



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

### **Masteroppgave 2018**

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Trude Wicklund

# **Effekten av melkebaserte ingredienser på kvaliteten til glutenfritt brød**

The effect of dairy based ingredients on gluten free bread quality

**Nikoline Engebretsen Rønning**

Matvitenskap – produksjon og utvikling av næringsmidler  
Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap



# Forord

Denne masteroppgaven utgjør 30 studiepoeng, og er skrevet som en avslutning etter fem år på matvitenskapstudiet på fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap, Norges miljø og biovitenskapelige universitet. Det har vært en spennende og lærerik prosess fra januar 2018 til mai 2018.

Mange dyktige personer har hjulpet meg gjennom denne oppgaven. Jeg vil rette en stor takk til veilederne mine, førsteamanuensis Trude Wicklund og Dr. Anne-Grethe Johansen, for god veiledning og hjelp gjennom hele prosessen, og for gode tilbakemeldinger og konstruktiv kritikk. Tusen takk for hjelp og veiledning på laben i Meieribygget og med frysetørking av May Helene Aaberg og Ahmed Abdelghani. Konditor og baker på TINE FoU Kalbakken, Bernhard Azinger, har vært så snill og latt meg låne bakeriet sitt, og kommet med nyttige tips og tilbakemeldinger før, under og etter bakeprosessen. Tusen takk til Cecilie Rask, laboratorieingeniør på TINE FoU Kalbakken, for god hjelp og veiledning med teksturanalysen. Elin Simonstad Valle, fagleder sensorikk på TINE FoU Kalbakken, har hjulpet meg med å planlegge og gjennomføre de sensoriske analysene, og fortjener også en stor takk. Tusen takk til panelet som var med å gjennomføre de sensoriske analysene. Jeg vil også takke TINE SA for hjelp med økonomisk finansiering til å gjennomføre oppgaven.

Tusen takk også til gjengen på lesesalen, for mange gode og nødvendige pauser fra skriving og tenking. Og en stor takk til samboer, familie og venner for støtte gjennom hele studietiden.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, mai 2018

---

Nikoline Engebretsen Rønning



## Sammendrag

Bakgrunnen for denne masteroppgaven var en kombinasjon av økende mengde restråstoffer med interessante funksjonelle egenskaper og utfordringen med å lage gode, glutenfrie brød. Sur myse er restråstoffet etter produksjon av produkter som cottage cheese, kvarg og gresk yoghurt, som de senere årene har økt i popularitet. På grunn av sur mysens sammensetning og syrlige smak, er det utfordrende å finne bruksområder. Kjernemelk er restråstoffet etter smørproduksjon. Kjernemelk er ikke like utfordrende å anvende, men har svært interessante funksjonelle egenskaper. Gluten er strukturbyggeren i brød og bidrar med funksjonelle egenskaper. Ved baking uten gluten, oppstår det flere utfordringer, som tørr og usammenhengende krumme, smak og dårligere evne til å holde på gass og danne porer.

Hensikten med denne oppgaven var å undersøke hvordan pulver av kjernemelk, skummetmelk og sur myse påvirket kvaliteten til glutenfrie brød. Det skulle undersøkes hvorvidt melkeingrediensene kunne etterligne egenskaper ved glutenholdige brød. Det ble bakt brød med forskjellige nivåer av melkepulvere for å se hvilken effekt det hadde på brødene.

Bakingen av glutenfrie brød ble gjennomført over to uker. Deigene og brødene ble analysert ved hjelp av teksturanalyse for å kartlegge deigegenskaper og hardhet på brød. Sensorisk profilering ble gjennomført for å kartlegge hvilke egenskaper som skilte de forskjellige oppskriftene, samt analyse på grad av liking.

Resultatene viste tydelig at de glutenfrie brødene med melkepulver var mykere, bedre likt og hadde en mer appellerende farge enn de uten. Sur myse ga brød med størst volum og størst porer, men ga tilslutt ikke de aller mykeste brødene. Brød med 10 % kjernemelk scoret lavest på hardhet, og ga brød som holdt seg best ved lagring. Resultatene fra teksturanalyse og profilering var litt forskjellige, men teksturanalysen ga mer pålitelige resultater. Analyse på grad av liking viste at brødene med 20 % kjernemelk og 20 % skummetmelk ble best likt, mens brødene uten melkepulver ble dårligst likt. Resultatene gir en antydning til at kjernemelk gir mykere brød en skummetmelk, men det kan ikke trekkes noen konklusjon rundt dette. Sur myse ga spennende resultater som bør undersøkes nærmere.



# Abstract

The background for this master's thesis was a combination of two problems. In the dairy industry there is an increasing amount of rest raw materials from the production of products like cottage cheese, Greek style yoghurt and qvarg, which has had an increase in popularity. The rest raw material from these products are acid whey. Acid whey is challenging to use because of its composition and acidic taste. Buttermilk is the rest raw material from butter manufacturing. Buttermilk is not as challenging to use but has very interesting functional properties. The other problem is the challenge with manufacturing gluten free breads of high quality. Gluten is the main structure builder in bread, so when gluten is taken away, some challenges arises. Some of these challenges are dry and brittle crumb, taste and the ability to trap gas in the dough.

The aim of this thesis was to explore the effect of buttermilk-, skim milk- and acid whey powder on gluten free bread quality. Whether the dairy ingredients could imitate or copy functional properties from gluten were explored. Breads with different levels of dairy powders were made to look at the effect.

The baking of gluten free breads was conducted over two weeks. The doughs and breads were analysed using a Texture Analyser to map dough properties and hardness of bread. Sensory profiling was conducted to array which and how the properties separated the different recipes. Also, there was a sensory analysis on the degree of liking of the breads.

Results showed a clear difference between standard breads and breads with dairy powders, where dairy powders gave softer and better liked breads with a more appealing colour. Acid whey gave breads with the largest volume and the largest pores, but it was not the softest. Breads with 10 % buttermilk powder gave the softest breads and had the lowest development of hardness over time. The results from texture analysis and sensory profiling gave a bit different results, but results from texture analysis was the most reliable. Sensory analysis on the degree of liking showed that breads with 20 % buttermilk and 20 % skim milk was the best liked, while standard breads were the least liked. The results gave an indication that buttermilk contributes to softer breads than skim milk, but no conclusion can be drawn. Acid whey gave exiting results on gluten free breads, which should be explored more.





# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	I
<b>Sammendrag</b> .....	III
<b>Abstract</b> .....	V
1 Innledning.....	1
2 Teoridel .....	3
2.1 Melkeingredienser .....	3
2.1.1 Kjernemelk .....	3
2.1.2 Sur myse .....	4
2.1.3 Skummetmelk.....	5
2.2 Tørking av melk.....	6
2.2.1 Spraytørking .....	6
2.2.2 Frysetørking .....	7
2.3 Glutenfri bakst .....	7
2.3.1 Glutenallergi.....	7
2.3.2 Glutens rolle i bakst.....	8
2.4 Resepten – ingrediensene .....	8
2.4.1 Rismel.....	9
2.4.2 Bokhvetemel.....	9
2.4.3 Potetstivelse.....	9
2.4.4 Maisstivelse .....	9
2.4.5 Vann .....	9
2.4.6 Gjær.....	10
2.4.7 Sukker.....	10
2.4.8 Fiberhusk.....	10
2.4.9 Bakepulver og eplecidereddik .....	10
2.4.10 Salt.....	11
2.4.11 Rapsolje.....	11
2.4.12 Melkeingredienser .....	11
2.5 Teksturanalyse .....	11
2.6 Sensorisk analyse.....	12
2.6.1 Profilering/Beskrivende sensorisk analyse.....	12
2.6.2 Liking .....	12
3 Materialer og metoder .....	13
3.1 Forforsøk .....	13
3.2 Forsøksdesign .....	14
3.3 Ingredienser .....	15

3.4	Frysetørking av sur myse.....	16
3.5	Hovedforsøk .....	16
3.6	Analyser.....	17
3.6.1	Analyser før bakeprosessen.....	17
3.6.2	Teksturanalyse på deig og ferdig stekt brød.....	18
3.6.3	Sensorisk analyse .....	20
3.6.4	Statistiske analyser .....	21
4	Resultater.....	23
4.1	Observasjoner .....	23
4.2	Teksturanalyse .....	25
4.2.1	Deiganalyse .....	25
4.2.2	Hardhet på brød.....	27
4.3	Sensorisk analyse.....	31
4.3.1	Profilering.....	32
4.3.2	Liking .....	37
5	Diskusjon.....	39
5.1	Deiganalyse .....	39
5.2	Brødvolum og -høyde.....	40
5.3	Farge på skorpe og krumme .....	42
5.4	Hardhet på krumme .....	43
5.5	Utvikling av hardhet og holdbarhet .....	44
5.6	Smak og liking.....	45
5.7	Diskusjon rundt valg av probe.....	46
5.8	Aspekter rundt næringsinnhold .....	46
5.9	Veien videre.....	47
6	Referanser.....	49
	Vedleggsfortegnelse .....	1
	Vedlegg A: Tekstur .....	3
	Vedlegg B: Deiganalyse.....	5
	Vedlegg C: Sensorisk profilering .....	6
	Vedlegg D: Sensorisk liking .....	7
	Vedlegg E: Profileringskjema og forklaring av egenskaper .....	8
	Vedlegg F: Two Way ANOVA.....	11
	Vedlegg G: Tørrstoffutregning.....	14
	Vedlegg H: Utregning av mengde melkepulver og mel.....	15

# 1 Innledning

God glutenfri bakst er mer etterspurt på markedet nå enn tidligere, da det ikke lenger bare er mennesker med glutenallergi som lever med et glutenfritt kosthold (Naqash et al., 2017). En glutenfri diett fremstår i mange medier som et sunnere alternativ til det vanlige kostholdet, og flere selvdiagnostiserer seg som glutenintolerante (Catassi et al., 2013). Glutenproteinene har viskoelastiske egenskaper, som gjør det til en strukturbygger i bakst som holder igjen gassen som utvikles under fermenteringen (Gallagher et al., 2004). Egenskapene til gluten er utfordrende å erstatte, og mangel på gluten gjør det vanskelig å lage tilfredsstillende glutenfri bakst. I meieriindustrien finnes det andre problemer, som den økende mengden av restråstoffer. Proteinrike, fermenterte og magre produkter som gresk yoghurt, cottage cheese og kvarg er eksempler på produkter som har blitt mer populære i løpet av de siste årene. Statistikk fra Opplysningskontoret for Meieriprodukter viser at konsum av slike produkter har økt fra 0,5 kg per person i året i 2007 til 1,3 kg i 2017 (Opplysningskontoret for Meieriprodukter, 2017b). Restråstoffet fra slike produkter er sur myse som har egenskaper som gjør den utfordrende å anvende (Bansal & Bhandari, 2016). Ved smørproduksjon er restråstoffet kjernemelk (Walstra et al., 2006). Kjernemelk er ikke like utfordrende å anvende som sur myse, men har funksjonelle egenskaper fra blant annet melkefettkulemembranen som gjør den til en potensielt svært interessant ingrediens i andre produkter (Corredig & Dalgleish, 1997). På bakgrunn av dette ble det besluttet å undersøke om restråstoffer fra meieriindustrien kan ha en effekt på kvaliteten til glutenfritt brød.

Det er gjort flere tidligere studier som viser at melkeingredienser har en positiv effekt på kvaliteten til glutenfrie brød (Gallagher et al., 2003; Moore et al., 2004). Gallagher et al. (2003) supplementerte en kommersiell glutenfri melblanding med syv forskjellige melkepulvere. Studiet viste at melkepulverne ga brød med høyere volum, samt mykere skorpe og krumme. Sensorisk analyse viste at noen av melkepulverne, som skummetmelkerstatter og melkeproteinisolat, ga økt preferanse ved sensorisk analyse. En studie av Moore et al. (2004) viste at å tilsette skummetmelkpulver til glutenfritt brød reduserte endringer i oppbrytning, bindekraft og elastisitet over tid. Denne studien viste at glutenfritt brød tilsatt skummetmelkpulver (ca. 27,3 % av mel- og melkepulvermengden) hadde et krummenettverk som lignet på glutennettverk i krummen til hvetebrød. De konkluderte med at en kontinuerlig proteinfase er kritisk for å forbedre kvaliteten til glutenfrie brød. Wronkowska et al. (2015)

viste at sur myse ga økt volum i hvetebrød. Brødene med konsentrat av sur myse viste en signifikant forskjell i mineral- og laktoseinnhold i forhold til hvetebrød uten sur myse. Tørket sur myse hadde en positiv effekt på krummefarge og forskjellige smaksfaktorer som søthet og syrlighet.

Tidligere forskning har altså vist at melkeingredienser har en positiv effekt på kvaliteten til brød. Det er ikke gjort forskning som sammenlikner effekten av skummetmelk, kjernemelk og sur myse på forskjellige nivåer i glutenfritt brød. Det skal undersøkes om disse melkeingrediensene på noen måte kan erstatte glutenets funksjonelle egenskaper og legge grunnlag for et tilfredsstillende glutenfritt brød, og hvilken effekt de har på glutenfrie brøds smak, tekstur, holdbarhet og utseende.

## 2 Teoridel

Teori bak melkeingrediensene kjernemelk, sur myse og skummetmelk samt om forskjellige metoder om tørking av melk og frysetørking er beskrevet i dette kapitlet. Teori om glutenallergi og glutens rolle i bakst er beskrevet, og de øvrige ingrediensene i brødene har fått en forklaring. Til slutt er det litt teori om teksturanalysene som ble benyttet på deig og ferdig stekte brød, samt om de to forskjellige sensoriske analysene.

### 2.1 Melkeingredienser

Melkeingrediensene som ble brukt var skummetmelkpulver, kjernemelkpulver og pulver av sur myse. Sammensetningen til disse ingrediensene er vist i tabell 1.

Tabell 1 Sammensetning av skummetmelkpulver, kjernemelkpulver og pulver av sur myse. Viser innholdet av komponentene fett, laktose, protein, aske og vann.

<b>Komponent</b>	<b>Skummetmelkpulver</b> (Walstra et al., 2006)	<b>Kjernemelkpulver</b> (Walstra et al., 2006)	<b>Pulver av sur myse</b> (Bansal & Bhandari, 2016)
<b>Fett (%)</b>	1	5	0,8
<b>Laktose (%)</b>	51	46	65-69
<b>Protein (%)</b>	33,6	34	9-12
<b>-kasein (%)</b>	27	26	
<b>-myseprotein (og andre proteiner) (%)</b>	6,6	8	
<b>Aske (%)</b>	8,5	8	11-12
<b>Vann (%)</b>	3	3	≤3,5

Det er begrenset teori om sur myse og sur mysers proteinsammensetning, men som en pekepinn inneholder søt myse 0,6 % kasein og 8,5 % andre proteiner/myseproteiner (Walstra et al., 2006).

#### 2.1.1 Kjernemelk

Kjernemelk er den vandige fasen som blir igjen etter kjerning av fløte under produksjon av smør (Sodini et al., 2006). Ved kjerning av fløte til smør, produseres det smør og kjernemelk med et forhold på 1:1. I Norge konsumeres det ca. 3 kg smør per person (Opplysningskontoret for Meieriprodukter, 2017a). Det betyr at for hver person i Norge produseres det omtrent 3 liter kjernemelk, som utgjør omtrent 15,8 millioner liter kjernemelk i året (Statistisk sentralbyrå, 2018). Kjernemelk inneholder alle de samme vannløselige komponentene som fløte, som er melkeproteiner, laktose og mineraler. I tillegg følger komponenter fra melkefettkulemembranen (MFGM) med i kjernemelka på grunn av den mekaniske

behandlingen ved kjerning (Corredig & Dalgleish, 1997). Ved kjerning av fløte til smør, skjer det agitasjon i nærvær av luft fram til fettkulene aggregerer, og da ødelegges fettkulemembranen slik at MFGM-komponenter går ut i vannfasen (Corredig et al., 2003). Disse komponentene består for det meste av proteiner og fosfolipider. På grunn av det høye innholdet av MFGM har kjernemelk et mye høyere innhold av fosfolipider enn vanlig melk (Mulder & Walstra, 1974). Som oppsummert i Corredig et al. (2003) er det potensielle utbytte av fosfolipider fra MFGM i kjernemelk på omtrent 0,25 mg/mg protein. For å gi en sammenlikning, er det 1,15 g fosfolipider i 100 g søt kjernemelk (Rombaut et al., 2005), mens det er 0,28 g fosfolipider i 100 g skummetmelk (Rombaut et al., 2006). Fersk kjernemelk har dårlig holdbarhet da den er utsatt for hurtig utvikling av oksidert smak (Walstra et al., 2006). Derfor er tørking av kjernemelk til pulver en god måte å bevare kvaliteten til produktet. De emulgerende egenskapene til fosfolipider gjør kjernemelk til en interessant funksjonell melkeingrediens (Corredig & Dalgleish, 1997).

### 2.1.2 Sur myse

Myse er den væsken som blir igjen etter at kaseinfraksjonen er blitt felt ut ved produksjon av ost (Magalhaes et al., 2010). Det er et biprodukt som utgjør mellom 80 og 90 % av den totale melkemengden som går inn i osteproduksjonen (Bylund, 2015). Myse inneholder omtrent 50 % av næringsstoffene fra den opprinnelige melka, som 20 % av proteinene, opp mot 100 % av laktosen, samt mineraler og vitaminer (Bansal & Bhandari, 2016; Bylund, 2015). Det finnes to hovedvarianter av myse, søt og sur. Sød myse er biproduktet fra produksjon av hard, halvhard eller myk ost ved løpefelling og har pH mellom 5,9 – 6,6 (Bylund, 2015). Sød myse var tidligere vanskelig å bruke, men har de senere årene fått et bredt bruktområde som ingrediens i forskjellige produkter og som et eget produkt (Bansal & Bhandari, 2016). Sur myse er biproduktet etter syrefelte ferskoster som cottage cheese, kvarg og proteinrik yoghurt, med pH mellom 4,6 – 5,0 (Bansal & Bhandari, 2016). Sur myse består av omtrent 0,05 % fett, 0,6 % protein, 4,6 % laktose, 0,8 % aske og 93,6 % vann (Bylund, 2015). Ved produksjon av gresk yoghurt, blir det produsert 3 deler sur myse og 1 del yoghurt for hver 4 del melk (Bansal & Bhandari, 2016). En annen stor forskjell mellom søt og sur myse er innholdet av mineraler (Wong et al., 1978). Tabell 2 viser innhold av mineraler i sur og søt myse.

Tabell 2 Mengde av forskjellige mineraler i milligram (mg) per 100 gram sur og søt myse (Wong et al., 1978).

Myse	Kalsium (mg/100g)	Magnesium (mg/100g)	Natrium (mg/100g)	Kalium (mg/100g)	Fosfor (mg/100g)
Sur	92,8	9,0	39,8	153	58,0
Søt	36,5	6,5	45,5	123	43,0

Tabell 2 viser at spesielt mengden kalsium er mye høyere i sur enn i søt myse. Det er også mer magnesium, kalium og fosfor i sur myse enn i søt.

Innhold av sporstoffer i sur og søt myse er vist i tabell 3.

Tabell 3 Mengde av forskjellige sporstoffer i mikrogram ( $\mu\text{g}$ ) per 100 gram sur og søt myse (Wong et al., 1978).

Myse	Sink ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Jern ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Kobber ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Mangan ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )
Sur	234	106	6,8	2,8
Søt	11	89	3,5	0,6

I tabellen kommer det fram at det er mye mer sink i den sure enn i den søte myse. Innholdet av jern, kobber og mangan er også høyere i sur myse enn i søt.

Myse inneholder mest myseprotein, og nesten ikke noe kasein (Walstra et al., 2006).

Myseproteinene i melk er  $\alpha$ -lactalbumin,  $\beta$ -lactoglobulin, serum albumin, immunoglobulin, proteose peptone og lactoferrin (Walstra et al., 2006).  $\beta$ -lactoglobulin er det myseproteinet det er mest av i melk, samt pleier å dominere egenskapene fra myseproteiningredienser.

Myseproteiner er vanligvis globulære proteiner som har høy hydrofobisitet og kompakt foldede peptidkjeder (Walstra et al., 2006). Slike globulære proteiner er utsatt for denaturering. Denaturering kan oppstå ved blant annet høy temperatur, høyt trykk og høy pH. Spesielt høy temperatur vil føre til denaturering på grunn av økt konformasjonsentropi. Økt konformasjonsentropi fører til at peptidkjedene foldes ut og peptidbåndene hydreres. Ved denaturering forandres de native globulære myseproteinene seg til mer uryddige proteiner som kan hydrere mer vann (Walstra et al., 2006).

### 2.1.3 Skummetmelk

Skummetmelk er det som blir igjen når fettfasen separeres vekk fra melk, og har et fettinnhold på omtrent 0,1 % (Walstra et al., 2006). Separeringen gjennomføres vanligvis ved hjelp av en sentrifuge som skiller melk inn i de to fasene fett og melkeplasma, men andre ord fløte og skummetmelk. Skummetmelk er et magert meieriprodukt som ofte nytes som det er.

Skummetmelk tørket til pulverform er vanlig å bruke i for eksempel bakst eller til

tørrstoffanriking av yoghurt. Den omtrentlige sammensetningen i skummetmelkpulver er 1 % fett, 51 % laktose, 27 % kasein, 6,6 % andre proteiner, 8,5 % aske og 3 % vann (Walstra et al., 2006).

## 2.2 Tørking av melk

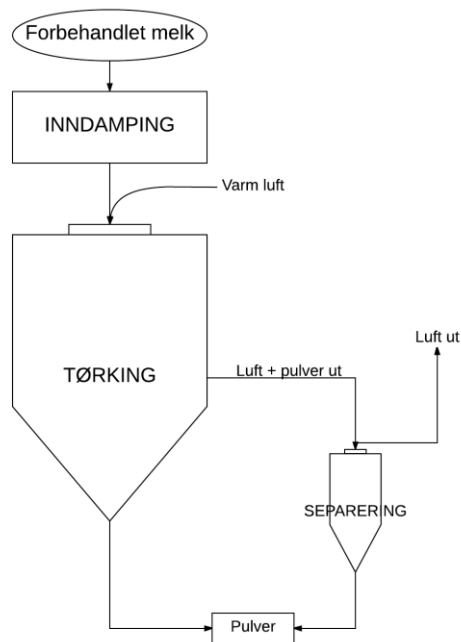
Forskjellige melkepulvere produseres ved å tørke melk eller andre flytende melkeingredienser. Hensikten med å tørke et produkt, er å forlenge holdbarheten ved at aktivitet og vekst av mikroorganismer inhiberes (Walstra et al., 2006). Samtidig blir vekten redusert, noe som fører til lavere transport- og lagringskostnader. Et poeng med mange melkepulvere er at de skal kunne rekombineres med vann til sin opprinnelige tilstand. Melkepulvere skal også være lette å håndtere, altså flyte lett og ikke støve eller klistre fast i beholder. Melkepulvere har forskjellige bruksområder og innehar derfor forskjellige funksjonelle egenskaper. Dette kan justeres ved å bruke forskjellig tørketeknologi. Forbehandlingen av melkeingrediensen har også mye å si for hvordan de funksjonelle egenskapene til pulveret blir (Kelly & Fox, 2016). Varmebehandling og inndamping er trinn før selve tørkeprosessen som er avgjørende for hvordan egenskapene til melkepulvere blir. Varmebehandling av melkeråstoffet før inndamping sikrer god mikrobiologisk kvalitet på konsentratet og det ferdige tørkede pulveret, samt er et kritisk punkt for å kontrollere de funksjonelle egenskapene til pulveret (Kelly & Fox, 2016). Forvarmingen er gjerne det punktet i prosessen hvor høyest temperatur påføres, og er derfor det punktet hvor mest denaturering av myseproteiner oppstår (Singh & Creamer, 1991). Etter forvarmingen, inndampes melka til ønsket tørrstoff, for eksempel 45-50 % eller 42-48 % for henholdsvis hel- eller skummetmelk (Kelly & Fox, 2016). Den vanligste metoden for å tørke melk er spraytørking, og andre tørkemoder som brukes i meieriindustrien er blant annet frysetørking og trommeltørking (Walstra et al., 2006).

### 2.2.1 Spraytørking

Melka inndampes før den går inn i spraytørka, både for å spare energi og for å bevare kvaliteten på produktet (Walstra et al., 2006). Ved spraytørking varmes luft opp til omtrent 200 °C før lufta går inn i tørkekammeret. I det den konsentrerte væsken som skal tørkes kommer inn i tørkekammeret, blir konsentratet forstøvet til små partikler med jevn størrelse. Samtidig som konsentratet blir forstøvet til små partikler, blir det tørket av den varme lufta. Luft og ferdig tørket pulver separeres fra hverandre i sykkloner eller posefiltre, og går ut



gjennom hver sine kammerutløp (Bylund, 2015). En illustrasjon over spraytørkeprosessen er vist i figur 1.



Figur 1 Illustrasjon over spraytørkeprosessen (Walstra et al., 2006). Viser relevante prosessstrinn og prosessstrømmer.

## 2.2.2 Frysetørking

Frysetørking er en veldig effektiv tørkemethode, men den er også energikrevende og dermed kostbar (Walstra et al., 2006). Materialet som skal frysetørkes blir først fryst inn i et tynt lag. Når det fryste materialet utsettes for vakuum, går iskrystallene direkte fra fast form over til vanndamp. Dette er en faseovergang som kalles sublimasjon. Når en flytende melkeingrediens tørkes, vil den innfryste væsken etter endt frysetørking bli til en luftig masse, som ofte må males til finere pulver (Walstra et al., 2006). Skade fra varmebehandling oppstår ikke ved frysetørking, men det vil heller ikke skje om spraytørking gjennomføres av dyktige personer. Et negativt aspekt ved frysetørking, er at fettkulene er utsatt for delvis koalesens, som kan føre til at det oppstår separasjon ved rekombinering (Walstra et al., 2006).

## 2.3 Glutenfri bakst

### 2.3.1 Glutenallergi

Glutenfrie produkter blir mer og mer etterspurt på markedet (Naqash et al., 2017). Dette skyldes en økt forekomst av cøliaki og andre allergier eller intoleranser mot gluten. Cøliaki er den mest utbredte tarmsykdommen fremkalt av mat (Alencar & Oliveira, 2017). Det er en livsvarig sykdom som omtrent 1 % av befolkninger har, og eneste behandlingen er å ha et

glutenfritt kosthold. Hos de som har cøliaki, vil en immunrespons på gliadinfraksjoner frambringe en betennelsesreaksjon i tarmen (Green & Cellier, 2007). Denne betennelsesreaksjonen skjer først og fremst i øverste del av tynntarmen, og karakteriseres av at lamina propria-slimhinner og epitel blir infiltrert av kroniske betennelsesceller samt utvisking av tarmtotter. Noen symptomer på cøliaki er oppblåsthet, mage- og buksmerter, kronisk diaré og malabsorpsjon av viktige næringsstoffer. De siste årene har den glutenfrie dietten blitt svært populær (Pietzak, 2012). Mange har begynt å selvdagnostisere seg som glutenintolerante eller med irriterbar tarm (IBS), og følger en glutenfri diett uten konsultasjon med lege (Catassi et al., 2013). Den glutenfrie dietten har de senere årene vært omdiskutert, da noen mener det er en «motediett». Flere velger et glutenfritt kosthold uten egentlig å reagere negativt på gluten, men velger det fordi det fremstår som et sunnere alternativ til det vanlige kostholdet (Catassi et al., 2013). En ny studie av Skodje et. al (2018) viste at det er mer sannsynlig at mange som er selvdagnostisert glutensensitive (Non-celiac gluten sensitive, NCGS) egentlig reagerer på fruktaner, og ikke gluten. Fruktaner er en type fermenterbare oligo-, di-, monosakkarider og polyoler (FODMAP), og finnes i mye av den samme maten som det er gluten i. Funnene i denne studien svekker betegnelsen «NCGS», og reiser tvil rundt slike pasienters behov for en glutenfri diett (Skodje et al., 2018).

### 2.3.2 Glutens rolle i bakst

Gluten er et proteinkompleks som finnes i blant annet hvete, og er satt sammen av proteinene gliadin (monomer) og glutenin (polymer) (Gallagher et al., 2004). Egenskapene til gluten kommer fram når melet hydreres. Deigen får de karakteristiske viskoelastiske egenskapene som holder igjen gass fra gjær, samt gir god kvalitet på krummen i ferdig stekt brød. Gluten kalles ofte det strukturelle proteinet i brødbaking ved at det bidrar svært mye til sluttkvaliteten på baksten. Fravær av gluten i en brøddeig kan derfor gi kvalitetsmessige utfordringer, og flere av de glutenfrie produktene på markedet er av lav kvalitet med dårlig smak, munnfølelse og tekstur (Alencar & Oliveira, 2017).

## 2.4 Resepten – ingrediensene

Mange av de glutenfrie melblandingene på markedet i dag inneholder mer enn bare mel og stivelse. De inneholder gjerne ingredienser som stabilisator, salt, sukker og kan også inneholde melkepulvere. Da denne oppgaven går ut på å undersøke effekten av melkeingredienser, var det ønskelig å ha en ren melblanding, og tilsette de øvrige

ingrediensene for seg selv for å ha bedre kontroll over ingrediensene. Ved baking av glutenfritt brød er det ønskelig at de alternative ingrediensene kan erstatte eller etterligne glutenets egenskaper. Rismel i kombinasjon med bokhvetemel, potet- og maisstivelse er en kombinasjon som går igjen i flere oppskrifter på glutenfritt brød (Masure et al., 2016).

#### 2.4.1 Rismel

Rismel egner seg godt i bakst på grunn av egenskaper som hypoallergenitet, fargeløshet og platt smak (Gujral & Rosell, 2004). Rismel inneholder proteiner, fiber og litt fett og har et høyt innhold av lettfordøyelige karbohydrater, samt et lavt natriuminhold (Nishita et al., 1976).

#### 2.4.2 Bokhvetemel

Bokhvete er et pseudocereal (plante som ikke tilhører gressfamilien) som er svært tilpasningsdyktig til forskjellige miljøer (Arendt & Zannini, 2013). Bokhvete har et høyt innhold av flerumetta fettsyrer, mineraler og vitaminer, kostfiber, antioksidanter og proteiner og har høy næringsverdi (Arendt & Zannini, 2013). Torbica et al. (2010) viste at tilsetning av bokhvetemel i glutenfrie brød kunne forbedre smaken, redusere graden av retrogradering av stivelse, men også føre til dårligere gelstyrke ved høy prosentandel.

#### 2.4.3 Potetstivelse

Kim, M., Yun, Y. og Jeong Y. (2015) viste at det å tilsette potetstivelse til glutenfritt risbrød kunne bidra til en økning i viskositetsparametere og forsinke retrogradering av stivelse under lagring i 3 dager. Potetstivelsen sammen med rismel ga glutenfritt brød av høy kvalitet både på utseende og smak (Kim et al., 2015).

#### 2.4.4 Maisstivelse

Både ris og mais er ingredienser som er brukt mye i glutenfri baking, da disse er de to mest produserte cerealene i verden (Bourekoua et al., 2018). Positiv effekt av maisstivelse indikerer at det kan bidra til økt volum i glutenfritt brød (Horstmann et al., 2016).

#### 2.4.5 Vann

Som oppsummert i Ngemakwe, Le Roes-Hill og Jideani (2015) kommer det fram at vann hydrerer proteinene og karbohydratene i de tørre ingrediensene når de blandes sammen, og at

vann derfor fungerer som et dispergeringsmiddel. Vannet gjør at ingrediensene kommer i kontakt med hverandre og løser opp løselige ingredienser, og deig dannes når vann og mel blandes sammen. Enzymer, som amylase, aktiveres for nedbrytning av stivelse og produksjon av sukker. Hydreringen av proteinene bidrar til utvikling av en viskoelastisk deig, samt gelatinisering av stivelse under bakingen (Ngemakwe et al., 2015).

#### 2.4.6 Gjær

Som oppsummert i Ngemakwe, Le Roes-Hill og Jideani (2015) presenteres det at gjær, som oftest *Saccharomyces cerevisiae*, brukes i bakst på grunn av evnen til å danne gass ved å bryte ned glukose. Gjæren fermenterer glukose til karbondioksid og etanol, og karbondioksidgassen bidrar til at det dannes gassceller i deigen. Slike gassceller gjør at bakst blir mindre kompakt, og heller luftig og lett å spise. Som et resultat av fermenteringen dannes det også biprodukter fra reduserte sukkere som reagerer med proteiner under baking. Slike biprodukter bidrar til ekstra smak i bakst (Ngemakwe et al., 2015). Tørrgjær ble valgt over fersk gjær i denne oppgaven på grunn av stabilitet. Frysetørket gjær har lengere holdbarhet enn fersk, og vil derfor være mer stabil eller lik fra pakning til pakning.

#### 2.4.7 Sukker

Sukker tilsettes ved baking av brød for å få start på fermenteringen (Mondal & Datta, 2008).

#### 2.4.8 Fiberhusk

Hydrokolloider og gummier er viktige ingredienser for få forbedret kvalitet på glutenfrie brød (Mariotti et al., 2009). Slike ingredienser har strukturdannende egenskaper som bidrar til høyere deigkonsistens, forbedret kapasitet til å holde på gass og lengere holdbarhet. Fiberhusk er en slik ingrediens som er lett tilgjengelig i Norge. Fiberhusk forbedrer egenskapene i en glutenfri deig ved at det dannes et svakt gelnettverk som holder på CO<sub>2</sub>, samt har geldannelses- og vannabsorpsjonsegenskaper (Haque & Morris, 1994; Mariotti et al., 2009).

#### 2.4.9 Bakepulver og eplecidereddik

Bakepulver er et kjemisk hevemiddel som frigjør CO<sub>2</sub> (Store Norske Leksikon, 2016). Bakepulver aktiveres ved tilføring av fuktighet, når det utsettes for varme eller reagerer kjemisk med en syre. Syre må tilsettes for å frigjøre all gassen, og derfor ble også

eplecidereddik tilsatt (Store Norske Leksikon, 2016). På grunn av utfordringene med å få poreutvikling i glutenfri bakst, ble bakepulver tilsatt i tillegg til gjær.

#### 2.4.10 Salt

Som oppsummert i Ngemakwe, Le Roes-Hill og Jideani (2015) presenteres det at salt bidrar med smak til bakst, og bidrar til at deigen blir lettere å håndtere. Salt gjør at melproteinene suger opp vann og sveller saktere, men hjelper også med på å holde på gassen, og forbedrer brødkrummen og egenskaper ved oppskjæring (Ngemakwe et al., 2015).

#### 2.4.11 Rapsolje

Tilsetning av fett til brød kan føre til forbedret volum i brødet, en finere og mer homogen krummestruktur med tynne cellevegger (Brooker, 1996).

#### 2.4.12 Melkeingredienser

Som oppsummert i Gallagher, Gormley og Arendt (2003) presenteres det at tilsetning av melkeingredienser lenge har vært etablert i bakeindustrien. Proteinene i melkeingredienser innehar funksjonelle egenskaper som gjør at de kan inkorporeres i mange forskjellige matprodukter. Gallagher et al. (2003) oppsummerer at melkeingredienser brukes i brød på grunn av funksjonelle fordeler som forbedring av smak, tekstur og holdbarhet, samt for å gi økt næringsinnhold. I glutenfrie brød kan melkeingredienser bidra til bedre vannabsorpsjon, og dermed gjøre bearbeiding og håndtering av deig enklere.

### 2.5 Teksturanalyse

Teksturen til et matprodukt kan være vanskelig å definere, men i veldig korte trekk kan tekstur defineres som en gruppe fysiske egenskaper som kommer fra strukturen til maten (Bourne, 1982). Det er en kjent sak at brød og annen bakst blir hardere og tørrere for hver dag som går. For å måle denne utviklingen kan teksturanalyse benyttes. Prosjektet «Bread Firmness» kan brukes med en Texture Analyser fra Stable Micro Systems. Med denne metoden defineres fasthet som kraften som må påføres for å få presset ned et produkt en gitt distanse (Stable Micro Systems l.td, 2007a).

## 2.6 Sensorisk analyse

I følge Lawless og Heymann (2010) er sensorisk analyse et sett av teknikker som brukes for å samle inn nøyaktig målinger av menneskelig respons på mat. Ved å bruke disse teknikkene vil potensielle effekter av forutinntatte meninger og merkevarer bli minimalisert. Hensikten med slike analyser er å kartlegge de sensoriske egenskapene ved matprodukter, og det gir veldig nyttig og viktig informasjon til blant annet matforskere og produktutviklere (Lawless & Heymann, 2010).

### 2.6.1 Profilerings/Beskrivende sensorisk analyse

En beskrivende analyse, eller profilering, er et svært effektivt verktøy for å kartlegge en komplett sensorisk beskrivelse av produkter (Lawless & Heymann, 2010). Slike analysemetoder hjelper med identifisering av underliggende variasjoner fra ingredienser og prosesser, samt hvilke attributter som er viktige for aksept. Ved en generell profilering består panelet av 8-12 personer som er trent ved hjelp av en referansestandard. Referansestandarder hjelper panelet med å bli enige om betydningen av de forskjellige attributtene, og det benyttes ofte en kvantitativ intensitetsskala som legger til rette for statistiske analyser av resultatene (Lawless & Heymann, 2010).

### 2.6.2 Liking

For å kartlegge hvor godt forskjellige produkter er likt, kan en hedonisk 9-punkts skala benyttes (Lawless & Heymann, 2010). En slik skala vil typisk gå fra «liker ekstremt dårlig» til «liker ekstremt godt», og er svært enkel å bruke.

## 3 Materialer og metoder

### 3.1 Forforsøk

Før forforsøket, ble forskjellige resepter testet hjemme på kjøkkenbenken. Etter testing hjemme ble det klart at det ikke skulle brukes havremel og at mengden fiberhusk måtte begrenses. En resept av Ingvild Kristine Ofstad (2014) ble testet, og denne resepten ble videre testet i forforsøket. Forforsøket ble gjennomført i to trinn. Første trinn ble gjennomført på Pilotanlegget i Meieribygget på NMBU i desember 2017. Da ble det bakt glutenfrie brød med de samme ingrediensene som i hovedforsøket. Det ble bakt tre varianter; standard (uten melkepulver), med kjernemelkepulver og med skummetmelkepulver. Neste forforsøk ble gjennomført på Tine FoU Kalbakken. Fasilitetene som skulle benyttes i hovedforsøket ble testet og det ble bakt glutenfritt brød uten melkepulver og med kjernemelkepulver, samt rekombinert kjernemelk. Etter dette forforsøket ble det besluttet å ikke rekombinere melkepulver i hovedforsøket, men kun se på effekten av å erstatte mel med melkepulver. Med resepten som ble testet ble omtrent 15 % av tørrstoffnivået i melmengden erstattet med melkepulver. Dette viste tydelige forskjeller fra standardbrød, og ut i fra dette ble det tatt en beslutning om å erstatte 10 og 20 % av melmengden med melkepulver på tørrstoffnivå videre i hovedforsøket. På grunn av tidsaspektet, ble det kun frysetørket nok sur myse til å erstatte melmengden på 10 %-nivå. Sur myse ble forsøkt tørket i en spraytørke på Pilotanlegget i Meieribygget på NMBU i november 2017. Dette var ikke vellykket på grunn av blant annet den sure mysas hygroskopisitet. Den sure mysa ble klissete og klistret seg til kammerveggene, og dette kan sees i figur 2.



Figur 2 Resultatet etter forsøket på å tørke konsentrat av sur myse ved hjelp av spraytørke.

## 3.2 Forsøksdesign

I denne oppgaven ble det produsert glutenfrie brød med forskjellige melkepulvere.

Melmengden ble erstattet med 0% (standard), 10 % og 20 % melkepulver på tørrstoffnivå.

Hver brødvariant ble bakt med tre gjentak, bortsett fra standardbrød som ble bakt med fire gjentak (hver bakedag). Hovedforsøket ble gjennomført på Tine FoU Kalbakken fordelt på to uker. Forsøksdesignet er vist i tabell 4.

*Tabell 4 Viser hvilke oppskrifter som ble bakt de forskjellige dagene i bakeuke 1 og 2. Det første tallet i koden forklarer hvilken bakedag brødet ble bakt. KMP står for kjernemelkpulver, SKMP står for skummetmelkpulver og SurM står for sur myse. Tallet bakerst i koden forteller hvilket nivå av melkepulver som ble benyttet. 10 og 20 betyr at 10 % og 20 % av tørrstoffmengden i melet er erstattet av melkepulver.*

Uke	Dag	Variant	Kode
1	1	Standard	1-Standard
		Kjernemelkpulver, 10 %	1-KMP-10
		Kjernemelkpulver, 20 %	1-KMP-20
		Skummetmelkpulver, 10 %	1-SKMP-10
		Skummetmelkpulver, 20 %	1-SKMP-20
	2	Sur myse, 10 %	2-SurM-10
		Skummetmelkpulver, 20 %	2-SKMP-20
		Standard	2-Standard
		Skummetmelkpulver, 10 %	2-SKMP-10
		Kjernemelkpulver, 10 %	2-KMP-10
2	3	Skummetmelkpulver, 10 %	3-SKMP-10
		Kjernemelkpulver, 20 %	3-KMP-20
		Standard	3-Standard
		Skummetmelkpulver, 20 %	3-SKMP-20
		Sur myse, 10 %	3-SurM-10
	4	Kjernemelkpulver, 20 %	4-KMP-20
		Sur myse, 10 %	4-SurM-10
		Kjernemelkpulver, 10 %	4-KMP-10
		Standard	4-Standard

Forsøksdesignet i tabell 4 viser at oppskriftene ble forsøkt fordelt slik at de ble bakt i varierende rekkefølge mellom de forskjellige bakedagene. Standardbrød ble bakt hver bakedag, og glutenfrie brød med sur myse ble bare bakt på 10 %-nivå.



### 3.3 Ingredienser

Ingrediensene som ble brukt ble testet under forforsøket. Dette delkapittelet viser mengder og produsenter for de forskjellige ingrediensene.

Ingrediensene som var konstante for alle oppskriftene er vist i tabell 5.

Tabell 5 Konstante ingredienser til oppskriftene på glutenfrie brød med forskjellige melkepulvere. Viser produsent og mengde i gram.

<b>Ingredienser</b>	<b>Produsent</b>	<b>Mengder (g)</b>
Vann til gjærblanding, romtemp		500
Tørrgjær	Idun Industri AS	33,5
Sukker	Unil AS	55
Fiberhusk	Orkla Health AS	19,25
Bakepulver	Mondelez Norge	31,5
Salt	Jozo	15
Eplecidereddik	Heinz	24,75
Rapsolje	Unil AS	38,5
Vann, romtemp.		780

Tabell 5 viser mengden (gram) av de konstante ingrediensene som ble brukt til hvert bakegjentak. Vann har ingen produsent, da det ble benyttet springvann.

Melblandingen ble målt opp etter forholdet 4:2:2:1. Meltypene, produsent og forhold er vist i tabell 6.

Tabell 6 Mengdeforholdet mellom meltypene rismel, bokhvetemel, potetstivelse og maisstivelse og produsentene av meltypene.

<b>Meltype</b>	<b>Produsent</b>	<b>Forhold</b>
Rismel	Risenta AB	4
Bokhvetemel (fint)	Urtekram Int. A/S	2
Potetstivelse	HOFF SA	2
Maisstivelse	Unilever	1

Rismel, bokhvetemel, potetstivelse og maisstivelse utgjorde melblandingen etter forholdet på henholdsvis 4:2:2:1.

På grunn av at melet skulle erstattes med melkepulver på tørrstoffnivå, ble det tilsatt varierende mengder av mel og melkepulver i de forskjellige oppskriftene. Disse mengdene er vist i tabell 7.

Tabell 7 Mengde mel og melkepulver som ble brukt til baking av standardbrød, brød med 10 % og 20 % kjernemelkpulver (på tørrstoffnivå), 10% og 20 % skummetmelkpulver og 10 % sur myse-pulver. Kjernemelkpulver, skummetmelkpulver og konsentrat av sur myse (som ble tørket til pulver på frysetørke) kom fra TINE SA.

	Standard	KMP-10	KMP-20	SKMP-10	SKMP-20	SurM-10
<b>Mel (g)</b>	1460	1314,3	1168,2	1314,3	1168,2	1314,3
<b>Melkepulver (g)</b>	0	129,4	258,8	129,4	258,8	134,4

Tabell 7 viser at standardbrød ikke ble tilsatt melkepulver, og hvilke mengder av melkepulverne som måtte tilsettes for å erstatte 10 % og 20 % av melet på tørrstoffnivå.

### 3.4 Frysetørring av sur myse

Konsentrat av sur myse (TINE SA/TINE Meieriet Frya) ble tørket ved hjelp av en frysetørke (DryWinner 6-85, Heto-Holten A/S, Danmark). I en målesylinder ble 200 ml konsentrert sur myse målt opp, og deretter overført til rundkolber med slip med volum på 1 liter. En og en kolbe ble fryst inn på et rødspritbad (Haake K-41, Gebrüder Haake, Tyskland) i 30 minutter under rotering. Det ble tørket 4-5 kolber på frysetørka av gangen, og tørketiden var på omtrent 2 døgn. Dette ble gjennomført i til sammen 6 omganger, og kolber med sur myse under frysetørkeprosessen er vist i figur 3.



Figur 3 Rundkolber med konsentrat av sur myse under frysetørkeprosessen.

### 3.5 Hovedforsøk

Bakingen av glutenfrie brød foregikk mandager og tirsdager i bakeuke 1 og 2. Ingrediensene som kunne veies ut på forhånd, ble veid ut fredag før bakeuken. De tørre ingrediensene ble veid ut i små plastglass, dekket med aluminiumsfolie og merket. Tiltrent mengde mel, melkepulver, tørrgjær, eddik, olje og vann ble målt opp hver bagedag. Melblandingen ble også veid ut på forhånd. En og en meltype ble veid ut, og deretter blandet godt i en bøtte ved hjelp av en stor visp og ved å løfte opp melet med en stålbolle og drysse det ned igjen. Hver

bakedag ble det bakt fire eller fem gjentak. Se tabell 4 for oversikt over hvilke brød som ble bakt hvilken dag. Bakeprosessen for et gjentak startet med å blande ut sukker og tørrgjær i romtemperert vann. Mens gjæren ble aktivert i 20 minutter, ble mel, melkepulver og vann målt opp. Bakebollen ble rensset fra forrige bakegjentak og brødformer ble stilt opp og sprayet med formfett. Videre ble de tørre ingrediensene overført til bakebollen, og deretter de våte ingrediensene. Deigen ble mikset med en VarimixerBear (Planetary mixer model CR30/VLIC) (AS Wodschow & Co, Danmark) på hastighet 1 i 30 sek og hastighet 3 i 2 min 30 sek. En flatvisp ble benyttet til å blande sammen deigen. Etter 1 minutt ble maskinen stoppet for å skrape mel ned fra kantene. En innebygd stoppeklokke i mikseren ble benyttet til å følge med på tiden. Da deigen var ferdig blandet, ble den overført til brødformer. Ved hjelp av en øse ble det overført 350 g deig til hver av de syv formene. Deigene ble satt til heving i 40 minutter i et raskeskap, 37 °C og 75 % luftfuktighet (Lillnord, Danmark). Etter 40 minutter i raskeskap, ble brødene stekt i 25 minutter på 200 °C i bakerovn (CS Aerotherm, India). Deigen ble analysert på TA.XTplus teksturanalysator (Stable Micro Systems, England) før produksjon av neste deig startet.

## 3.6 Analyser

### 3.6.1 Analyser før bakeprosessen

#### 3.6.1.1 Tørrstoff

Tørrstoff i frysetørket sur myse, kjernemelkpulver og melblanding ble målt i henhold til ISO standard 2920, IDF 58 (ISO/IDF, 2004) i et tørkeskap (VENTI-Line 112 Prime, VWR, Polen). Benyttet formel og tørrstoffinnhold ligger vedlagt i vedlegg G.

### 3.6.2 Teksturanalyse på deig og ferdig stekt brød

De forskjellige teksturanalysene for deig og brød hadde forskjellige betingelser og innstillinger. Disse betingelsene er vist i tabell 8.

Tabell 8 Innstillingene på teksturanalysatoren TA.XT.plus som ble benyttet ved teksturanalyse på deig og ferdig stekte glutenfrie brød (Stable Micro Systems l.td, 2007a; Stable Micro Systems l.td, 2007b)

	<b>Deig</b>	<b>Brød</b>
<b>Modus</b>	<i>Klebrighetstest</i>	<i>Måle kraft i kompresjon</i>
<b>Pre-testfart</b>	0,5 mm/s	1,0 mm/s
<b>Testfart</b>	0,5 mm/s	1,7 mm/s
<b>Post-testfart</b>	10,0 mm/s	10,0 mm/s
<b>Distanse</b>	4 mm	
<b>Kraft</b>	30 g	
<b>Tid</b>	0,1 s	
<b>Belastning</b>		30 %
<b>Utløsende</b>	Auto – 5 g	Auto – 5 g
<b>Tareringsmodus</b>	Auto	Auto
<b>Datainnsamlingstype</b>	500 pps	500 pps

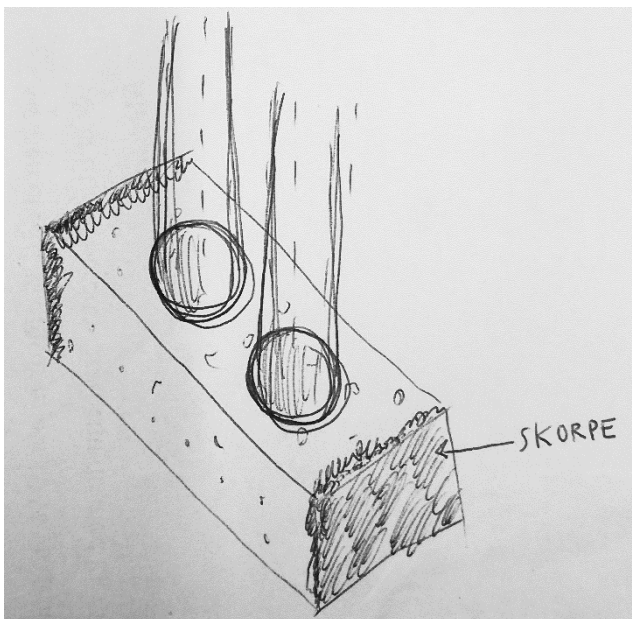
Tabell 8 viser hvilke innstillinger som ble benyttet på teksturanalysatoren ved analyse av deig og ferdig stekte brød. Mye var likt mellom analysene, men blant annet testfarten var forskjellig.

#### 3.6.2.1 Analyse av fasthet og klebrighet i deigen

Teksturanalyse på deig ble utfordrende på grunn av konsistens og mangel på tid. Deigen måtte være mer som en røre for å få ønsket poring i de ferdige brødene, og det var ikke tid til å teste ut nye resepter på dette tidspunktet. Det ble derfor bestemt å kjøre analyse på «Dough Stickiness». Dette er en metode som gir resultater om deigens klissethet, klebrighet og deigstyrke (Stable Micro Systems l.td, 2007b). Deiganalysen ble gjort ved hjelp av en TA.XTplus teksturanalysator (Stable Micro Systems, England) og probe på 25 mm i diameter (25 mm perspex cylinder probe (P/25P)). Deig ble overført til plastkopp, og analysert innen 10-30 minutter etter at den ble laget. Resultatene gikk inn i TA.XTplus teksturanalysator-programmet, og ble analysert med prosjektet «Dough Stickiness». Hver deig ble analysert tre ganger.

### 3.6.2.2 Fasthet på brød

De glutenfrie brødene ble analysert over en periode på 3 døgn for å følge med på utviklingen av hardhet. Brødene hvilte på rist i romtemperatur i minst 2 timer etter steking for å sikre fullstendig nedkjøling før analysering. Ved prøveopparbeidelse til fasthetsanalyse, ble brødene først skjært i to med brødkniv. Fra midten ble det skjært av tre skiver med 25 mm tykkelse. På grunn av lave brød, ble skorpene på langsiden (bunn og topp) skjært vekk slik at de ikke skulle påvirke resultatene. En TA.XTplus teksturanalysator og probe på 25 mm i diameter (25 mm perspex cylinder probe (P/25P)) ble benyttet. Resultatene gikk inn i TA.XTplus teksturanalyse-programmet, og ble analysert henhold til AACC metode (74-09.01) «Bread Firmness» (Stable Micro Systems l.td, 2007a). Det ble gjennomført målinger på tre skiver fra hvert brød, og på hver skive ble det gjennomført to målinger. Den påførte kraften ble målt i gram. Skivene ble plassert under proben slik at skorpene ikke skulle påvirke resultatene, og slik at det ikke ble gjort målinger på samme sted to ganger. Skissen i figur 4 viser hvordan proben gikk inn i brødskivene.



Figur 4 Hver brødskive ble analysert to ganger med teksturanalysatoren. Skissen viser hvordan proben ble kjørt inn i skiven to ganger, uten å være for nære skorpene og uten å være for nære tidligere måling.

Noen av brødvariantene var så lave at diameteren på proben oversteg høyden på brødene. Brødene som ble bakt under andre forsøksuke, ble derfor i tillegg til 25 mm proben analysert med en probe med diameter på 10 mm (P/10P – 10 mm diameter cylinder probe). Dette ble gjort for å kontrollere om resultatene med 25 mm proben var representative.

### 3.6.3 Sensorisk analyse

Den sensoriske analysen ble gjennomført på brød som var fryst 0, 1, 2 og 3 døgn etter baking på Tine FoU Kalbakken. Brødene ble tatt opp til tining ca. tre timer før bedømmelse. Brødene ble påført varme i to minutter på 100 °C (Azinger, 2018), og deretter tint videre på rist i romtemperatur. Den sensoriske analysen ble fordelt på to dager, og et eksemplar av brød lagret i 0, 1, 2 og 3 døgn fra alle de seks reseptene ble bedømt. Standardresepten ble bedømt begge dagene. Det ble til sammen 28 prøver, og 14 prøver ble bedømt per dag. Alle brødene fikk en unik tresifret kode, med tall fra 0 til 9, hvor ingen av kodene startet på 0 eller 1. Brødene ble bedømt ved hjelp av to forskjellige metoder. Først ble det gjennomført en profilering, deretter en test på liking.

#### 3.6.3.1 Profilering

En profilering, eller beskrivende test, ble gjennomført for å kartlegge forskjeller i egenskaper hos de glutenfrie brødene. Panelet bestod av fem dommere, tre av disse var med på begge bedømmelsene, mens to av dommerne var varierende. På grunn av at panelet som skulle benyttes var utrent, ble profileringen gjort i plenum. Egenskapene var valgt ut på forhånd. For hver prøve og for hver egenskap ble panelet enige om rangering. Rangeringen gikk fra 1 til 9, og hvordan skalaen var definert var avhengig av hvilken egenskap som ble bedømt. Egenskapene som ble bedømt var fargestyrke på krumme og skorpe, porestørrelse, porefordeling, konsistens på krumme og skorpe, saftighet på krumme, søthet, syrlighet, gjærsmak, saltsmak, kornsmak, besk smak og bismak. Som et eksempel betydde 1 lys og 9 mørk for egenskapen fargestyrke. Se vedlegg E for fullstendig profileringsskjema, forklaringen av egenskaper og hvordan skalaene var definert.

#### 3.6.3.2 Liking

Det samme dommerpanelet som var med i profileringen var også med på å bedømme grad av liking. For hver prøve ble først profileringen gjennomført i plenum, og deretter bedømte hver dommer individuelt hvor godt de likte prøven. Skalaen som ble benyttet gikk fra 1 til 9, hvor 1 var «Misliker ekstremt mye» og 9 var «Liker ekstremt godt». Skalaen ble definert slik:

- 1 - Misliker ekstremt mye
- 2 - Misliker svært mye
- 3 - Misliker mye
- 4 - Misliker litt
- 5 - Verken liker eller ikke liker
- 6 - Liker litt
- 7 - Liker godt
- 8 - Liker svært godt
- 9 - Liker ekstremt godt

#### 3.6.4 Statistiske analyser

For enkle grafiske figurer, ble MS Excel benyttet. Two Way ANOVA ble utført ved hjelp av den statistiske programvaren *R Commander* v. 3.2.2 (John Fox et al, Canada) for å kartlegge signifikante forskjeller. Videre ble Tukeytest med *R Commander* benyttet for å skille mellom hvilke egenskaper og oppskrifter o.l. som var signifikant forskjellig fra hverandre. For å lage Principal Component Analysis (PCA)-plot ble *The Uncrambler® X* v. 10.5 (Camo Software, Oslo, Norge) benyttet.



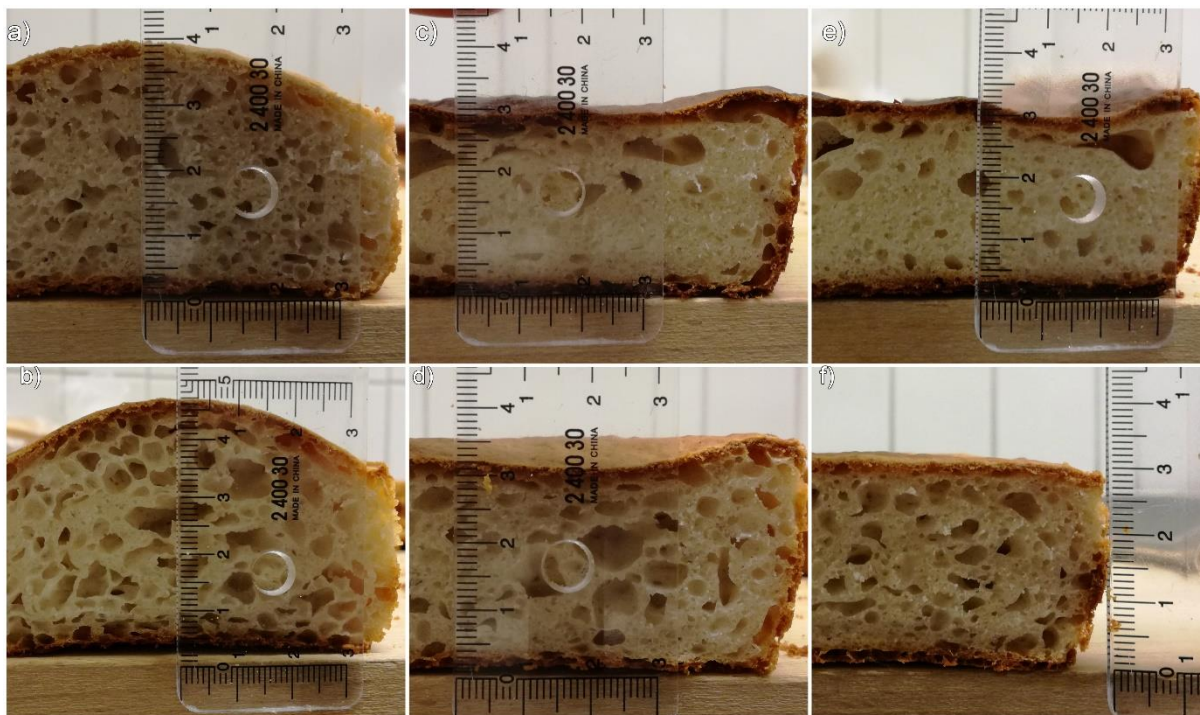


## 4 Resultater

Resultatene ble sortert og analysert med enkle verktøy i Excel. Videre ble resultatene analysert med R-commander og The Unscrambler X. Effekten av de forskjellige melkeingrediensene er presentert ved hjelp av resultater fra teksturanalyser og sensoriske analyser. Det er sett på interaksjoner mellom alder, oppskrift og hardhet, samt sensoriske egenskaper og liking. Gjennom hele resultatdelen vil forkortelsene KMP, SKMP og SurM benyttes. De står for henholdsvis kjernemelkpulver, skummetmelkpulver og pulver av sur myse. Tallene foran forkortelsene, 1, 2, 3 og 4, står for hvilken dag brødene er bakt. Tallene som står etter forkortelsene, 10 og 20, forklarer om melkepulveret har erstattet melmengden på 10 % eller 20 % av tørrstoffnivå. Rådata er tilgjengelig i vedlegg A-D.

### 4.1 Observasjoner

Det ble tatt bilder av brødene for å vise de umiddelbare forskjellene på utseende mellom oppskriftene. Brødene ble delt cirka på midten og høyden ble målt med en linjal. Figur 5 viser pore- og høydeforskjell mellom de 6 ulike oppskriftene.



Figur 5 Bilder av ferdig stekte brød med linjal for å vise høyden. Bildene går fra a-f hvor a) Standard, b) Sur myse, c) kjernemelk 20 %, d) kjernemelk 10 %, e) skummetmelk 20 %, f) skummetmelk 20 %.

Bildene i figur 5 viser at 10 % sur myse ga de høyeste brødene, på ca. 4,6 cm. Deretter kom standard med ca. 3,9 cm, 10 % kjernemelk ca. 3,2 cm, 20 % skummetmelk ca. 3,1 cm, 10 % skummetmelk ca. 3,0 cm og 20 % kjernemelk ca. 2,9 cm. Belysning var ikke standardisert

under bildetakning, men det er tydelig at standardbrødene var gråere enn brødene med melkepulver. Hos brødene med 20 % kjernemelk- og skummetmelkpulver lå det en stor pore under skorpen. Denne poren ble tydeligere ved lagring ved at den delte krummen og skorpen fra hverandre.

For å vise forskjell i fargestyrke på skorpen etter steking, ble det tatt bilde. Dette er vist i figur 6.



*Figur 6 Forskjeller i skorpefarger og overflater på ferdig stekte glutenfrie brød med forskjellige melkepulvere og nivåer av melkepulvere. Fra venstre: sur myse-pulver 10 %, skummetmelkpulver 20 %, standard (uten melkepulver), skummetmelkpulver 10 % og kjernemelkpulver 10 %. Bildet er tatt andre bagedag i første bakeuke.*

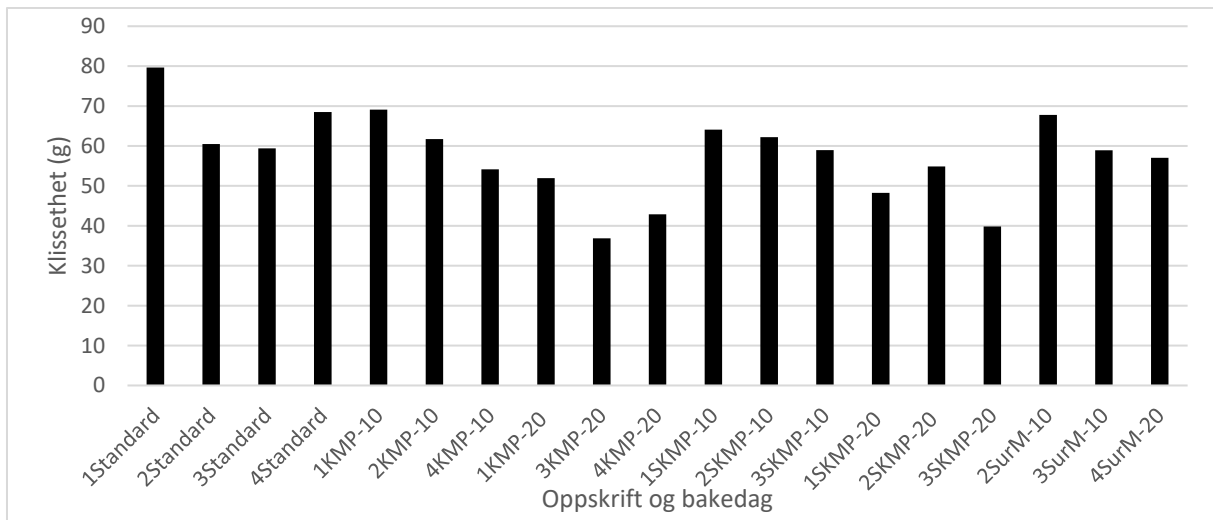
Figuren viser at de forskjellige nivåene av melkepulver ga tydelig utslag på fargestyrke på skorpen. Standardbrødet var lysest, brødene med 10 % melkepulver var mørkere og brødet med 20 % melkepulver var mørkest. For brødene med 10 % melkepulver ga spesielt kjernemelk og skummetmelk veldig lik farge og overflate. Sur myse ga en jevnere overflate og farge. Standardbrødet og brød med 10 % sur myse hadde lignende overflate, men ikke lik farge.

## 4.2 Teksturanalyse

Teksturanalyse ble gjennomført på deig og ferdig stekte brød. Resultatene fra disse analysene er fremstilt ved hjelp av forskjellige enkle figurer og statistiske metoder i dette delkapittelet.

### 4.2.1 Deiganalyse

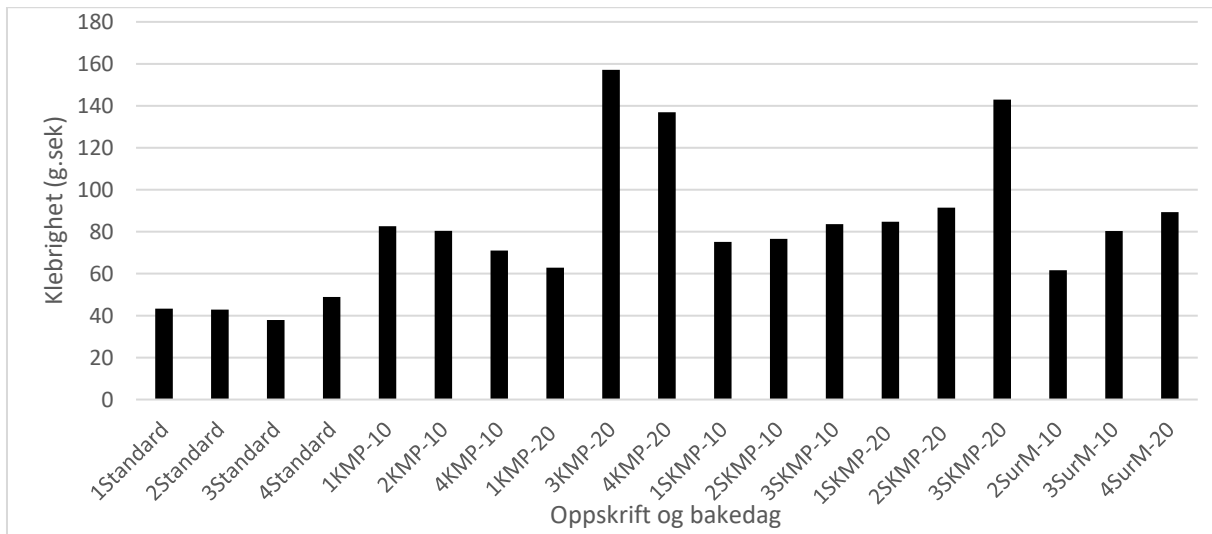
Alle deigene ble analysert med en teksturanalysator, og det ble målt klissethet, klebrighet og deigstyrke. Two-Way ANOVA test viste signifikante forskjeller ( $p > 0,001$ ) for både klissethet, klebrighet og deigstyrke. Det var også signifikante forskjeller mellom oppskriftene, bakedag og interaksjonen mellom oppskrift og bakedag. I figur 7 er tallene for klissethet vist.



Figur 7 Klissethet i deigen vist grafisk i gram. Tallene foran koden viser hvilken bakedag deigene ble laget og analysert.

Figuren viser at standardoppskriftene ga de mest klissete deigene, fra 60 – 80 g. Videre var det alle oppskriftene med 10 % melkepulver som ga de nest mest klissete deigene, med klissethet på mellom ca. 50 – 70 g. Deigene med 20 % melkepulver var de minst klissete, med klissethet på mellom ca. 35 – 55 g.

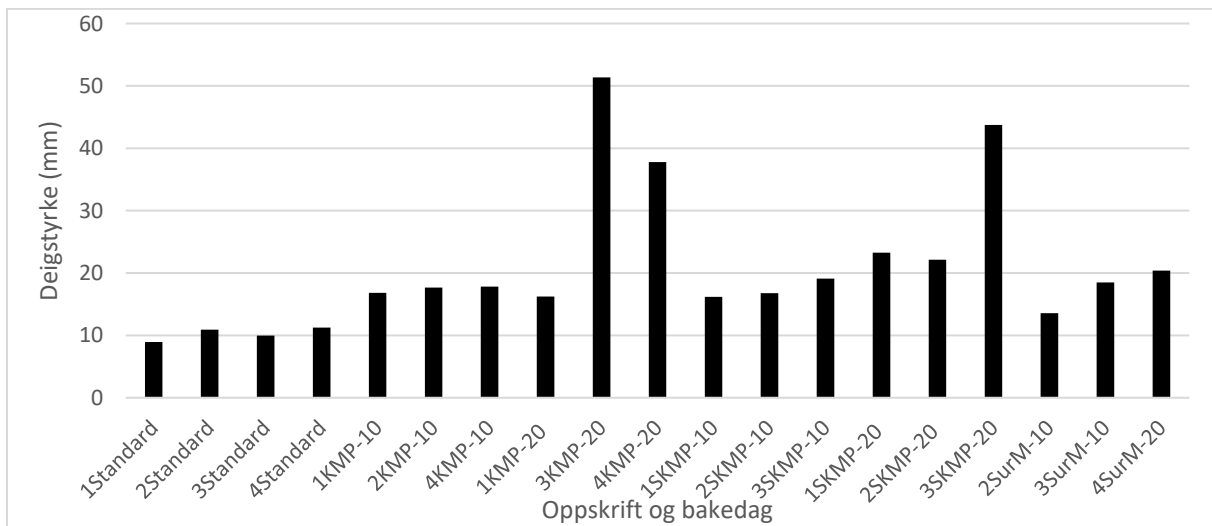
Klebrighetsresultatene fra deiganalysen er vist i figur 8.



Figur 8 Klebrighet i deigen er vist grafisk i g.sek. Tallene foran koden viser hvilken bagedag deigene ble laget og analysert.

Figur 8 viser at standardoppskriften ga de minst klebrige deigene, med klebrighet på ca. 40 – 50 g.sek. Deigene med 20 % melkepulver ga mest klebrige deiger. For deigene med 20 % kjernemelk var det stor forskjell mellom deigen som ble bakt på bagedag 1, klebrighet ca. 63 g.sek, og den som ble bakt bagedag 3, klebrighet 157 g.sek, og bagedag 4, klebrighet 137 g.sek. For deigene med 20 % skummetmelk var det stor forskjell mellom deigene bakt på bagedag 1 og 2, og deigen bakt på bagedag 3.

Deigstyrken til deigene ble også målt gjennom deiganalysen. Resultatene er vist i figur 9.



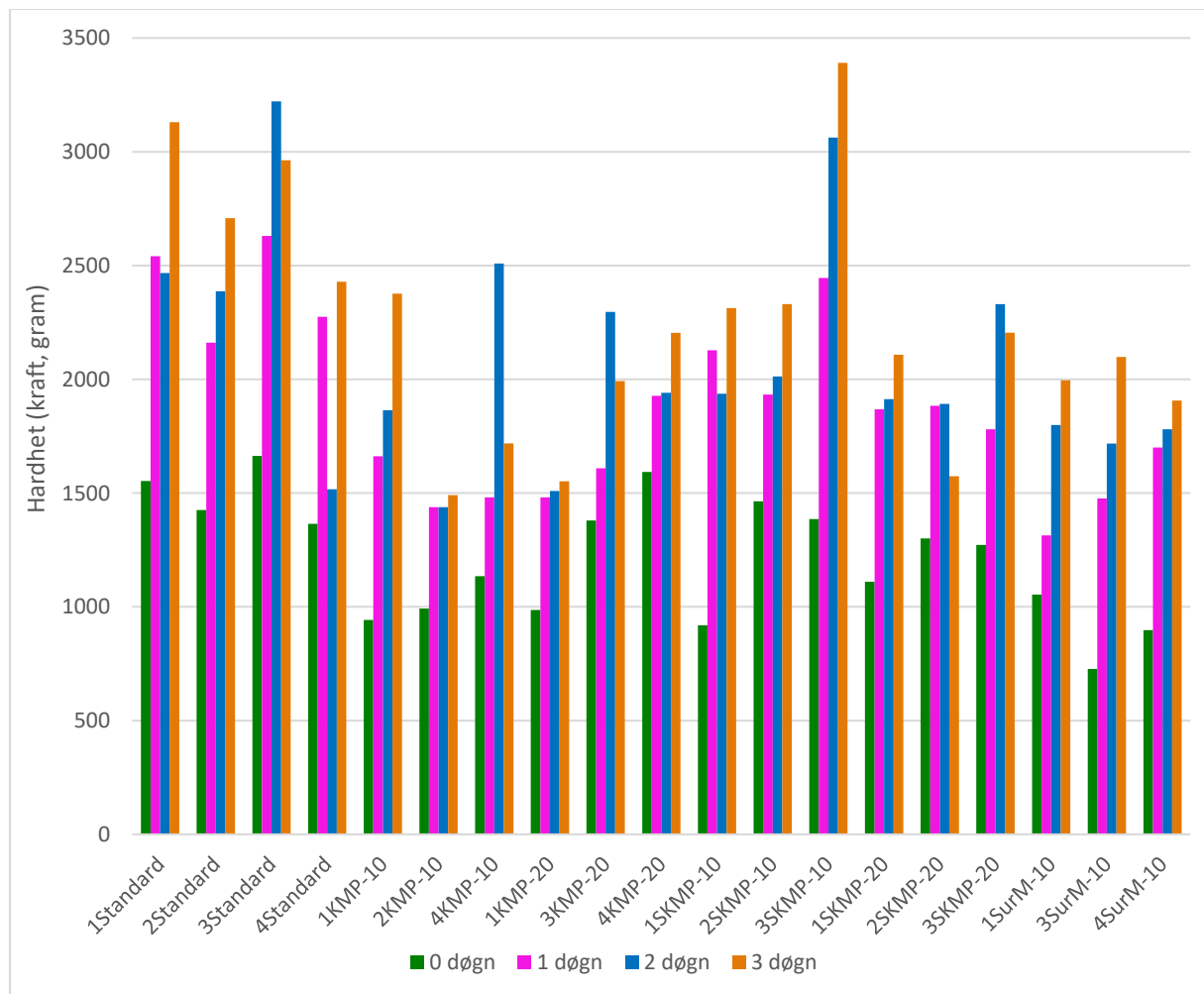
Figur 9 Deigstyrke/sammenheng i deigen vist grafisk i mm. Tallene foran koden viser hvilken bagedag deigene ble laget og analysert. Deigstyrke er målt i mm, og lavt tall tilsvarer sterk deig.

Figur 9 viser at standardoppskrift ga sterkest og mest sammenhengende deig. Oppskriftene med 20 % melkepulver ga de svakeste eller minst sammenhengende deigene. I denne figuren

er det samme tendens for deigene med 20 % kjernemelk- og 20 % skummetmelkpulver som i figur 8, hvor det er stor forskjell mellom bakedagene.

#### 4.2.2 Hardhet på brød

Hardheten til brødene ble målt med en Texture analyser i henhold til AACC metode (74-09) «Bread Firmness». Figur 10 viser resultatene fra teksturanalysen på ferdig stekte brød.

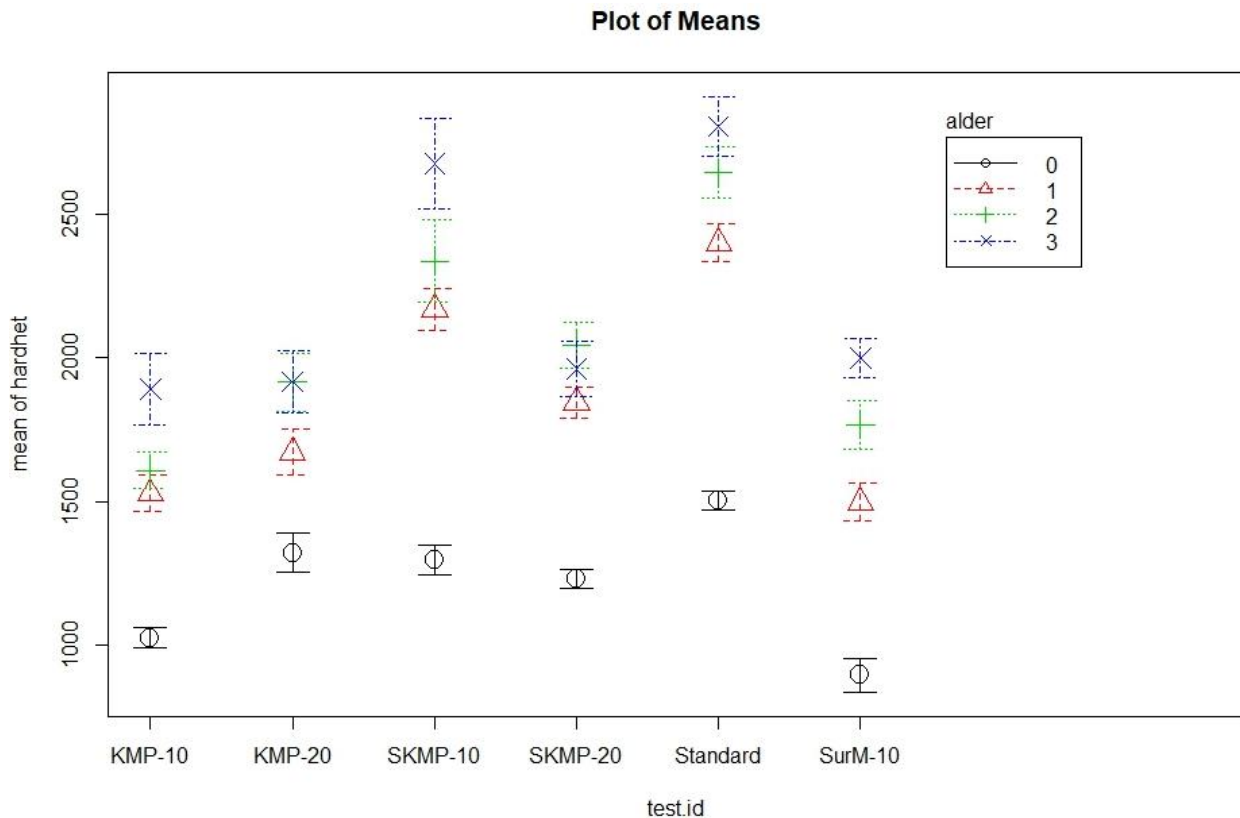


Figur 10 Resultatene fra måling av hardhet på alle bakegjentakene. Viser hardhet for brød som ikke var lagret (0 døgner) og de som var lagret i 1, 2 og 3 døgner.

Figur 10 viser at for alle gjentakene ble brødene som ikke var lagret mykest. Det aller mykeste brødet i denne figuren var 10 % sur myse som ikke var lagret (0 døgner) med hardhet på ca. 725 g. Ikke lagret-brød som scoret høyest på hardhet var et standardbrød med hardhet på ca. 1660 g. For 11 av de 19 gjentakene i figuren øker hardheten fra døgner til døgner. For de resterende 8 var det variasjon i hvilke lagringsperioder som ga hardest brød. For et av brødene med 10 % kjernemelk hadde brød lagret i 2 døgner en hardhet på ca. 2500 g, mens brød lagret i 3 døgner var nede på ca. 1720 g. Det aller hardeste brødet var et brød med 10 % skummetmelk

lagret i 3 døgn med hardhet på ca. 3400 g. De minst harde brødene etter 3 døgn lagring var to av brødene med 10 % kjernemelk, med hardhet på rundt 1500 g.

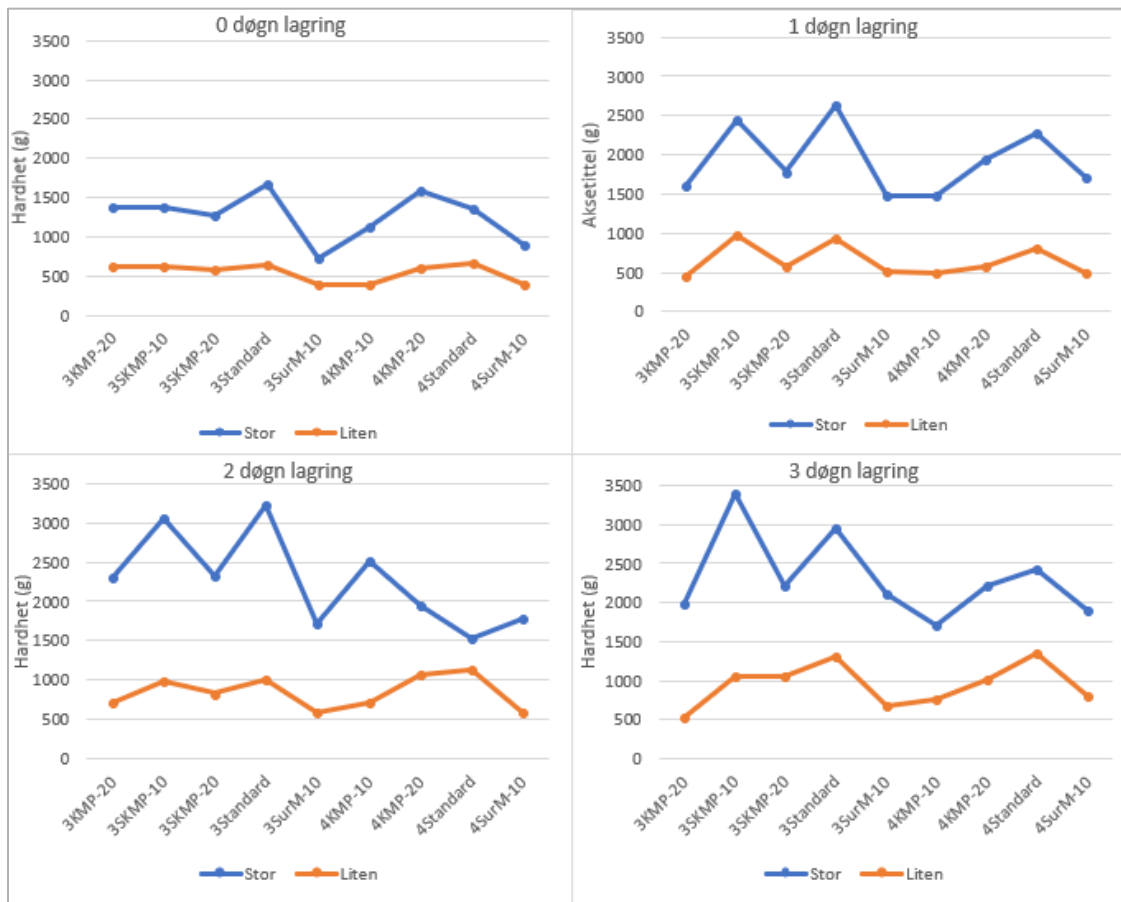
Ved å kjøre resultatene fra teksturanalysen inn i R-Commander, kan det plottes ut et Plot of Means. Dette er vist i figur 11.



Figur 11 Plot of means over teksturanalysen på ferdig bakte brød. Viser gjennomsnittet med standardavvik av hvordan hardheten utviklet seg over tid for de forskjellige oppskriftene. Alderen står for lagring i 0, 1, 2 eller 3 døgn.

Figur 11 viser at brød som var lagret i 0 døgn var tydelig mykere enn brødene de neste døgnene. Brødene lagret i 1 døgn var for alle oppskriftene mykere enn brødene lagret i 2 og 3 døgn. Etter 2 og 3 døgn lagring begynte det å bli litt overlapp, men figuren viser generelt at brødene var hardere etter 3 døgn lagring enn etter 2. Brødene med 20 % melkepulver så ut til å ha den minste utviklingen av hardhet over tid. For både 20 % skummetmelk og 20 % kjernemelk var det lite forskjell i hardhet mellom 2. og 3. lagringsdøgn. Den største endringen i hardhet fra døgn 0 til 3 lå hos 10 % skummetmelk.

På grunn av at noen av brødene ble for smale/lave for proben brukt i teksturanalysen, ble det i tillegg gjennomført analyse med en mindre probe under den andre bakeuken. Sammenlikning av trenden mellom resultatene fra stor (25 mm) og liten (10 mm) probe er vist i figur 12.



Figur 12 Sammenlikning av teksturresultater med større (25 mm) og mindre (10 mm) probe fra andre bakeuke. Viser resultatene etter 0, 1, 2 og 3 døgns lagring for å sammenlikne trenden mellom probene.

Figuren viser at den minste proben konsekvent ga resultater med lavere verdi enn den største. For døgn 0 og 1 så utviklingen mellom de forskjellige oppskriftene ut til å være relativt like for begge probene. På døgn 2 begynte ulikheter i målingene mellom de to probene å komme fram. På døgn 3 var det ikke like store sprik som for døgn 2, men utviklingen mellom de forskjellige oppskriftene var ikke like konstant som for døgn 0 og 1.

Det ble gjort Two Way ANOVA på resultatene fra teksturanalyse på ferdig stekte brød.

Resultatene som viste signifikante forskjeller ble kjørt videre gjennom Tukeytest for å se hvor de signifikante forskjellene lå. Resultatene er vist i tabell 9.

Tabell 9 Resultater fra Tukeytest på signifikante forskjeller etter teksturanalyse. Viser signifikante forskjeller mellom oppskriftene og mellom alder.

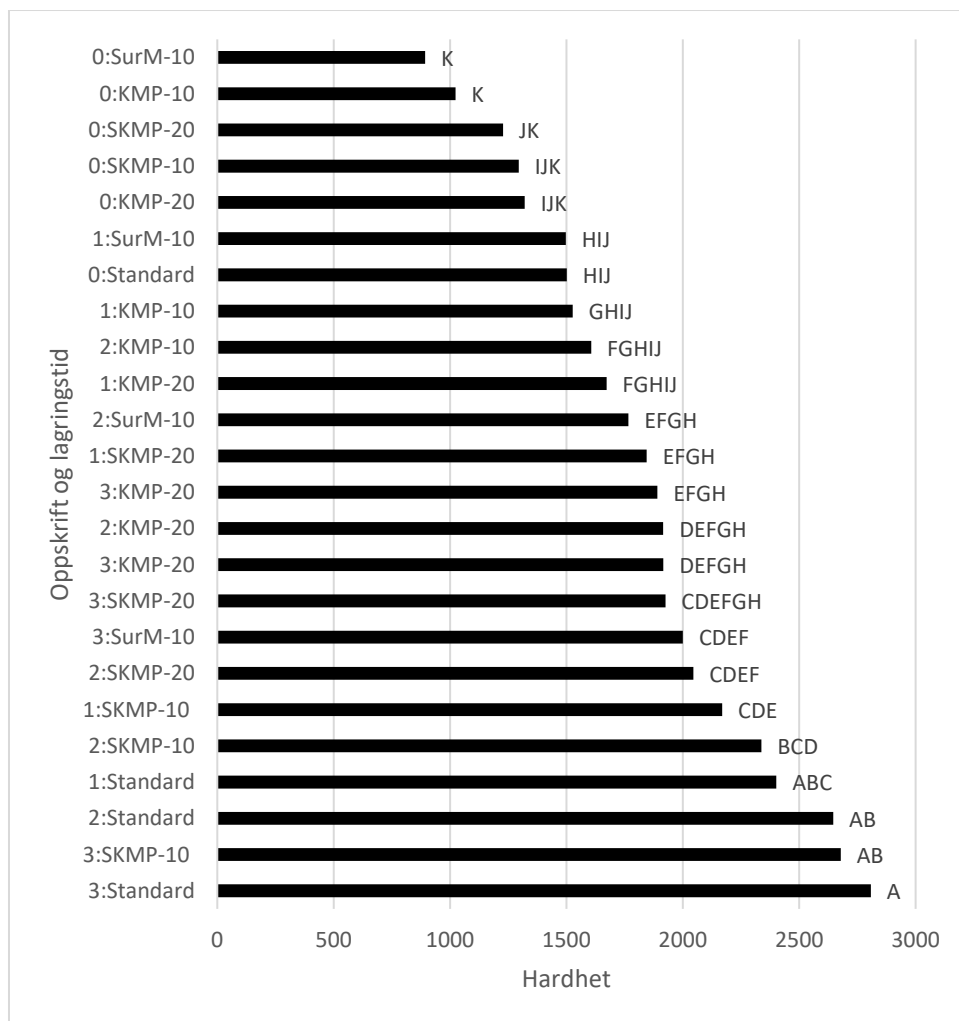
Alder	Tukeytest																																																	
Oppskrift ***	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Mean</th> <th>G1</th> <th>G2</th> <th>G3</th> <th>G4</th> <th>G5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Standard</td> <td>2339.300</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SKMP-10</td> <td>2119.881</td> <td></td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SKMP-20</td> <td>1769.891</td> <td></td> <td></td> <td>C</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>KMP-20</td> <td>1706.269</td> <td></td> <td></td> <td>C</td> <td>D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SurM-10</td> <td>1539.037</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>D</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>KMP-10</td> <td>1506.678</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>E</td> </tr> </tbody> </table>		Mean	G1	G2	G3	G4	G5	Standard	2339.300	A					SKMP-10	2119.881		B				SKMP-20	1769.891			C			KMP-20	1706.269			C	D		SurM-10	1539.037				D	E	KMP-10	1506.678					E
	Mean	G1	G2	G3	G4	G5																																												
Standard	2339.300	A																																																
SKMP-10	2119.881		B																																															
SKMP-20	1769.891			C																																														
KMP-20	1706.269			C	D																																													
SurM-10	1539.037				D	E																																												
KMP-10	1506.678					E																																												
Alder ***	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>Mean</th> <th>G1</th> <th>G2</th> <th>G3</th> <th>G4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>2243.799</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2084.063</td> <td></td> <td>B</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1880.875</td> <td></td> <td></td> <td>C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1225.617</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>		Mean	G1	G2	G3	G4	3	2243.799	A				2	2084.063		B			1	1880.875			C		0	1225.617				D																			
	Mean	G1	G2	G3	G4																																													
3	2243.799	A																																																
2	2084.063		B																																															
1	1880.875			C																																														
0	1225.617				D																																													

\*\*\*  $p > 0,001$

Tabell 9 viser at det var signifikante forskjeller mellom oppskriftene og mellom alder på brødene etter teksturanalyse. Det var signifikant forskjell på hardheten til brødene mellom alle lagringsperiodene. For signifikante forskjeller mellom oppskriftene var det standardbrødene og 10 % kjernemelk som var mest forskjellige fra hverandre, med hardhet på i gjennomsnitt henholdsvis 2339,3 g og 1506,7 g. Standardoppskriften ga de hardeste brødene i gjennomsnitt, mens 10 % sur myse (hardhet på 1539,0 g) og 10 % kjernemelk ga de mykeste. Noen av oppskriftene overlappet i Tukeytesten og var ikke signifikant forskjellige fra hverandre, som 20 % kjernemelk og 10 % sur myse, samt 10 % sur myse og 10 % kjernemelk.

Resultatene fra Tukeytesten på hardhet på brødene for interaksjonen mellom alder og oppskrift er vist i figur 13.





Figur 13 Signifikante forskjeller ( $p > 0,001$ ) mellom oppskriftene på glutenfrie brød med forskjellig lagringstid. Brødvariantene som ikke deler bokstav, er signifikant forskjellig fra hverandre.

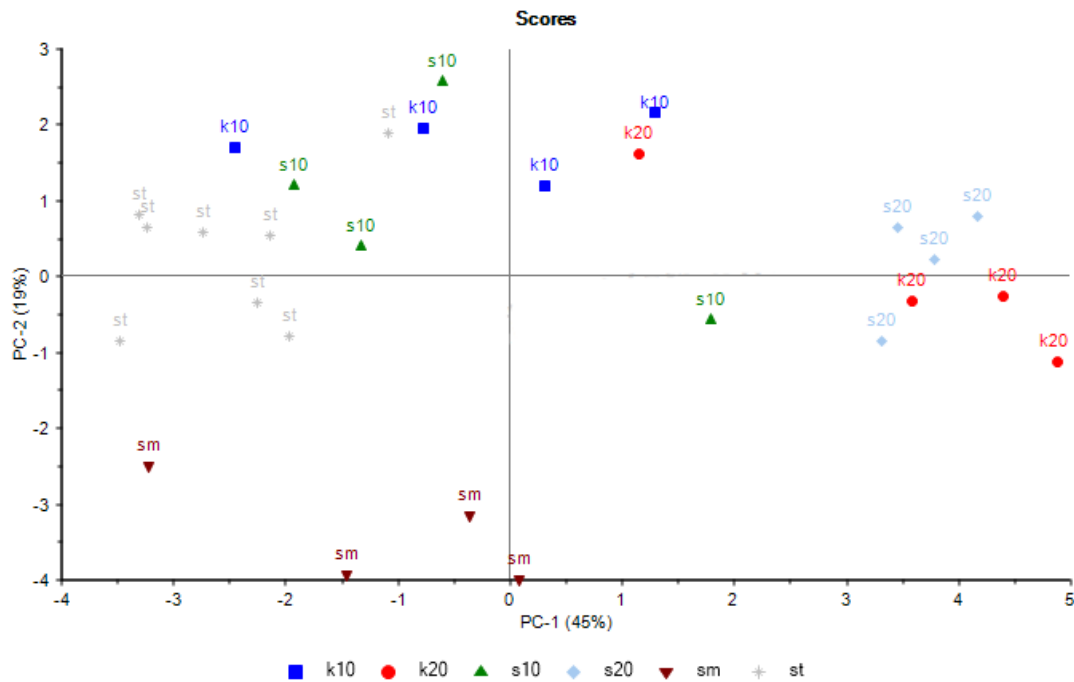
Figur 13 viser at det hardeste brødet var standardbrød lagret i 3 døgn med hardhet på 2807,6 g, og det mykeste var brød med 10 % sur myse lagret i 0 døgn med hardhet på 893,0 g. Fordelingen av brød med kjernemelk og skummetmelk er ikke helt jevn. Blant de 12 mykeste brødene befinner det seg 5 brød med kjernemelk og 3 brød med skummetmelk, og blant de 12 hardeste brødene befinner det seg 3 brød med kjernemelk og 5 brød med skummetmelk.

### 4.3 Sensorisk analyse

Resultatene fra de sensoriske analysene på profilering og grad av liking er presentert her. Egenskapene gjærsmak, syrlighet og cerealiesmak ble bedømt helt likt for alle prøvene, og ble derfor ikke tatt med videre til resultat- og diskusjonsdel.

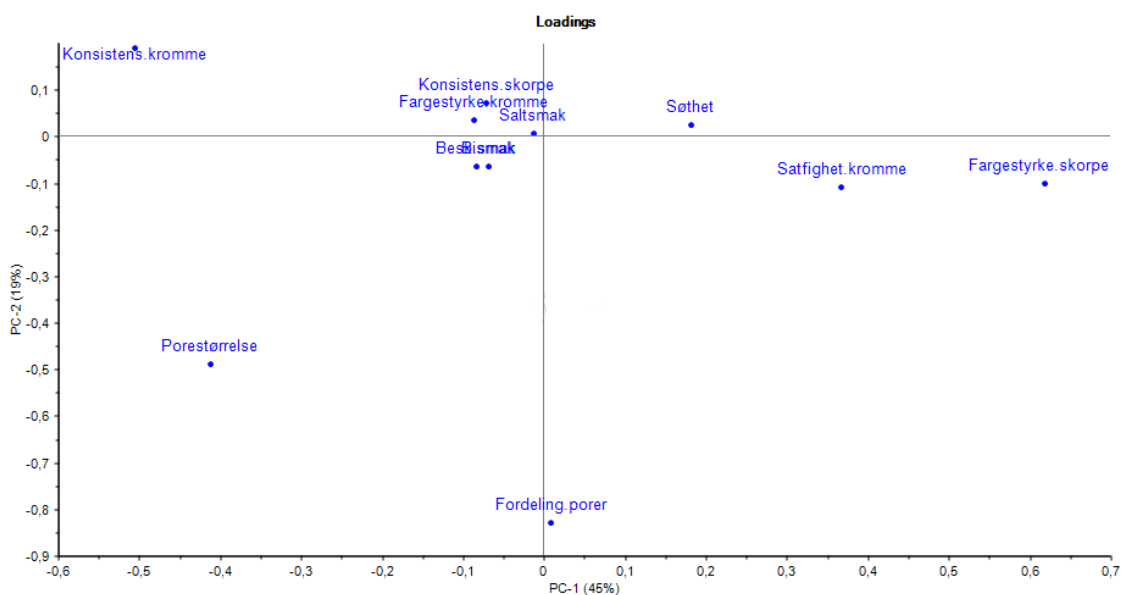
### 4.3.1 Profilering

For å se hvordan de forskjellige forsøksfaktorene ble bedømt i forhold til hverandre og i forhold til egenskapene fra profileringen, ble det laget PCA-plot. Figur 14 viser hvordan forsøksfaktorene lå i forhold til hverandre etter den sensoriske bedømmelsen. Figur 14 og 15 blir kommentert sammen etter at begge figurene er presentert.



Figur 14 Forsøksfaktorene plassert i et Principal Component Analysis-plot (PCA) i forhold til de bedømte egenskapene i den sensoriske profileringen. I denne figuren vises kun forsøksfaktorene. K10 er kjernemelk 10 %, k20 er kjernemelk 20 %, s10 er skummetmelk 10 %, s20 er skummetmelk 20 %, sm er sur myse 10 % og st er standard.

Alle egenskapene hvor det var forskjeller mellom oppskriftene er vist i figur 15. De er plassert i PCA-plottet i forhold forsøksfaktorene i figur 15.



Figur 15 Egenskapene fra sensorisk profilering i et Principal Component Analysis-plot (PCA) i forhold til forsøksfaktorene (oppskriftene).

Figur 14 og figur 15 viser det samme PCA-plottet, men forskjellige komponenter er vist i de to figurene. Figur 14 viser et PCA-plot over hvordan de forskjellige forsøksfaktorene ligger i forhold til hverandre etter profileringen, mens figur 15 viser hvor egenskapene som ble bedømt ligger. Figur 14 viser at de forskjellige forsøksfaktorene blir plassert som flere grupper i plottet. Brødene 10 % med kjernemelk og skummetmelk ligger sammen øverst i plottet, men er noe spredt også. Brødene med 20 % melkepulver ligger i en egen gruppe helt til høyre i plottet. 10 % sur myse havnet nederst og ganske aleine, mens standard ligger litt inn i gruppen med 10 % kjernemelk og 10 % skummetmelk, men for det meste i sin egen gruppe til venstre i plottet. PC-1 forklarer 45 %, og PC-2 forklarer 19 % som vil si at plottet forklarer 64 % av resultatene. På PC-1 er det en korrelasjon mellom 20 % kjernemelk og 20 % skummetmelk for fargestyrke på skorpe og saftighet på krumme. På PC-2 ligger 10 % sur myse langt ned på den negative siden, og i samme område ligger egenskapen fordeling av porer. Konsistens på krumme ligger langt ut på venstresiden på PC-1. I samme område ligger gruppen med standardbrød spesielt nærme, men også 10 % kjernemelk og 10 % skummetmelk virker å være korrelert med denne egenskapen.

Da disse PCA-plottene ikke forklarer 100 % av resultatene, vil mer signifikante forskjeller komme fram i neste tabell.

Attributtene som viste signifikante forskjeller etter Two-Way ANOVA i R-commander ble kjørt videre med Tukeytest. Tabell 10 viser signifikante forskjeller hos de forskjellige oppskriftene og lagringstid.

Tabell 10 Egenskapene som var signifikante etter Two-Way ANOVA ble analysert ved hjelp av en Tukeytest. Tabellen viser hvilke egenskaper som var signifikante, signifikansnivå og signifikansgrupper for alder og oppskrift.

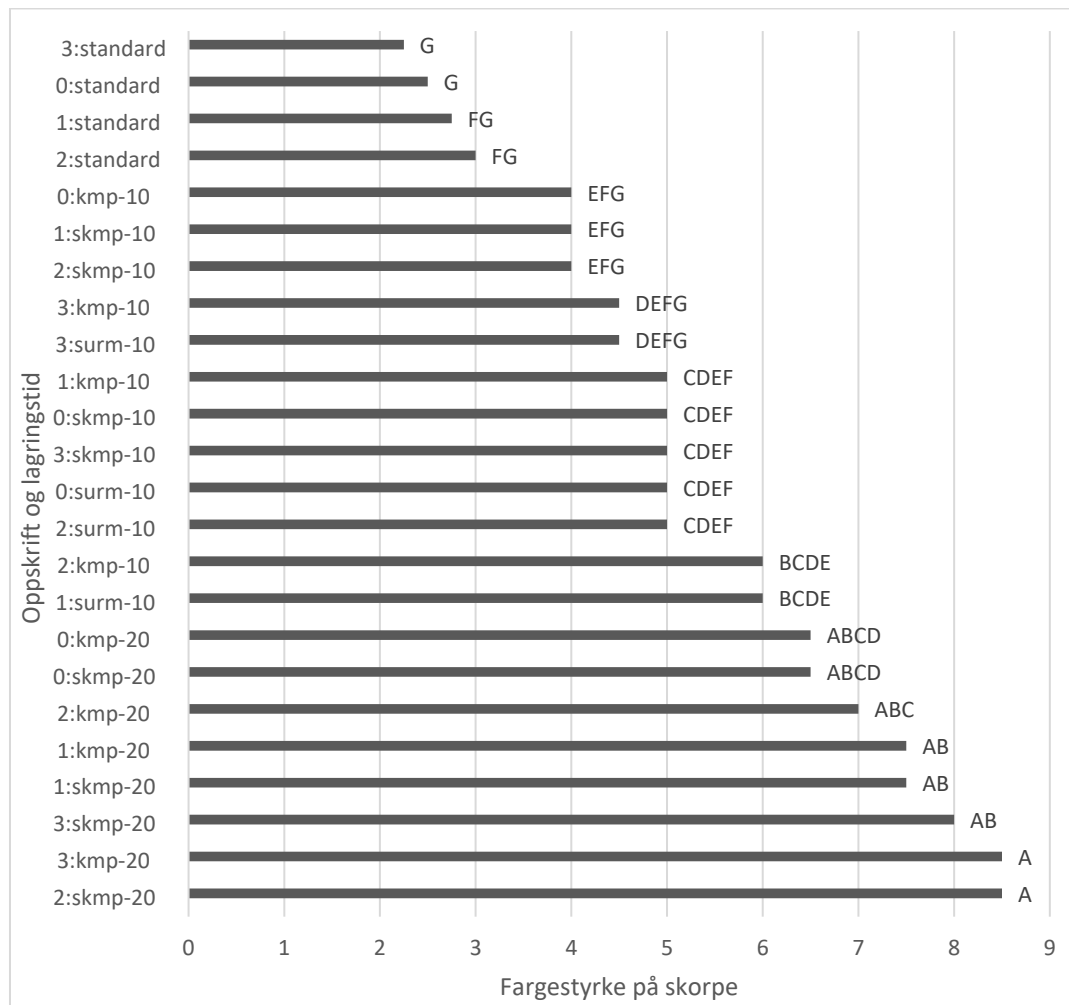
	Alder				Oppskrift					
Fargestyrke, skorpe	Mean	G1	G2	*	Mean	G1	G2	G3	***	
	2	5.214286	A		skmp-20	7.625	A			
	1	5.071429	A B		kmp-20	7.375	A			
	3	5.000000	A B		surm-10	5.125		B		
	0	4.571429	B		kmp-10	4.875		B		
				skmp-10	4.500		B			
				standard	2.625			C		
Konsistens, krumme	Mean	G1	G2	*	Mean	G1	G2		*	
	3	6.857143	A		skmp-10	6.500	A			
	2	5.357143	A B		standard	6.250	A	B		
	1	5.071429	A B		kmp-10	5.500	A	B		
	0	4.071429	B		surm-10	5.125	A	B		
					kmp-20	4.000	A	B		
			skmp-20	3.750		B				
Porestørrelse					Mean	G1	G2		**	
				surm-10	7.7500	A				
				kmp-10	4.8750		B			
				standard	4.5625		B			
				skmp-10	3.7500		B			
				kmp-20	2.7500		B			
			skmp-20	2.6250		B				
Saftighet, krumme	Mean	G1	G2	*	Mean	G1	G2		*	
	0	4.642857	A		kmp-20	4.750	A			
	1	3.642857	A B		skmp-20	4.500	A	B		
	2	3.142857	B		skmp-10	3.750	A	B		
	3	2.928571	B		surm-10	3.500	A	B		
					kmp-10	3.375	A	B		
					standard	2.625		B		

Signifikanskoder: '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.'

Egenskapene fargestyrke på krumme, fordeling av porer, konsistens på skorpe, søthet, salt smak, besk smak og bismak ga ikke signifikante forskjeller. Brødene som var lagret i 0, 1, 2 og 3 døgn fikk signifikante forskjeller mellom alder for egenskapene fargestyrke på skorpe, konsistens på krumme og saftighet på krumme. For fargestyrke på skorpe var brødene som var lagret i 0 døgn signifikant forskjellig fra brødene lagret i 2 døgn, med gjennomsnittlig fargestyrke på henholdsvis 4,57 og 5,21. For konsistens på krumme var brødene som var lagret i 0 døgn signifikant forskjellig fra brødene lagret i 3 døgn, med konsistens på henholdsvis 4,07 og 6,86. Brødene ble hardere å trykke inn for hvert lagringsdøgn. For egenskapen saftighet på krumme var det signifikant forskjell mellom brødene som var lagret i 2 og 3 døgn og brødene som var lagret i 0 døgn. I tabellen kommer det fram at brødene ble mindre saftig for hvert lagringsdøgn. Tabell 10 viser også hvilke egenskaper som ga signifikante forskjeller mellom oppskriftene. Disse egenskapene var fargestyrke på skorpe, konsistens på krumme, porestørrelse og saftighet på krumme. For egenskapen fargestyrke på

skorpe scoret 20 % skummetmelk og 20 % kjernemelk høyest med fargestyrke på henholdsvis 7,63 og 7,38, og disse oppskriftene var signifikant forskjellige fra resten av oppskriftene. 10 % sur myse, 10 % kjernemelk og 10 % skummetmelk lå i gruppe 2 i Tukeytesten og var signifikant forskjellige fra de andre oppskriftene. Standardoppskriften scoret lavest med 2,63, og var signifikant forskjellig fra alle de andre oppskriftene. For egenskapen konsistens på krumme var 10 % skummetmelk og 20 % skummetmelk signifikant forskjellig fra hverandre, med konsistens på henholdsvis 6,5 og 3,75. De resterende oppskriftene viste ingen signifikante forskjeller. For egenskapen porestørrelse var 10 % sur myse signifikant forskjellig fra alle de andre oppskriftene. Sur myse fikk en score på 7,75 på porestørrelse, mens oppskriften som scoret lavest var skummetmelkpulver 20 % med 2,63. De resterende oppskriftene havnet i samme gruppe og viste ingen signifikant forskjell fra hverandre. 20 % kjernemelk scoret høyest på egenskapen saftighet på krumme, og var signifikant forskjellig fra standardoppskriften. Disse to oppskriftene fikk en score på saftighet på krumme på henholdsvis 4,75 og 2,63. De resterende oppskriftene delte alle bokstavene A og B, og viste ingen signifikante forskjeller.

Resultatene fra Tukeytest på egenskapen fargestyrke på skorpe for interaksjonen mellom alder og oppskrift er vist i figur 16.

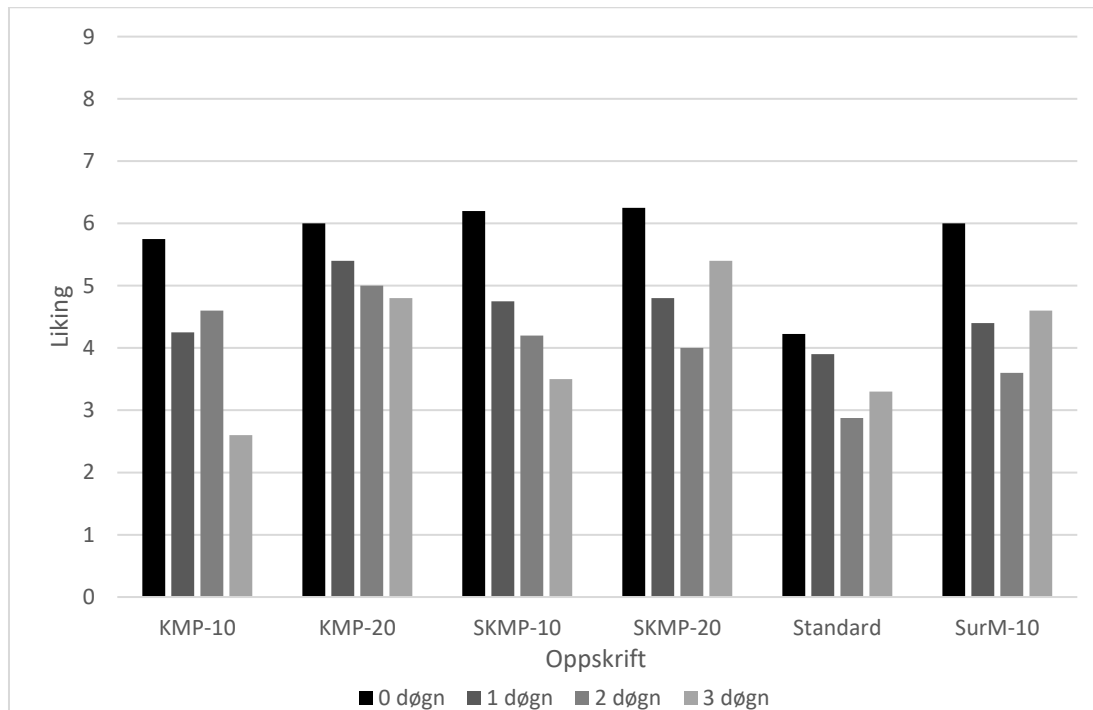


Figur 16 Ved hjelp av Tukeytest er forskjeller i interaksjonen mellom alder og oppskrift for egenskapen fargestyrke på skorpe fremstilt med signifikansnivå  $p > 0,5$ .

Figur 16 viser at standardbrødene fra døgn 0 og 3 scoret lavest på fargestyrke på skorpe og var signifikant forskjellig fra 20 % skummetmelk og 20 % kjernemelk som scoret høyest. Standardbrødene lå mellom 2 og 3 for fargestyrke på krumme, mens brødene som scoret aller høyest lå på ca. 8,5. Det var mange signifikansgrupper og mye overlapp blant interaksjonene. Generelt kommet det fram at de fleste interaksjonene på 20 %-nivå var signifikant forskjellig fra standard og 10 %-nivå. De forskjellige oppskriftene lå relativt samlet. De forskjellige lagringsdøgnene virker tilfeldig spredt for fargestyrke på skorpe.

### 4.3.2 Liking

Brød fra alle oppskrifter og alle lagringsperioder ble bedømt ved hjelp av en sensorisk analyse på grad av liking. Figur 17 viser hvor godt likt de forskjellige brødene var på en skala fra 1 til 9.



Figur 17 Resultatene fra sensorisk analyse på grad av liking på glutenfrie brød med forskjellige melkepulvere lagret i 0, 1, 2 og 3 døgn. Brødene ble bedømt på en skala fra 1-9, der 1 betyr «Misliker ekstremt mye» og 9 betyr «Liker ekstremt godt».

Figur 17 viser at for 20 % kjernemelk og 20 % skummetmelk ble brødene mindre likt for hvert lagringsdøgn som gikk. 20 % kjernemelk og 20 % skummetmelk som ikke var lagret (0 døgn) var best likt, med en score på grad av liking på ca. 6,2. Hos de andre oppskriftene var det ingen tydelig korrelasjon mellom lagringstid og liking, bortsett fra at brødene som var lagret i 0 døgn var best likt hos alle oppskriftene. Etter 1 og 2 døgn med lagring var det brødene med 20 % kjernemelk som var best likt, med en score på henholdsvis ca. 5,5 og 5. Brød med 20 % kjernemelk og 20 % skummetmelk var de som var best likt etter 3 døgn med lagring. Standardbrød var dårligst likt alle døgnene, bortsett fra etter 3 døgn hvor 10 % kjernemelk ga det dårligst likte brødet. Brød lagret i 3 døgn med 10 % kjernemelk fikk en score på ca. 2,5.

Resultatene fra den sensoriske analysen på liking analysert ved hjelp av en Tukeytest for å se på signifikante forskjeller. Signifikante forskjeller i liking mellom alder på brødene og oppskrift er vist i tabell 11.

Tabell 11 Signifikante forskjeller mellom alder og oppskrift for glutenfrie brød med forskjellige melkepulvere.

Faktor	Alder				Oppskrift					
<b>Liking</b>	Mean	G1	G2	***	Mean	G1	G2	G3	***	
	0	5.516129	A		KMP-20	5.300000	A			
	1	4.484848	B		SKMP-20	5.052632	A	B		
	3	3.941176	B		SKMP-10	4.722222	A	B		
	2	3.911765	B		SurM-10	4.578947	A	B		
					KMP-10	4.222222	B	C		
			Standard	3.578947		C				

\*\*\*  $p > 0,001$

Tabell 11 viser at brødene som ikke var lagret var signifikant bedre likt enn brødene som var lagret i 1, 2 og 3 døgn. Tabellen viser at brødene med 20 % kjernemelk var best likt når tallene for alle lagringsdøgnene slås sammen, med den score på 5,3 på grad av liking. 20 % kjernemelk ga brød som var signifikant bedre likt enn brød med 10 % kjernemelk og standardbrødene, med score på henholdsvis 4,22 og 3,58. Også 20 % skummetmelk, 10 % skummetmelk og 10 % sur myse var signifikant bedre likt enn standardbrødene.



## 5 Diskusjon

I denne diskusjonen vil faktorer som type melkepulver, nivå av melkepulver, alder, bakedag og innvirkning fra de forskjellige ingrediensene bli diskutert, samt resultatene fra de forskjellige analysene av tekstur på deig og brød og sensoriske analyser.

### 5.1 Deiganalyse

Resultatene fra deiganalysen viste at det var varierende deigegenskaper blant de forskjellige oppskriftene. Resultatene viste også en sammenheng mellom klissethet, klebrighet og deigstyrke i de forskjellige oppskriftene. Oppskriftene som scoret høyt på klissethet scoret lavt på klebrighet, og ga sterke og sammenhengende deiger. Deigene etter standardoppskriften var mest klissete, minst klebrige og sterkest. Deigene med 20 % kjernemelk- og skummetmelkepulver var minst klissete, mest klebrige og svakest. Tilsetning av melkepulver i deigen ga altså deiger som var mindre klissete, mer klebrige og svakere enn standarddeiger. Hosney & Smewing (2007) og Yildiz et al. (2012) forklarer at klissethet er en kombinasjon av klebrighet og bindekraft, og at deiger som er klissete har høy klebrighet og er svake. Dette stemte ikke overens med resultatene, da de mest klissete deigene var mindre klebrige og sterkere enn de andre deigene. De mest klissete deigene var standarddeigene, og årsaken til dette er usikkert, men kanskje melkeproteiner eller andre melkekomponenter bidrar til mindre klissete deig enn stivelse. Klissethet kan forårsake blant annet lavere produktutbytte, slitasje på utstyr og brannfare, noe som ikke er ønskelig (Hosney & Smewing, 2007). I forhold til disse uønskede aspektene ved klisset deig, kommer deigene med melkepulver godt ut av det, da de var mindre klissete desto mer melkepulver de var tilsatt.

Under andre bakeuke, skjedde det en forglemmelse som førte til at hvert gjentak bare ble målt én gang, mens under første bakeuke ble alle bakegjentakene målt tre ganger hver. Kun ett analysegjentak på hver deig er ikke nok til å få sikre svar, og gjør at resultatene ble mindre pålitelige. For noen av deigene var første måling mye høyere eller lavere enn de to neste, noe som kan forklare de store forskjellene innad i oppskriftene, men resultatene gir ingen klare antydninger på dette.

Tiden fra deigen var ferdig mikset til den ble analysert kunne variere fra gjentak til gjentak. Noen ganger var ikke PC logget på da deigen var klar til å analyseres, og derfor ble det ventet til noen kunne logge den på. Andre ganger skulle brød ut av ovnen, eller det skjedde andre

ting som forsinket deiganalysen. Dette kan ha påvirket resultatene fra deiganalyse, for eksempel ved at det har blitt dannet varierende mengder gass og gassbobler i de forskjellige gjentakene før analysen ble gjennomført. Et annet eksempel er at deigen kan ha mistet mer fuktighet hvis den hadde stått lenger før den ble analysert. For å få en mer kontinuitet i denne prosessen, kunne det vært en ekstra person med på bakeprosessen, slik at det blir mer standardiserte forhold rundt analyser og andre tidsaspekter. En annen faktor som kan ha påvirket deiganalyse, er varierende temperatur inne i bakerommet.

## 5.2 Brødvolum og -høyde

Forskjeller i porestruktur, høyde og volum på brødene fra de forskjellige oppskriftene kunne sees med det blotte øye. Brødene som ble bakt med 10 % sur myse-pulver viste tydelig å være høyere enn brødene bakt med de andre oppskriftene. Skorpen buet pent slik et vanlig hvetebrød gjerne gjør. Standardbrødene fikk også denne buen, mens brødene med 10 og 20 % kjernemelk- og skummetmelkpulver hadde et redusert volum i forhold til standardbrødene. Deigene falt sammen ved endt rasking og når stekinga begynte, noe som ikke var ønskelig. Den umiddelbare forklaringen blir at det ikke var tilstrekkelig å kun justere oppskriftene med de forskjellige melkepulverne på tørrstoffnivå. Det kunne blitt gjort forsøk for å justere resepten bedre etter deigkonsistens, ved å for eksempel tilsette mindre vann i forhold til økende mengde melkepulver. Arendt et al. (2008) forklarte at å tilsette mer vann til en deig vil gi lavere viskositet og økt tøyelighet i deigen. Men for mye vann i deigen kan gi problemer ved blant annet rasking, da deigen er avhengig av elastisitet for å holde på gass og form (Nunes et al., 2009). Hvis deigen tilsettes for lite vann derimot, blir deigen skjør og ikke sammenhengende (Arendt et al., 2008). Nunes et al. (2009) viste at å justere vannmengde til ønsket deigkonsistens er en nyttig metode ved glutenfri baking, da vannmengden har stor innvirkning på sluttkvaliteten til brødene. Et annet moment er at stivelse kan absorbere vann raskere enn proteiner (Larsen, 1964). Det kan være en årsak til at deigene etter standardoppskrift ble fastere enn de andre, til tross for samme tørrstoffinnhold. Jo mindre stivelse og jo mer kjernemelk- og skummetmelkpulver som ble tilsatt, jo mindre viskøs ble deigen. Mindre viskøs deig ga lavere volum i ferdig brød, trolig på grunn av dårligere evne til å holde på gass og form.

Deigegenskapene til deigene med 10 % sur myse, 10 % kjernemelk og 10 % skummetmelk så ganske like ut. Derfor er det interessant at volumet til brødene med 10 % sur myse ble så

forskjellig fra de andre brødene med 10 % melkepulver. En forklaring kan være hydreringsegenskapene til forskjellige proteiner. Myseproteinet det er mest av i melk er  $\beta$ -lactoglobulin (Walstra et al., 2006).  $\beta$ -lactoglobulin hydrerer 0,54 gram vann per gram protein, mens kasein hydrerer 0,40 g vann/g protein (Fennema et al., 2008). På grunn av et høyere myseproteininnhold i sur myse enn i kjernemelk og skummetmelk, vil proteinsammensetningen i sur myse kunne hydrere mer vann enn proteinene i kjernemelk og skummetmelk. Dette kan ha hatt en innvirkende effekt på volumet i brødene med sur myse, men så er proteininnholdet i skummetmelk- og kjernemelkpulver omtrent 3 ganger høyere enn i pulver av sur myse, og effekten av myseproteinenes hydrering kan viskes ut (Bansal & Bhandari, 2016; Walstra et al., 2006). Noe som må nevnes i denne diskusjonen, er et moment rundt tørrstoffberegning av sur myse-pulver. Før hovedforsøket, ble det ikke funnet noe teori om tørrstoffsammensetning i pulver av sur myse. Derfor ble beregningene fra tørrstoffanalyse av det frysetørkede pulveret benyttet. Dette burde gitt riktige resultater, men i ettertid er det funnet teori i Bansal & Bhandari (2016) som viser at tørrstoffinnholdet i sur myse pulver er høyere enn det som ble benyttet i utregningene og videre i bakeforsøket. Hvis tørrstoffallet som ble benyttet i beregningene var lavere enn det som er reelt, ble det tilsatt mer melkepulver enn det burde ha blitt, og det kan være en mulig årsak til hvorfor brødene med sur myse hadde så mye høyere volum enn de andre. Likevel, porefordelingen og porestørrelsen som ble observert i brødene med sur myse, ble ikke observert lignende til fra de andre ingrediensene under hverken forforsøk eller hovedforsøk.

Brød med 10 % sur myse hadde signifikant større porer enn alle de andre oppskriftene ved sensorisk profilering. For de resterende oppskriftene var det ingen signifikante forskjeller, men brødene med 20 % kjernemelk- og skummetmelkpulver scoret lavest på egenskapen porestørrelse. Brødene med 20 % melkepulver hadde mindre porer og mer ujevn porefordeling enn hva de andre oppskriftene hadde. Disse brødene med 20 % melkepulver hadde også en stor «pore» i skillet mellom skorpen og krummen. Hvis dette faktisk var en stor pore og ikke bare krummen og skorpen som skilte seg fra hverandre, er en mulig forklaring at deignettverket ikke var sterkt nok til å holde på CO<sub>2</sub>-gassen under steking. Aspekter rundt dette og vanninnhold er også diskutert i forrige avsnitt. Stekingen kan ha ført til at det ble dannet en hinne på skorpen som gjorde at gassen ikke kom helt ut av brødet. Da kan gassen ha blitt stoppet under skorpen, og ført til at det ble dannet en stor pore der. En annen forklaring på denne «poren» er at skorpen og krummen rett og slett har skilt seg fra hverandre av andre

årsaker. Krummen kan ha kollapset noe under steking, mens skorpen fortsatt har holdt bedre på formen.

### 5.3 Farge på skorpe og krumme

Forskjeller i fargestyrke på skorpe var veldig tydelig, og kunne sees med det blotte øye. Den sensoriske profileringen av egenskaper ga resultater som viste at det var signifikant forskjell ( $p > 0,05$ ) mellom lagringsperiodene for brødene. Det var ikke som forventet, da fargestyrken burde vært jevn og den samme uavhengig av om brødene ikke var lagret eller var lagret i 3 døgn. Samtidig var ikke produksjonen av brødene 100 % standardisert. Noen av brødgjentakene kan ha fått flere sekunder i stekeovnen enn andre, på grunn av faktorer som at varmebeskyttende votter måtte på eller at noe annet måtte avsluttes før brødene kunne tas ut av ovnen. Disse forskjellene kan også tyde på at panelet ikke var konsekvent i bedømmelsen. Begrenset tid og ressurser gjorde at det sensoriske panelet var noe begrenset i antall dommere og ikke hadde god nok trening.

Det var klar signifikant forskjell mellom oppskriftene for fargestyrke på skorpen ( $p > 0,001$ ). Dette var forventet, og skyldes maillardreaksjon under steking. En maillardreaksjon er en ikke-enzymatisk bruning som oppstår ved at det skjer en kjemisk reaksjon mellom reduserende sukkere og en primær aminogruppe, og som katalyseres av varme (Fennema et al., 2008). De viktigste sukkerartene i maillardreaksjonen er fruktose og glukose. Disakkaridet laktose er en viktig bidragsyter til bruning i melkeprodukter, mens maltose er det i kornprodukter. Det skjedde en maillardreaksjon i standardbrødene slik at skorpen fikk en brunet overflate, men forskjellen mellom skorpefargen til standardbrød og brødene med 10 % melkepulver var stor. Laktoseinnholdet i melkepulverne er høyt, noe som fører til økt bruning og dette var svært tydelig på brødene med melkepulver (Walstra et al., 2006). Forskjellene mellom brødene med 10 % og 20 % melkepulver var også svært stor. Brødene med 20 % melkepulver ble så mørke at de så brent ut. Forskjellene i fargestyrke fra melkepulverne på samme nivå var vanskelig å se med det blotte øyet. Det kunne vært interessant å se mer på med et nøyaktig fargemålingsapparat. Fargestyrken på krummen ga ikke noen signifikante forskjeller mellom oppskriftene. Likevel var det tydelig forskjell på brødene bakt med standardoppskrift og de bakt med melkepulver. Krummen på brødene med melkepulver ble gulere enn krummen til standardbrødene, som var gråere. Det tyder på at det kan ha oppstått maillardreaksjon også i krummen.

#### 5.4 Hardhet på krumme

For egenskapen konsistens på krumme viste den sensoriske bedømmelsen at det var signifikant forskjell ( $p > 0,05$ ) mellom 10 % skummetmelk som var hardest, og 20 % skummetmelk som var mykest. For egenskapen saftighet på krumme ble 20 % kjernemelk bedømt som signifikant mykere enn standardbrødene. For begge disse egenskapene var det overlapp mellom de resterende oppskriftene, noe som kan tyde på at de enten var ganske like (utenom der det var signifikans) eller at dette var egenskaper som var vanskelige å bedømme. 20 % kjernemelk og 20 % skummetmelk var de oppskriftene som ble bedømt som både mykest å trykke på og som mest saftig. Disse resultatene gjenspeiler ikke helt det samme som teksturresultatene fra teksturanalysen. En Texture Analyzer vil gi sikrere resultater enn et utrent dommerpanel som bedømmer egenskaper i plenum. Resultatene fra Texture Analyzer ga også høyere signifikans ( $p > 0,001$ ) og skilte mellom flere av oppskriftene enn den sensoriske bedømmelsen ( $p > 0,05$ ).

Resultatene fra Texture Analyzer viser at det var klar signifikant forskjell mellom hardheten til de forskjellige brødvariantene, noe som viser at de forskjellige ingrediensene har hatt en effekt. Det at standardbrødene er signifikant forskjellig i hardhet fra alle de andre oppskriftene viser at tørrstoffsammensetningen i melkepulverne hadde en signifikant effekt på teksturen. Oppskrift med 10 % kjernemelk ga de mykeste brødene av de seks oppskriftene, og var signifikant mykere enn alle brødvariantene bortsett fra 10 % sur myse. 10 % sur myse og 10 % kjernemelk var de oppskriftene som ga brød med størst porer samt de mykeste brødene, noe som var en positiv effekt. Dette kan tyde på at pulver av sur myse og kjernemelk har egenskaper som gjør de til ingredienser som er mer egnet i bakst enn skummetmelkpulver. Hovedforskjellen mellom skummetmelkpulver og kjernemelkpulver er fettinnhold og MFGM i kjernemelk, samt at de kommer fra forskjellige produksjonsprosesser. For å undersøke nærmere effekten av kjernemelk i glutenfritt brød, kunne det vært interessant å gjøre et lignende forsøk med helmelkpulver som har en sammensetning mer lik kjernemelk enn skummetmelk. Sur myse har høyere laktoseinnhold og lavere pH enn de andre ingrediensene, noe som kan ha en effekt på brødene. Det er gjort lite forskning på sur myse i brødbakst, så effekten av sur myse kan være interessant å se på videre.

## 5.5 Utvikling av hardhet og holdbarhet

Etter en sensorisk profilering ble konsistensen på krummen bedømt som signifikant forskjellig ( $p>0,05$ ) mellom lagring i 0 døgn og 3 døgn. Det betyr at krummen på brødet lagret i 3 døgn var signifikant hardere å trykke mellom fingrene enn brødet som ikke var lagret. For lagring i 1 og 2 døgn var det ikke noe signifikant forskjell, men brødene ble bedømt hardere for hvert ekstra lagringsdøgn. Brødene som var lagret i 0 døgn ble bedømt som signifikant mer saftig enn brødene lagret i 2 og 3 døgn ( $p>0,05$ ). Det var altså relativt stor forskjell på saftigheten mellom lagringsdøgnene for alle oppskriftene.

Det var forventet at brødene tilsatt melkepulver kom til å bli mykere og holde bedre på mykheten over tid enn brødene uten, på grunn av blant annet retrogradering av stivelse, samt på grunn av funn i tidligere forskning (Gallagher et al., 2003). Retrogradering er en rekrystallisering av amylase og amylopektin som oppstår etter gelatinisering av stivelse (Kong & Singh, 2016). Retrogradering av stivelse skjer spesielt ved tining eller nedkjøling, men oppstår også ved temperering til romtemperatur og oppbevaring etter varmebehandlingsprosesser som steking. Retrogradering fører til økt fasthet i krumme, samt endring i aroma og smak på produkter, og er hovedgrunnen til at bakst mister den ferske konsistensen og smaken (Kong & Singh, 2016). Resultatene fra Texture Analyser viste at for hvert lagringsdøgn ble brødene signifikant ( $p>0,001$ ) hardere, og kan også tyde på at Texture Analyseren ga konsekvente og nøyaktige resultater. «Plot of means» over hardhet viser også en utvikling hos oppskriftene hvor brødene blir hardere for hvert døgn som går.

Brødet som var aller mykest var brød med 10 % sur myse lagret i 0 døgn. For brødene lagret i 1 døgn ga også 10 % sur myse mykest brød. Brødene med sur myse hadde størst porer og høyest volum. Dette kan muligens ha påvirket resultatene, ved at det blir mindre motstand for proben i teksturanalysen når det er mindre «mengde brød» på samme volum. Etter 2 og 3 døgn var det 10 % kjernemelk som ga mykest brød, og i gjennomsnitt var det 10 % kjernemelk som ga de mykeste brødene, etterfulgt av 10 % sur myse. Det at 10 % kjernemelk ga mykest brød etter 2 og 3 lagringsdøgn, kan være et tegn på at 10 % kjernemelk bidrar til bedre holdbarhet enn 10 % sur myse. Brødene med 20 % kjernemelk hadde en enda mindre utvikling i hardhet fra døgn 0 til døgn 3, men var hardere når brødene ikke var lagret. Resultatene viste at brødene med 10 % skummetmelk ga de nest hardeste brødene. Brødene med denne oppskriften var signifikant hardere enn de andre oppskriftene, bortsett fra standardbrødene. Brødene med 20 % skummetmelk var også signifikant hardere enn 10 %

kjernemelk men ikke signifikant hardere enn 20 % kjernemelk. Brødene med skummetmelk var altså blant de hardeste sammen med standardbrødene som var aller hardest. Tukeytesten på interaksjon mellom alder og oppskrift bekreftet at det var store forskjeller mellom oppskriftene og lagringstid. Det kan derfor tyde på at kjernemelk hadde en bedre effekt på teksturen til brødene enn skummetmelk. Det skal dog ikke trekkes for sterke konklusjoner, da det ikke var signifikant forskjell mellom skummetmelk og kjernemelk på 20 % nivå.

## 5.6 Smak og liking

Den sensoriske analysen på grad av liking viste at brød med 20 % skummetmelkpulver som ikke var lagret ble best likt, og det var gjennomgående at brødene som var ikke var lagret var best likt. Allerede etter 1 døgn med lagring sank graden av liking med opptil flere poeng. Standardbrødene var dårligst likt ved alle lagringsdøgn bortsett fra det siste. Dette tyder på at melkepulverne har hatt en positiv innvirkning på smaken og teksturen til brødene, noe som er bra da både smak og tekstur påvirker hvor godt et matprodukt blir likt (Bourne, 1982). Brødene med 20 % skummetmelkpulver og 20 % kjernemelkpulver var aller best likt, noe som kan tyde på at graden av liking øker med mengde melkepulver. Resultatene fra teksturanalyse på brødene viser at brødene som var bakt uten melkepulvere ble de hardeste. Profileringen viser at standardbrødene ble bedømt som minst saftig, og analyse på grad av liking viser at standardbrødene ble dårligst likt. Det bekreftes altså gjennom flere analyser at melkepulver gir mykere brød, og dette var som forventet (Gallagher et al., 2003).

Brødet med 10 % kjernemelk lagret i 3 døgn var minst likt av alle. Dette brødet var veldig lavt, da det var veid opp for lite deig til akkurat dette brødet. Det var ingen andre tilgjengelige varianter av dette brødet, så det kunne ikke utelates fra den sensoriske bedømmelsen. På grunn av for lav vekt og mindre volum, ble brødet utsatt for en hardere stekeprosess enn de andre brødene. Dette kan ha hatt negativ innvirkning på smaken. Denne prøven var så avvikende at den egentlig ikke burde vært med i resultatene. Det var til sammen 24 varianter av de glutenfrie brødene når oppskrift og lagringsdøgn ble kombinert. Den sensoriske bedømmelsen ble gjennomført over 2 dager, og det ble smakt på 14 brødvarianter hver dag. Standardbrødene fra alle fire lagringsperioder var med i bedømmelsen begge dagene. Det var ikke kapasitet til å smake på flere brød eller gjennomføre flere dager med bedømmelse, og derfor ble kun én av hver variant bedømt. Dette gir noe usikre resultater, da panelet ikke var trent opp og to av de fem dommerne i panelet varierte mellom de to dagene. Brødene med sur

myse var bedre likt enn standardbrødene, men skilte seg ikke ut som noe bedre eller dårligere likt enn de andre brødene med melkepulver. Wronkowska et al. (2015) viste at tørket sur myse hadde en positiv effekt på flere sensoriske attributter, som søt lukt og gjærlukt, samt søt og syrlig smak. De viste også at sur myse ikke burde overstige 20 % w/w i oppskriften. Dette forsøket var gjort på hvete- og rugbrød, så det kunne vært interessant å se hvordan glutenfrie brød hadde blitt hvis melmengden ble erstattet med 20 % pulver av sur myse.

## 5.7 Diskusjon rundt valg av probe

Etter første bakeuke, ble det besluttet å innføre en ekstra analyse med en probe med mindre diameter. Den opprinnelige proben på 25 mm i diameter ble fortsatt benyttet og resultatene er basert på analysen med den proben. Problemet var at spesielt brødene med 20 % kjernemelk- og skummetmelkpulver ble så lave at proben oversteg brødets bredde. For å undersøke hvorvidt probestørrelsen påvirket resultatene, ble brødene i tillegg analysert med en probe på 1 mm i diameter under andre bakeuke. En sammenlikning av resultatene fra begge probene viste en tendens til at den minste proben ga noe mer representative resultater. Generelt viste resultatene fra begge probene en ganske lik utvikling, men den største proben viste en noe mer ujevn utvikling. En annen utfordring med den største proben, var hvis proben gikk ned i brødet for nær skorpen. Skorpen er hardere enn krummen, og kunne gjøre at målingene ble litt høyere enn de egentlig skulle vært.

## 5.8 Aspekter rundt næringsinnhold

Glutenfrie produkter blir generelt ikke tilsatt noe for å øke næringsverdi og består gjerne av raffinert mel og stivelse (Arendt et al., 2008). På grunn av dette vil ikke alltid glutenfrie brød inneholde like mye næringsstoffer som de glutenholdige brødene som forsøkes erstattet, og det er spesielt kostfiber som mangler (Arendt et al., 2008).

I denne oppgaven har gluten blitt forsøkt erstattet med melkeingredienser, men melkeingredienser med høyt laktoseinnhold kan være problematisk for mennesker med cøliaki. I følge Murray (1999) er det vanlig at pasienter med cøliaki også har laktoseintoleranse. For disse pasientene er ikke glutenfrie brød som er tilsatt melkeingredienser med høyt laktoseinnhold et bra alternativ, men ved å følge en streng glutenfri diett, kan skadene i tarmen leges, og laktoseintoleransen kan forsvinne. Det er gjort forskning på brød med melkeingredienser med lavt innhold av laktose, som viste at slike



melkeingredienser kan tilsettes glutenfrie brød med positiv effekt (Nunes et al., 2009). Nunes et al. (2009) viste at de funksjonelle egenskapene fra melkeproteinene hadde større effekt på brødkvaliteten enn laktose.

## 5.9 Veien videre

Moore et al. (2004) viste at høyt proteininnhold fra skummetmelkpulver og egg i glutenfrie brød dannet et krummenettverk som minnet veldig om glutennettverk i vanlige hvetebrød. En idé til videre studier kan derfor være å erstatte melmengden med enda mer melkepulver enn i denne masteroppgaven. 30 % erstatning og vannmengde justert til optimal deigkonsistens kunne vært interessant å studere. Dette med å justere vannmengde viste seg å kunne være et viktig moment, da stivelsen i melet og proteinene i melkepulverne hydrerer vann i forskjellig grad.

Pulver av sur myse erstattet 10 % av melmengden på tørrstoffnivå, og det hadde vært interessant å tilsette sur myse i større mengder. Konsentrat av sur myse ble frysetørket, noe som er en langsom og kostbar prosess. Et videre aspekt kan derfor være å finne alternative metoder å tørke sur myse på. For å slippe denne tørkeprosessen, kunne det også vært interessant å erstatte deler av eller hele vannmengden i oppskriften med konsentrat av sur myse.

Resultatene om fargeforskjeller i skorpe og krumme på brødene er noe vage. Det var vanskelig å se om det var noe forskjell mellom brødene som var bakt med samme nivå av melkepulvere. Det gikk altså ikke an å se om det var noen forskjell i fargestyrken på skorpen mellom brød med 20 % kjernemelk og 20 % skummetmelk med det blotte øyet. Derfor hadde det vært interessant å gjennomføre noen ordentlige fargeanalyser på krumme og skorpe, for eksempel med Minolta. Volum og porestørrelse ble også kun sett på med det blotte øyet, samt bedømt i den sensoriske profileringen. Hvis det skal gjøres et lignende forsøk igjen, hadde det vært en idé å gjennomføre ordentlig bildeanalyse av brødene for å få en skikkelig sammenlikning av volum og porefordeling og -størrelse.

Forsøksdesignet ble kuttet ned på før hovedforsøket, men det var likevel noe overveldende. Dette førte til at de fire bakedagene ble lange, og under andre bakeuke oppstod forglemmelsen

om antall gjentak i deiganalysen. Hvis et lignende forsøk skal gjentas, bør det enten være flere personer med på gjennomføringen eller at bakingen fordeles over flere dager enn kun fire.

På grunn av høye ingredienskostnader, ble deigmengden per brød kuttet ned på, samt at det ble kuttet ned på antall brød per gjentak. Dette førte til at brødene ble ganske lave, og de burde egentlig ha blitt bakt i mindre brødformer. Da brødene var lagret i 3 dager var det bare ett brød igjen, slik at et halvt brød ble brukt til teksturanalyse, mens den andre halvdelen ble fryst ned for sensoriske analyser. Under andre bakeuke var analysen med den ekstra proben innført, noe som førte til at det var et brød for lite, da det var nødvendig med et helt brød for å gjennomføre teksturanalysen. Det burde altså blitt bakt minst 8 brød for hvert gjentak, og ikke bare 7 som ble bakt i dette forsøket.

## 6 Referanser

- Alencar, N. M. M. & Oliveira, L. C. (2017). Technological Functions of Gluten and Implications for Celiac Disease. I: Rivera, H. (red.) b. 1 *Gluten : Food Sources, Properties and Health Implications*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Arendt, E. & Zannini, E. (2013). *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Oxford: Woodhead Publishing.
- Arendt, E. K., Morrissey, A., Moore, M. M. & Bello, F. D. (2008). Gluten-free breads. I: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, s. 289-VII. San Diego: Academic Press.
- Azinger, B. (2018). *Samtale med Fagkonsulent konditor og baker Bernhard Azinger på TINE Meieriet Kalbakken*. Oslo (27.02.2018).
- Bansal, N. & Bhandari, B. (2016). Functional Milk Proteins: Production and Utilization - Whey Based Ingredients. I: McSweeney, P. L. H. & O'Mahony, J. A. (red.) b. 4 ed. *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Applies Aspects*, s. 67-98: Springer.
- Bourekoua, H., Różyło, R., Benatallah, L., Wójtowicz, A., Łysiak, G., Zidoune, M. N. & Sujak, A. (2018). Characteristics of gluten-free bread: quality improvement by the addition of starches/hydrocolloids and their combinations using a definitive screening design. *European Food Research and Technology*, 244 (2): 345-354. doi: 10.1007/s00217-017-2960-9.
- Bourne, M. (1982). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*, b. 2. New York: Academic Press.
- Brooker, B. E. (1996). The Role of Fat in the Stabilisation of Gas Cells in Bread Dough. *Journal of Cereal Science*, 24 (3): 187-198. doi: <https://doi.org/10.1006/jcrs.1996.0052>.
- Bylund, G. (2015). *Dairy Processing Handbook*. Lund: Tetra Pak Processing Systems.
- Catassi, C., Bai, J., Bonaz, B., Bouma, G., Calabrò, A., Carroccio, A., Castillejo, G., Ciacci, C., Cristofori, F., Dolinsek, J., et al. (2013). Non-Celiac Gluten Sensitivity: The New Frontier of Gluten Related Disorders. *Nutrients*, 5 (10): 3839.
- Corredig, M. & Dalglish, D. G. (1997). Isolates from Industrial Buttermilk: Emulsifying Properties of Materials Derived from the Milk Fat Globule Membrane. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (12): 4595-4600. doi: 10.1021/jf970531f.
- Corredig, M., Roesch, R. R. & Dalglish, D. G. (2003). Production of a Novel Ingredient from Buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 86 (9): 2744-2750. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73870-3.
- Fennema, O. R., Parkin, K. L. & Damodaran, S. (2008). *Fennema's Food Chemistry*, b. 4: CRC Press.
- Gallagher, E., Gormley, T. R. & Arendt, E. K. (2003). Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering*, 56 (2): 153-161. doi: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00244-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00244-3).
- Gallagher, E., Gormley, T. R. & Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15 (3): 143-152. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012>.

- Green, P. H. R. & Cellier, C. (2007). Celiac Disease. *New England Journal of Medicine*, 357 (17): 1731-1743. doi: 10.1056/NEJMra071600.
- Gujral, H. S. & Rosell, C. M. (2004). Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, 39 (2): 225-230. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2003.10.004>.
- Haque, A. & Morris, E. R. (1994). Combined use of ispaghula and HPMC to replace or augment gluten in breadmaking. *Food Research International*, 27 (4): 379-393. doi: [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(94\)90194-5](https://doi.org/10.1016/0963-9969(94)90194-5).
- Horstmann, W. S., Belz, C. M., Heitmann, M., Zannini, E. & Arendt, K. E. (2016). Fundamental Study on the Impact of Gluten-Free Starches on the Quality of Gluten-Free Model Breads. *Foods*, 5 (2). doi: 10.3390/foods5020030.
- Hoseney, R. C. & Smewing, J. O. (2007). Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods. *Journal of Texture Studies*, 30 (2): 123-136. doi: 10.1111/j.1745-4603.1999.tb00206.x.
- ISO/IDF. (2004). *Whey cheese - Determination of dry matter. International standard ISO 2920, IDF 58*. ISO, Genève, Sveits and IDF, Brussel, Belgium.
- Kelly, A. L. & Fox, P. F. (2016). Manufacture and Properties of Dairy Powders. I: McSweeney, P. L. H. & O'Mahony, J. A. (red.) b. 4. ed *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Applies Aspects*, s. 1-34: Springer.
- Kim, M., Yun, Y. & Jeong, Y. (2015). Effects of corn, potato, and tapioca starches on the quality of gluten-free rice bread. *Food Science and Biotechnology*, 24 (3): 913-919. doi: 10.1007/s10068-015-0118-8.
- Kong, F. & Singh, R. P. (2016). Chemical Deterioration and Physical Instability of Foods and Beverages A2 - Subramaniam, Persis. I: Subramaniam, P. (red.) b. 2nd *The Stability and Shelf Life of Food (Second Edition)*, s. 43-76: Woodhead Publishing.
- Larsen, R. A. (1964). Hydration as a Factor in Bread Flour Quality. *Cereal Chemistry*, 41 (1): 181-187.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food - Principles and Practices*, b. 2: Springer.
- Magalhaes, K. T., Pereira, M. A., Nicolau, A., Dragone, G., Domingues, L., Teixeira, J. A., de Almeida Silva, J. B. & Schwan, R. F. (2010). Production of fermented cheese whey-based beverage using kefir grains as starter culture: evaluation of morphological and microbial variations. *Bioresour Technol*, 101 (22): 8843-50. doi: 10.1016/j.biortech.2010.06.083.
- Mariotti, M., Lucisano, M., Ambrogina Pagani, M. & Ng, P. K. W. (2009). The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. *Food Research International*, 42 (8): 963-975. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.04.017>.
- Masure, H. G., Fierens, E. & Delcour, J. A. (2016). Current and forward looking experimental approaches in gluten-free bread making research. *Journal of Cereal Science*, 67: 92-111. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.09.009>.
- Mondal, A. & Datta, A. K. (2008). Bread baking – A review. *Journal of Food Engineering*, 86 (4): 465-474. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.11.014>.

- Moore, M. M., Schober, T. J., Dockery, P. & Arendt, E. K. (2004). Textural Comparisons of Gluten-Free and Wheat-Based Doughs, Batters, and Breads. *Cereal Chemistry*, 81 (5): 567-575. doi: <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.5.567>.
- Mulder, H. & Walstra, P. (1974). *The milk fat globule*. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation.
- Murray, J. A. (1999). The widening spectrum of celiac disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69 (3): 354-365. doi: 10.1093/ajcn/69.3.354.
- Naqash, F., Gani, A., Gani, A. & Masoodi, F. A. (2017). Gluten-free baking: Combating the challenges - A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66: 98-107. doi: 10.1016/j.tifs.2017.06.004.
- Ngemakwe, P. H. N., Le Roes-Hill, M. & Jideani, V. A. (2015). Advances in gluten-free bread technology. *Food Science and Technology International*, 21 (4): 256-276. doi: 10.1177/1082013214531425.
- Nishita, K. D., Roberts, R. L. & Bean, M. M. (1976). Development of yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chemistry*, 53 (5): 626-635.
- Nunes, M. H. B., Ryan, L. A. M. & Arendt, E. K. (2009). Effect of low lactose dairy powder addition on the properties of gluten-free batters and bread quality. *European Food Research and Technology*, 229 (1): 31-41. doi: 10.1007/s00217-009-1023-2.
- Ofstad, I. K. (2014). *Verdens beste oppskrift på glutenfritt brød!* The Gluten Free Lifesaver, 2017, 10.11.2017.
- Opplysningskontoret for Meieriprodukter. (2017a). *Statistikk for meieriprodukter 2007 - Total smør, inkludert import*. Statistikk. Tilgjengelig fra: <https://www.melk.no/Statistikk> (lest 01.05.2018).
- Opplysningskontoret for Meieriprodukter. (2017b). *Statistikk for meieriprodukter fra 2007 - Cottage cheese kesam og skjorost*. Tilgjengelig fra: <https://www.melk.no/Statistikk> (lest 03.05.2018).
- Pietzak, M. (2012). Celiac Disease, Wheat Allergy, and Gluten Sensitivity: When Gluten Free Is Not a Fad. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 36 (1\_suppl): 68S-75S. doi: 10.1177/0148607111426276.
- Rombaut, R., Camp, J. V. & Dewettinck, K. (2005). Analysis of Phospho- and Sphingolipids in Dairy Products by a New HPLC Method. *Journal of Dairy Science*, 88 (2): 482-488. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72710-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72710-7).
- Rombaut, R., Camp John, V. & Dewettinck, K. (2006). Phospho- and sphingolipid distribution during processing of milk, butter and whey. *International Journal of Food Science & Technology*, 41 (4): 435-443. doi: 10.1111/j.1365-2621.2005.01091.x.
- Singh, H. & Creamer, L. K. (1991). Denaturation, aggregation and heat stability of milk protein during the manufacture of skim milk powder. *Journal of Dairy Research*, 58 (3): 269-283. doi: 10.1017/S002202990002985X.
- Skodje, G. I., Sarna, V. K., Minelle, I. H., Rolfsen, K. L., Muir, J. G., Gibson, P. R., Veierod, M. B., Henriksen, C. & Lundin, K. E. A. (2018). Fructan, Rather Than Gluten, Induces Symptoms in Patients With Self-Reported Non-Celiac Gluten Sensitivity. *Gastroenterology*, 154 (3): 529-539.e2. doi: 10.1053/j.gastro.2017.10.040.
- Sodini, I., Morin, P., Olabi, A. & Jiménez-Flores, R. (2006). Compositional and Functional Properties of Buttermilk: A Comparison Between Sweet, Sour, and Whey

- Buttermilk<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science*, 89 (2): 525-536. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72115-4.
- Stable Micro Systems l.td. (2007a). *Determination of Bread Firmness using the AACCC (74-09.01) Standard method: Application Study for TA.XTplus, TA.HDplus, TA.XTExpress*.
- Stable Micro Systems l.td. (2007b). *Measurement of dough stickiness: Application Study for TA.XTplus, TA.HDplus, TA.XTExpress*.
- Statistisk sentralbyrå. (2018). *Folkemengde og befolkningsendringar*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/folkemengde> (lest 01.05.2018).
- Store Norske Leksikon. (2016). *Bakepulver*. I: Ditleifsen, A. (red.). *Næringsmiddelteknologi*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/bakepulver> (lest 03.05.2018).
- Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Technology*, b. 2. Boca Raton: Taylor & Francis.
- Wong, N. P., LaCroix, D. E. & McDonough, F. E. (1978). Minerals in Whey and Whey Fractions. *Journal of Dairy Science*, 61 (12): 1700-1703. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(78)83790-4.
- Wronkowska, M., Jadacka, M., Soral-Śmietana, M., Zander, L., Dajnowiec, F., Banaszczyk, P., Jeliński, T. & Szmatowicz, B. (2015). ACID whey concentrated by ultrafiltration a tool for modeling bread properties. *LWT - Food Science and Technology*, 61 (1): 172-176. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.019>.
- Yildiz, Ö., Meral, R. & Dogan, I. S. (2012). Determination of Stickiness Values of Different Flour Combinations. *International Journal of Food Engineering*, 8 (3). doi: DOI: 10.1515/1556-3758.2412.

# Vedleggsfortegnelse

Vedlegg A.....	3
Vedlegg B.....	5
Vedlegg C.....	6
Vedlegg D.....	7
Vedlegg E.....	8
Vedlegg F .....	11
Vedlegg G.....	14
Vedlegg H.....	15





## Vedlegg A: Tekstur

Tabell 12 Viser alle målingene på hardhet for alle de glutenfrie brødene lagret i 0, 1, 2 og 3 døgn.

Oppskrift	0	1	2	3
KMP-10	1215,73	1515,84	1443,88	2093,42
KMP-10	1173,97	1533,59	1519,62	1874,31
KMP-10	1053,72	1345,23	1220,86	1834,01
KMP-10	1068,62	1320,14	1602,59	1834,08
KMP-10	1161,13	1454,25	1607,18	1453,73
KMP-10	1136,82	1719,67	1708,66	1219,11
KMP-10	1176,39	1208	1043,77	1859,69
KMP-10	1068,32	1605,36	1359,81	2117,14
KMP-10	1050,62	1634,91	1473,76	1368,55
KMP-10	1056,99	1715,29	1667,57	954,54
KMP-10	767,82	1103,5	1367,72	1277,4
KMP-10	837,13	1360,81	1717,71	2614,1
KMP-10	1118,49	1204,17	2014,52	2678,02
KMP-10	1080,43	1416,05	1656,12	1932,89
KMP-10	717,81	1953,38	2159,75	2643,7
KMP-10	850,97	1384,83	1732,22	2147,07
KMP-10	976,69	1995,81	1842,28	2243,15
KMP-10	911,7	2018,33	1778,68	
KMP-20	1626,26	1289,51	1904,17	1395,72
KMP-20	1476,01	1396,69	2432,76	1387,46
KMP-20	1076,97	1447,34	1957,3	1893,99
KMP-20	1475	1920,47	2476,97	2252,59
KMP-20	1195,93	2026,79	2675,6	2744,83
KMP-20	1450,91	1571,48	2330,59	2278,47
KMP-20	1687,34	1790,69	2394,66	2009,9
KMP-20	1629,64	1680,59	2030,7	2358,2
KMP-20	1516,06	1997,31	2092,71	1917,16
KMP-20	1624,79	1482,49	1801,78	2196,64
KMP-20	1606,1	2436,36	1807,89	2547,27
KMP-20	1492,78	2179,49	1518,91	2196,01
KMP-20	1033,72	1633,73	1198,63	1562,08
KMP-20	912,8	1393,32	1759,42	1901,43
KMP-20	919,83	1283,25	1671,89	1356,56
KMP-20	948,21	1282,54	1267,97	1895,36
KMP-20	961,57	1781,87	1630,87	1079,1
KMP-20	1142,61	1512,77	1526,9	1515,67
SKMP-10	1167,53	2424,07	2746,78	3168,69
SKMP-10	1238	2776,66	2767,59	2690,77
SKMP-10	1618,17	2456,19	3068,56	3515,5
SKMP-10	1656,46	2388,98	3111,84	3150,42
SKMP-10	1359,03	2247,79	3476,22	4135,94
SKMP-10	1273,87	2381,09	3206,04	3685,78
SKMP-10	1437,25	1760,85	1929,58	2108,26
SKMP-10	1433,4	2149,79	1557,36	1824,09
SKMP-10	1504,79	1893,83	2226,47	2662,28
SKMP-10	1379,4	1589,72	2125,55	2917,06
SKMP-10	1469,56	2153,15	2428,33	2296,92
SKMP-10	1557,82	2052,74	1808,4	2173,12
SKMP-10	1138,59	1752,71	1283,62	2161,06
SKMP-10	975,51	2109,34	1781,66	2390,86
SKMP-10	983,52	2120,1	2149,81	2628
SKMP-10	1076,08	2041,53	2033,62	2939,61
SKMP-10	984,32	2142,45	2366,42	1829,84
SKMP-10	1054,08	2601,1	2005,78	1930,15
SKMP-20	1024,59	1894,47	2293,97	1958,48
SKMP-20	1236,92	1596,01	2424,22	2024,03

SKMP-20	1333,59	1670,18	2051,72	2145,76
SKMP-20	1471,02	1310,26	1902,19	2249,26
SKMP-20	1233,09	2205,12	2417,45	2218,82
SKMP-20	1335,29	2008,06	2892,4	2631,73
SKMP-20	1488,83	1910,55	1559,65	1341,98
SKMP-20	1369,94	1864,84	1988,16	1509,85
SKMP-20	1216,42	1972,16	2107,41	1627,05
SKMP-20	1384,53	1572,45	2354,46	1895,31
SKMP-20	1187,67	1974,17	1659,7	1207,57
SKMP-20	1155,38	2008,43	1683,03	1863,08
SKMP-20	1117,2	1735,82	1969,67	1882,08
SKMP-20	1081,5	1865,44	2114,74	2055,64
SKMP-20	1144,05	1891,83	1593,11	1934,92
SKMP-20	1209,25	1553,69	1893,58	1651,21
SKMP-20	1084,04	2076,79	1824,68	2404,14
SKMP-20	1026,09	2085,72	2083,32	2722,4
Standard	1869,12	2721,9	3253,4	3612,83
Standard	1702,93	2748,79	3451,4	2693,57
Standard	1737,58	2548,12	3348,84	3013,01
Standard	1615,1	2995,83	3253,16	2550,68
Standard	1525,04	2324,04	2701	3111,4
Standard	1528,18	2443,87	3320,41	2794,15
Standard	1365,61	2317,6	2251,63	1994,66
Standard	1403,21	2513,16	2821,23	2250,23
Standard	1444,84	2035,68	2603,12	2937,02
Standard	1281	1940,41	2893,74	2453,32
Standard	1284,01	2427,78	2134,13	2466,42
Standard	1409,62	2412,15	2351,74	2473,23
Standard	1655,74	2362,4	2490,61	2034,44
Standard	1336,18	2381,2	2552,44	2792,88
Standard	1395,63	1999,4	2313,16	2728,17
Standard	1526,42	1719,05	2770,8	3294,92
Standard	1337,17	2245,47	1895,12	2122,66
Standard	1303,59	2257,83	2301,25	3277,72
Standard	1367,4	2400,1	2540,43	2425,32
Standard	1463,56	2136,34	2573,63	2937,09
Standard	1610,78	3052,66	1892,2	2999,18
Standard	1630,97	2332,6	2401,13	3922,18
Standard	1526,05	2814,8	2618,17	2753,9
Standard	1720,16	2507,98	2779,05	3742,94
SurM-10	647,68	1733,34	1235,44	2770,87
SurM-10	688,53	1369,37	2497,28	1646,77
SurM-10	987,16	1124,75	1412,34	1832,9
SurM-10	935,6	1753,01	2176,6	2119,37
SurM-10	478,62	1311,02	1318,8	2165,77
SurM-10	625,7	1566,74	1666,22	2054,59
SurM-10	761,5	1639,38	1607,37	1628,76
SurM-10	915,73	2002,69	1864,27	1962
SurM-10	689,26	1254,42	1943,03	1681,45
SurM-10	1090,36	1510,2	1302,62	2275,42
SurM-10	637,99	1851,85	1931,95	1786,46
SurM-10	1292,87	1945	2034,49	2104,49
SurM-10	813,73	1376,46	1668,51	2151,12
SurM-10	1339,24	1139,84	2102,72	1747,41
SurM-10	1321,89	1191,27	1570,12	1837,53
SurM-10	947,31	1488,07	1369,01	1977,12
SurM-10	927,32	1509,4	1967,73	1903,94
SurM-10	973,27	1179,85	2119,37	2356,43

## Vedlegg B: Deiganalyse

Tabell 13 Rådata for alle deiganalysene

	<b>Klissethet</b>	<b>Klebrighet</b>	<b>Deigstyrke/Sammenhengende</b>
	<b>g</b>	<b>g.sec</b>	<b>mm</b>
	<b>Force 1</b>	<b>Area F-T 1:2</b>	<b>Travel 1:2</b>
1Standard	81,33	44,73	8,93
1Standard	84,33	42,38	8,49
1Standard	73,32	42,92	9,42
2Standard	59,49	40,49	10,58
2Standard	60,72	40,13	10,41
2Standard	61,25	48,06	11,76
3Standard	59,41	37,91	9,97
4Standard	68,51	48,86	11,26
1KMP-10	69,29	78,61	15,96
1KMP-10	71,35	85,61	16,8
1KMP-10	66,7	83,69	17,7
2KMP-10	60,4	87,12	19,08
2KMP-10	62,89	73,96	16,24
2KMP-10	61,93	80,09	17,66
4KMP-10	54,13	71,01	17,82
1KMP-20	54,68	80,54	19,18
1KMP-20	52,11	67,1	17,48
1KMP-20	49,04	41,02	12,04
3KMP-20	36,85	157,11	51,36
4KMP-20	42,86	136,93	37,78
1SKMP-10	62,92	91,83	19,54
1SKMP-10	64,16	72,8	15,46
1SKMP-10	65,23	60,74	13,52
2SKMP-10	58,91	78,43	17,84
2SKMP-10	63,57	84,27	17,68
2SKMP-10	64,16	67,08	14,78
3SKMP-10	58,94	83,6	19,1
1SKMP-20	43,81	93,52	27,44
1SKMP-20	51,49	79,9	20,84
1SKMP-20	49,5	80,91	21,46
2SKMP-20	51,9	91,37	23,1
2SKMP-20	54,85	102,49	24,1
2SKMP-20	57,83	80,58	19,18
3SKMP-20	39,82	142,97	43,74
2SurM-10	65,98	58,61	13,22
2SurM-10	67,53	59,59	13,42
2SurM-10	69,85	66,65	14,08
3SurM-10	58,91	80,3	18,48
4SurM-20	57,03	89,3	20,38

## Vedlegg C: Sensorisk profilering

Tabell 14 Rådata for den sensoriske profileringen.

Oppskrift	alder	Fargestyrke skorpe	Fargestyrke kromme	Porøsitet	Fordeling porer	Konsistens kromme	Satthet kromme	Konsistens skorpe	Søthet	Saltsmak	Besk smak	Bismak
kmp-10	0	4	2,5	3,5	3	4	5	6,5	3	2	1	1
kmp-10	1	5	3	5	3	6	3	7,5	2	2	1	1
kmp-10	2	6	2,5	6	2,5	4	2,5	5	1,5	2	1	1,5
kmp-10	3	4,5	2,5	5	3,5	8	3	7	1	2	3	2
kmp-20	0	6,5	2,5	2	7	2,5	6	5,5	4	1,5	1	1
kmp-20	1	7,5	2,5	2	6	3	5,5	7	1,5	2	1	1
kmp-20	2	7	2,5	2	6,5	3,5	4	7	3	2	1	1,5
kmp-20	3	8,5	2,5	5	3	7	3,5	6,5	2	2	1	1
skmp-10	0	5	2,5	3	6,5	5	6	7	2,5	2	1	2
skmp-10	1	4	2,5	3	3,5	6	3	7	1,5	2	1	1
skmp-10	2	4	2,5	4	5	8	3	7	2	2	1	1,5
skmp-10	3	5	2,5	5	5	7	3	7	1,5	2	1	1,5
skmp-20	0	6,5	2,5	2,5	5	3,5	5	7	3	2	1	1
skmp-20	1	7,5	2,5	2	5	3	4	7	3	2	1	1
skmp-20	2	8,5	3	3	5	4	4,5	7	2,5	2	1	2,5
skmp-20	3	8	3	3	6,5	4,5	4,5	6	2	2	1	1
standard	0	2,5	3,5	5	3	4	3,5	8,5	3	2	1	2
standard	0	2,5	3,5	3,5	7	6	2	6,5	1	2	1	1,5
standard	1	3	3,5	5	5	6	3	7,5	1,5	2	1	1
standard	1	2,5	3,5	5	5	6,5	3	7	1,5	2	1,50	1,5
standard	2	3	3,5	4	7	6	3	8	1,5	2	2	3
standard	2	3	3,5	5	5	7	2	7	1	2	2	2
standard	3	2,5	3,5	5	5	7	2	7	1,5	2	1	1,5
standard	3	2	3,5	4	7,5	7,5	2,5	6,5	1	2	2	2,5
surm-10	0	5	2,5	8	7,5	3,5	5	8	3	2	2	2
surm-10	1	6	2,5	7,5	7	5	4	6	1	2	1	1
surm-10	2	5	2,5	7,5	8	5	3	5,5	1	2	2	2
surm-10	3	4,5	2,5	8	7	7	2	7,5	1,5	2	1	1

For syrlighet ble alle brødene bedømt til 1.

For gjærsmak ble alle brødene bedømt til 1.

For cerealiesmak ble alle brødene bedømt til 2.

## Vedlegg D: Sensorisk liking

Tabell 15 Rådata fra sensorisk analyse på grad av liking. Viser oppskrift, alder og kode benyttet under de sensoriske analysene.

Oppskrift	Alder	Kode	Liking				
KMP-10	0	780	6	5	6	6	
KMP-10	1	307	3	4	5	5	
KMP-10	2	847	4	5	6	4	4
KMP-10	3	653	3	4	2	1	3
KMP-20	0	264	7	4	7	6	6
KMP-20	1	426	6	5	6	7	3
KMP-20	2	861	6	4	6	3	6
KMP-20	3	728	5	4	5	4	6
SKMP-10	0	368	7	4	7	7	6
SKMP-10	1	439	5	4	5	5	
SKMP-10	2	361	4	4	5	5	3
SKMP-10	3	640	4	4	3	3	
SKMP-20	0	932	7	5	7	6	
SKMP-20	1	282	6	4	6	4	4
SKMP-20	2	586	4	4	7	2	3
SKMP-20	3	543	6	5	6	6	4
Standard	0	667	5	3	5	4	
Standard	0	228	5	4	5	4	3
Standard	1	438	3	3	4	6	5
Standard	1	662	4	4	4	3	3
Standard	2	608	3	2	3	3	
Standard	2	669	3	3	4	2	3
Standard	3	903	3	4	4	4	4
Standard	3	235	4	3	3	1	3
SurM-10	0	342	6	5	6	7	
SurM-10	1	574	6	5	5	3	3
SurM-10	2	767	3	3	6	3	3
SurM-10	3	976	4	3	5	7	4

## Vedlegg E: Profileringskjema og forklaring av egenskaper

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Fargestyrke, skorpe</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Lys								Mørk
<b>Fargestyrke, krumme</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Lys								Mørk
<b>Porestørrelse</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Små							Store	
<b>Fordeling porer</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Store forskjeller						Alle like store		
<b>Konsistens, krumme</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Svært myk							Svært hard	
<b>Saftighet, krumme</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Svært tørr							Svært saftig	
<b>Konsistens, skorpe</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Svært myk							Svært hard	
<b>Søthet</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Ingen							Intens	
<b>Syrlighet</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Ingen							Intens	
<b>Gjærsmak</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Ingen							Intens	
<b>Saltsmak</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Ingen							Intens	
<b>Cerealiesmak</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Ingen							Intens	
<b>Besk mak</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Ingen							Intens	
<b>Bismak</b>	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----								
	Ingen							Intens	

**Kommentarer:**

**Fargestyrke, skorpe**

Beskriver fargen på skorpen

Lys: Svært lys gul/beige

Mørk: Svært mørk brun/svart

**Fargestyrke, krumme**

Beskriver fargen på krummen

Lys: Svært lys gul/beige

Mørk: Svært mørk brun/grå

**Porestørrelse**

Beskriver størrelsen på porene i krummen. Beskriver størrelsen på majoriteten av porene.

Hvis det er jevn fordeling av store og små angis det med ca 5 poeng

Små: Porene er svært små (< 1 mm)

Store: Porene er svært store (>6 mm)

**Fordeling av porer**

Beskriver hvordan fordelingen er mellom de ulike porestørrelsene

Store forskjeller: Det er både veldig store og veldig små porer i krummen

Alle like store: Alle porene har omtrent samme størrelse, men de kan være både store og små

**Konsistens, krumme**

Beskriver konsistensen når man trykker krummen mellom tommel og pekefinger.

Svært myk: Ingen motstand når man trykker

Svært hard: Svært stor motstand når man klemmer, ikke mulig å presse krummen sammen

**Saftighet, krumme**

Beskriver konsistensen i munnen når man tygger krummen

Svært tørr: Krummen smuldrer opp og etterlater en svært tørr følelse i munnen

Svær saftig: Krummen er saftig og elastisk å tygge

**Konsistens, skorpe**

Beskriver konsistensen i skorpen

Svært myk: Det er ingen motstand når man trykker eller biter i skorpen

Svært hard: Det er svært mye motstand når man trykker eller biter i skorpen. Vanskelig å bite over

**Søthet**

Beskriver graden av sødme/ søt smak i prøven

Ingen: Det kan ikke registreres noen søt smak i prøven

Intens: Prøven har en intens søthet som kan grense til å være kvalmende

**Syrlighet**

Beskriver graden av syrlighet/sur smak i prøven

Ingen: Prøven har ingen syrlighet/sur smak

Intens: Prøven har en intens syrlighet/sur smak

**Gjærsmak**

Beskriver graden av gjærsmak i prøven

Ingen: Det er ingen merkbar smak av gjær i prøven

Intens: Prøven har en intens smak av gjær. Et slikt brød vil også ha en intens lukt av gjær

### **Saltsmak**

Beskriver graden av salthet i prøven

Ingen: Det er ingen merkbar salt smak i prøven

Intens: Prøven har en svært tydelig og sterk saltsmak

### **Cerealiesmak**

Beskriver smaken av korn/cerealier i prøven

Ingen: Ingen merkbar smak av korn/cerealier

Intens: Svært kraftig smak av korn/cerealier

### **Besk smak**

Beskriver graden av besk/bitter smak i prøven

Ingen: Prøven har ingen merkbar besk/bitter smak

Intens: Prøven har en kraftig besk/bitter smak

### **Bismak**

Beskriver graden av uønskede smaker i prøven. Bismaker er smaker som ikke dekkes av andre egenskaper og som ikke skal være i brød

Ingen: Det er ingen merkbare bismaker i prøven

Intens: Det er en eller flere kraftige bismaker i prøven



## Vedlegg F: Two Way ANOVA

### Deig

```
> Anova(LinearModel.12, type="II")
Anova Table (Type II tests)
```

Response: Klissethet

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
Bakedag	721.63	3	27.8828	2.404e-07	***
Oppskrift	2441.19	5	56.5940	4.063e-11	***
Bakedag:Oppskrift	633.03	10	7.3378	8.578e-05	***
Residuals	172.54	20			

Response: Klebrighet

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
Bakedag	5160.4	3	17.189	9.284e-06	***
Oppskrift	14485.8	5	28.950	1.655e-08	***
Bakedag:Oppskrift	7085.2	10	7.080	0.0001104	***
Residuals	2001.5	20			

Response: Deigstyrke

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
Bakedag	710.35	3	47.264	2.904e-09	***
Oppskrift	1410.95	5	56.327	4.244e-11	***
Bakedag:Oppskrift	785.34	10	15.676	2.232e-07	***
Residuals	100.20	20			

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### Tekstur

s: 369 on 431 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.6709,

Adjusted R-squared: 0.6533

F-statistic: 38.2 on 23 and 431 DF, p-value: < 2.2e-16

```
> Anova(LinearModel.5, type="II")
```

```
Anova Table (Type II tests)
```

Response: Hardhet

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
<u>test.id</u>	45213248	5	66.4276	< 2.2e-16	***
<u>alder</u>	68026247	3	166.5743	< 2.2e-16	***
<u>test.id:alder</u>	6082534	15	2.9788	0.0001493	***
Residuals	58671131	431			

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Attributtene

```
> Anova(LinearModel.1, type="II")
Anova Table (Type II tests)
```

Response: Fordeling.porer

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	1.929	3	0.1959	0.8942
test.id	39.647	5	2.4166	0.2066
alder:test.id	17.728	15	0.3602	0.9343
Residuals	13.125	4		

Response: Besk.smak

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	0.7411	3	1.5810	0.3262
test.id	1.5223	5	1.9486	0.2689
alder:test.id	4.3527	15	1.8571	0.2902
Residuals	0.6250	4		

Response: Bismak

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	3.0268	3	3.2286	0.1436
test.id	1.8036	5	1.1543	0.4575
alder:test.id	2.6607	15	0.5676	0.8109
Residuals	1.2500	4		

Response: Fargestyrke.skorpe

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	1.607	3	8.5714	0.03241 *
test.id	96.339	5	308.2857	2.923e-05 ***
alder:test.id	7.768	15	8.2857	0.02706 *
Residuals	0.250	4		

Response: Konsistens.krumme

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	27.884	3	13.5195	0.01465 *
test.id	29.589	5	8.6078	0.02899 *
alder:test.id	13.304	15	1.2900	0.44177
Residuals	2.750	4		

Response: Konsistens.skorpe

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	0.6429	3	0.3117	0.8173
test.id	2.4286	5	0.7065	0.6494
alder:test.id	10.1071	15	0.9801	0.5717
Residuals	2.7500	4		

Response: Porestørrelse

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	4.384	3	2.7507	0.17656
test.id	71.183	5	26.7983	0.00357 **
alder:test.id	9.835	15	1.2342	0.46216
Residuals	2.125	4		

Response: Satfighet.krumme

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	12.2411	3	9.3265	0.02808 *
test.id	16.4643	5	7.5265	0.03658 *
alder:test.id	8.5714	15	1.3061	0.43612
Residuals	1.7500	4		

Response: Søthet

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
alder	6.8839	3	4.0794	0.1040
test.id	5.7321	5	2.0381	0.2550
alder:test.id	3.8036	15	0.4508	0.8839
Residuals	2.2500	4		

## Liking

```
> Anova(LinearModel.1, type="II")  
Anova Table (Type II tests)
```

Response: liking

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
<u>alder</u>	54.031	3	15.5555	1.769e-08	***
<u>test.id</u>	52.869	5	9.1325	2.866e-07	***
<u>alder:test.id</u>	26.688	15	1.5367	0.1048	
Residuals	125.044	108			

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Vedlegg G: Tørrstoffutregning

Formel for utregning av tørrstoff:

$$\text{Tørrstoff (\%)} = \frac{\text{Vekt tørr prøve med skål} - \text{vekt skål}}{\text{Vekt prøve med skål} - \text{vekt skål}}$$

Tabell 16 Utregnet tørrstoffinnhold i forskjellige ingredienser

<b>Ingrediens</b>	<b>Tørrstoffinnhold (%)</b>
Sur myse, konsentrat	15,3
Sur myse, pulver****	93,0
Kjernemelk, pulver	92,1
Melblanding	86,9

## Vedlegg H: Utregning av mengde melkepulver og mel

Tabell 17 Tørrstoffinnholdet som ble brukt til i beregningene

Ingrediens	Tørrstoff (%)
Skummetmelk	96,6
Kjernemelk	96,6
Sur myse	93,0
Melblanding	85,6

Tørrstoff i melmengden benyttet i standardoppskrift:  $1460 \text{ g mel} \times 0,856 = 1250 \text{ g tørrstoff}$

$$\text{Prosent erstatning \%} = \frac{X * \text{Tørrstoff melkepulver}}{1250 \text{ g}}$$

$X = \text{gram melkepulver}$

Eksempelutregning:

Ved erstatning av mel med 10 % skummetmelkpulver var utregningene slik:

$$0,10 = \frac{X * 0,966}{1250}$$

$$x = 129,4 \text{ g}$$



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

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway