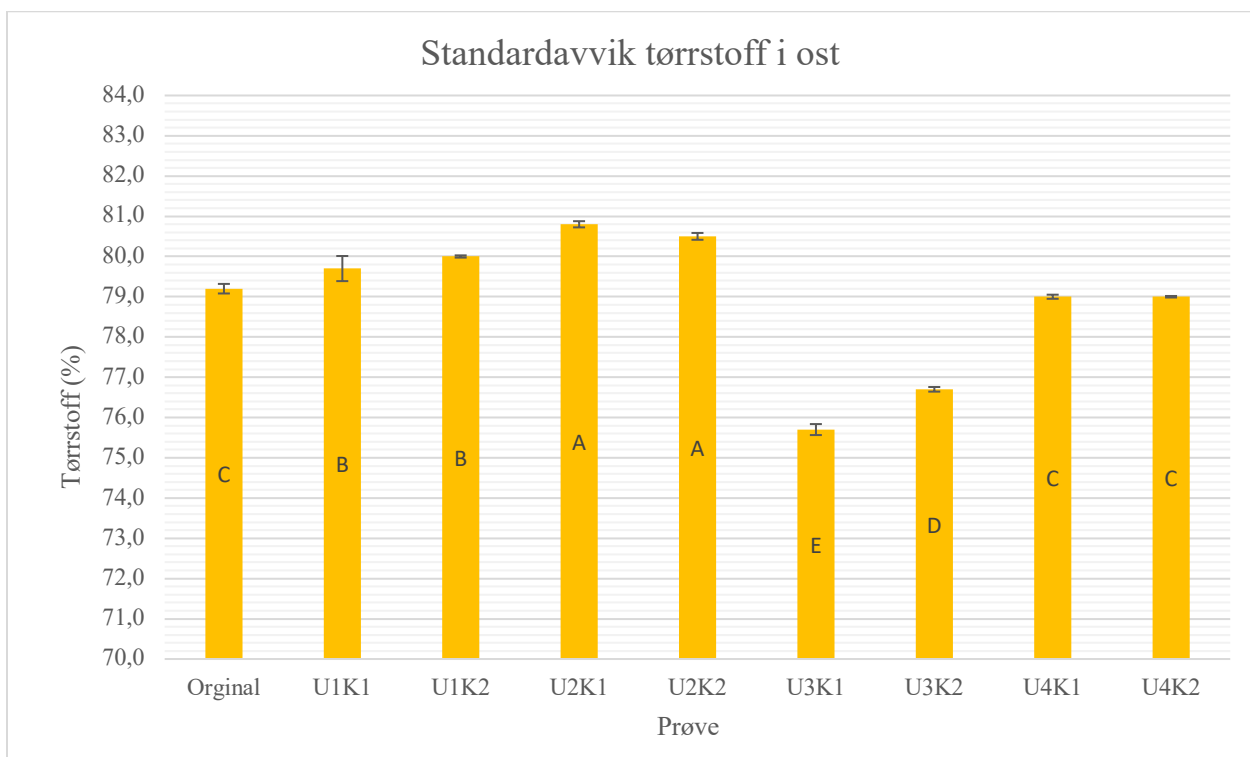
Figur 11 viser at pH-målingene for brunost lå mellom 5,80-5,93 for alle oster, bortsett fra den kommersielt fremstilte brunosten, produsert av TINE og ost U3K2. pH i brunostkonsentratene varierte mellom pH 6,12 og pH 6,25. I konsentratene som var tilsatt 250 mL 1M NaOH varierte pH mellom 6,34 og 6,45.

4.2 Tørrstoff

Det ble målt tørrstoff i konsentrat og brunost og resultatene fra tørrstoffanalysene for brunostkonsentratene er gitt i Tabell 2. Resultatene for tørrstoffanalysene av brunost er gitt i Figur 12, der eventuelle signifikante forskjeller mellom ostene er vist, hvor hver bokstav indikerer signifikant forskjell mellom ostene.

Tabell 2. Målt tørrstoffprosent i brunostkonsentrat brukt til produksjon av brunost

	Brunostkonsentrat for ost			
	U1K1 og K2	U2K1 og K2	U3K1 og K2	U4K1 og K2
Tørrstoffprosent (%)	61,0	60,0	55,9	58,7



Figur 12. Gjennomsnitt, standardavvik og signifikante forskjeller i tørrstoffprøver i de ulike brunostene, der signifikant forskjell er markert med ulike bokstaver.

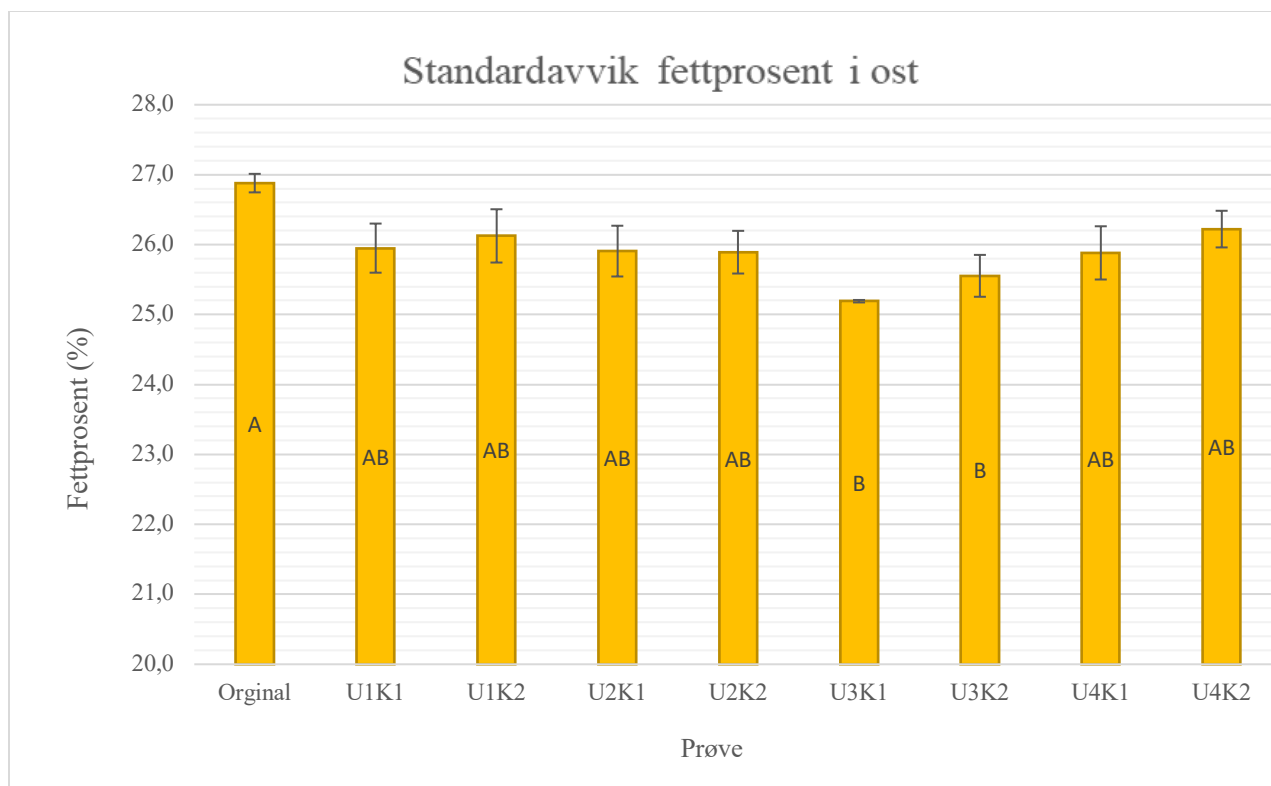
Tabell 2 viser lav tørrstoffprosent på 55,9% for konsentratet U3, som ble brukt til produksjon av ost U3K1 og U3K2. Konsentratene U1 og U2 viser tørrstoffprosent på 60% og 61%. Tørrstoffprosenten i konsentrat U4 er 58,7%.

Figur 12 viser at tørrstoffprosenten for de fleste ostene ligger rundt $80\% \pm 1\%$. Tørrstoffprosenten avviker mer enn 1% for ost U3K1 og U3K2, som har ned i 75,7% tørrstoff. Brunostkonsentratene har en tørrstoffprosent mellom 55,9 og 61,0%. Konsentratet fra U3 har den laveste tørrstoffprosenten med 55,9%, og er nesten 3% lavere enn nest laveste konsentrat, U4, som har tørrstoff på 58,7%. Figuren viser lave standardavvik for alle prøver, som indikerer små variasjoner mellom parallellene for hver prøve. Figuren viser ingen signifikant forskjell mellom kommersielt fremstilt fløtemysost fra TINE, ost U4K1 og U4K2. Det er ingen signifikant forskjell mellom ost U1K1 og U1K2 og ingen signifikant forskjell mellom ost U2K1 og U2K2. Ost U3K1 og U3K2 er begge signifikant forskjellige fra alle ostene, og er de eneste ostene som er signifikant forskjellige med hensyn på tørrstoff.

Det ble sjekket for signifikante forskjeller i tørrstoff som påvirkning av temperatur- og pH-behandling, men det ble ikke funnet signifikante variasjoner innad i tørrstoff for faktorene temperaturbehandling eller pH.

4.3 Fett

Resultatene fra fettanalysen er gitt i Figur 13, der eventuelle signifikante forskjeller mellom ostene er vist, hvor hver bokstav indikerer signifikant forskjell mellom ostene. Det ble også sjekket for signifikante effekt for fettprosentforskjeller som påvirkning av temperatur- og pH-behandling, gitt i Tabell 3



Figur 13. Gjennomsnitt, standardavvik og signifikante forskjeller i fettprøver i de ulike brunostene, der signifikant forskjell er markert med ulike bokstaver.

Tabell 3. Toveis-ANOVA med Post Hoc Tukey-test for fett for variablene justert/ikke-justert pH og temperatur 80°C og 90°C, der signifikante forskjeller er markert mer ulike bokstaver

	Gruppering	
Kommersiell fløtemysost	A	
Temperatur 80°C		B
Temperatur 90°C		B
Kommersiell fløtemysost	A	
Justert pH		B
Ikke-justert-pH		B

Figur 13 viser svært lite variasjon i fettprosent mellom de ulike brunostene, der U3K1 med lavest fettprosent er målt til 25,2% og kommersielt fremstilt fløtemysost fra TINE har en fettprosent målt til 26,9%. Videre viser figuren at det er lave standardavvik for alle prøver, som indikerer små variasjoner mellom parallellene for hver enkelt prøve. Figuren viser at ingen av ostene er signifikant forskjellig fra hverandre. Kommersielt fremstilt fløtemysost fra TINE er signifikant

forskjellig fra ost U3K1 og U3K2. Ost U3K1 og U3K2 er ikke signifikant forskjellige, og ingen av de resterende ostene er signifikant forskjellige fra hverandre med hensyn på fettprosent.

Tabell 3 viser ingen signifikante variasjoner innad i fettprosent som faktor av verken temperatur eller pH. Kommersielt fremstilt fløtemysost fra TINE er signifikant forskjellig mot de andre ostene.

Resultatene fra tørrstoffanalysen og fettanalysen ble brukt til å regne ut fettprosent i tørrstoff i de ulike ostene, gitt i Tabell 4

Tabell 4. Fettprosent i tørrstoff i de ulike ostene produsert i løpet av oppgaven

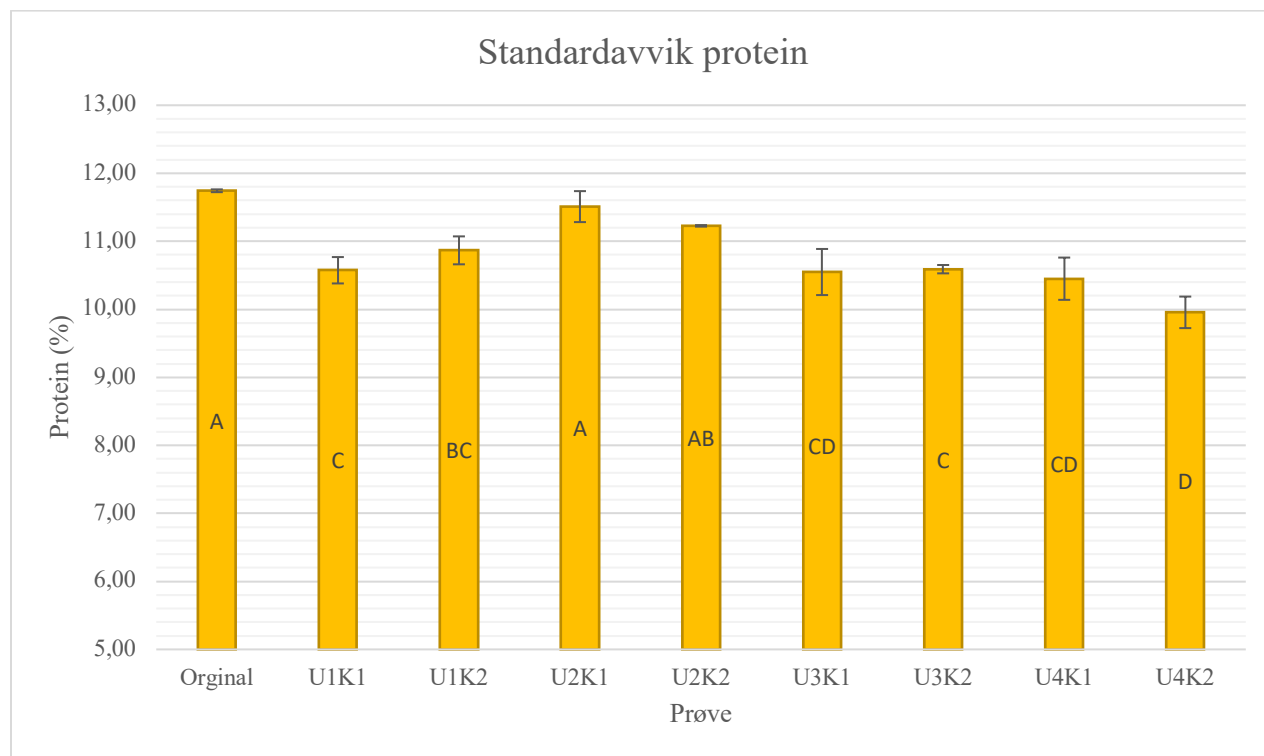
Brunost	Fettprosent i tørrstoff (%)
Original	33,94
U1K1	32,56
U1K2	32,66
U2K1	32,06
U2K2	32,16
U3K1	33,28
U3K2	33,32
U4K1	32,76
U4K2	33,19

Tabell 4 viser at fettprosenten i tørrstoff i de ulike ostene lå mellom 32,06% og 33,94%. Det var ingen signifikant variasjon for fettprosent i tørrstoff som faktor av verken temperaturbehandling eller pH.

4.4 Protein

Resultatene fra proteinanalysen er gitt i Figur 14, der eventuelle signifikante forskjeller mellom ostene er vist, hvor hver bokstav indikerer signifikant forskjell mellom ostene. Det ble også sjekket

for signifikante forskjeller for proteinprosent som påvirkning av temperatur- og pH-behandling, gitt i Tabell 5



Figur 14. Gjennomsnitt, standardavvik og signifikante forskjeller for proteinprøver i de ulike brunostene, der signifikant forskjell er markert med ulike bokstaver.

Tabell 5. Toveis-ANOVA med Post Hoc Tukey-test for protein for variablene justert/ikke-justert pH og temperatur 80°C og 90°C, der signifikante forskjeller er markert mer ulike bokstaver

	Gruppering	
Kommersiell fløtemysost	A	
Temperatur 80°C		B
Temperatur 90°C		B
Kommersiell fløtemysost	A	
Justert pH		B
Ikke-justert-pH		B

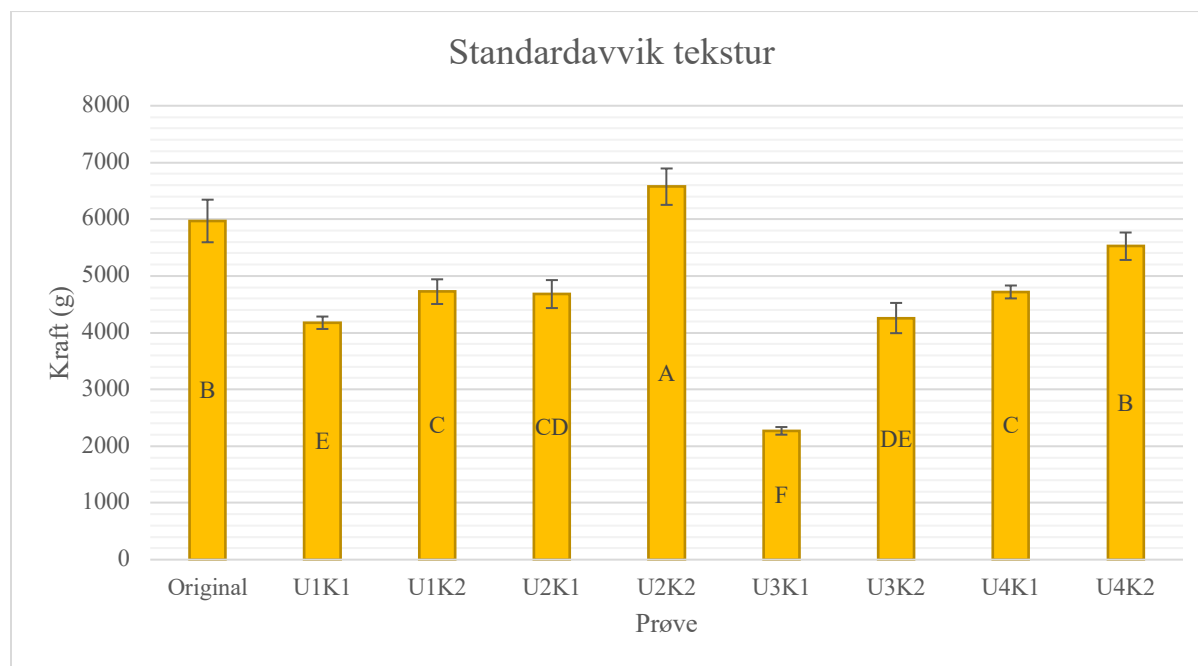
Figur 14 viser at alle ostene bortsett fra U4K2, har et proteininnhold mellom 10,45% til 11,74%. Ost U4K2 er målt til et proteininnhold på 9,96%. Videre viser figuren lave standardavvik for alle oster, som indikerer lave variasjoner mellom parallellene for hver prøve. Figuren viser at ingen ost er signifikant forskjellig fra alle ostene. Kommersielt fremstilt fløtemysost fra TINE er signifikant forskjellig fra alle oster bortsett fra U2K1 og U2K2. Ost U1K1 og U3K2 er signifikant forskjellig

fra alle ostene bortsett U3K1 og U4K1. Ost U4K2 er signifikant forskjellig fra alle oster bortsett fra ost U3K1 og U4K1

Tabell 5 viser ingen signifikante variasjoner innad i proteinprosent som faktor av verken temperatur eller pH. Kommersielt fremstilt fløtemysost er signifikant annerledes mot de andre ostene, men har ukjent temperatur og pH behandling.

4.5 Teksturanalyse

Resultatene fra teksturanalysene er gitt i Figur 15, der eventuelle signifikante forskjeller mellom ostene er vist, hvor hver bokstav indikerer signifikant forskjell mellom ostene. Det ble også sjekket for signifikante forskjeller for teksturmålingen som påvirkning av temperatur- og pH-behandling, gitt i Tabell 6.



Figur 15. Gjennomsnitt, standardavvik og signifikante forskjeller for teksturanalyse i de ulike brunostene, der signifikant forskjell er markert med ulike bokstaver.

Tabell 6. Toveis-ANOVA med Post Hoc Tukey-test for tekstur for variablene justert/ikke-justert pH og temperatur 80°C og 90°C, der signifikante forskjeller er markert mer ulike bokstaver

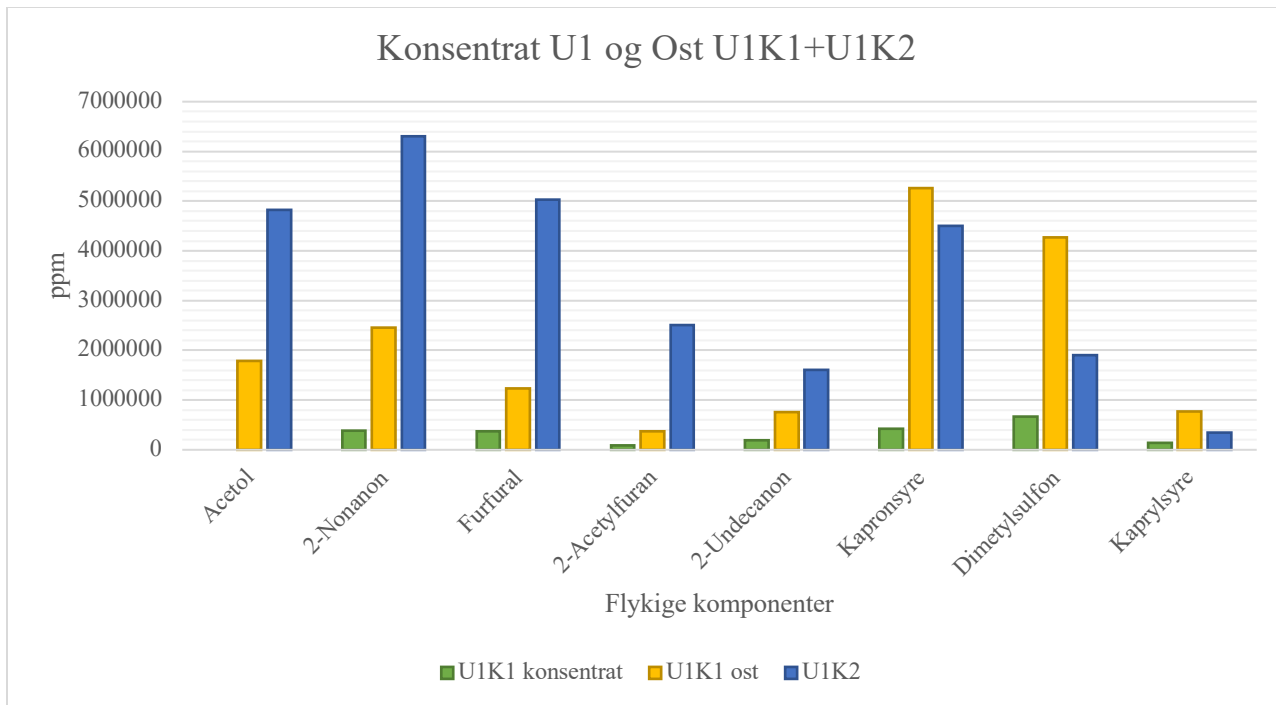
	Gruppering	
Kommersiell fløtemysost	A	
Temperatur 80°C		B
Temperatur 90°C	A	
Kommersiell fløtemysost	A	
Justert pH	A	
Ikke-justert-pH		B

Figur 15 viser store variasjoner mellom ostene, der den maksimale kraften som ble brukt til å presse proben 10 mm ned i osteprøven varierte fra 2269,88 g til 6573,60 g. De fleste ostene lå mellom 3990 g og 5444 g. Videre viser figuren stor variasjon i standardavvik mellom prøvene, spesielt for ost U1K1 og U2K2 der standardavviket er over 600 g. Ost U2K2 og ost U3K1 er signifikant annerledes enn alle ostene med hensyn på teksturanalysen. Figuren viser at ingen av de andre ostene er signifikant forskjellige fra alle ostene.

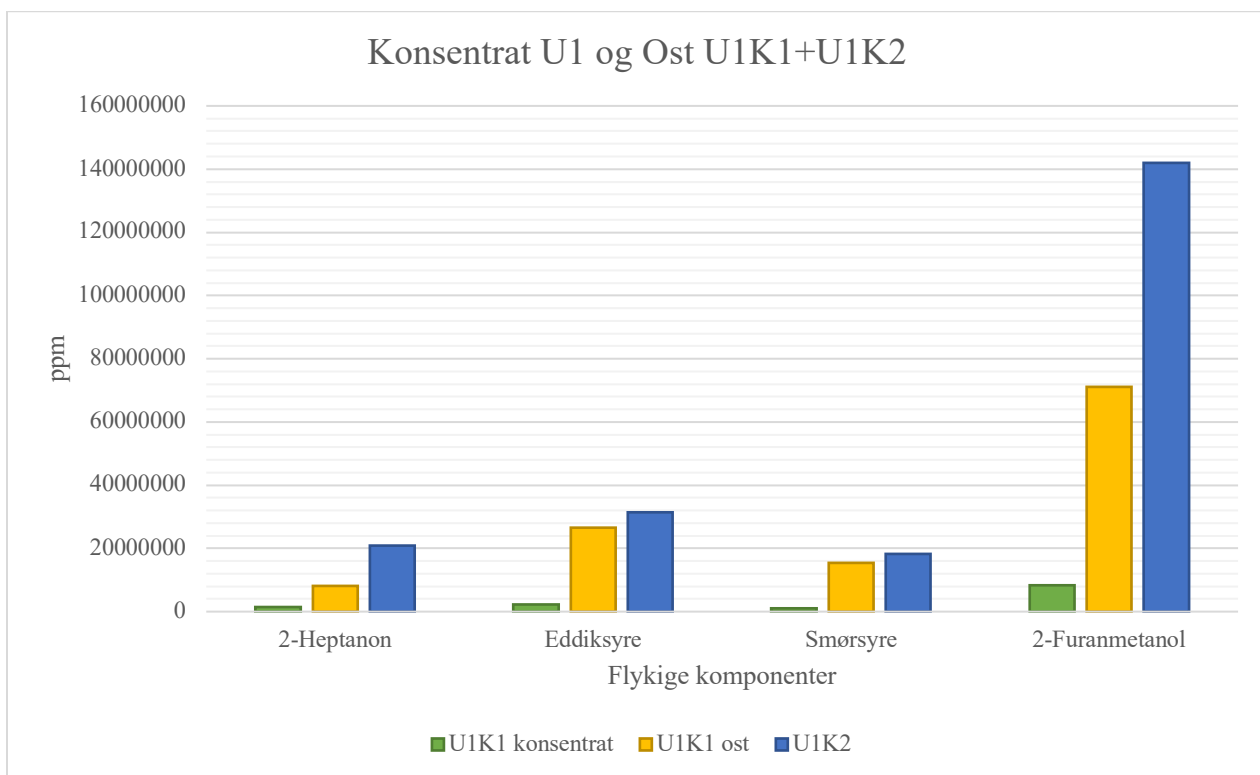
Tabell 6 viser signifikant forskjell mellom kommersielt fremstilt brunost og pH-justert mot ikke-pH-justert ost. Figuren viser også signifikant forskjell mellom kommersielt fremstilt brunost fra TINE og 90°C temperaturbehandling mot 80°C temperaturbehandling.

4.6 Flyktige komponenter

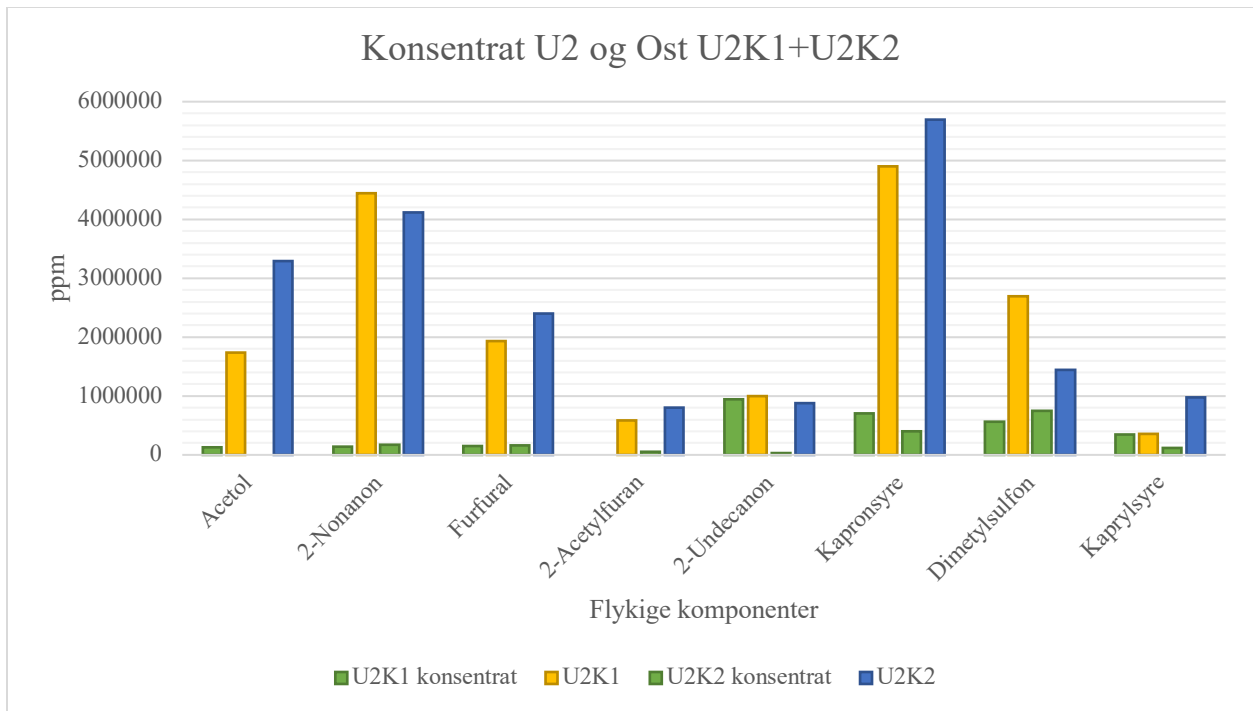
Det ble målt flyktige komponenter i brunostkonsentrat og brunoster. Analysen ga totalt 42 komponenter. Utfra resultatene av analysen ble det valgt ut 12 komponenter der konsentrasjonen av de flyktige komponentene økte fra konsentrat til ferdig ost. Sammenlikning av flyktige komponenter i konsentrat og brunost er gitt i parts per million (ppm) i Figur 16-Figur 23.



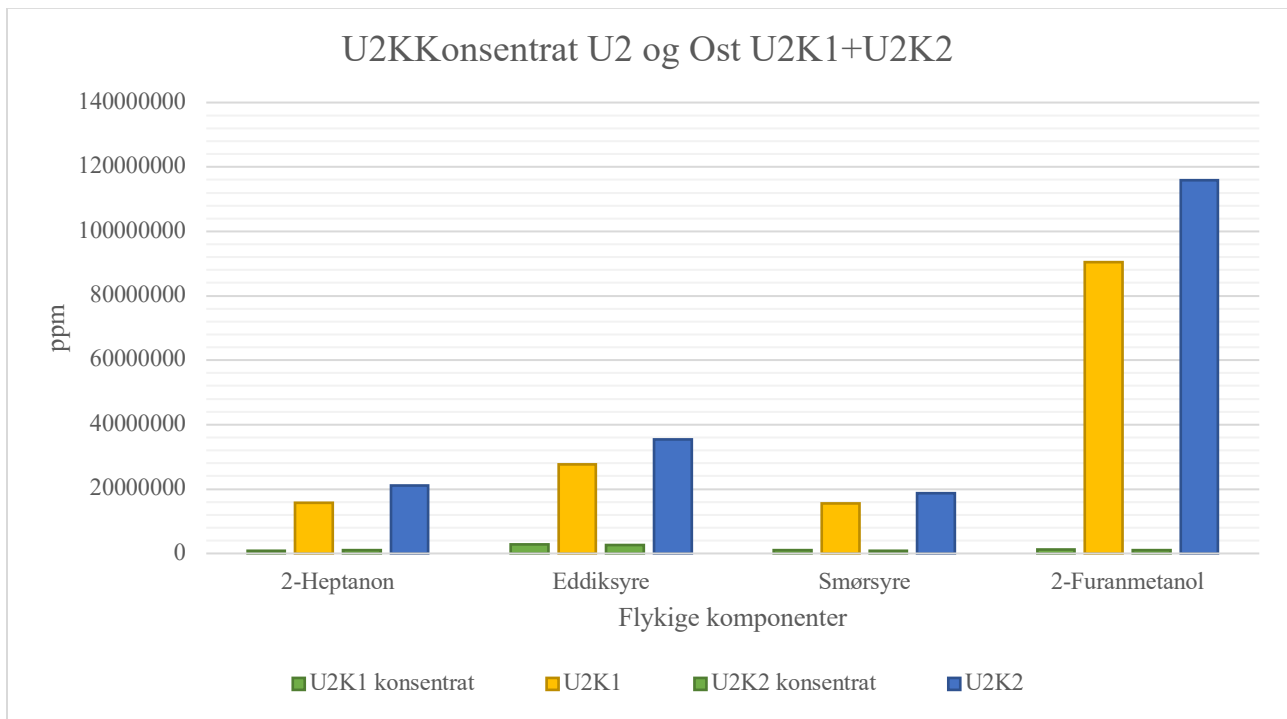
Figur 16. Sammenlikning av konsentrasjon (i ppm) for utvalgte flyktige komponenter fra GCMS for brunostkonsentrat og ost U1K1 og U1K2.



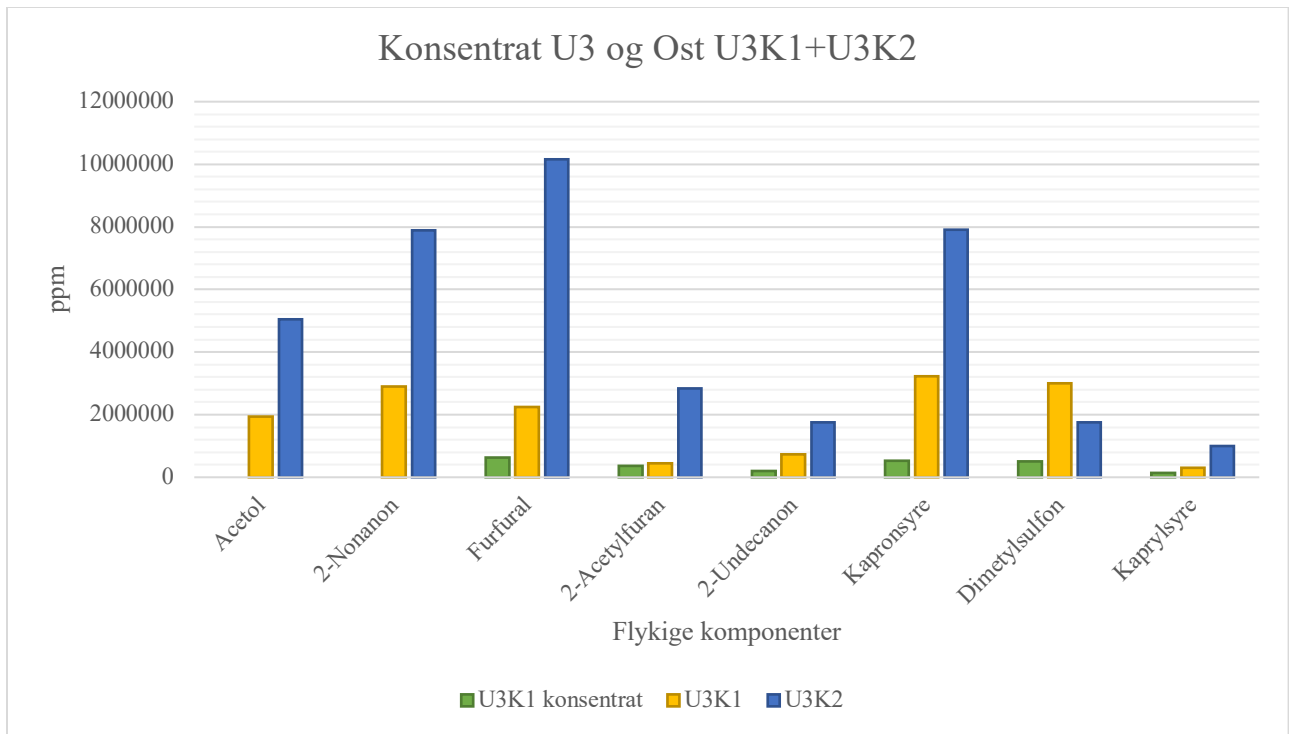
Figur 17. Sammenlikning av konsentrasjon (i ppm) for utvalgte flyktige komponenter fra GCMS for brunostkonsentrat og ost U1K1 og U1K2.



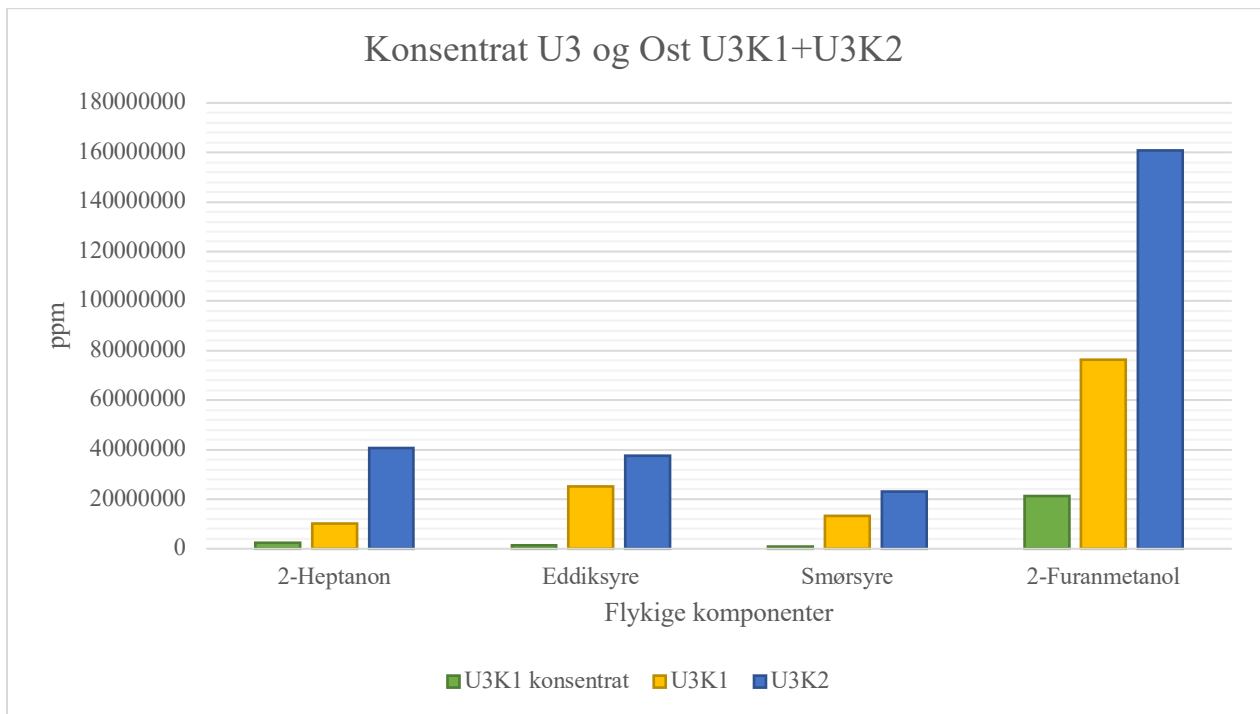
Figur 18. Sammenlikning av konsentrasjon (i ppm) for utvalgte flyktige komponenter fra GCMS for brunostkonsentrat og ost U2K1 og U2K2.



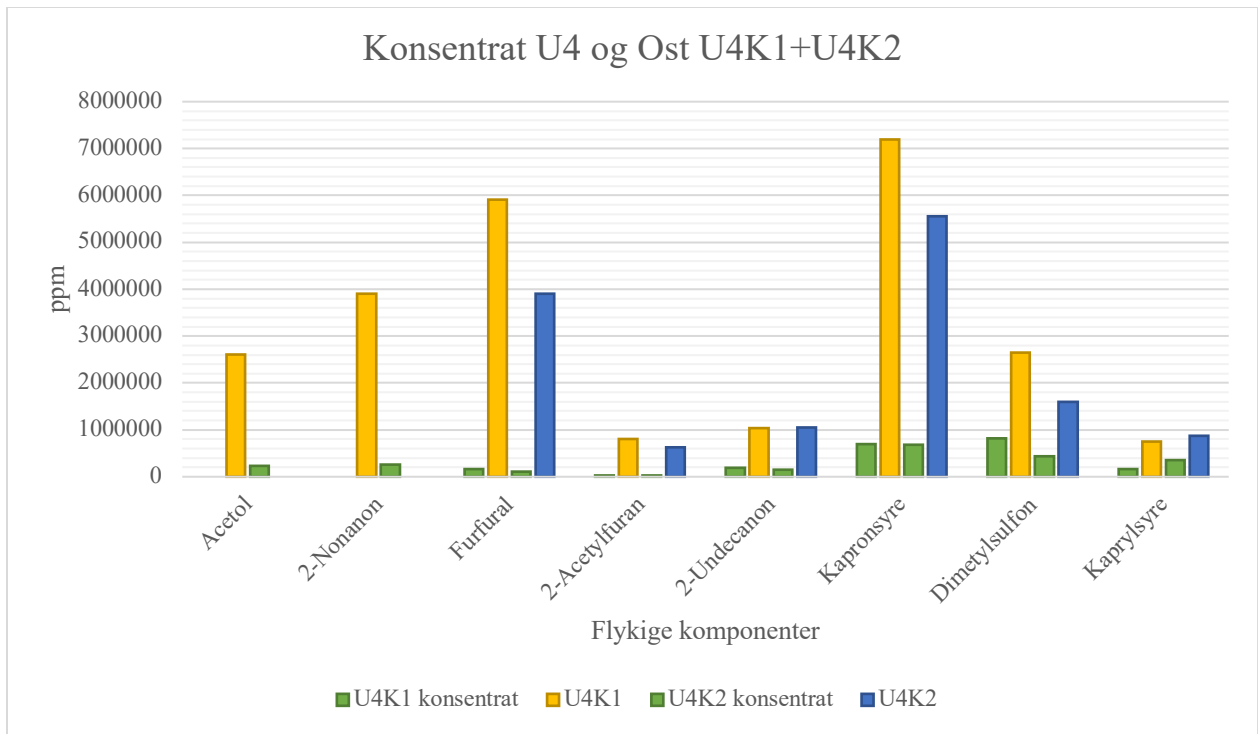
Figur 19. Sammenlikning av konsentrasjon (i ppm) for utvalgte flyktige komponenter fra GCMS for brunostkonsentrat og ost U2K1 og U2K2.



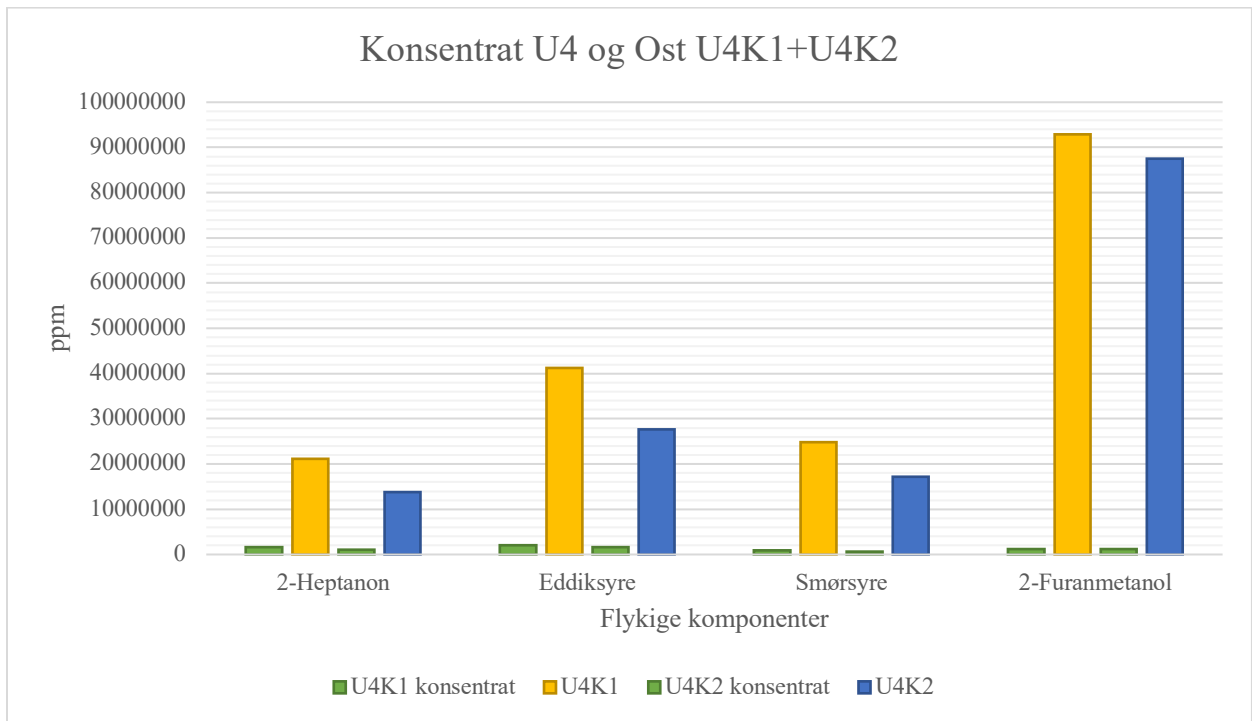
Figur 20. Sammenlikning av konsentrasjon (i ppm) for utvalgte flyktige komponenter fra GCMS for brunostkonsentrat og ost U3K1 og U3K2.



Figur 21. Sammenlikning av konsentrasjon (i ppm) for utvalgte flyktige komponenter fra GCMS for brunostkonsentrat og ost U3K1 og U3K2.



Figur 22. Sammenlikning av konsentrasjon (i ppm) for utvalgte flyktige komponenter fra GCMS for brunstkonsentrat og ost U4K1 og U4K2.



Figur 23. Sammenlikning av konsentrasjon (i ppm) for utvalgte flyktige komponenter fra GCMS for brunstkonsentrat og ost U4K1 og U4K2.

Figur 16 og Figur 17 viser at konsentrasjonen av de utvalgte komponentene øker fra konsentrat til ost. Konsentrasjonen av komponentene er høyere for ost U1K2 enn for ost U1K1 for alle komponentene bortsett fra kapronsyre, dimetylsulfon og kaprylsyre.

Figur 18 og Figur 19 viser at konsentrasjonen av de utvalgte komponentene øker fra konsentrat til ost for alle komponenter i ost U2K1 og U2K2, bortsett fra 2-Undecanone, der konsentrasjonen avtar noe fra konsentrat til ost U2K2. Konsentrasjonen av komponentene er høyere for ost U2K2 enn for ost U2K1 for alle komponentene bortsett fra 2-Nonanone og dimetylsulfon.

Figur 20 og Figur 21 viser at konsentrasjonen av de utvalgte komponentene øker fra konsentrat til ost for U3K1 og U3K2. Konsentrasjonen av komponentene er høyere for ost U2K2 enn for ost U2K1 for alle komponentene bortsett fra dimetylsulfon.

Figur 22 og Figur 23 viser at konsentrasjonen av de utvalgte komponentene øker fra konsentrat til ost for U4K1 og U4K2. Konsentrasjonen av komponentene er høyere for ost U4K1 enn for ost U4K2 for alle komponentene bortsett fra 2-Undecanone og kaprylsyre

Det ble undersøkt signifikant forskjell for konsentrasjonen av flyktige komponenter som påvirkning av variablene pH-justering og temperaturbehandling, hvor hver bokstav indikerer signifikant forskjell mellom variablene. Kun komponenter der det var signifikant forskjell mellom variablene ble tatt med. Disse er vist i Tabell 7

Tabell 7. Toveis-ANOVA med Post Hoc Tukey-test for konsentrasjon av flyktige komponenter for variablene justert/ikke-justert pH og temperatur 80°C og 90°C, der signifikante forskjeller er markert mer ulike bokstaver.

	Gruppering for;			
	2-Furanmentanol		2-Heptanon	
Temperatur 80°C		B		B
Temperatur 90°C	A		A	
Justert pH	A		A	
Ikke-justert-pH	A		A	

Tabell 7 viser at konsentrasjonen av de flyktige komponentene ikke var signifikant påvirket av pH-justering, men at det var signifikant forskjell for konsentrasjonen av komponentene for temperaturbehandling 80°C og 90°C.

4.7 Sensorisk Analyse

Resultatene fra kvalitetsbedømmelsen er gitt i Tabell 8, der ostene er bedømt på en poengskala fra 1-5, hvor osten måtte ha minimum 4 poeng for å være godkjent som salgbar vare. En figur av de ulike osten er gitt i Figur 24.

Tabell 8. Kvalitetsbedømmelse av brunost foretatt av tre autoriserte dommere innen brunost, ved TINE FoU Stavanger

Nr.	Prøvekode	Poeng	Merknad		
			Utseende	Konsistens	Lukt/smak
1	U1K1 LT i pH-løs	1	Lys, Åpen, luftlommer	Løs, Sandet, Krystaller	Sur, Lite smak
2	U1K1 LT i pH	2	Lys	Løs, Sandet	Sur, Lite smak
3	U1K2 HT i pH	3,7	Hvite prikker		
4	U2K1 LT j pH	2	Grå	Sandet	Sur
5	U2K2 HT j pH	2,5	Lys	Melen, Tungt løselig	Sur
6	U3K1 LT i pH	1,3	Lys, Åpen, Kornet utseende	Sandet, Løs	Sur, Lite smak
7	U3K2 HT i pH	3,7		Løs, Melen	
8	U4K1 LT j pH	2,3	Lys	Løs, Melen	Sur, Lite smak
9	U4K2 HT j pH	2,5	Lys	Løs, Melen	Sur, Lite smak, Bismak

*Bedømt 2/5-19 ved Måltidets hus i Stavanger

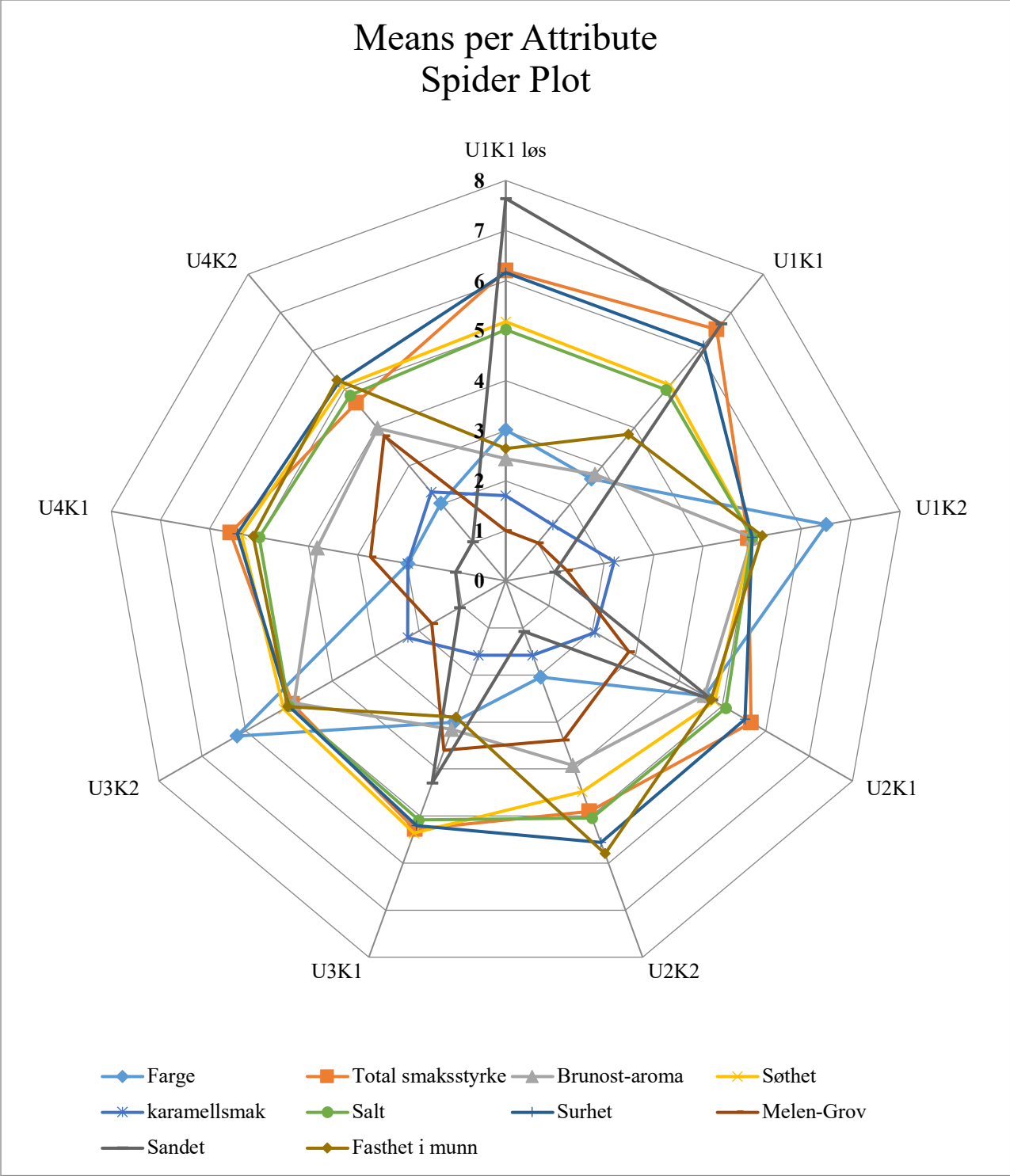
Tabell 8 viser at ingen av ostene ble bedømt til godkjent salgbar vare. Alle ostene temperaturbehandlet ved 80°C, bortsett fra U4K1, ble klassifisert som sandete.



Figur 24. De ulike brunostene produsert i løpet av masteroppgaven.

Figur 24 viser stor fargeforskjell mellom ostene fra de ulike forsøksdagene. Sandnetheten i ost U3K1, beskrevet i Tabell 8, illustreres tydelig i figuren.

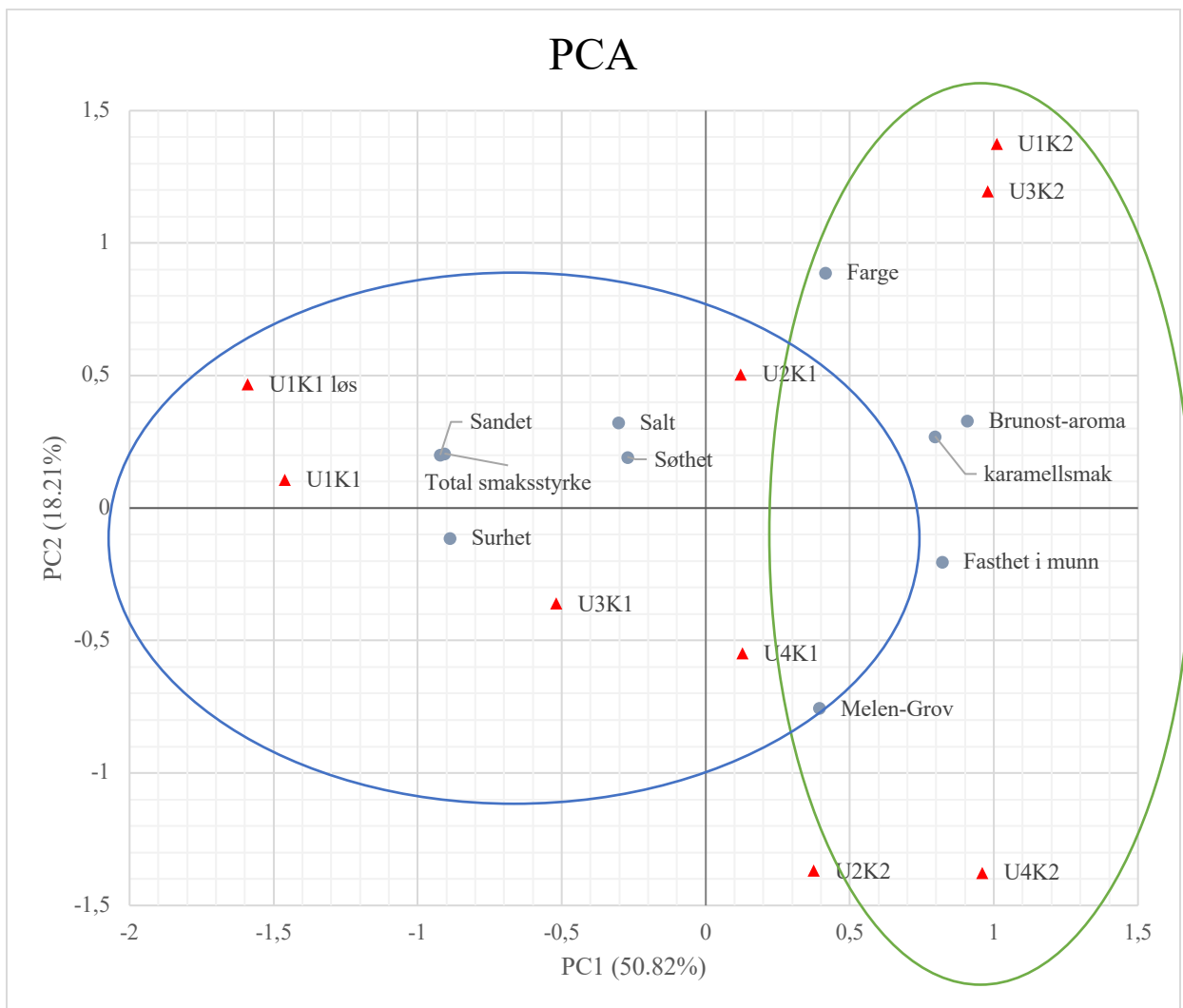
Det ble foretatt en beskrivende sensorisk analyse av alle brunostene av et trent dommerpanel på 5 personer, ansatt ved TINE FoU på Måltidets hus i Stavanger. Ostene ble bedømt på en skala fra 1-9 for attributtene farge, total smakstyrke, brunost-aroma, karamellsmak, søthet, surhet, salt, sandet, melen-grov og fasthet i munn, der 1 representerte lite/ikke av den gitte attributten, og 9 representerte mye av den gitte attributten. Et gjennomsnitt av poengkarakteren gitt for hvert attributt, for hver ost er gitt i Figur 25.



Figur 25. Spiderplot som viser hvordan de ulike attributtene ble bedømt på en skala fra 1-9 for brunostene produsert i løpet av prosjektet, der 1 representerte lys, lite, ikke og løs, og 9 representerte, mørk, mye og fast.

Figur 25 viser at attributtene karamellsmak, søthet, fasthet i munn, salt og surhet er dømt veldig jevnt for alle ostene. Det er stor variasjon i karakterscore for attributtene farge, brunostaroma, melen og sandet mellom osten, som tyder på store kvalitetsforskjeller for disse attributtene.

Resultatene fra den beskrivende analysen ble også brukt til å fremstille et PCA-plott som viser korrelasjonen mellom ostene og de forskjellige attributtene. Plottet er gitt i Figur 26



Figur 26. PCA plott for korrelasjoner mellom de gitte attributtene og ostene, bedømt ved sensorisk beskrivende analyse.

Figur 26 viser at PC1 forklarer 50,82% av plottet, mens PC2 forklarer 18,21% av plottet.

Ost U2K2, U3K1, U4K1 og U4K2 assosieres med melenhet. U1K1 løs, U1K1 og U3K1 er beskrevet som de mest sandete ostene. U1K2 og U3K2 assosieres med brunost-aroma, karamellsmak og mørkest farge.

Det ble sjekket for signifikante forskjeller som påvirkning av temperatur- og pH-behandling for attributtene sandet og melen, gitt i Tabell 9.

Tabell 9. Toveis-ANOVA med Post Hoc Tukey-test for attributtene melen og sandet for variablene justert/ikke-justert pH og temperatur 80°C og 90°C.

	Gruppering for melenhet		Gruppering for sandethet	
Temperatur 80°C	A		A	
Temperatur 90°C	A			B
Justert pH	A		A	
Ikke-justert-pH		B		B

Tabell 9 viser signifikant forskjell mellom pH-justert og ikke-pH-justert ost for både attributtene melen og sandet. Videre viser figuren signifikant forskjell for temperaturbehandling for attributten sandet. Figuren viser ingen signifikant forskjell for attributten melen for temperaturbehandling.

5 Diskusjon

I dette forsøket ble det produsert brunost ved NMBUs pilotanlegg. Faktorene temperatur og pH varierte under forsøket og det ble undersøkt om disse faktorene hadde en påvirkning på kvalitetsfeilen melen tekstur i brunost. Det ble foretatt pH-målinger, tørrstoffanalyser og målt fettprosent, proteinkonsentrasjon og flyktige komponenter, samt utført teksturanalyser og sensoriske tester.

Under Maillardreaksjonen ved koking av brunost dannes sure komponenter som vil bidra til at pH faller (Abrahamsen et al., 2008). Resultatene stemte godt med dette da pH i brunostene var lavere enn pH i konsentratet. Ved tre av fire produksjoner var pH lavere for ostene som var temperaturbehandlet ved 90°C i forhold til ostene som er temperaturbehandlet ved 80°C. Ved høyere temperatur var det sannsynlig at konsentrasjonen av disse komponenten ville øke, og derfor forventet at pH ville være lavere i ostene som var kokt ved 90°C. Dette ble også bekreftet, da resultatene fra måling av flyktige komponenter viste at konsentrasjonen av sure komponenter var betraktelig høyere i brunost sammenlignet med brunostkonsentrat. For ost produsert fra konsentrat U2, var pH i osten som var kokt ved 80 °C (K1) lavere (pH 5.83) enn pH i osten som var kokt ved 90°C (K2, pH 5.93). Kvalitetsbedømmelsen viste at ost K2, fra konsentrat U2, var betraktelig lysere enn ost K1, fra ost konsentrat U2, og forklarer hvorfor pH i dette tilfellet er lavere i osten som er temperaturbehandlet ved 90°C i forhold til osten som er temperaturbehandlet ved 80°C.

Ønsket tørrstoffprosent i brunost er 80-81% (Abrahamsen et al., 2008) og tørrstoffanalysene viste at de fleste brunostene hadde en tørrstoffprosent mellom 79-81%. Det ble foretatt en tørrstoffanalyse av kommersiell fløtemysost, som viste en tørrstoffprosent på 79,2 %. Dette tydet på at tørrstoffprosenten ikke alltid treffer helt, selv for kommersiell brunost. Ost fra konsentrat U3 hadde signifikant lavere tørrstoffprosent enn alle de andre ostene, som kan forklares av at tørrstoffprosenten i konsentratet for disse kokingene var på 55,9 %. Da det ble oppgitt fra TINE at konsentratet hadde en tørrstoffprosent på 60%, ble beregningene påvirket av dette, og det ble ikke dampet av nok vann under koking. Det er lite sannsynlig at tørrstoffprosenten i brunost variere så

mye mellom kommersielle produksjoner, og avviket i tørrstoffprosent kan komme fra feil, som at det var store uløste krystaller i tørrstoffprøven.

Fettprosenten i ost fra konsentrat U3 var signifikant forskjellig fra fettprosenten i kommersiell fløtemysost. Dette var de samme ostene som var signifikant forskjellige fra de andre ostene med hensyn på tørrstoff. Fettprosent i tørrstoff lå mellom 32,06% og 33,94% og det var ikke signifikant variasjon i fettprosent i tørrstoff som faktor av temperaturbehandling eller pH-justering for noen av ostene. Dette viste at selv om tørrstoff og fettprosent i seg selv varierte signifikant mellom ostene, var det ingen signifikant variasjon mellom ostene for fettprosent i tørrstoff. Dette var også forventet da temperaturbehandling og pH-justering ikke skal kunne påvirke fettprosenten i osten. Ostene produsert i løpet av masteren var signifikant forskjellige fra kommersiell fløtemysost for fettprosent både for pH-justering og temperaturbehandling. Men det er mulig at den signifikante variasjonen kan forklares av manglende data for kommersiell fløtemysost ved statistisk programmering.

Proteininnholdet varierte mellom 9,96% og 11,75% i ostene. Ostene som ble produsert fra samme konsentrat viste ingen signifikant forskjell i proteininnhold, og proteinkonsentrasjonen var forventet å være den samme for samme konsentrat.

Antallet parallelle prøver som ble forberedt og brukt for teksturanalysen varierte fra 6 paralleller og til 12+ paralleller. Der en prøve oversteg 6 paralleller, ble medianen for alle prøvene regnet ut og 6 av prøvene nærmest medianen valgt ut til å fremstille de statistiske resultatene. Dette for å eliminere avvik og forbedre balansen under de statistiske analysene.

Teksturanalysen viste at ost fra konsentrat U3, med temperaturbehandling 80°C, hadde signifikant mykere tekstur enn de resterende ostene. Sett i lys av tørrstoffprosenten i ostene, hadde denne osten den laveste tørrstoffprosenten, og osten ble også bedømt sandet, løs, åpen og kornete ved den beskrivende analysen. Alle resultatene samsvarte med myk tekstur. Ost fra konsentrat U3 med

temperaturbehandling 90°C, hadde en tørrstoffprosent på 76,7%, men ble ikke bedømt sandete, som kan forklare at teksturen var signifikant fastere enn ost fra samme konsentrat med temperaturbehandling 80°C (TS 75,6%). Det ble observert at ostene fra konsentrat U2 hadde omtrent lik tørrstoffprosent (U2K1 80,8%, U2K2 80,5%), men ble bedømt signifikant forskjellige for tekstur. Ost fra konsentrat U2 og U3, med temperaturbehandling 80°C ble bedømt sandet og hadde omtrent lik tørrstoffprosent som ostene fra samme konsentrat, temperaturbehandlet ved 90°C, men signifikant forskjellig tekstur fra de samme ostene. Dette tyder på en korrelasjon mellom ostens hardhet og sandethet. Både pH-justering og temperaturbehandling hadde effekt for teksturen i brunost, der ost temperaturbehandlet ved 90°C og pH-justert, ga fastere tekstur enn brunost som var ikke-pH-justert og temperaturbehandlet ved 80°C.

Ostene fra konsentrat U1, U2 og U3 varmebehandlet ved 80°C, ble alle bedømt som sandete ved kvalitetsvurderingen. Krystalliseringstemperaturen for laktose ligger rundt 70°C (Skeie & Abrahamsen, 2017), Sandetheten som ble observert i de gitte ostene, kan skyldes at temperaturen i ostemassen for disse ostene ved pakking, var tilnærmet krystalliseringstemperaturen for laktose. Krystalliseringen kan ha startet før ostemassen ble overført til pakkemaskinen, som kan vært grunnen til at disse ostene ble sandet. Fordi ostemassen med temperaturbehandling 80°C, holdt en temperatur på ca. 80°C, da den ble overført til pakkemaskinen, sank trolig temperaturen og det var vanskelig få full kontroll på krystalliseringen i osten, som gjorde at de fleste ostene varmebehandlet ved 80°C ble sandete. Dette kan forklare den signifikante forskjellen i tekstur som observeres mellom ostene som var ulikt varmebehandlet. Pakkeprosessen var like vanskelig for ost varmebehandlet ved 90°C, men høyere temperatur på ostemassen gjorde det lettere å forhindre ukontrollert nedkjøling og derfor bedre kontroll for krystalliseringen.

De flyktige komponentene plukket ut fra GCMS ble valgt basert på en liknende analyse utført ved TINE FoU Voll (Abrahamsen et al., 2008). Fremgangsmåten for analysen beskrevet av Abrahamsen et al. (Abrahamsen et al.) var ikke beskrevet i litteraturen, og det var usikkert hvor optimalt analysen fungerte for å finne de aktuelle komponentene fra bruning av brunost fra Maillardreaksjonen. Det ble også plukket ut komponenter som ikke var beskrevet i analysen beskrevet av Abrahamsen et al. (2008). Disse komponentene ble plukket ut

basert på stor økning for komponenten fra konsentrat og til ost, i tillegg til komponenter som er kjent for å stamme fra Maillardreaksjonen.

Abrahamsen et al. (2008) beskriver furfuryl alkohol, 2-heptanon, metylbutanoate, furfural og 2-nanonone som de viktigste smakskomponentene i brunost. Alle disse smakskomponentene ble funnet i brunostene ved analyse av de flyktige komponentene. Det ble i tillegg registrert dannelse av mye smørsyre og eddiksyre i brunost, sammenlignet med konsentrasjonen i konsentratene. I ostene som var varmebehandlet ved 90°C var konsentrasjonen av disse syrene høyere enn i ostene som var varmebehandlet ved 80°C. Dette stemte ikke for ost fra konsentrat U4, der ost varmebehandlet ved 80 °C hadde høyere konsentrasjon av disse komponentene enn ost varmebehandlet ved 90°C. Grunnen til dette kom trolig kom av at bruningstiden for ost varmebehandlet ved 80°C var betraktelig lenger enn for ost varmebehandlet ved 90°C. Den ekstra bruningstiden skyltes en gul, veldig flytende og lys brunostmasse ved riktig mengde avdampet vann. For å forbedre osten, ble den brunet ekstra lenge. For ost fra konsentrat U4 var konsentrasjonen av alle komponentene, bortsett fra 2-undercanon og kaprylsyre høyere i ost varmebehandlet ved 80°C sammenlignet med ost varmebehandlet ved 90°C. Dette underbygger at den lange bruningstiden for ost fra konsentrat U4 varmebehandlet ved 80°C hadde stor betydning for utvikling av sure komponenter. For ostene produsert fra konsentrat U1, U2 og U3 var konsentrasjonen av de flyktige komponentene høyere for ostene varmebehandlet ved 90 °C sammenlignet med ost varmebehandlet ved 80°C. Dette gjaldt for alle komponenter, bortsett fra dimetylsulfon, der konsentrasjonen i 80°C ost var høyere enn for 90°C ost for ostene fra alle konsentrater. I tillegg var konsentrasjonen av kapronsyre og kaprylsyre i ost fra konsentrat U1, høyere ved 80 °C ost, enn 90°Cs ost. I ost fra konsentrat U2, var konsentrasjonen av 2-Nanone høyere i 80 °C ost sammenlignet med 90°C ost. Det er uvisst hvorfor konsentrasjonen av disse komponentene avvek fra trenden, at det ble dannet høyere konsentrasjon for temperaturbehandling 90°C enn temperaturbehandling 80°C. Metoden som ble utviklet for analysering av flyktige komponenter fra brunost og brunostkonsentrat var semikvantitativ, noe som kan forklare de avvikende resultatene.

Kvalitetsbedømmelsen viste en trend der ostene med temperaturbehandling på 80 °C ble bedømt sandet. Ostene med temperaturbehandling på 90 °C fikk jevnt over litt høyere poengkarakter enn ostene med temperaturbehandling 80°C. Den beskrivende analysen bekreftet kvalitetsbedømmelsen, og viste også at ostene som var kvalitetsbedømt til høyest poengsum (3,7), ost U1K2 og U3K2, hadde god farge, ikke var sandete og var lite eller ikke melen. Styrken av smaksattributtene for disse ostene ble plasserte midt på intensitetsskalaen. Det ble også observert en gruppering for ostene med temperaturbehandling på 90°C, for attributtene som regnes som karakteristiske for god brunost; farge, brunost-aroma, karamellsmak og fasthet i munn. Ostene med temperaturbehandling på 80°C ble bedømt mot de mer nøytrale eller negative attributtene sandet og surhet. Dette stemmer med observasjonene fra teksturanalysen, de flyktige komponentene og pH-målingene.

Den sensoriske beskrivelsen viste signifikant forskjell på pH-justert og ikke-pH-justert ost for både melenhet og sandethet. Det var ikke signifikant forskjell for temperaturbehandlingene for melenheten, men påvist signifikant forskjell for attributten sandet for variabelen temperaturbehandling. Dette stemte godt med observasjonene som ble gjort, da ost med temperaturbehandling på 80°C var sandet, mens ost med temperaturbehandling på 90°C ikke var sandet.

6 Konklusjon

Det kan konkluderes med at pH-justering hadde effekt for melenhet, selv om det er uvisst om denne effekten skyldes påvirkning av denaturering proteinene i brunosten. Temperaturbehandling hadde signifikant effekt for dannelsen av de flyktige komponentene 2-Furametanol og 2-Heptanon, der temperaturbehandling ved 90°C ga høyere konsentrasjon av komponentene enn temperaturbehandling ved 80°C. Både pH-justering og temperaturbehandling hadde signifikant effekt for tekturen i brunost, der ost temperaturbehandlet ved 90°C og pH-justert, ga fastere tekstur enn brunost som ikke var pH-justert og temperaturbehandlet ved 80°C.

7 Veien videre

Det viste seg at tørrstoffprosenten i brunostkonsentratene varierte med omtrent 6% mellom de ulike konsentratene. Det burde vært tatt tørrstoffprøver i forkant av koking av osten for å eliminere denne feilen. Ved måling av tørrstoff på forhånd ville det også vært lettere og justert pH. Det ble valgt å standardisere mengden lut brukt til pH justering, for å ikke tynne ut konsentratet. Ved et nytt forsøk burde pH vært justert til 6.5, hver gang og avdamp burde vært beregnet utfra mengde tilsatt lut. I tillegg burde «ikke-pH-justert» ost også vært justert til en lavere pH, f. eks 6.2 eller 6.0, for å minimere forskjellene i pH-justert og «ikke-pH-justert» ost.

Det ble bestemt brune ostemassen i 5 minutter etter at ønsket avdamp var tappet av. Dette var for å bedre kontrollen, da mengde avdamp allerede var beregnet. Lang bruningstid ville ha økt mengde vann som dampet av etter at vakuum ble skudd av, og det ville vært vanskelig å kontrollere hvor mye vann som var vasket av. Da de fleste ostene ble for lyse, burde bruningstiden ved et nytt forsøk vært tilnærmet den som brukes industrielt, 10-15 minutter, og mengden avdamp burde vært korrigert for dette. I tillegg burde temperaturen for bruning vært standardisert, slik at bruningen ble så lik som mulig for alle ostene. Det hadde gjort pakkeforholdene lettere, om osten holdt opp mot 80°C inn i pakkemaskinen. Flere oster ved temperaturbehandling på 80°C ble sandet fordi temperaturen på vei til pakkemaskinen sank, og det var derfor umulig å registre melenhet.

Koketiden under vakuum varierte betraktelig mellom de ulike forsøkene og gjentakene. Ventilen som sugde opp dampen og styrte vakuum, hadde forskjellig grad av åpning for hvert forsøk, noe som resulterte i forskjellig koketid og til tider dårlig temperaturkontroll. Ved et nytt forsøk burde denne vært standardisert for hvert forsøk, slik at koketiden ville blitt tilnærmet lik for de ulike temperaturbehandlingene. Ved å standardisere flere faktorer under forsøket, ville det vært lettere å se eventuell effekten av temperaturbehandling og pH-justering.

Metoden for måling av de flyktige komponentene, målt med GCMS, ble utviklet i løpet av oppgaven. De ulike prøvene hadde stått ulik tid på kjølelagering, og flyktige komponenter kan

forandres under lagring. Alle osteprøvene burde derfor vært frosset i forkant av for å minimere eventuelle feilkilder.

Metoden for teksturanalyse ble utviklet underveis i oppgaven. Denne burdet vært utviklet på forhånd, slik at eventuelle feilkilder kunne vært minimert. Det hadde også vært interessant å utarbeide en metode for mål av elastisiteten til brunosten.

Det ville vært interessant å gjenta forsøket med endringene som ble beskrevet over. Ved et eventuelt nytt forsøk, burde det vært gjort flere gjentak, for å minimere sjansen for feilkilder.

8 Litteraturliste

- Abrahamsen, R. K., Gjerde, R., Bakkene, G. & Steinsholt, K. (2008). *Brunosten: En norsk historie*. 1. opplag utg. Oslo: Tun Forlag.
- Bakkene, G. & Oterholm, A. (1981). Grov og sandet konsistens i brunost. *Meieriposten* 70, 14-15: 484-494.
- Brenne, E., Heiberg, R. & Brøthen, G. (1997). *Meierienes analysebok*. Brumunddal, Norge: Norske Meierier, FoU-senteret.
- Codex-Alimentarius. (2010). *Standard for Whey Cheeses, CODEX STAN 284-1971*. Tilgjengelig fra: http://www.codexalimentarius.org/download/standards/176/CXS_284e.pdf.
- Codex-Alimentarius. (2013). *Codex General Standard for Cheese, CODEX STAN 283-1978*. Tilgjengelig fra: http://www.codexalimentarius.org/download/standards/176/CXS_283e.pdf.
- de Wit, J. N. (2009). Thermal behaviour of bovine β -lactoglobulin at temperatures up to 150°C. a review. *Trends in Food Science & Technology*, 20 (1): 27-34. doi: 10.1016/j.tifs.2008.09.012.
- Edwards, P. J. B. & Jameson, G. B. (2014). Chapter 7 - Structure and Stability of Whey Proteins. I: Singh, H., Boland, M. & Thompson, A. (red.) *Milk Proteins (Second Edition)*, s. 201-242. San Diego: Academic Press.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & McSweeney, P. L. H. (2017). Chemistry of Milk Constituents. I: *Fundamentals of Cheese Science*, s. 71-104.
- Kjeilen, T. (2006). *Sensorisk analyse, bedømmelse av næringsmidler*. 5. utg. Oslo: Gyldendal norsk forlag AS.
- Lawless, H. T. & Heyman, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food - Principles and Practices*. 2. utg. New York, USA: Springer Science + Business Media.
- Nurste, H. (2005). *The maillard reaction*. Cambridge, UK: The royal society of Chemistry.
- Rugland, A. (2019). *Informasjon gitt under sensorisk vurdering ved Måltidets hus*. Stavanger (03.05.2019).
- Skeie, S. & Abrahamsen, R. K. (2017). Brown Whey Cheese. I: *Cheese*, s. 1117-1132. San Diego, USA: Elsevier Science Publishing Co Inc.

- Steinsholt, K., Byre, O. & Ystgaard, O. M. (1965). *Fremstilling av fløtemysost F33. I. Virkningen av myseslag, blandingsprosent og pH i mysa med hensyn på ostens kjemiske og organoleptiske kvalitetsegenskaper*. Norges Landbrukshøyskole, Rapport nr. 121. Ås, Norge: Meieriteknologi.
- TINE. (2019). *Brunost*: TINE SA. Tilgjengelig fra: <https://www.tine.no/produkter/ost/brunost> (lest 22.05.2019).
- Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Thchnology*. 2. utg. Florida, USA: Taylor & Francis Group.
- Wang, H.-Y., Qian, H. & Yao, W.-R. (2011). Melanoidins produced by the Maillard reaction: Structure and biological activity. *Food Chemistry*, 128 (3): 573-584. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.03.075.

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg 1

Tabell 10. Variasjoner i konsentrat og produksjonsforhold for produksjon av brunost.

Prøve	Konsentrat	pH	Beregnet avdamp (l)	Vann av (l)	Vann tilsatt (l)	Bruningstid (min)	Pakketemperatur(°C)	Kommentar
U1K1	Store krystaller		15	15	0,5	5	64-70	
U1K2	Store krystaller		15	15	0,5	5	60-65	
U2K1	Kornet	6.25	15	22	0,5	5	65-60	Ost 9 og oppover pakket over 65°C
U2K2	Kornet	6.25	15	19,5	0,5	5	60-65	
U3K1	Små krystaller		19	19,5	0,5+1,5	5+10	60-65	
U3K2	Små krystaller		19	18,5	0,5	5	60-65	
U4K1	Mellomstore krystaller	6.18	19	19	0,5	5+25	60-65	Veldig gul masse, brunet ekstra lenge
U4K1	Mellomstore krystaller	6.18	19	21	0,5	5	60-65	

9.2 Vedlegg 2

Tabell 11. Ost valgt til kalibrering av sensorisk panel, samt merkinger

Ost	Merking
U1K1	X, Rød x
U1K2	X, svart X
U2K2	O, svart O

9.3 Vedlegg

BESKRIVENDE TEST BRUNOST

Dato: _____ Dørmnr: _____ Kode: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Farge		○	×				×		
2 Tot. smakestyrke					○	×			
3 Brunost-aroma		×		○	×				
4 Søthet				○	×				
5 Karamellsmak	×	○	×						
6 Salt					×	○	×		
7 Surhet					×		○		×
8 Melen-Grov	×	×			○				
9 Sandet	○								×
10 Fasthet i munn			×		×		○		

10- hvordan den er å tygge ; hvordan den løses i munnen
 9- knaser, (ikke krystaller)
 8- "glatt"- "grov"

2- blir ikke enig, er individuelt mellom dommere

× - U₁K₁ U₂PH
 × - U₁K₂ H₁PH
 ○ U₂K₂ H₁PH

Kommentarer: urenheter og andre ting

Figur 27. Skjema brukt for kalibrering av brunost før sensorisk analyse, med markeringer som viser hva hver prøve ble kalibrert til å vise.



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway