

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Fakultet for veterinærmedisin og biovitenskap
Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap

Masteroppgave 2015
30 stp

Tilsetning av kostfiber som fetterstatter i pølser

Addition of dietary fibre as a fat sustitute in sausages

Silje Skavhellen
Margit Pedersen Tvedt

[OBJ]

Forord

Denne masteroppgaven i Matvitenskap ble utført ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM). Oppgaven er et samarbeid mellom to medstudenter og må derfor sees på som to 30 studiepoengsoppgaver som er satt sammen. Prosjektet ble utarbeidet våren 2015 i samarbeid med Nortura SA og Borregaard. Kostnadene i forbindelse med oppgaven ble dekket av Nortura SA.

Vi vil gjerne takke vår hovedveileder Bjørg Egelanddal som har bidratt med god faglig veiledning gjennom hele prosessen. En stor takk rettes også til veileder Per Berg og andre medarbeidere ved Nortura for et godt samarbeid, hjelpsomhet og nyttige innspill. Særlig Tom Skjekkeland og Jonas Kalberg Eie for deres arbeid og hjelp i forbindelse med pølseproduksjon. Vi vil også takke medarbeidere ved Borregaard for hjelp og stort engasjement. Særlig Bente Nersten som har vært delaktig i alle faser av prosessen, samt Svanhild Kvarsnes som har bidratt med praktisk hjelp i forbindelse med diverse analyser. Til slutt vil vi rette en takk til ansatte ved både Nortura og Borregaard for deltakelse og hjelp i forbindelse med sensorisk analyse.

Silje Skavhellen

Margit Pedersen Tvedt

Ås, 14. mai 2015

Sammendrag

Formålet med oppgaven var å undersøke muligheten for tilsetning av kostfiber som fetterstatter i et farseprodukt, og med dette oppnå et produkt innenfor kriterier for nøkkelhullsmerking. Kriteriene for å oppnå nøkkelhullsmerking innebærer mindre fett, sukker og salt, samt mer fiber. Grillpølse ble valgt som egnet farseprodukt av samarbeidspartner Nortura.

Det ble utført to forsøk i forbindelse med oppgaven. Til første forsøk ble det utarbeidet et blandingsdesign med 20 produksjoner, inkludert senter-, referanse- og kontrollprøve samt to gjentak. Referanseprøven var en grillpølse på 18 % fett, mens kontrollprøven var en grillpølse på 9,5 % fett. Det ble valgt å tilsette ulike nivå av fett, fiber og vann, mens resterende ingredienser ble holdt ved et fast nivå. Valg av fiber falt på et uløselig og lite fermenterbart fiber i form av cellulose fra Borregaard designet for næringsmidler, og et løselig og fermenterbart fiber i form av inulin. Forsøket ble planlagt som et blandingsdesign, og designet hadde tre fettnivå, tre fibernivå for cellulose og tre nivå for inulin samt tre vannnivå. Forsøket viste at cellulose og inulin har egenskaper som utfyller hverandre. Høye konsentrasjoner av inulin resulterte i faste pølser og dårlig vannbinding, mens høye konsentrasjoner av cellulose ga myke pølser, men god vannbinding. Smaks- og konsistensmessig har inulin en fordel, og kom best ut ved sensorisk analyse. Ettersom at de to fibre hadde utfyllende egenskaper ble det konkludert med at neste forsøk burde inneholde en kombinasjon av begge fibre.

Til andre forsøk ble det utarbeidet et faktorielt design krysset med et enkelt blandingsdesign. Forsøket bestod av 20 produksjoner, inkludert gjentak og en referanseprøve i form av markedsleder Go' og mager med 9 % fett under merket Gilde. Designet utgjorde tre nivå av forholdet mellom protein og stivelse samt to nivå av cellulose og tre nivå av inulin, både i kombinasjon med hverandre og hver for seg. Ettersom forsøk 1 tilsa at inulin hadde smaks- og konsistensmessige fordeler framfor cellulose, ble det valgt å tilsette større mengder inulin enn cellulose i pølsene. Det ble forventet at tilsatt cellulose i små mengder ville bidra til god vannbindingsevne og redusert væsketap i pølsene. Fettnivået ble satt til 8,5 % etter forespørsel fra industrien om å legge seg på samme nivå som Go' og mager. Basert på resultat fra forsøk 1, ble det også lagt vekt på hvilke nivåer man burde bruke av de ulike ingrediensene for å få en konsistens lik eksisterende pølser i markedet. Forsøk 2 resulterte i ganske like pølser, noe som kom tydelig fram under både sensorisk analyse og ekspertvurdering der dommerne hadde vansker med å skille de ulike pølsene fra hverandre og utpeke seg en favoritt. Det tyder på at dommerne ikke skilte så godt mellom smak og konsistens, og flere av pølsene lå nærme markedsleder for disse egenskapene. Samtlige av prøvene tilsatt en kombinasjon av inulin og cellulose, hadde minimal grad av væsketap, noe som trolig skyldes cellulose sin gode vannbindingsevne. Variantene tilsatt 3 % total mengde fiber kom godt ut i testen, og anbefales å testes som salgsvare da slike pølser kan merkes og markedsføres med påstanden om «kostfiberkilde».

Abstract

The aim of this study was to investigate the possibility of adding dietary fibre as a fat substitute in a comminuted meat product, and thereby obtain a product within the criteria of the Nordic keyhole labelling. Criteria for keyhole labelling involve less fat, sugar and salt, and more fibre. Grill sausages were chosen as a suitable product, based on a request from collaboration partner Nortura SA.

The study consists of two experiments. For the first experiment, a mixture design with 20 productions were developed, including a centre, a reference (18 % fat), a control sample (9.5 % fat) and two replicates. Different levels of fat, fibre and water were chosen for the experiment, while other ingredients were held at a fixed level. The two fibres used were 1) an insoluble and poorly fermentable cellulose from Borregaard designed for food applications and 2) a soluble and fermentable fibre named inulin. A mixture design was used, and included three different levels of fat, three levels for each of the two fibres and three levels of water. The experiment showed that cellulose and inulin has attributes that complement each other. Whereas high concentrations of inulin resulted in relatively firmer sausages with poor water binding abilities, higher concentrations of cellulose resulted in soft sausages with good water binding. In terms of flavour and consistency, the sausages added inulin got the highest score using sensory analysis. Due to the two fibres complementing attributes, it was concluded that the next experiment should contain a combination of both fibres.

For the second experiment (20 productions), a factorial design crossed with a simple mixture design were developed, including one replicate and a reference sample in terms of market leader Gilde Go' og mager with 9 % fat. The design included three levels of the ration protein to starch, as well as two levels of cellulose and three levels of inulin, both in combination with each other and separately. Due to the results from experiment 1 that unravelled inulin's presumed commercial advantage in taste and consistency, it was chosen to add larger amounts of inulin than cellulose to the recipe. Small amounts of added cellulose was expected to contribute to a good water binding capacity and reduced fluid loss in the sausages. The fat level was set to 8.5 % based on a request from the industry to remain at the same level as Go' og mager. Based on results from experiment 1, it was also focused on what levels of the various ingredients one should use to get a consistency comparable to existing sausages in the market. Experiment 2 resulted in quite similar sausages, evident from the sensory analysis and the expert evaluation where the judges did not separate well between the different sausages. This suggests that taste and consistency were similar for many productions, and several sausage recipes can thus be relevant. All samples added a combination of inulin and cellulose had a minimum amount of fluid loss, probably due to cellulose's good water binding. Variants added 3 % fibre got overall good results, and are recommended as a commodity as these also can be marketed with the statement of a "dietary fibre source".

Innholdsfortegnelse

1 Innledning.....	1
2 Teori.....	2
2.1 Samarbeidspartnere.....	2
2.2 Ernæring.....	2
2.3 Næringsstoffer.....	5
2.3.1 Fett.....	5
2.3.2 Protein.....	6
2.3.3 Karbohydrater.....	6
2.3.4 Næringsinnhold i pølser.....	9
2.4 Ulike ingredienser og deres funksjon i pølser.....	9
2.5 Ulike kostfibre og deres funksjon som fetterstattere i pølser.....	12
2.6 Pølseproduksjon.....	17
2.6.1 Teknologi og prosess.....	17
2.7 Produktutvikling.....	19
2.7.1 Generelt om produktutvikling.....	19
2.7.2 Sensorisk analyse.....	20
2.7.3 Emballasje, deklarerer og merking.....	21
2.8 Statistisk analyse.....	22
2.8.1 Eksperimentelle design.....	22
2.8.2 Optimalisering av resept.....	23
2.8.3 Blandingsdesign.....	24
2.8.4 Faktorielt design.....	24
2.8.5 Variansanalyse.....	25
3 Materialer og metode.....	27
3.1 Forsøk 1.....	27
3.1.1 Forsøksplan.....	27
3.1.2 Optimalisering av resept.....	29
3.1.3 Utførelse av forsøk.....	30
3.1.4 Sensorisk profilering.....	32
3.1.5 Ekspertvurdering.....	33
3.1.6 Teksturanalyse.....	33
3.1.7 Fargeanalyse.....	34
3.1.8 Væsketap ved tining.....	34
3.2 Forsøk 2.....	35
3.2.1 Forsøksplan.....	35

3.2.2	Optimalisering av resept.....	36
3.2.3	Utførelse av forsøk	36
3.2.4	Sensorisk profilering	37
3.2.5	Ekspertvurdering	37
3.2.6	Teksturanalyse.....	37
3.2.7	Fargeanalyse.....	37
3.2.8	Væsketap ved tining	38
3.3	Statistisk analyse	38
3.3.1	Blandingsdesign til forsøk 1	38
3.3.2	Faktorielt design til forsøk 2	39
3.3.3	Enveis variansanalyse	40
4	Resultat.....	41
4.1	Forsøk 1.....	41
4.1.1	Sensorisk analyse	41
4.1.2	Teksturanalyse.....	57
4.1.3	Fargeanalyse.....	65
4.1.4	Væsketap ved tining	73
4.2	Forsøk 2.....	74
4.2.1	Sensorisk analyse	74
4.2.2	Teksturanalyse.....	89
4.2.3	Fargeanalyse.....	98
4.2.4	Væsketap ved tining	105
5	Diskusjon.....	107
5.1	Forsøk 1	107
5.1.1	Bakgrunn og reseptoptimalisering	107
5.1.2	Produksjon.....	109
5.1.3	Konsistens	110
5.1.4	Smak.....	113
5.1.5	Farge.....	114
5.1.6	Væsketap ved tining	117
5.1.7	Evaluering av metode.....	117
5.2	Forsøk 2.....	118
5.2.1	Bakgrunn og reseptoptimalisering	118
5.2.2	Produksjon.....	120
5.2.3	Konsistens	120
5.2.4	Smak.....	124
5.2.5	Farge.....	125

5.2.6 Væsketap ved tining	126
5.2.7 Evaluering av metode	127
5.3 Hvilken pølseresept kan erstatte Go' og mager?	127
5.4 Videre arbeid	129
Referanser	
14 Vedlegg	

1 Innledning

Det norske kostholdet har over lengre tid utviklet seg i en positiv retning. Likevel inneholder dagens kosthold, målt opp mot helsedirektoratets anbefalinger, for mye mettet fett, sukker, salt og alkohol, samt for lite kostfiber og for lite av enkelte vitaminer og mineraler. Et høyt inntak av mettet fett og salt er antatt å være en medvirkende årsak for utvikling av hjerte- og karsykdommer og type 2-diabetes (Helsedirektoratet 2015c). Behovet for et sunt kosthold er for mange viktigere nå enn det var for tidligere generasjoner. Selv om det har skjedd en økning i trening og mosjon de siste tiårene, kompenserer det ikke for den kraftige reduksjonen i hverdagsaktivitet (Meld. St. 34 (2012/2013) 2013). Helse- og omsorgsdepartementet har utarbeidet en handlingsplan for bedre kosthold (2007 – 2011), og i denne sammenhengen ble en sluttrapport med anbefalinger for videre arbeid sendt til helsedirektoratet i januar 2013. Behovet for å stimulere til utvikling og markedsføring av bedre og sunnere matvarer er et av punktene det blir fokusert på. Dette gjelder produktutvikling av matvarer med mindre mettet fett, transfett, salt og tilsatt sukker, med særlig fokus på reformulerte produkter i stor omsetning (Helsedirektoratet 2013).

Fokuset for oppgaven er rettet mot kjøtt og kjøttprodukter. Kjøttinntaket i Norge har økt relativt mye over lengre tid. I 1989 var gjennomsnittsinntaket per person 53 kg, mens det i 2013 hadde økt til 76 kg per innbygger. Kjøttprodukter er en av hovedkildene til mettede fettsyrer og helsedirektoratet anbefaler å velge magert kjøtt og magre kjøttprodukter (Helsedirektoratet 2015c).

Formålet med denne oppgaven er å undersøke effekten av inulin og cellulose som fetterstatere i grillpølser. Dette vil være et mer helsemessig valg på flere måter. Inulin- og celluloseinnhold i pølser vil bidra til et høyere inntak av kostfiber, noe som er gunstig i forhold til at inntaket per innbygger i Norge i dag er lavere enn anbefalt. Et redusert fettinnhold vil bidra til et lavere inntak av kalorier, samtidig som andelen av mettet fett i kosten reduseres (Helsedirektoratet 2015c). I følge matvaretabellen har vanlige grillpølser et typisk fettinnhold på 18 % (Mattilsynet et al. 2014). Fett bidrar til forbedret smak, munnfølelse og konsistens i pølser. Det kan derfor være problematisk å redusere fettandelen uten at det går ut over sensorisk aksept og teksturegenskaper i produktet (Felisberto et al. 2015).

2 Teori

2.1 Samarbeidspartnere

Nortura SA

Nortura SA er Norges ledende aktør innen kjøtt og egg, og er et resultat av fusjonen mellom Gilde Norsk Kjøtt BA og Prior Norge BA. Selskapet er organisert som et samvirke, eid av rundt 18 700 egg- og kjøttprodusenter som leverer sine råvarer og er aktive eiere med rettigheter. Nortura har en årsomsetning på rundt 22 milliarder kroner, med industrivirksomhet i 28 kommuner og har omkring 5500 medarbeidere. Selskapets visjon er at de gjennom sine medarbeidere skal inspirere i væremåte, atferd, holdninger og med sine kvalitetsprodukter (Nortura 2015).

Borregaard

Borregaard er et av verdens mest avanserte og bærekraftige bioraffineri. Borregaard produserer avanserte og miljøvennlige biokjemikalier, biomaterialer og bioetanol ved bruk av naturlige råmaterialer i form av trær og røtter. Selskapet har eksistert i 125 år og har sikret bioraffinerikonseptets utvikling gjennom høy innovasjonstakt og global tilstedeværelse. Selskapet har 1080 ansatte fordelt på fabrikker og salgskontorer i 16 land i Europa, Amerika, Asia og Afrika. Borregaard satser betydelige ressurser på forskning og utvikling (Borregaard 2015).

2.2 Ernæring

Helsen i befolkningen er en viktig ressurs i samfunnet, og det er et stort potensial for å fremme helse gjennom blant annet et forbedret kosthold som vil forebygge sykdom og for tidlig død. Det har skjedd en økning i omfanget av livsstilssykdommer, samtidig som det er store sosiale forskjeller i helse (Meld. St. 34 (2012/2013) 2013). I løpet av de ti siste årene har sukkerforbruket i Norge gått ned, samtidig har befolkningen økt inntaket av frukt og grønnsaker. Fettinntaket i kosten hadde en nedgang fra 1970-årene til begynnelsen av 1990-tallet, samtidig med at fettsyresammensetningen utviklet seg i en mer gunstig retning. I de seneste årene har nedgangen i kostens innhold av mettede fettsyrer stoppet opp, og videre økt igjen. Samtidig fortsetter forekomsten av kreft, fedme og type 2-diabetes å øke (Helsedirektoratet 2015c). Arbeidet med kosthold og ernæring i Norge har de seneste årene

vært et resultat av Handlingsplan for bedre kosthold i befolkningen (2007-2012) – Oppskrift for et sunnere kosthold. Målet for dette arbeidet har vært å bedre kostholdet i tråd med helsemyndighetens anbefalinger, samt redusere sosiale forskjeller med hensyn til kosthold. En viktig utfordring vil være å stimulere til et kosthold som inneholder mye grønnsaker, frukt, bær og fullkorn, mer fisk og begrensede mengder fete meieri- og kjøttprodukter (Meld. St. 34 (2012/2013) 2013).

Helsedirektoratet har utviklet matvarebaserte kostråd som skal bidra til at befolkningen opprettholder en sunn livsstil, både i forhold til kosthold og fysisk aktivitet i hverdagen. Kostrådene er i første rekke rettet mot friske, voksne individer med normal grad av fysisk aktivitet. Det første av i alt 12 kostråd sier: «*Ha et variert kosthold med mye grønnsaker, frukt og bær, grove kornprodukter og fisk, og begrensede mengder bearbeidet kjøtt, rødt kjøtt, salt og sukker*» (Helsedirektoratet 2015a). Fett fra animalske kilder har en relativt høy andel av mettede fettsyrer, som ofte har blitt relatert til helseproblemer. Bearbeidede kjøttprodukter kan inneholde store mengder tilsatt salt og fett, som er risikofaktorer for en rekke sykdommer.

Epidemiologiske undersøkelser har vist til at det er en sammenheng mellom et energirikt kosthold og kroniske sykdommer (Talukder 2015). Forekomst av overvekt avhenger av balansen mellom energiinntak og energiforbruk. Dersom energiinntaket er høyere enn energiforbruket, vil det føre til en vektøkning. Det er overbevisende dokumentasjon for at regelmessig fysisk aktivitet minsker risikoen for overvekt, og at inaktivitet har motsatt effekt. Man kan si med stor sannsynlighet at et kosthold med lav energitetthet, i form av grønnsaker, frukt, grove kornprodukter og magre matvarer minsker risikoen for overvekt. Et kosthold med høy energitetthet i form av fett og sukker, samt sukkerholdige drikkevarer vil bidra til en økt risiko for vektøppgang (Helsedirektoratet 2015b).

Matvareindustrien har en mulighet til å bidra til en bedre folkehelse ved å produsere sunnere matvarer, bidra i prosjekter som har folkehelse som hovedfokus, og gjøre det lettere for forbrukerne å ta sunne valg. Denne bransjen har nemlig en viktig oppgave i å produsere, utvikle, tilby og informere om matvarer med god ernæringsmessig profil tilpasset ulike bruksområder, arenaer og målgrupper. Det har blitt fokusert på viktigheten av økt innovasjon for å få frem produkter med lavere innhold av fett, salt og sukker, samtidig som de inneholder mer fiber (Meld. St. 34 (2012/2013) 2013). Det gjennomsnittlige inntaket av kostfiber i Norge ligger på 20 gram per dag for kvinner og 25 gram per dag for menn. Dette viser at

fiberinnholdet, spesielt for kvinner, er lavere enn anbefalt inntak på 25-35 gram per dag. Kostfiber er en form for karbohydrater som ikke blir fordøyd i tynntarmen, noe som medfører at de bidrar med minimal energi til kroppen (Helsedirektoratet 2015a). Nyere forskning viser til at disse viskøse polysakkaridene har en effekt i mage-tarm kanalen ved at de reduserer blodkolesterolet ved å hemme opptaket av kolesterol eller fettsyrer, samt ved å senke opptaket av galle-kolesterol. I forhold til diabetes, kan løselige kostfibre ha en positiv effekt ved at den langsomme absorpsjonen og fordøyelsen av fiber fører til et redusert behov for insulin (Talukder 2015). Som et resultat av redusert insulinutskillelse kan inntak av fiber øke mobilisering og bruk av fettlagre. På denne måten kan fiber også benyttes i forbindelse med vektkontroll. Fiberrike dietter fører til saktere frakting av maten gjennom mage- og tarmkanalen, noe som resulterer i langsommere næringsopptak og derved økt metthetsfølelse. Mye fiber vil også redusere energitettheten i kosten (Mehta et al. 2015). I forhold til fordøyelsen, er kostfiber gunstig og kan minske risikoen for vektøkning, overvekt, type 2-diabetes, kreft i tykk- og endetarm og hjerte- og karsykdommer (Helsedirektoratet 2015a).

Kostens totale fettinnhold anbefales av Helsedirektoratet å bidra med 25-40 % av kostens energiinnhold, mens det for Norges befolkning gjennomsnittlig bidrar med cirka 35 energiprosent. Fett er den mest konsentrerte energikilden i maten og bidrar derfor med mye energi, samtidig som det fungerer som kroppens viktigste energilager. I tillegg til dette har fett flere viktige funksjoner i kroppen. Fettvevet i huden isolerer, og fett rundt indre organer beskytter mot støt. Fett inngår i alle membraner og celledstrukturer i kroppen, samtidig som det tilfører livsnødvendige fettsyrer og bærer med seg fettløselige vitaminer. Fett deles inn i mettede og umettede fettsyrer, og det er stor vitenskapelig dokumentasjon for at en utskifting av mettede fettsyrer med umettede fettsyrer kan redusere risikoen for hjerteinfarkt (Helsedirektoratet 2015b). De mettede fettsyrene øker innholdet av kolesterol i blodet, mens de umettede har evnen til å senke det. Et høyt innhold av blodkolesterol er en risikofaktor for fettavleiring i åreveggen, noe som forårsaker en stor andel av hjerte- og karsykdommene (Brenden 1998 s. 177). Det anbefales derfor at inntaket av mettet fett begrenses til under 10 energiprosent. I det norske gjennomsnittskostholdet bidrar mettet fett med cirka 15 energiprosent, noe som betyr at mange inntar mer mettet fett enn anbefalt. Meieri- og kjøttprodukter er to av de største fettkildene i kosten, og bidrar med mer enn halvparten av de mettede fettsyrene (Helsedirektoratet 2015b). Ulike typer kjøtt og magre kjøttalternativer inneholder fett, mettet fett og kolesterol, men tilfører også høykvalitetsprotein og verdifulle

vitaminer og mineraler. Det anbefales derfor som en del av kosten (Whitney & Rolfes 2011 kap. 5).

Det gjennomsnittlige saltinntaket i Norge ligger på cirka 10 gram per person per dag. Et saltinntak på 1,5 gram per dag vil for de fleste voksne være nok for å dekke behovet for natrium ved alminnelig fysisk aktivitet i et norsk klima. Grunnet sammenhengen mellom inntak av salt (natrium), økt blodtrykk og økt risiko for hjerte- og karsykdommer, er derfor målsettingen å gradvis redusere saltinntaket til en mengde som tilsvarer 5 gram koksalt (NaCl) per person per dag. (Helsedirektoratet 2015b). For å oppnå dette anbefaler nasjonale kostråd å begrense bruken av salt i matlaging og på maten, samt velge matvarer og ferdigretter med lavt saltinnhold. Bearbeidede matvarer bidrar i snitt med rundt 70-80 % av det totale saltinntaket (Helsedirektoratet 2015a). Kjøttprodukter som pølser og andre farsevarer, samt spekede produkter er blant de matvarene som bidrar med mest salt i kosten i dag (Helsedirektoratet 2015c).

2.3 Næringsstoffer

2.3.1 Fett

Fett omtales også som lipider, og inkluderer triglyserid (fett og oljer), fosfolipider og steroler. Triglyseridene er mest vanlig, både i næringsmidler og i kroppen vår. Fett er sammensatt av karbon, hydrogen og oksygen. Grunnet flere karbon- og hydrogenatomer i forhold til oksygen, kan fett tilføre mer energi per gram enn det karbohydrater kan. Lipider karakteriseres ved deres uløselighet i vann (Whitney & Rolfes 2011 kap. 5). De finnes i både vegetabiliske og animalske matvarer, i både fast og flytende form. Enkelte fettsyrer er essensielle, og må tilføres via maten. Fett vil også forsterke virkningen av smaks- og aromastoffer, samt gi maten en god konsistens (Brenden 1998 s. 173-178). Fett fra animalske kilder er lett fordøyelig, tilfører den essensielle fettsyren linolsyre, transporterer fettløselige vitaminer, og tilfører kroppen beskyttelse, isolasjon og energi (Romans 2001 s. 913).

En fettsyre er en organisk syre bestående av kjeder av karbonatomer med hydrogenatomer bundet til seg, med en syregruppe (COOH) i en ende og en metylgruppe i andre enden (CH₃). Hvert triglyserid består av et molekyl glyserol og tre fettsyrer, hovedsakelig karbonkjeder fra 4 til 24 karboner lange (Whitney & Rolfes 2011 kap. 5). Mettede fettsyrer består kun av

enkeltbindinger, mens umettede fettsyrer består av en eller flere dobbeltbindinger. Umettede fettsyrer kan ha et eller flere punkter av umettethet, og deles med det videre inn i enumettede og flerumettede fettsyrer. Animalsk fett inneholder generelt mye mettede fettsyrer, mens vegetabilsk og marint fett inneholder mye umettede fettsyrer (Brenden 1998 s. 173-178).

2.3.2 Protein

Protein fungerer som byggesteiner i kroppen og er sammensatt av ulike aminosyrer. Aminosyrer består hovedsakelig av grunnstoffene karbon, hydrogen, oksygen og nitrogen. Proteinets oppgaver er å bygge opp og vedlikeholde celler, danne antistoff, hormoner og vitaminer, samt transportere mineraler og vitaminer via blodet. Det finnes rundt 20 aminosyrer som er nødvendige for å bygge opp de proteinene kroppen trenger. Av disse er ni essensielle, og må derved tilføres via kosten. Vegetabilske protein mangler ofte minst en av de essensielle aminosyrene, mens proteinet fra animalske matvarer som melk, kjøtt, egg og fisk har et høyt innhold av essensielle aminosyrer og er derved av høy biologisk kvalitet (Brenden 1998 s. 182-184).

Mesteparten av den spiselige delen av et dyr består av muskler. Muskelvev inneholder flere protein med ulike funksjoner, og grupperes inn i myofibrillære, sarkoplasmatiske og stromale proteiner. Myofibrillære protein omtales som saltløselige protein grunnet deres evne til å bli oppløst i saltløsninger. Sarkoplasmatiske protein består hovedsakelig av glykolytiske enzymer, og omtales som vannløselige protein. Myoglobin klassifiseres som et vannløselig protein, og er et oksygenbindende protein inne i muskelcellen. Hemoglobin kommer av blod som fanges i muskel kapillærer, arterier og vener. Både myoglobin og hemoglobin er ansvarlige for den typiske rødfargen i kjøtt. Stromale protein, eller bindevevsprotein, består hovedsakelig av kollagen og elastin. Kollagen er tilstede i alle vev og dets hovedfunksjon er å tilføre styrke og støtte, samt virke som en ugjennomtrengelig membran (hud). Elastin finnes i arterieveggene og gir elastisitet til disse vevene (Romans 2001 s. 899-901).

2.3.3 Karbohydrater

Karbohydrat er den viktigste energikilden for størstedelen av jordens befolkning. Karbohydrater er, på samme måte som fett, bygget opp av karbon, hydrogen og oksygen. De grupperes etter oppbygging i henholdsvis monosakkarider, disakkarider, oligosakkarider og

polysakkarider. Polysakkarid utgjøres hovedsakelig av stivelse og kostfiber, og er den viktigste gruppen av karbohydrat med tanke på utbredelse i naturen og som næring for mennesker. De deles ofte inn i ufordøyelige og fordøyelige polysakkarider. Stivelse og glykogen regnes som de viktigste fordøyelige polysakkaridene, mens de som ikke fordøyes i tynntarmen går under samlebetegnelsen kostfiber (Nes et al. 1998 s. 39-43). I levende dyr lagres halvparten av karbohydratinnholdet i leveren, mens resten distribueres i musklene, med en liten del i blodomløpet og andre vev. Etter slakting er det ingen karbohydrater igjen da glykogenet som var i musklene, blir brutt ned i løpet av slakteprosessen (Romans 2001 s. 918).

Kostfiber

Kostfiber blir definert som summen av ikke-stivelsesholdige polysakkarider fra planter, og som ikke hydrolyseres av enzymer i tynntarmen. Kostfiber er viktig for normal tarmfunksjon. De binder vann, stimulerer tarmbevegelse og forhindrer forstoppelse. Kostfiber inndeles i løselige og uløselige fibre. Løselige kostfibre binder vann og danner en form for gel som forsinker tømming av magesekken og dermed øker metthetsfølelsen. De kan også binde seg til f.eks. kolesterol og dermed minke absorpsjonen av kolesterol. Uløselige kostfibre kan ikke oppløses i vann, men beholder sin opprinnelige struktur. Denne typen kostfibre virker hovedsakelig i tykktarmen, hvor de grunnet sin vannbindingsevne øker avføringsmassen, fortynner tykktarmsinnholdet og øker transittiden gjennom fordøyelsessystemet (Taghipoor et al. 2014).

Opprinnelig ble kun polysakkarider definert som kostfiber. I de nyere definisjoner blir også oligosakkarider, som inulin, inkludert under denne betegnelsen, basert på de fysiologiske effektene de har. Oligosakkarider er best kjent for å være prebiotiske. Alle kjente og antatte prebiotika er karbohydratforbindelser, som er kjent for å motstå nedbryting i menneskets tynntarm og videre ankomme tykktarmen, hvor de blir fermentert av tarmens mikroflora. Prebiotika defineres som ingredienser som tillater spesifikke endringer, både i sammensetning og/eller aktivitet i tarmens mikroflora, og som medbringer helsefremmende fordeler (Slavin 2013).

Stivelse

Plantestivelse er den viktigste energikilden i menneskenes kosthold. Med utgangspunkt i ernæring, kan stivelse klassifiseres i tre forskjellige grupper, avhengig av

fordøyelseshastighet: rask fordøyelig stivelse, langsom fordøyelig stivelse og resistent stivelse. En høy andel av langsom fordøyelig stivelse i forhold til rask fordøyelig stivelse resulterer i en langsom og gradvis frigjøring av glukose i mage-tarmkanalen. Etter inntak, vil stivelseskomponentene først brytes ned til lineære maltooligosakkarider, for deretter å bli spaltet til glukose. Naturlig stivelse er hovedsakelig sammensatt av lineær amylose og forgrenet amylopektin (Kittisuban et al. 2014). Amylose er en lineær polymer av glukose bundet sammen ved α -1,4-bindinger, mens amylopektin inneholder glukoseenheter bundet sammen ved både α -1,4- og α -1,6-bindinger og får derved en grenet struktur. Amylose utgjør rundt 15-20 % av stivelse, mens amylopektin utgjør den resterende og størstedelen av stivelse (Sajilata et al. 2006). Stivelse har en langsom fordøyelsesegenskap som avhenger av forholdet mellom amylose og amylopektin, samt den fine strukturen til amylopektin. Generelt er de fleste former for naturlig stivelse i form av sakte fordøyelig stivelse, da fordøyelsesenzymer har vanskelig for å nå de amorfe og krystallinske områdene i stivelsesgranulatet, noe som medfører at hydrolysen utsettes. Den langsomme fordøyelsen blir imidlertid begrenset eller fullstendig tapt som resultat av prosessering av matvarer i industrien. Når stivelsen blir utsatt for høye temperaturer og overflødig vann, blir den krystallinske strukturen ødelagt og stivelsen utsettes for fordøyelsesenzymer i langt større grad (Kittisuban et al. 2014).

Den relativt nylige oppdagelsen av ufullstendig fordøyelse og absorpsjon av stivelse i tynntarmen, har ført til økt interesse for ufordøyelige stivelsesfraksjoner. Disse kalles «resistent stivelse», og omfattende studier har påvist at de har fysiologiske funksjoner som tilsvarer kostfiber (Sajilata et al. 2006). Dette er en form for stivelse som ikke blir tatt opp i tynntarmen, og dermed ankommer uforandret inn i tykktarmen. Resistent stivelse fermenteres av tarmbakteriene i tykktarmen, og produserer kortkjedede fettsyrer som kan ha en positiv innvirkning på nivået av kolesterol i blodet. Resistent stivelse kan også ha en positiv virkning i forhold til koronar hjertesykdom (Talukder 2015). Resistent stivelse anses å kunne tilføre funksjonelle egenskaper og benyttes i flere ulike næringsmidler. Det har en liten partikkelstørrelse, hvitt utseende og er smakløs. I tillegg innehar resistent stivelse flere ønskede fysiske og kjemiske egenskaper som svelling, økt viskositet, geldannelse og vannbindingsevne (Sajilata et al. 2006).

2.3.4 Næringsinnhold i pølser

Følgende tabell viser en oversikt over næringsinnhold i vanlige grillpølser og grillpølser med mindre fett. Tallene er hentet fra Matvaretabellen.no og gjelder for 100 gram spiselig matvare (Mattilsynet et al. 2014).

Tabell 2.1: Næringsinnhold i grillpølse og grillpølse med mindre fett (Mattilsynet et al. 2014)

Næringsstoff	Enhet	Grillpølse	Grillpølse, mindre fett
Spiselig del	%	100	100
Energi	kJ	963	662
	kcal	232	159
Vann	gram (g)	61	68
Protein	gram (g)	11,1	11,2
Fett	gram (g)	18,4	10,9
<i>Mettede fettsyrer</i>	<i>gram (g)</i>	<i>6,6</i>	<i>4,4</i>
<i>Trans-umettede fettsyrer</i>	<i>gram (g)</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>
<i>Cis-enumettede fettsyrer</i>	<i>gram (g)</i>	<i>8</i>	<i>5,1</i>
<i>Cis-flerumettede fettsyrer</i>	<i>gram (g)</i>	<i>2,3</i>	<i>0,8</i>
<i>Kolesterol</i>	<i>mg</i>	<i>45</i>	<i>36</i>
Karbohydrat	gram (g)	5,1	4
<i>Stivelse</i>	<i>gram (g)</i>	<i>4,4</i>	<i>4</i>
<i>Mono- og disakkarid</i>	<i>gram (g)</i>	<i>0,8</i>	<i>0</i>
<i>Sukker, tilsatt</i>	<i>gram (g)</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Kostfiber</i>	<i>gram (g)</i>	<i>0,9</i>	<i>0</i>
Salt	gram (g)	1,8	1,7

2.4 Ulike ingredienser og deres funksjon i pølser

Pølser kan defineres etter form, type og kjøttinnhold. Generelt er pølser laget av finfordelte bearbejdede kjøttprodukt fra rødt kjøtt, fjærfe eller en kombinasjon av disse sammen med vann, bindemiddel og krydder. De ulike ingrediensene tilsettes etter ønsket mengde for å kunne produsere og oppnå et kvalitetssikkert og kostnadseffektivt produkt med riktig konsistens. Formulering av resept avhenger av begrensninger og standard for sammensetning av produkt fastsatt av lovverk, forbruker, enhetspris og relativ mengde av våte og tørre komponenter (Essien 2003 kap. 1).

Kjøtt

Et stort antall kjøtt råvarer benyttes i produksjon av alle typer pølser, hvor hver av dem tilfører bestemte egenskaper til det endelige produktet. Råvarene varierer i sammensetning (mengde protein, vanninnhold, fett og aske), farge, bindevevsinnhold (kollagen), og bindingsevne. De siste årene har bruk av svinekjøtt blitt mye brukt i pølseproduksjon. Dette skyldes at svinekjøtt generelt er billigere enn andre typer kjøtt. Mengde og type kjøtt som kan benyttes avhenger av kvaliteten på produktet som produseres. Jevn kvalitet for produktet oppnås ved riktig kombinasjon av kjøttingredienser for å imøtekomme forhåndsdefinerte standarder. Bindingsevne omfatter kjøttets evne til å holde på fett og vann for å produsere stabile emulsjoner (Romans 2001 s. 793-797).

Fett

De fleste farsevarer tilsettes fett utover det som finnes i produksjonskjøttet. I slike tilfeller benyttes fett fra storfe eller svin. Fett fra svin gir produktet en glattere konsistens og en mer behagelig munnfølelse enn fett fra storfe. Fett fra storfe er også vanskeligere å emulgere. Fett tilfører farsevarene saftighet og smak, i tillegg til at det avrunder kryddersmaken (Hemmer 1997 s. 171).

Vann

Vann gjør det endelige produktet mer saftig og jobber sammen med salt for oppløsning av kjøttproteiner (Romans 2001 s. 798-800). Det bidrar også til oppløsning av diverse tørre ingredienser (Essien 2003 kap. 3.9).

Salt

Salt har evne til å forbedre smak, holdbarhet, vannabsorbering og proteinløselighet. Disse egenskapene blir godt utnyttet under pølseproduksjon (Essien 2003 kap. 3.9). Saltets viktigste funksjoner er å forbedre smak og løse opp proteinene aktin og myosin, som er viktig for produktets tekstur og vannbinding (Romans 2001 s. 800). Vannbindingsevnen øker ved at fibrillproteinene sveller etter salttilsetting, samtidig som at proteinets evne til å emulgere fett øker. Ved lave saltkonsentrasjoner vil vannutskillelsen øke, noe som er et teknologisk problem med saltfattige produkter (Hemmer 1997 s. 188-191). Salt tilsettes som NaCl enten direkte i kjøttfarsen eller som en del av kryddermiksen (Essien 2003 kap. 3.9).

Nitritt

Nitritt tilsettes direkte i farsen, vanligvis i form av natriumnitritt. Nitritt har fire primære funksjoner i pølseprodukt. Det forhindrer bakteriostatiske egenskaper, fungerer som en antioksidant, forbedrer smak og fører til utvikling av den karakteristiske rosa kjøttfargen (Romans 2001 s. 801-802).

Sukker

En rekke sukkerarter anvendes vanligvis i ulike pølseprodukt, alt fra sukrose (dimer) til dekstrose (inkluderer oligomerer av glukose). Sukker brukes hovedsakelig som smakstilsetning for å motvirke saltsmakens intensitet. De fleste sukker øker bruningen av kjøttet under koking, noe som kan være både ønsket og uønsket, avhengig av produkt (Romans 2001 s. 803).

Stivelse

Vanlig potetstivelse absorberes i mage-tarmkanalen og havner dermed i samme ernæringsmessige kategori som glukose (Erling Reinholdt Bernatek & Store norske leksikon (2005-2007) 2009). I pølser fungerer stivelse som bindemiddel. Kjøttproteiner får dårligere vannbindingsevne ved oppvarming, og avgir vann når farsevarene kokes. Stivelse opptar vann og forklitrer ved oppvarming, noe som gjør at den egner seg godt som bindemiddel ved at den tar til seg vannet som proteinene avgir. Potetmel er den mest brukte stivelseskilden i farsevarer i Norge, men mais, hvete og tapioka kan også benyttes (Hemmer 1997 s. 172).

Krydder

Ulike urter, krydder og krydderekstrakt benyttes som smakstilsetning i pølseproduksjon, blant annet koriander, løk, muskat, persille, paprika, tomat, purre og rosmarin (Essien 2003 kap.3.9). Krydderaromaen skyldes både flyktige og ikke-flyktige forbindelser, og kan derfor påvirke både smaks- og luktesansen (Hemmer 1997 s. 175).

Tilsetningsstoffer

Ascorbinsyre er en av de mest brukte antioksidantene i pølseproduksjon. Hensikten er å forlenge produktets holdbarhet ved å forhindre harskning av fett og fargeendring som følge av utsettelse for oksygen i luften (Essien 2003 kap. 3.9).

Konserveringsmidler tilsettes i små mengder for å forhindre vekst av mikroorganismer som forårsaker forringelse av produktet og matforgiftning. Enkelte konserveringsmidler tilsettes for å gi og bevare fargen i produktet. Pølser som lages uten konserveringsmidler, har kortere holdbarhet (Essien 2003 kap. 3.9).

Emulgator og stabilisator forbedrer sammenfatningen av olje, fett og vann til en homogen blanding. De mest brukte stabilisatorene i pølseproduksjon inkluderer difosfat og trifosfat. Fosfat forsterker både saltets og antioksidantenes funksjonalitet ved pølseproduksjon (Essien 2003 kap. 3.9). Tilsetning av fosfat forbedrer kjøttets vannbindingsevne, oppløser protein, fungerer som antioksidant, og hjelper til med å beskytte og stabilisere smak og farge i endelig produkt. Bruk av fosfat fører til forlenget holdbarhet og forbedring av utbyttet ved røyking (Romans 2001 s. 804).

Pølsekinn

Pølsekinn kategoriseres i to typer: naturlige og kunstige. Naturlige skinn, også kalt animalske skinn, lages av mage, tarm og blærer av svin, sau og storfe. Skinnene renses, skrapes, sorteres og saltes før de benyttes til produksjon av pølser. Kunstige pølsekinn er billigere, samt mer ensartet og allsidig i sin bruk enn naturlig pølsekinn (Romans 2001 s. 817-823). Disse deles inn i tre typer; cellulose-, kollagen- og plasttarmer. Cellulosearm kan bestå av ren cellulose eller cellulose med innbakte fibre. Kollagentarmer lages av kollagenfibre fra storfehud, mens plasttarmer består av forskjellige typer plast (Hemmer 1997 s. 178-180).

2.5 Ulike kostfibre og deres funksjon som fetterstatter i pølser

Kostfiber blitt tilsatt som en funksjonell ingrediens i matvarer for å bidra til en god vannbindingsevne, viskositet, dannelse av gel, og fettbindingsevne til matvareprodukter. Erstatning av fett med kostfiber kan bidra til å danne sunnere og mer funksjonelle kjøttprodukter. Kostfiber fra forskjellige kilder som korn, belgfrukter, frukt og grønnsaker, har blitt brukt som funksjonelle ingredienser til ulike typer kjøttprodukter, og det forskes stadig på hvilke typer kostfiber som er mest hensiktsmessige å benytte for å utvikle sunne produkter med et høyt kostfiberinnhold. Hvilke typer fiber som egner seg best som fetterstatter i pølser er fortsatt uklart, og det er testet mange forskjellige typer fibertilsetninger, noen syntes å virke bedre enn andre (Kim & Paik 2012).

Sitrusfiber

Sitrusfiber er kostfiber med en god balanse mellom løselige- og uløselige kostfibre. Et studie fra 2013 rapporterte at mengden av løselige kostfibre fra forskjellige sitrusfrukter varierte mellom 34,2 % og 46,6 % av den totale kostfibernmengden. Dette er en ideell fordeling, da det optimale inntaket av løselige kostfibre bør være over 30 % av det totale kostfiberinntaket (Chinapongtitiwat et al. 2013). Det foreligger få undersøkelser av sitrusfiber som fetterstatter i pølser. Albedo er et fibervev i sitrusfrukter. Dette er et hvitt, svampaktig cellulosemateriale og er hovedkomponenten i sitrusskallet. Sammenlignet med andre kostfiber, har albedo positive egenskaper på grunn av innholdet av bioaktive komponenter med antioksidantegenskaper som kan bidra med større helsefremmende egenskaper enn kostfiberet i seg selv (Aleson-Carbonell et al. 2005). Et studie fra 2007 av sitrusfiber som fetterstatter i pølser, viser til at sitrusfiberet økte vannbindingsevnen i produktet, samtidig som koketapet minsket. Studiet viste at fiberet kan bli benyttet med stor suksess i pølser da det gir god vannbindingsevne, høyt kokeutbytte og mykere tekstur. På tross av de positive effektene til sitrusfiber, førte tilsetning av fiberet til en dårligere oppfattelse av smak av pølsene (Cengiz & Gokoglu 2007).

Karragenan

Karragenan blir sett på som en av de mest sentrale fetterstatterne. Karragenan er et vannløselig polysakkarid som er produsert fra tang. Det er et hydrokolloid som består av sulfatestere av kalium, natrium, magnesium og kalsium. Det finnes forskjellige typer karragenan med ulike egenskaper i matprodukter. Karragenan skaper homogen struktur som i form og størrelse kan sammenlignes med fettdråper. Flere forskere har funnet at kappa- og iota-karragenan forbedrer teksturen i lav-fett kjøttprodukter, siden disse forbindelsene skaper komplekser med vann og proteiner. Et studie fra 2009 undersøkte effekten av karragenan som fetterstatter i pølser og konkluderte med at gel strukturen til karragenan avhenger av hvilken type som blir brukt, samtidig som pH-verdien på løsningen har betydning. Resultatene av tekstur- og sensorisk analyse viste at tilsetning av karragenan til lavfettpølser økte kvaliteten på pølsene i forhold til full-fett kontrollene. Dessuten viste fiberet seg å ha meget god vannbindingsevne (Cierach et al. 2009).

Havre- og byggfiber

Havre- og byggfiber består av en høy andel kostfiber, i all hovedsak β -glukaner. β -glukan er lineære homopolysakkarider som er sammenkoblet av enheter av D-glukose ved beta type

glykosidbindinger. β -glukaner fra havre har en høyere molekylvekt enn de som kommer fra bygg (Petersson et al. 2014).

Havreprodukter som er rike på løselige fiberkomponenter som β -glukan, har mange positive egenskaper, da det har evnen til å redusere kolesterolet i blodserum, samtidig med at det regulerer blodglukosenivåene (Alvarez & Barbut 2013). Havrefiber kan anvendes som fetterstatter i kjøttprodukter, og fiberet har vist seg å delvis kunne kompensere for noen av de endringene som forekommer i lav-fett pølser, når fett blir erstattet av vann og proteinnivået er konstant. Et studie fra 2000 viser at havrefiber har god effekt på teksturegenskapene til pølser, ved at fastheten til pølsene var på samme nivå som referansepølsen. Pølsene tilsatt havrefiber var derimot ikke på nivå med full-fett kontrollen i forhold til de sensoriske attributtene. Til tross for dette hadde den gode egenskaper for saftighet og sammenbinding sammenlignet med lav-fett kontrollen. Studiet konkluderte med at det bør gjøres mer forskning, hvor høyere konsentrasjoner eller kombinasjoner av ulike fibre benyttes, for å oppnå et fettfattig produkt med tilsvarende egenskaper som fettrike produkt (Cofrades et al. 2000).

β -glukan fra bygg er vist å ha god effekt som fetterstatter i pølser fordi den binder vann ved at den virker fortykkende og/eller danner gel på grunn av sine hydrokolloid egenskaper (Alvarez & Barbut 2013). Et studie fra 2014 undersøkte effekten av β -glukan som fetterstatter i pølser i forhold til vannbindingsevne, samt tekstur og sensoriske egenskaper. Studiet konkluderte med at tilsettelse av fiber fra bygg, som har et høyt innhold av løselig β -glukan, førte til et høyt prosess- og steketap, samtidig som det ga lav grad av fasthet til pølsene. Sannsynligvis er ikke byggfiber egnet som fetterstatter i pølser da den også viste seg å ha en dårlig geldannende evne (Petersson et al. 2014).

Cellulose

Cellulose er den mest omfangsrike organiske forbindelsen i naturen, og utgjør over 50 % av alt karbonet i vegetasjonen. Cellulose er en lineær homopolymer, bestående av β -1,4-glukose enheter. Det har en høy molekylvekt, og cellulose bestående av 7000 til 10000 glukoseenheter kan bli funnet i plantematerialer. De enkelte cellulosekjedene ligger side om side i grupper, som holdes sammen av hydrogenbindinger mellom de mange OH-gruppene, og danner en spirallignende dobbelheliks (Choct 1997). Bindingene mellom glukoseenheter i cellulosemolekylet kan ikke fordøyes av enzymer i menneskets magesekk og tynntarm (Bjørneboe 2009). I tykktarmen vil cellulose i liten grad brytes ned av bakterier, og betegnes

dermed som lite fermenterbar. Cellulose er en form for uløselig kostfiber (Adam et al. 2014; Bjørneboe 2009). Cellulose kan omdannes til korte fettsyrer, noe som kan virke lett irriterende på tykktarmen, og dermed avførende. Noen av disse fettsyrene vil absorberes, men har liten betydning energimessig (Store norske leksikon (2005-2007) 2015). Det ble foretatt et studie i 2014 hvor man undersøkte effektene av amorf cellulosegel på lav-fett pølser, bestående av både svine- og storfekjøtt. Amorf cellulose er hentet fra korn, og er et uløselig fiber som benyttes som fetterstatter i næringsmidler. I tillegg til å være smaksnøytral, er den fri for energi, og kan tilføres direkte inn i produktet eller som en gel. Som effekt av sin høye vannbindingsevne, kan den amorfe cellulosen øke viskositeten til produktet, samtidig som den gir saftighet og tekstur på samme nivå som fett. Studiet konkluderte med at amorf cellulose gel kan bli brukt til å erstatte 100 % av svinefettet i emulgerte, kokte pølser, slik at eneste fettkilde er fra storfekjøtt. Det viste seg at de endringene som ble observert i forhold til farge og tekstur, ikke hadde noen effekt på den sensoriske aksepten av produktet. Ved å fjerne 100 % av svinefettet fra resepten, ble fettinnholdet i pølsene redusert med 84 %. Dette gir en betraktelig bedre fettsyreprofil, og derved sunnere pølser (Almeida et al. 2014).

SenseFi

SenseFi er en form for pulverisert cellulose produsert av Borregaard ved mekanisk behandling av cellulosefiber fra tremasse. SenseFi er et kostfiber som virker stabiliserende og fortykkende, samtidig som det har gode egenskaper for teksturen i forskjellige produkter, deriblant farseprodukter som pølser. Det ble gjennomført et studie av Borregaard hvor det ble foretatt syv pilotforsøk med tilsetning av SenseFi i wienerpølser. Denne undersøkelsen ble foretatt både for det Danske og Norske markedet, med fokus på sunne, velsmakende og allergenfrie produkter med redusert salt- og fettinnhold. De fettreduserte pølsene ble sammenlignet med to danske standardpølser med fettinnhold på henholdsvis 24 og 8 %, uten tilsatt SenseFi. Studiet konkluderte med at alle pølsene hadde et akseptabelt utseende, smak og konsistens uten signifikante forskjeller (Borregaard 2014).

Maisstivelse

Maisstivelse finnes i mange forskjellige varianter med varierende innhold av amylose. Amyloseinnholdet i stivelsen påvirker de fysiokjemiske egenskapene, samt anvendelsen av stivelse. Høy-amylose stivelse består av en stor andel resistent stivelse som ikke hydrolyseres i tynntarmen og blir videre fermentert i tykktarmen. Et studie fra 2015 som undersøkte amylose-andelen i normal maisstivelse og høy-amylose maisstivelse, viste til resultater på

henholdsvis 30,4 % og 49,4 %. Studiet viste også til at maisstivelse med høyt amyloseinnhold hadde forskjellige funksjonelle egenskaper (Huang et al. 2015). Maisstivelse er en stivelse som lett kan inkorporeres i kjøttprodukter grunnet sin mikropartikkelstruktur som ikke påvirker utseendet til sluttproduktet. Potensialet til maisstivelse i kjøttprodukter har derimot blitt undersøkt i mindre grad. Et studie fra 2012 undersøkte effekten av modifisert maisstivelse i forhold til kjemiske og teknologiske karakteristikk. Det ble konkludert med at modifisert maisstivelse kan bidra til forbedrede kjemiske, teknologiske og sensoriske egenskaper sammenlignet med kontrollpølsene med høyere innhold av fett i form av solsikkeolje. Den aktuelle pølsen inneholdt 57,4 % mindre fett og 34,9 % mindre kalorier enn originalpølsen og viste at det er mulig å redusere fettinnholdet, samtidig som tekstur- og sensoriske egenskaper opprettholdes (Mohammadi & Oghabi 2012).

Ertefiber

Erter inneholder en betydelig mengde stivelse (Pietrasik & Janz 2010). Et studie fra 2015 undersøkte andelen av stivelse, samt resistent stivelse i forskjellige typer erter. Stivelsesinnholdet varierte fra 34 til 45 %, mens innholdet av resistent stivelse varierte fra 4,05 til 4,66% (Brummer et al. 2015). Et studie som undersøkte effekten av tilsatt ertefiber som fett-erstatte i pølser, konkluderte med at dette medførte lignende teksturegenskaper som for fullfettpølsene. I forhold til forbrukeraksept var samtlige av attributtene vurdert på nivå med originalpølsene. Disse resultatene viser til at ertefiber har et potensiale i farseprodukter, men at det samtidig er behov for videre forskning av denne typen funksjonelle ingredienser i slike produkter (Pietrasik & Janz 2010).

Inulin

Inulin er et ikke-fordøyelig oligosakkarid sammensatt av fruktoseenheter bundet sammen med β -2,1-bindinger, og finnes naturlig i planter som sikori og jordskock. Dens β -konfigurasjon gjør at inulin ikke hydrolyseres av menneskelige fordøyelsesenzymer i tynntarmen, og ankommer derfor ufordøyet i tykktarmen. Ettersom inulin ikke absorberes i tynntarmen, har det tradisjonelt sett ingen energiverdi. Grunnet fermentering i tykktarmen bidrar inulin derimot likevel med noe energi, og betegnes ofte med en energiverdi på 1-1,5 kcal/100 g (Garcia et al. 2006). Inulin regnes som et løselig kostfiber og har en lav molekylvekt. Kostfiber med lav molekylvekt vil generelt fraktes gjennom magen og tynntarmen uten å bli absorbert eller nedbrutt. Denne typen kostfiber påvirker blodsukkeret i mindre grad enn andre karbohydrater og er dermed godt egnet som en del av en diabetes-diett (Corradini et al. 2013).

Ved høye konsentrasjoner vil inulin danne ugjennomsiktige geler når det blandes med vann. Måten fiberet binder vann på resulterer i mange fettlignende egenskaper. Det er som et resultat av disse egenskapene at inulin blir sett på som en lovende fetterstatter i forskjellige produkter. Et studie fra 2014 ble foretatt for å undersøke effekten av inulin som en erstatning for fett i pølser. Undersøkelsen konkluderte med at tilsettelse av inulin i pølsene førte til et redusert koketap og forbedret stabiliteten av emulgeringen, men førte til større endringer i forhold til sensorisk- og teksturkvalitet sammenlignet med fullfett-pølsene (Keenan et al. 2014). Et studie fra 2006 som undersøkte effekten av tilsatt inulin som fetterstatter i spanske pølser, konkluderte med at man kunne erstatte fett med inulin uten signifikante endringer av den generelle aksepten av pølsene. Siden inulin bidrar til en fettlignende munnfølelse, er det muligheter for å kunne benytte dette fibret med suksess i kalorifattige kjøttprodukter (Garcia et al. 2006).

2.6 Pølseproduksjon

2.6.1 Teknologi og prosess

Blanding og hakking

Under blanding av farsedeig blandes alle nødvendige ingredienser sammen. Kjøtt, tilsetningsstoffer, krydder og halvparten av vannet/isen has i en hurtighakke. Det er viktig at man tilsetter denne mengde vann/is innledningsvis, da det er ønskelig å danne en saltoppløsning av tilstrekkelig styrke til å løse opp kjøttproteinene, som er avgjørende for å kunne danne en stabil emulsjon og en god konsistens (Romans 2001 s. 832). En hurtighakke er en langsomt roterende bolle med kniver som gradvis maler kjøttet til en farselignende konsistens. Andre ingredienser blandes inn samtidig som kjøttet males (Essien 2003 s. 41). Frosset kjøtt blir først delt opp og hakket til en temperatur på rundt 0 °C. Deretter tilsettes salt, før en så sper med vann/is til 0-4 °C for at ikke temperaturen skal stige for raskt. Videre tilsettes resten av ingrediensene, før en til slutt tilsetter fett og blandingen hakkes til 14-16 °C. Hakketid innvirker på produktets stabilitet. For kort hakketid gir dårlig vannbinding, mens for lang hakketid gir dårlig emulgering av fett. En farsevare som ikke skiller ut fett og vann under koking gir større utbytte (Hemmer 1997 s. 186). Dette produksjonssteget er derfor kritisk ettersom at kvalitet og konsistens hos produktene kan variere stort ved forskjellig grad av hakking (Essien 2003 s. 41).

Pølsestopper og oppheng på stokk

Neste trinn er at farsen blir stoppet, mer eller mindre automatisk, i tarm til pølser. Det blir benyttet natur- eller kunstige tarmer, der naturtarm krever større grad av håndarbeid (Hemmer 1997 s. 186-187). Hensikten med pølsestopping er å oppnå porsjonsnøyaktighet og fjerne luft fra produktet. Ved fjerning av luft oppnår produktet en bedre fargestabilitet og visuell effekt. Det reduserer også oksidering av fett og bakterievekst, samt forhindring av proteolyse. Pølsestopping bidrar dermed til en forlenget holdbarhet (Essien 2003 s. 186). Etter stopping henges pølsene på stokker for lettere å kunne transportere dem videre i prosessen (*Fagansvarlig for pølser T Skjekkeland Nortura 2014 pers. med.*).

Koking og røyking av pølser

Før pølsene blir satt inn i røyke- og kokeskapet, blir farserester og eventuelt søl skylt av pølsene. Deretter blir pølser og skap varmet opp med fuktig varme og temperaturen går opp til 50-55 °C. Farsen utørres nær overflaten. Under produksjon av farse blir mikroorganismene fordelt i hele massen, mens det for hele kjøttstykker kun legger seg på overflaten. Dette gjør at man under farseproduksjon går til en høyere temperatur (71-72 °C) i kjernen enn for mange hele kjøttstykker. Etter forvarmingen blir pølsene utsatt for en tørkeprosess. Røyken gir best og jevnest farge på tørt skinn, samtidig som tarmen blir sterkere og tåler mer (Hemmer 1997 s. 188-190).

Under røyking benyttes det varm røyk som holder en temperatur på 60 °C. Røyken kan tilsettes fuktighet. Røyketiden avhenger av hvor sterk røyksmak som er ønskelig, samt tetthet og sirkulasjonshastighet for røyken. Røykingen fører til at man får smak og farge på overflaten av pølsen. Dessuten inneholder røyken også forbindelser som virker konserverende og minsker tendensen til harskning. Varmebehandling og røyking medfører en denaturering av proteinene, som gir en fast gel som inneslutter fettpartiklene. Deretter forklitrer stivelsen og tar opp vannet som avgis når proteinet denaturerer. På samme tid blir bakterier drept. Under koking ledes damp inn i skapet. Pølsen kokes til ønsket kjernetemperatur er oppnådd, vanligvis ligger denne på 72 °C. Ved bruk av blod eller blodplasma i farsen, må temperaturen være minst 76 °C. Dersom det benyttes annen stivelse enn potetmel kan også kravet til oppvarming øke (Hemmer 1997 s. 188-190). Effektiv koking krever et standardisert program basert på koketemperatur, størrelse på produkt og oppholdstid. Mikrobiell ødeleggelse av pølser avhenger av innledende mikrobiell belastning, innhold av konserveringsmidler og koke- og lagringstemperatur (Essien 2003 s. 45). Ferdig pølse som brytes over skal ha et

sprøtt skinn og briste med et «knekk». Dette oppnås ved en rask stigning i temperatur når kokeperioden starter. For langsom temperaturstigning gir seigt skinn (Hemmer 1997 s. 188-190).

Avkjøling, pakking og lagring

Pølsene avkjøles ved dusjing med vann, eller vekselvis vandusj og kald, tørr luft, såkalt evaporativ kjøling. Prinsippet for denne metoden er at finfordelt kaldt vann sprayes over det som skal avkjøles. Når overflaten er fuktet stoppes kjølingen til vannet er fordampnet. Deretter gjentas prosessen. Lufttemperaturen er lav, og ligger mellom 0 og 5 °C. Fordamping av vann er en svært varmekrevende prosess. Fordampingsvarmen tas fra produktet som videre avkjøles. Denne metoden gir raskere avkjøling enn kald luft og kaldt vann hver for seg, og derved et lavere energibehov. For varer som ikke er innpakket er det viktig med god ventilasjon. Når varene senere skal pakkes er det viktig å unngå at de er så kalde at det dannes dugg på overflaten. Fuktighet inne i pakningen nedsetter holdbarheten (Hemmer 1997 s. 188-190).

2.7 Produktutvikling

2.7.1 Generelt om produktutvikling

Produktutvikling defineres som utviklingen av produkter med nye eller ulike egenskaper som tilfører nye eller ytterligere fordeler til kunden. Produktutvikling kan involvere modifisering av et eksisterende produkt eller dets utseende, eller formulering av et helt nytt produkt som tilfredsstillende et nylig definert kundeønske eller markedsnisje (Businessdictionary.com 2015). Nye produkter tilfører en næringsmiddelbedrift gode muligheter for økt profitt og overlevelse i markedet. Det er ulike grunner til at en bedrift driver med produktutvikling. Produkter har en livssyklus hvor de først inntar markedet, vokser over ubestemt tid, før de til slutt dør ut og må erstattes. Markedet endres, ny teknologi innføres og endringer i lovverk oppstår. Dette krever ofte at produkter må endres eller fornyes (Essien 2003 kap. 6).

Pølser oppfattes av mange som et fettriakt produkt og derved et produkt som ikke er bra for helsen. Utviklingen av pølser med lavt fettinnhold er et resultat av forbrukernes vurdering og oppfattelse av egen helse. Lavere fettinnhold krever en formulering som øker innholdet av magert kjøtt og reduserer fettnivået. Nøkkelen til suksess for et nytt produkt ligger trolig

hovedsakelig i introdusering av en pølse som bevarer den tradisjonelle smaken og utseendet, samtidig som ingrediensene som ikke aksepteres av forbrukeren fjernes. Målet er at produktet skal smake det samme til tross for at enkelte ingredienser fjernes eller erstattes. Behandling av problemer rundt allergener så vel som forbrukerens krav er blant utfordringene knyttet til utvikling av nye pølseprodukt. Endringer i forbrukstrender grunnet forbrukerens økte bevissthet i forhold til tilgjengelige valg fører derimot til flere muligheter for produktutvikling i pølseindustrien. Pølser med lavt salt-/natriuminnhold er også produkt som er utviklet grunnet forbrukernes helsevurdering. Saltnivået i det endelige produktet kontrolleres av reseptformuleringen enten ved å unngå direkte tilsetning av salt, eller ved å redusere det fra krydderblandingen og andre ingredienser (Essien 2003 kap. 6). Det har vist seg at en av de mest effektive saltreduksjonsstrategiene er de som kombinerer en reformulering av produktet med forbrukernes bevissthet og utdanning (Hendriksen et al. 2015).

2.7.2 Sensorisk analyse

I forbindelse med produktutvikling benyttes ofte sensorisk analyse for å redusere risiko og usikkerhet rundt produktet, og for å undersøke hvordan det vil oppfattes av markedet. Produktet testes derfor for å finne ut hvor likt eller ulikt det er i forhold til et lignende standardprodukt, om det foretrekkes fremfor konkurrentenes produkt, eller om det har enkelte fordelaktige egenskaper (Lawless & Heymann 2010 s. 5). Sensorisk analyse defineres som en vitenskapelig metode brukt til å fremkalle, måle, analysere og tolke oppfattelsen av et produkt gjennom sansene syn, lukt, berøring, smak og hørsel (Stone & Sidel 2004 s. 13). Gjennom sensorisk analyse tilføres retningslinjer for tilberedning og servering av prøver under kontrollerte forhold slik at forstyrrende faktorer minimeres. Det er en kvantitativ metode hvor numeriske data innhentes for å etablere lovlige og spesifikke relasjoner mellom produktets karakteristikk og menneskelig oppfatning. Slike data vil ofte variere stort ettersom at menneskelige reaksjoner kan være vanskelig å kontrollere. For å undersøke om resultatene fra en sensorisk analyse er ekte, og ikke et resultat av ukontrollerte variasjoner i svarene, blir det derfor benyttet statistiske metoder. Se kapittel 2.8 for teori om statistiske analyser og tolkning av resultater. Resultatene fra testen skal kunne generaliseres til en større populasjon av forbrukere som kunne tenke seg å kjøpe produktet (Lawless & Heymann 2010 s. 1-4).

Deskriptiv analyse – sensorisk profilering

Det finnes flere ulike metoder for gjennomføring av en sensorisk analyse, og det ble for denne oppgaven valgt å benytte deskriptiv analyse. Deskriptiv analyse er en metode som muliggjør innhenting av en fullstendig sensorisk beskrivelse av et produkt, og som videre bidrar til indentifisering av underliggende ingrediens- og prosessvariabler samt bestemmelse av hvilke sensoriske egenskaper som er viktige for aksept. Analysen gjennomføres vanligvis med et panel på 8-12 deltakere. I forkant av analysen trenes deltakerne med bruk av referanseprøver for forståelse og enighet rundt betydningen av egenskapene som skal vurderes. En kvantitativ skala for intensitet benyttes for at dataene skal kunne analyseres statistisk. Deltakerne vil ikke bli bedt om å gi en hedonisk vurdering av produktene. Selve evalueringen av produktet foretas individuelt av hver enkelt dommer. Standard prosedyre for sensorisk analyse som koding av prøver, lyssetting og skylling mellom prøver benyttes for evalueringsfasen (Lawless & Heymann 2010 s. 227-234).

2.7.3 Emballasje, deklarerer og merking

Emballasje

Emballasje, eller matkontaktmaterialer, er materialer og gjenstander som er laget for å komme i kontakt med næringsmidler, eller som kan forventes å komme i kontakt med næringsmidler. Slike materialer skal ikke overføre stoffer til næringsmidlene som medfører at disse ikke er helsemessig trygge. De skal heller ikke forårsake uakseptable endringer i næringsmidlenes sammensetning eller føre til dårligere kvalitet. Virksomheter i næringsmiddelindustrien er ansvarlig for å sikre at det benyttes matkontaktmaterialer som er beregnet til kontakt med mat, og for å sørge for at bruken av dem er riktig. Virksomheter som skal starte produksjon, import eller salg en gros av matkontaktmaterialer har meldeplikt (Mattilsynet 2014). Materialet som pølsene blir pakket i bør gi en god og akseptabel visuell og strukturell presentasjon av produktet til kunden. Det viktigste kriteriet er at emballasjen er i stand til å danne en barriere mot fysisk misbruk, forurensing og skade på produktet (Essien 2003 s. 47).

Deklarering og merking

Det stilles ulike krav til merking av mat. Generelt skal forbrukeren få god informasjon om hva varen inneholder ved å lese på forpakningen. Merkingen skal være korrekt, gi tilstrekkelig informasjon og ikke villedende forbrukerne. Dette er særlig viktig for personer som er allergiske eller intolerante mot enkelte typer matvarer. Det stilles krav til merking av selve matvaren,

samt presentasjon og reklame. For å sikre mattryggheten følger Mattilsynet tilsyn med at matvarer som produseres og selges i Norge oppfyller de ulike kravene til merking (Mattilsynet 2015a). Forskrift av 28. nov. 2014 nr. 1497 om matinformasjon til forbrukerne (matinformasjonsforskriften) inneholder generelle bestemmelser om prinsipper for merking, presentasjon og reklame av matvarer. Den inneholder også bestemmelser om deklarasjon av næringsinnhold i matvarene (Mattilsynet 2015b).

Nøkkelhullsmerking

Nøkkelhullet er en frivillig merkeordning som setter krav til minimumsinnhold av kostfiber, og maksimumsinnhold av fett, sukker og salt. Sammenlignet med andre matvarer i samme matvaregruppe vil produkter merket med Nøkkelhull derved være sunnere. Et viktig mål for ordningen er å påvirke produktutvikling i en sunnere retning i tråd med myndighetenes kostråd. Nøkkelhullsmerkingen skal bidra til et bedret kosthold i befolkningen, og gjøre det enklere for forbrukerne å velge sunnere matvarer. Generelle bestemmelser for frivillig merking og presentasjon av næringsmidler med Nøkkelhullet finnes i Forskrift av 18. feb. 2015 nr. 139 om frivillig merking av næringsmidler med Nøkkelhullet (Mattilsynet 2015c).

Ernærings- og helsepåstander

Ernæringspåstander gir informasjon om en matvares innhold av enkelte næringsstoffer. En helsepåstand informerer om hvilken effekt næringsstoffene har på helsen vår. Kun tillatte ernæringspåstander og godkjente helsepåstander kan brukes, og Mattilsynet fører tilsyn med at matvarer merkes riktig. Merkingen er frivillig, men kravene i regelverket skal være oppfylt dersom slike påstander benyttes. Generelle krav og betingelser ved bruk av påstander finnes i Forskrift av 17. jan. 2010 nr. 187 om ernærings- og helsepåstander om næringsmidler (Mattilsynet 2013).

2.8 Statistisk analyse

2.8.1 Eksperimentelle design

I et eksperiment endres bevisst en eller flere prosessvariabler eller faktorer for å observere effekten endringene har på en eller flere responsvariabler. En statistisk utforming av eksperimentelle design er en effektiv metode for planlegging av eksperimenter, og medfører at data som innhentes kan analyseres for å gi gyldige og objektive konklusjoner. Ved

eksperimentelle design fastsettes først mål og prosessvariabler for eksperimentet. En detaljert forsøksplan utarbeides i forkant slik at mest mulig informasjon og data kan innhentes ved et gitt antall forsøk. Valg av eksperimentelt design avhenger av målet for eksperimentet og antall faktorer som skal undersøkes (NIST/SEMATECH 2012). I industrien kan eksperimentelle design benyttes til systematisk undersøkelse av prosessen eller produktvariablene som påvirker et produkts kvalitet. På denne måten kan en avgjøre hvilke faktorer, eller kombinasjoner av faktorer, som har en signifikant innvirkning på kvaliteten og forbedringer for å øke produktets produserbarhet, pålitelighet og kvalitet kan iverksettes (Minitab-support 2015c).

2.8.2 Optimalisering av resept

Optimalisering av resept forekommer på bakgrunn av bedriftens ønske om å produsere varer som tilfredsstillende kundenes ønske med hensyn til kvalitet og pris, samtidig som det tilfredsstillende forskriftenes krav til sammensetning (Hemmer 1997 s. 225). Den beste resepten er en som møter forhåndsbestemte kvalitetsspesifikasjoner til lavest mulig kostnad for produksjonen. Evnen til å kunne oppnå en slik formulering vil variere stort fra bedrift til bedrift, avhengig av faktorer som størrelse på bedriften, ingrediensstilgjengelighet, driftskapasitet, lagringskapasitet og produktvalg. Lavkostformuleringer er en matematisk teknikk for å avgjøre hvordan tilgjengelige ressurser kan utnyttes på best mulig vis, når det er flere muligheter å velge mellom. Slike formuleringer vil tilfredsstillende produktspesifikasjoner og utnytte tilgjengelige råmaterialer til lavest mulig kostnad. Produktspesifikasjoner påvirkes av reguleringer fra lovverk, produktets deklarerings, utstyrstilgjengelighet, markedskrav fra kunder og salgssavdeling, samt standarder satt av bedriften selv. Ved reseptoptimalisering fastsettes først aktuelle egenskaper som skal kontrolleres og måles, eksempelvis fett, vanninnhold, protein, kjøttets bindingsevne og farge. Deretter velges råmaterialer som oppfyller produktspesifikasjonene. Både aktuelle egenskaper og råmaterialer må uttrykkes som en begrensende faktor med en høy og en lav grense. Råmaterialene vil ofte ha en lavere grense som kan være lik null om det finnes alternativer, og en valgt høyere grense. Egenskapene bestemmes ut i fra hvilke begrensninger en standardresept gir. Med denne som base, kombinert med lovreguleringer og erfaring, kan grenser for egenskapene fastsettes. Kalkulasjoner gjennom lineær programmering (LP) gir de endelige resultatene (Romans 2001 s. 852-858).

2.8.3 Blandingsdesign

Blandingsdesign er et responsflate-eksperiment hvor produktet man undersøker består av flere komponenter eller ingredienser. I det enkleste blandingsdesignet avhenger effekten, altså kvaliteten på produktet basert på fastsatte kriterier, av det relative forholdet mellom komponentene (Minitab-support 2015d). De målte responsene i et blandingsdesign antas kun å avhenge av det relative forholdet mellom komponentene i blandingen, og ikke dens totale mengde, med mindre man lager to blandingsdesign ved ulike totalnivå. Variablene i designet er ikke-negative proporsjonale mengder i blandingen, og hvis de uttrykkes som fraksjoner av blandingen, må de summeres til 1 (NIST/SEMATECH 2012).

Konturplott

Ved analyse av blandingsdesign kan man velge ulike typer plotter for fremstilling av resultatene, og det ble for denne oppgaven valgt å benytte et konturplott. Et konturplott benyttes til visualisering av responsflaten, og kan være nyttig for fastsetting av ønskede grenseverdier, samt blandings- og driftsforhold. Et konturplott viser hvordan grenseverdiene relateres til tre komponenter i blandingsdesignet basert på en ligningsmodell. Punkter med lik effekt er knyttet sammen for å danne konturlinjer med konstant effekt. Ettersom konturplottet kun kan vise tre komponenter samtidig, mens andre komponenter og prosessvariabler holdes ved et konstant nivå, vil plottet kun være gyldig for faste nivå av de ekstra variablene. Om flere variabler finnes, må en derfor lage en ny figur. Dersom de faste nivåene endres, vil også responsflaten endres (Minitab 17 2015).

2.8.4 Faktorielt design

Faktorielle design kan benyttes til å undersøke effekten ulike faktorer kan ha på en prosess. En faktor er en del av en prosess som kan endres underveis i eksperimentet. Faktorer kan være kvalitative, som ved en form for katalysator, eller kvantitative, slik som temperatur eller trykk. Responsen ved et slikt design vil variere avhengig av mengden for hver faktor (Minitab 17 2015). Ved utførelsen av et eksperiment vil en samtidig variasjon i nivå for de ulike faktorene, fremfor å ta en faktor av gangen, være mer tids- og kostnadseffektive. Dette medfører også at interaksjoner mellom faktorene kan studeres. For denne oppgaven er det benyttet et faktorielt design med 2 nivå for faktor A og 3 nivå for faktor B (Minitab-support 2015a).

Interaksjonsplott

En interaksjon forekommer når en faktor avhenger av nivået til en annen faktor.

Interaksjonsplott kan benyttes til visualisering av mulige interaksjoner. Parallelle linjer i et interaksjonsplott betyr at det ikke er en interaksjon mellom faktorene. Jo større differansen i helningen mellom linjene er, dess høyere grad av interaksjon. Et interaksjonsplott sier derimot ikke noe om interaksjonen er statistisk signifikant (Minitab-support 2015e).

2.8.5 Variansanalyse

En variansanalyse tester hypotesen om at gjennomsnittsverdiene for to eller flere populasjoner er like. Analysen vurderer viktigheten for en eller flere faktorer gjennom sammenligning av gjennomsnittsverdien til responsvariablene for de ulike faktornivåene. Nullhypotesen tilsier at gjennomsnittsverdien for alle populasjonene er like, mens den alternative hypotesen tilsier at minst en av dem er ulik. Det viktigste resultatet fra variansanalysen er p-verdien. Dersom verdien er under et gitt signifikansnivå, vanligvis 0,05, anses forskjellen som statistisk signifikant og tyder på at en eller flere gjennomsnitt er signifikant ulik. Dersom p-verdien er høyere enn gitt signifikansnivå, tyder dette på at gjennomsnittsverdiene ikke er signifikant ulik. Metoden forutsetter at gruppene i analysen er normalfordelt, uavhengig av hverandre, og at standardavvikene til gruppene er like. Det finnes ulike former for variansanalyser. En av dem er enveis variansanalyse, hvor det benyttes kun én fast faktor. Slike tester vil ikke avgjøre hvilken av gruppene som er forskjellige fra hverandre (Minitab 17 2015).

Tukeys parvise sammenligning

I tilfeller hvor det konkluderes med at alle populasjonenes gjennomsnitt ikke er like, må det gjennomføres en multippel sammenligning av prøvene. Slike tester undersøker hvilke gjennomsnitt som skiller seg ut fra de andre. Et eksempel på en slik test er Tukeys parvise sammenligning (Miller 1997). Tukeys metode kan benyttes til å identifisere signifikante forskjeller mellom ulike nivå av faktoren som undersøkes. Metoden danner et konfidensintervall for alle parvise forskjeller mellom faktornivåenes gjennomsnitt (Devore & Berk 2012).

P-verdien fra variansanalysen og den multiple sammenligningen er basert på forskjellige metodologier, og kan i enkelte tilfeller resultere i motsigende resultat. Variansanalysens p-

verdi kan eksempelvis tyde på at det er forskjell i gjennomsnitt mellom prøvene, mens den multiple sammenligningen kan tyde på at det ikke er forskjell i gjennomsnitt. Ved slike tilfeller, kan en generelt stole på resultatene fra den multiple sammenligningen. Det er ikke nødvendig å stole på en signifikant p-verdi fra variansanalysen for å redusere sjansen for å påvise en forskjell som ikke finnes (Minitab-support 2015b).

3 Materialer og metode

3.1 Forsøk 1

Tidligere studier med inulin og cellulose har vist til gode resultater i forhold til både tekstur, smak og konsistens. Med bakgrunn i dette, ble disse fibrene valgt som egnet for oppgaven. Designet for forsøk 1 var et blandingsdesign med tre ulike variabler i form av fett, fiber og vann. Fibrene cellulose og inulin ble testet hver for seg ved tre forskjellige nivå, der det ble variert i tre forskjellige fett- og vannprosent. I tillegg ble det produsert en senterprøve for begge fibrene, samt en referanse- og en kontrollpølse. Det ble utført to gjentak av senterprøvene, der en var tilsatt cellulose og en var tilsatt inulin. Dette ga et forsøksdesign med totalt 20 prøver. Den type design som ble benyttet heter «Simplex lattice design».

3.1.1 Forsøksplan

Henviser til vedlegg 2 for fullstendige resepter, basert på følgende design.

Tabell 3.1: Forsøksplan for pølser tilsatt cellulose, samt referanse- og kontrollpølse

Kommentar	Navn	Fett-fraksjon	Hydrokolloid-fraksjon	Vann-fraksjon	Protein-fraksjon	Potetstivelse (fast)	Fast rest (krydder/salter)	Sum
Kontroll (høyfett-potetstivelse) R0	R0	0,18	0	0,643	0,1	0,05	0,027	1
Kontroll (lavfett-potetstivelse) K0	K0	0,095	0	0,728	0,1	0,05	0,027	1
Rene hjørner (fett, lav, lav) A7	A7	0,095	0,007	0,721	0,1	0,05	0,027	1
Rene hjørner (lav, høy, lav) A3	A3	0,05	0,052	0,721	0,1	0,05	0,027	1
Rene hjørner (lav, lav, høy) A1	A1	0,05	0,007	0,766	0,1	0,05	0,027	1
Midtpunkt på hver ytterkant A5	A5	0,0725	0,007	0,7435	0,1	0,05	0,027	1
Midtpunkt på hver ytterkant A6	A6	0,0725	0,0295	0,721	0,1	0,05	0,027	1
Midtpunkt på hver ytterkant A2	A2	0,05	0,0295	0,7435	0,1	0,05	0,027	1
Senterpunkt A4.1 A4.2 A4.3	A4.1 A4.2 A4.3	0,065	0,022	0,736	0,1	0,05	0,027	1

Tabell 3.1 viser forsøksplan for pølser tilsatt cellulose, samt referanse- og kontrollpølse for forsøk 1. Det ble gjort to gjentak av prøven for senterpunktet (totalt tre prøver).

Tabell 2.2: Forsøksplan for pølser tilsatt inulin, samt referanse- og kontrollpølse

Kommentar	Navn	Fett-fraksjon	Hydrokolloid-fraksjon	Vann-fraksjon	Protein-fraksjon	Potetstivelse (fast)	Fast rest (krydder/salter)	Sum
Kontroll (høyfett-potetstivelse)	R0	0,18	0	0,643	0,1	0,05	0,027	1
Kontroll (lavfett-potetstivelse)	K0	0,095	0	0,728	0,1	0,05	0,027	1
Rene hjørner (fett, lav, lav)	B7	0,095	0,01	0,718	0,1	0,05	0,027	1
Rene hjørner (lav, høy, lav)	B3	0,05	0,055	0,718	0,1	0,05	0,027	1
Rene hjørner (lav, lav, høy)	B1	0,05	0,01	0,763	0,1	0,05	0,027	1
Midtpunkt på hver ytterkant	B5	0,0725	0,01	0,7405	0,1	0,05	0,027	1
Midtpunkt på hver ytterkant	B6	0,0725	0,0325	0,718	0,1	0,05	0,027	1
Midtpunkt på hver ytterkant	B2	0,05	0,0325	0,7405	0,1	0,05	0,027	1
Senterpunkt	B4.1 B4.2 B4.3	0,065	0,025	0,733	0,1	0,05	0,027	1

Tabell 3.2 viser forsøksplan for pølser tilsatt inulin, samt referanse- og kontrollpølse for forsøk 2. Det ble gjort to gjentak av prøven for senterpunktet (totalt tre prøver).

3.1.2 Optimalisering av resept

Resepten ble laget ut i fra visse forhåndsbestemte krav:

- 5, 7,25 eller 9,5 % fett + 6,5 % fett for senterprøve
- 10 % protein
- 5 % stivelse
- 1,8 % salt
- 0,6 kg storfe 21 %
- 0 kg svin 6 %
- 0 kg storfe 5 %
- Batch total: 10 kg

Kravene ble lagt inn ved hjelp av analyseverktøyet Problemløser i Excel med løsningsmetode Linear Programming (simpleks), som beregner endelig resept ut i fra gitte begrensninger i programmet. Målet for resepten ble satt til maksimal mengde av svin 23 %, mens variabelcellene ble satt til alle typer kjøtt (med unntak av svineflesk) samt vann. Faste verdier ble lagt inn for resterende celler, som inkluderer stivelse, fiber, fosfat, salt, antioksidant, dekstrose og krydder. Verdiene var som følger:

- 0,5 kg stivelse
- 0,07 kg, 0,220 kg (senterprøve), 0,295 kg og 0,520 kg cellulose eller 0,1 kg, 0,250 kg (senterprøve), 0,325 kg og 0,550 kg inulin. Hver mengde ble lagt inn for hvert fettnivå, med unntak av senterpunktverdiene som kun benyttes for senterprøven med 6,5 % fett
- 0,01 kg fosfat
- 0,18 kg salt
- 0,02 kg antioksidant
- 0,03 kg dekstrose
- 0,04 kg krydderblanding (hvit pepper, muskat, ingefær)

For å oppnå lav fettprosent i ferdig vare, ble det valgt å benytte kjøttsorteringer med mindre fett. Det ble hovedsakelig benyttet svin, men også tilsatt en fast mengde storfe med utgangspunkt i referanseresept, hvor det er tilsatt 15 % av storfekjøtt med 21 % fett. For kjøttsorteringer benyttet, se vedlegg 1. Råvarene ble valgt på grunnlag av tilgjengelighet og

mindre utsettelse for variasjon. For salt ble det kun benyttet salt med nitritt for å unngå fargefeil i forsøkene. Referanseresepten forutsetter 6 % svinn.

3.1.3 Utførelse av forsøk

Forsøk ble utført ved pilotanlegg hos Nortura SA, avdeling Oslo. Rekkefølge for de ulike batchene ble randomisert og produsert deretter.

Klargjøring og homogenisering av råvarer



Figur 3.1: Homogenisering av råvarer. Sortering for storfe 21 % (venstre) hakkes til en homogen farse (høyre)

De forskjellige kjøttsorteringene som skulle benyttes i reseptene ble hakket til en homogen farse i en 30 liters hurtighakke, type nr.: 18610602 (Kilia, Tyskland). Deretter ble de veid opp etter fastsatt mengde i de ulike reseptene. Resten av ingrediensene ble klargjort og veid opp til produksjon av de forskjellige farsene. Det ble her benyttet en vekt med 0,0 grams nøyaktighet.

Tilsetting av fiber og hakking



Figur 3.2: Tilsetting av fiber (venstre) og innblanding av andre ingredienser (høyre)

Innledningsvis ble 30 til 50 % vann blandet med fiber i 2 minutter for dannelse av gel, ettersom at dette forenkler inkorporering av fiber i farsen. Videre ble kjøtt og fosfat tilsatt, etterfulgt av salt/nitrittsalt, og blandingen ble så hakket i 1,5 minutter. Det er viktig at fosfat tilsettes for seg selv og sammen med kjøttet først i hakkeprosessen, for best effekt på myofibrillære proteiner. Etter 3,30 minutt ble det spedd med is i to omganger, og blandingen ble videre hakket i nye 1,5 minutt. Krydder, dekestrose og antioksidant ble tilsatt etter speing var ferdig. Etter 5 minutt ble hakken skrapet for å oppnå en homogen blanding og for å få med alle ingrediensene, en prosess på 1 minutt. Deretter ble potetstivelse tilsatt og blandet i nye 1 minutt. Etterfulgt av en ny runde med skraping og videre blanding, før produksjonen til slutt ble stoppet ved 7,30 minutt.

Stopping



Figur 3.3: Oljetrykksprøyte/stopper med farse (venstre), etterfulgt av manuell stopping (midten) og knytting til ønsket størrelse (høyre)

Blandingen ble overført til en oljetrykksprøyte/stopper (Fatosá, Spania) med et hydraulisk stempelsystem, etterfulgt av videre manuell stopping. Pølseblandingen ble så fylt i cellulosearm og deretter knyttet i riktige størrelser.

Oppheng på stativ og røyking/koking



Figur 3.4: Merking av hver batch (venstre) og oppheng på stativ (høyre)

Pølsene ble opphengt på stokker, merket med batchnummer og videre overført til et stativ. Deretter ble de skylt med vann for å fjerne farserester og eventuelt annet søl på pølsene. Pølsestativet ble plassert i røyke- og kokeskap Turbomat 1900 (Fessmann, Tyskland) hvor følgende program ble benyttet:

1. 18 minutter forvarming ved 55 °C under 100 % fuktighet
2. 20 minutter tørking ved 55 °C
3. 15 minutter røyking
4. 25 minutter koking ved 80 °C under 100 % fuktighet
5. 10 minutter dusjing av pølsene

Deretter ble pølsene satt på kjølerom (0-4 °C) over natten.



Figur 3.5: Ferdig kokte og røykte pølser

Pakking, merking og lagring

Pølseskinnet (cellulosearm) ble fjernet fra alle pølsene, deretter ble pølsene fordelt i vakuumposer med 6 pølser i hver og vakuumpakket i dyptrekker. Hver pakke ble merket med prøvenummer, og pølsene ble så lagret på kjøll frem til bruk i videre testing og diverse analyser. Pølsene ble antatt å være holdbar ca. 3 uker ved kjøleromtemperatur.

3.1.4 Sensorisk profilering

Henviser til vedlegg 3 og 4 for diverse skjema benyttet til sensorisk profilering.

Sensorisk profilering av pølsene ble foretatt av 11 dommere ansatt ved Borregaard, avdeling Sarpsborg. Samtlige i panelet hadde gjennomført grunnsmakstest. Pølsene ble testet for attributtene: fargetone, fargeintensitet, fasthet, saftighet, kornethet/tørighet, fethet, deigethet, saltintensitet, smaksintensitet og avvikende smak. Paneldeltakerne fikk en kort introduksjon hvor de ulike egenskapene ble gjennomgått. For bedre forståelse av enkelte av egenskapene fikk dommerne smake to prøver for ytterpunkt innen deigethet og fasthet. Deretter smakte de på de to fibertypene som var tilsatt pølsene. SenseFi anses å være smaksnøytral, mens inulin har en noe søtlig smak. Inulin ble servert etter å ha svellet i vann i en time, mens SenseFi ble servert i form av en hvit gel. De ulike pølsevariantene ble servert i randomisert rekkefølge.



Figur 3.6: Lokale benyttet til sensorisk profilering (venstre), samt oversikt over informasjon presentert for hver dommer (høyre)

Pølsene ble grillet ved 100 °C i 20 til 30 minutter. Grillen benyttet var av modell ROLLY 14 LK (Silanos, Italia). Pølsene ble deretter delt i to og servert på fat av papp merket med en tresifret randomisert kode, tilhørende hver enkelt prøve. Det ble servert kjeks og vann som var temperert i en time, til hver deltaker. Det ble utlevert et skjema tilhørende hver enkelt pølse for vurdering av intensiteten til de ulike

attributtene på en skala fra 1-9. I tillegg til dette ble et ark med egenskapsforklaringer delt ut til hver enkelt. Den sensoriske profileringen foregikk over to runder, henholdsvis kl. 10 og kl. 14, der det ble testet 10 forskjellige pølser per runde. Hver omgang ble delt i to med en pause på 10 minutter, der fem av pølsene ble servert før og etter pausen.

3.1.5 Ekspertvurdering

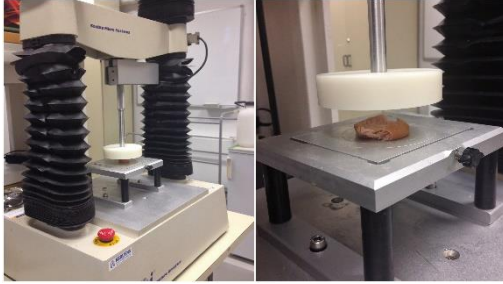
Henviser til vedlegg 5 for skjema benyttet til ekspertvurdering.

Ekspertvurdering er et begrep for enkeltindivider av trente og kunnskapsrike profesjonelle som normalt jobber med å vurdere kun ett bestemt produkt, og har mye mer erfaring enn vanlige sensoriske paneldommere om dette ene produktet som vurderes. Dessuten vurderes produkter uten kontroll, det vil si at man vurderer produktet etter en intern kalibrering basert på egen erfaring. De mest kjente ekspertene er innen vin som internasjonalt betegnes som sommelier, men konseptet har også bredt seg til andre mat og drikkevarer. Eksempelvis har Japan slike personer innen bedømmelse av vegetabilier (Wikipedia 2015).

Norge har oss bekjent ikke noen godkjennelse av slike eksperter i dag, så ekspertpanelet er sammensatt av «sausage sommeliers» etter beste evne for denne oppgaven. Kriterier for å delta som ekspert var at den enkelte hadde jobbet mye med pølseproduksjon og –kvalitet. Ekspertvurdering ble gjennomført av 8 dommere ved Nortura SA, avdeling Oslo. Pølsene som ble vurdert var A1, A4, A5, A7, B1, B4, B5 og B7, samt kontrollprøven (K0). Dette er pølsene med laveste innhold av cellulose og inulin samt senterprøvene, og ble valgt på bakgrunn av en uhøytidelig smaking i etterkant av produksjonen hvor pølsene med lavest fiberinnhold kom best ut. Like varianter for både cellulose og inulin ble valgt for enklere statistisk sammenligning ved analyse av resultater. De ulike pølsevariantene ble servert i randomisert rekkefølge. Dommerne fikk først utdelt en referanseprøve (R0), og deretter bedt om å vurdere de aktuelle pølsene opp mot denne. Dette er ikke så vanlig når det er et ekspertpanel som arbeider, men det var et ønske fra ekspertene selv ved denne første evalueringen. Ekspertene ble også bedt om å oppgi hvilken av pølsene de hadde mest og minst tro på.

3.1.6 Teksturanalyse

Teksturanalyse ble utført ved NMBU, Ås. Instrumentet Texture Analyser TAXT2 (Stable Micro Systems, Haslemere, Surry, UK) ble benyttet til analysen, mens pølsene ble kuttet i biter ved bruk av kniv og skjærefjøl. Henviser til vedlegg 6 for innstillinger tilpasset teksturanalyse for forsøk 1.



Figur 3.7: Teksturanalyse av pølser

Teksturanalyse ble benyttet for bestemmelse av fasthet i pølsene ved å bruke kompresjon. I forkant av testen ble aktuelle innstillinger for analysen registrert i programmet Texture Expert Exceed på tilhørende PC. PC-en var satt til å samkjøre med instrumentet for teksturanalysen, og proben ble videre kalibrert etter ønskede innstillinger. For

forsøk 1 ble det målt tekstur for 6-8 paralleller fra to pølser per batch, med tre paralleller tatt fra samme pølse og fra samme vakuumpose. Hver parallell utgjorde en pølsebit med høyde 1,5 cm, og ble målt ved bruk av linjal. Pølsebiten ble plassert midt under en probe med en diameter på 9 cm, og analysen ble igangsatt via programmet Texture Expert Exceed på tilhørende PC. Prosedyren ble gjennomført for både kalde og varme pølser. For kalde pølser ble prøvene romtemperert 20-30 minutter i forkant av analysen. Temperaturen i de forhåndsdefinerte innstillingene ble her satt til 25 °C. For varme pølser ble pølsene lagt i vannbad ved 72 °C i ca. 20 minutter, og temperaturen i de forhåndsdefinerte innstillingene ble økt til 72 °C.

3.1.7 Fargeanalyse

Fargeanalyse ble utført ved NMBU, Ås. Instrumentet Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta Sensing Inc., Japan) ble benyttet til analysen for måling av pølsenes grad av hvithet (høy L*), rødhet (høy a*) og gulhet (høy b*). Analysen ble utført på kalde pølser som ble romtemperert i forkant av testen. For forsøk 1 ble det målt farge for 3 paralleller fra tre pølser per batch, tatt fra samme vakuumpose. Hver parallell utgjorde en pølsebit med høyde 1,5 cm, og ble målt ved bruk av linjal. Instrumentet ble plassert over hver pølsebit, og verdiene fra analysen ble registrert.

3.1.8 Væsketap ved tining

Prosedyre for beregning av væsketap ble utført ved Borregaard, avdeling Sarpsborg. En vakuumpakket pose fra hver batch ble lagt på frys ved -18 °C i ca. 1 uke, og deretter opptint i kjøleskap i ca. 2 døgn. Videre ble væsketap beregnet ut i fra vekt av pølser med og uten væske, minus vekt av vakuumpose. Beregning av % væsketap ble også utført.

3.2 Forsøk 2

Designet for forsøk 2 var et faktorielt design med tre variabler i form av ulike nivå protein/stivelse, cellulose og inulin. Ratio protein:stivelse er her benyttet som i et blandingsdesign med to variabler (i en dimensjon). Ulike mengder av fibre cellulose og inulin ble testet både hver for seg og i kombinasjon med hverandre, mot ulike nivå av protein og stivelse. Fettprosenten ble satt til 8,5 %, basert på tidligere erfaringer og målet om nøkkelhullsmerking. Det ble utført ett gjentak av prøven D3. I tillegg ble det produsert en pilotversjon av dagens markedsleder, Go' og mager. Dette ga et forsøksdesign med totalt 20 prøver.

3.2.1 Forsøksplan

Henviser til vedlegg 8 for fullstendige resepter, basert på følgende design.

Tabell 3.3: Forsøksplan for pølser tilsatt ulike nivå og mengder protein/stivelse, cellulose og inulin

Navn	Protein	Stivelse	Cellulose	Inulin
C1	10	5	0,7	0
C2	10	5	0	0
C3	10	5	0,7	1,15
C4	10	5	0	1,15
C5	10	5	0,7	2,3
C6	10	5	0	2,3
D1	11	4	0,7	0
D2	11	4	0	0
D3.1 D3.2	11	4	0,7	1,15
D4	11	4	0	1,15
D5	11	4	0,7	2,3
D6	11	4	0	2,3
E1	12	3	0,7	0
E2	12	3	0	0
E3	12	3	0,7	1,15
E4	12	3	0	1,15
E5	12	3	0,7	2,3
E6	12	3	0	2,3

Tabell 3.3 viser forsøksplan for pølser tilsatt ulike nivå og mengder av protein/stivelse, cellulose og inulin for forsøk 2. Det ble gjort ett gjentak av prøven D3 (totalt to prøver).

3.2.2 Optimalisering av resept

Resepten ble laget ut i fra visse forhåndsbestemte krav:

- 8,5 % fett
- Ratio protein:stivelse: 10, 11 og 12 % protein og henholdsvis 5, 4 og 3 % stivelse
- 1,6 % salt
- 0,5 kg storfe 21 %
- 0 kg svin 6 %
- 0 kg storfe 5 %
- Batch total: 10 kg

Kravene ble lagt inn ved hjelp av analyseverktøyet Problemløser i Excel med løsningsmetode Linear Programming (simpleks), som beregner endelig resept ut i fra gitte begrensninger i programmet. Målet for resepten ble satt til maksimal mengde av svin 23 %, mens variabelcellene ble satt til alle typer kjøtt (med unntak av svineflesk) samt vann. Faste verdier ble lagt inn for resterende celler, som inkluderer stivelse, fiber, fosfat, salt, antioksidant, dekstrose og krydder. Verdiene var som følger:

- 0,5 kg (10 % protein), 0,4 kg (11 % protein) eller 0,3 kg (12 % protein) stivelse
- 0,0 kg og 0,07 kg cellulose og/eller 0,0 kg, 0,115 kg og 0,230 kg inulin. Hver mengde ble lagt inn både hver for seg og i en kombinasjon for hvert protein/stivelse-nivå
- 0,01 kg fosfat
- 0,16 kg salt
- 0,02 kg antioksidant
- 0,03 kg dekstrose
- 0,04 kg krydderblanding (hvit pepper, muskat, ingefær)

3.2.3 Utførelse av forsøk

Utførelsen av forsøk 2 er basert på et annet design enn for forsøk 1. Forsøk 2 inneholder både resepter med cellulose og inulin hver for seg, samt resepter hvor cellulose og inulin kombineres. Fibrene ble her tilsatt samtidig, mens produksjonen ellers foregikk på samme måte som for forsøk 1, og det henvises til kapittel 3.1.3 for metode.

3.2.4 Sensorisk profilering

Henviser til vedlegg 3 og 4 for diverse skjema benyttet til sensorisk profilering.

Sensorisk profilering av pølsene ble foretatt av 10 dommere ansatt ved Borregaard. Attributten kornethet/tørrhet ble av flere under forsøk 1, oppfattet som grovhet. Egenskapen ble derfor endret til grovhet under forsøk 2, og videre oppgitt som dette i skjemaet benyttet til sensorisk profilering. Prosedyren ellers foregikk på samme måte som ved forsøk 1, og det henvises til kapittel 3.1.4 for metode.

3.2.5 Ekspertvurdering

Henviser til vedlegg 9 for diverse skjema benyttet til ekspertvurdering.

Ekspertvurdering ble gjennomført av 6 dommere ved Nortura SA, avdeling Oslo. Alle pølsene produsert til forsøk 2 ble vurdert i forhold grad av aksept på smak og konsistens. Dommerne ble i tillegg bedt om å angi hvilke pølser de likte best og dårligst. Prøvene ble varmet i konveksjonsovn, lagt i oppvarmede skåler merket med tresifrede koder og dekket med aluminiumsfolie. Deretter ble de stilt opp på Norturas showkjøkken i tilfeldig rekkefølge rundt en kjøkken-øy. Dommerne ble oppfordret til å smake i den rekkefølgen de ønsket for å få spredning i rekkefølge, og gikk deretter rundt og plukket og smakte i stillhet, mens de noterte sine svar på utdelt skjema.

3.2.6 Teksturanalyse

For teksturanalyse til forsøk 2 ble det målt tekstur på 6 paralleller fra tre pølser i samme vakuumpose, med 2 paralleller fra hver pølse. Prosedyren ellers foregikk på samme måte som ved forsøk 1, og det henvises til kapittel 3.1.6 for metode.

3.2.7 Fargeanalyse

Fargeanalyse i forbindelse med forsøk 2 ble utført på samme måte som ved forsøk 1, og det henvises til kapittel 3.1.7 for metode.

3.2.8 Væsketap ved tining

Prosedyre for beregning av væsketap i forbindelse med forsøk 2 ble utført på samme måte som ved forsøk 1, og det henvises til kapittel 3.1.8 for metode.

3.3 Statistisk analyse

Diverse statistiske analyser ble utført for samtlige resultater i både forsøk 1 og forsøk 2. Utførelsen av disse i programmet Minitab 17 er utdypet nedenunder.

3.3.1 Blandingsdesign til forsøk 1

Følgende prosedyre ble benyttet til statistisk analyse av forsøk 1:

1. Stat – DOE – Mixture
2. Define custom mixture design. Komponenter: fett, fiber, vann
3. Analyze mixture design. Respons: velg aktuell egenskap. Terms: quadratic model. Lineær modell ble valgt dersom kvadratisk modell ikke var signifikant (se verdier under variansanalyse (Analysis of variance))
4. Contour/surface plots. Kryss av for contour plot. Setup: velg aktuell respons (egenskap)
5. Legg inn verdier for referanse- og kontrollprøver i plottet manuelt

Prosedyren ble benyttet til resultatdel for samtlige prøver til forsøk 1.

Tabell 3.4: Forsøksdesign med ulike nivå av variablene fett, hydrokolloid og vann til forsøk 1

Fett	Hydrokolloid	Vann
1	0	0
0	1	0
0	0	1
0,5	0	0,5
0,5	0,5	0
0	0,5	0,5
0,33	0,33	0,33

Tabell 3.4 er en oversikt over forsøksdesignet til forsøk 1 for oppsett i programmet Minitab 17. Designet viser hvilke nivå av variablene fett, hydrokolloid og fiber som er tilsatt i de ulike prøvene. Variablene uttrykkes som fraksjoner av blandingen og må derfor summeres til 1.

Nivå 1 tilsvarer øverste nivå av aktuell variabel, nivå 0,5 tilsvarer midterste nivå og nivå 0 tilsvarer laveste nivå. Nivå 0,33 tilsvarer senterprøven, hvor alle variabler utgjør like mye av prøven. Det ble benyttet samme design for begge typer hydrokolloid.

3.3.2 Faktorielt design til forsøk 2

Følgende prosedyre ble benyttet til statistisk analyse av forsøk 2:

1. Stat – ANOVA – General linear model
2. Fit GLM. Respons: velg aktuell egenskap, eks. fargetone. Faktor: inulin, cellulose, protein/stivelse. Model, terms in the model:
 - a. Inulin
 - b. Cellulose
 - c. Protein/stivelse
 - d. Inulin*cellulose
 - e. Inulin*protein/stivelse
 - f. Cellulose*protein/stivelse
3. Factorial plots
4. Graphs: display full matrix

Prosedyren ble benyttet til resultatdel for samtlige prøver til forsøk 2.

Tabell 3.5: Forsøksdesign med ulike nivå av faktorene protein/stivelse, cellulose og inulin til forsøk 2

Protein/stivelse	Cellulose (%)	Inulin (%)
2	0,7	0
2	0	0
2	0,7	1,15
2	0	1,15
2	0,7	2,3
2	0	2,3
2,75	0,7	0
2,75	0	0
2,75	0,7	1,15
2,75	0	1,15
2,75	0,7	2,3
2,75	0	2,3
4	0,7	0
4	0	0
4	0,7	1,15
4	0	1,15
4	0,7	2,3
4	0	2,3

Tabell 3.5 er en oversikt over forsøksdesignet til forsøk 2 for oppsett i Minitab. Designet viser hvilke nivå av faktorene protein/stivelse, cellulose og inulin som er tilsatt i de ulike prøvene. Det ble benyttet tre nivå av faktoren for forholdet mellom protein og stivelse, tre nivå av faktoren inulin og to nivå av faktoren cellulose. Alle nivå av faktorene cellulose og inulin ble testet opp mot tre ulike nivå av faktoren protein/stivelse.

3.3.3 Enveis variansanalyse

Følgende prosedyre ble benyttet til utførelse av enveis variansanalyse:

1. Stat – ANOVA – One-way
2. Respons: aktuell egenskap, eks. fargetone
3. Faktor: prøvenummer
4. Comparisons: Kryss av for Tukey
5. Trykk OK

Proseduren ble benyttet til resultatdel for samtlige prøver til både forsøk 1 og forsøk 2.

4 Resultat

4.1 Forsøk 1

Henviser til vedlegg 2 for resepter benyttet under forsøk 1, og som videre er bakgrunn for følgende resultatdel.

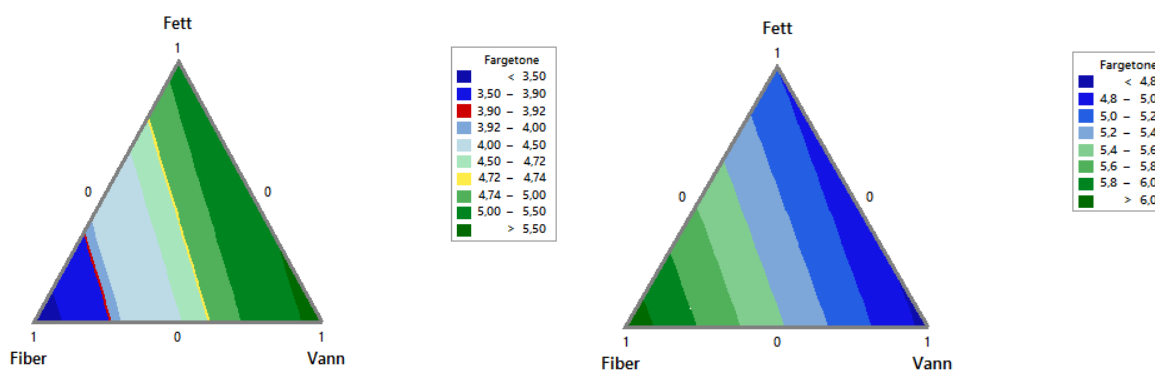
4.1.1 Sensorisk analyse

4.1.1.1 Sensorisk profilering

Følgende figurer viser hvordan diverse attributter i pølsene fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. Resultatene er presentert ved konturplott. Hvert hjørne representerer høyeste nivå for aktuell variabel. F.eks. tilsvarer øverste hjørne høyeste fett-nivå (9,5 %) og laveste fiber- (0,7 /1 %) og vannnivå. Signifikansnivå er satt til 0,05. Enkelte plott havner innenfor signifikansnivå 0,1 og anses som relevant for bedre illustrering av resultatene. Resultatene anses å være normalfordelt. Resterende figurer som ikke havner innenfor signifikansnivå finnes i vedlegg 7. Kontrollprøven på 9,5 % fett betegnes som K0, mens referanseprøven på 18 % fett betegnes som R0. Vær oppmerksom på at skala for ulike figurer er forskjellig, og varierer i spennvidde. Dette gjelder også figurer plassert ved siden av hverandre.

Fargetone

Konturplott for sensorisk fargetone i pølser tilsatt cellulose og inulin

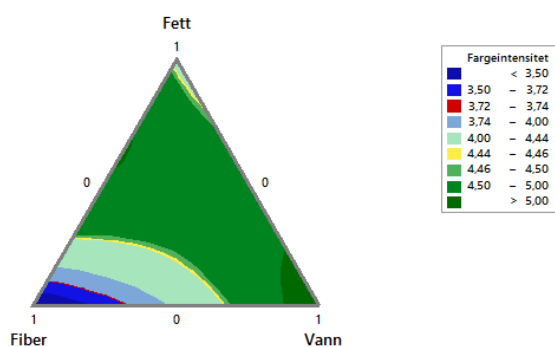


Figur 4.1: Konturplott for sensorisk fargetone i pølser tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: K0 har en verdi på 3,91, og er merket med rød strek, mens R0 har en verdi på 4,73, og er merket med gul strek i figuren. Lyseste fargetone forekommer ved høyest mengde fiber, mens mørkest fargetone forekommer mot større mengder vann eller fett. Inulin: Mørkest fargetone forekommer ved høyest mengde fiber, mens den er lyseste når prøvene har mest vann eller fett. Begge referanseprøvene havner her utenfor figuren.

Figur 4.1 viser hvordan den sensoriske fargetonen for pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre) fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. Figuren tilsier at fargetonen for pølsene tilsatt cellulose blir lysere jo mer fiber som tilsettes. Prøvene med mørkest fargetone inneholder mest fett og vann. Det er en tendens til at de mørkeste pølsene inneholder mest vann. K0 (rød strek) havner nede i venstre hjørne, mens R0 (gul strek) havner på tvers noenlunde midt i figuren. Figuren er lineær og har en p-verdi på $< 0,001$. Dette betyr at modellen er signifikant. For pølsene tilsatt inulin havner både K0 og R0 utenfor figuren. De høyeste verdiene ligger i området med maksimal mengde fiber, og synker jo mindre fiber som tilsettes. Det er en tendens til lyseste fargetone ved høyeste mengde vann. Figuren viser en lineær modell med en p-verdi på 0,025 og er derved signifikant.

Fargeintensitet

Konturplott for sensorisk fargeintensitet i pølser tilsatt cellulose

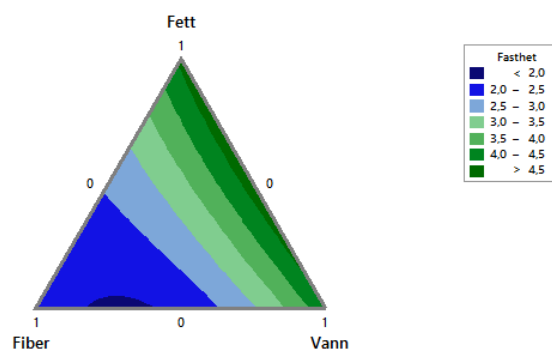


Figur 4.2: Konturplott for sensorisk fargeintensitet i pølser tilsatt cellulose. K0 har en verdi på 3,73 og er merket med rød strek, mens R0 har en verdi på 4,45 og er merket med gul strek. Minst fargeintensitet forekommer ved høyest konsentrasjon av fiber, mens den er høyest ved mest vann.

Figur 4.2 viser hvordan den sensoriske fargeintensiteten i pølsene tilsatt cellulose fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. K0 ligger nede i venstre hjørne (rød strek), mens R0 finnes i både fiber- og fetthjørnet (gul strek). De høyeste verdiene for fargeintensitet ligger i vann-hjørnet, mens de laveste verdiene ligger i fiberhjørnet. Dette betyr at fargeintensiteten på prøvene er høyest ved høy vannverdi, og lavest ved høy fiberkonsentrasjon. Figuren er en kvadratisk modell med en p-verdi på 0,066 og er nær signifikant. P-verdien er derimot forholdsvis lav og figuren anses derfor likevel som relevant å ta med.

Fasthet

Konturplott for sensorisk fasthet i pølser tilsatt cellulose

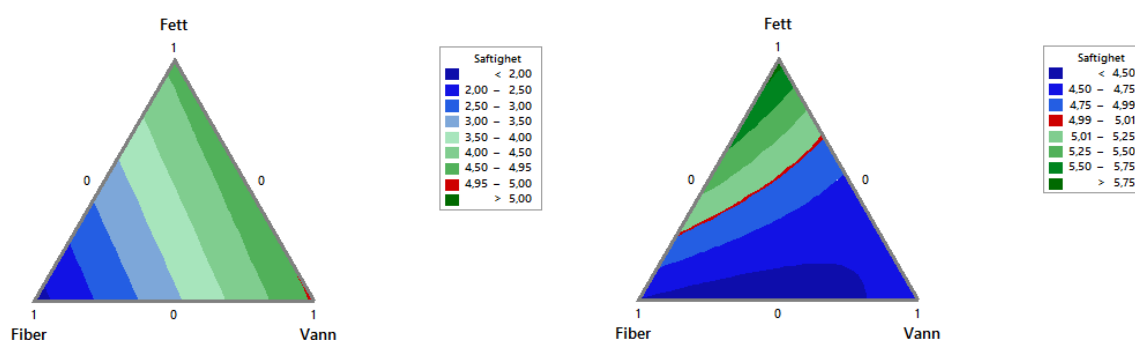


Figur 8.3: Konturplott for sensorisk fasthet i pølser tilsatt cellulose. Lavest fasthet forekommer ved maksimal mengde fiber, og øker ved større mengder fett og vann. Kontrollprøvene havner her utenfor figuren. K0 og R0 havner her utenfor figuren med verdier på henholdsvis 5,36 og 6,55.

Figur 4.3 viser hvordan den sensoriske fastheten i pølsene tilsatt cellulose fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. Fastheten i pølsene er lavest ved maksimal mengde fiber, og øker ved større mengder fett og vann. Både K0 (5,36) og referansen (6,55) havner utenfor figuren, og er derfor ikke merket. Figuren viser en kvadratisk modell med en p-verdi på 0,001 og er derved signifikant.

Saftighet

Konturplott for saftighet i pølser tilsatt cellulose og inulin



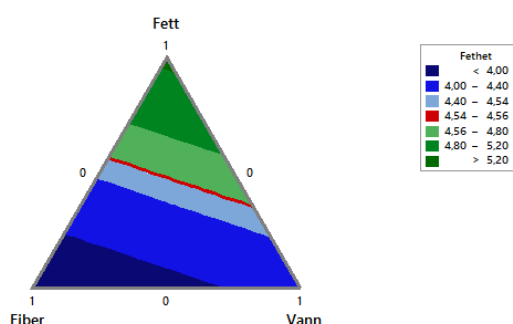
Figur 4.4: Konturplott for saftighet i pølser tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: K0 har en verdi på 5, og er merket med rød strek, mens R0 havner her utenfor plottet med en verdi på 6,91. Lavest saftighet forekommer ved maksimal mengde fiber, og øker mot større mengder vann og fett. Inulin: K0 er merket med rød strek, mens R0 havner her utenfor plottet. Høyest saftighet forekommer ved maksimal mengde fett, mens lavest saftighet forekommer ved mest fiber eller vann.

Figur 4.4 viser hvordan saftigheten i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre), fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. Cellulose: K0 havner nede i høyre hjørne (rød strek), mens R0 med verdien 6,91 havner utenfor plottet. De laveste verdiene for saftighet ligger i området med mest fiber. Mens de høyeste verdiene havner i området mot større mengder fett og vann, og tilsier at pølsene er mest saftig her. Det er en liten tendens til

at man får høyest saftighet med mest vann. Figuren er lineær med en p-verdi på $< 0,001$ og er derfor signifikant. Inulin: K0 havner omtrent midt i figuren, noe som tilsier at den er noenlunde lik senter-prøvene (2,5 % inulin) i grad av saftighet, mens R0 havner utenfor figuren. Grad av saftighet øker med høyere fett-nivå, og synker med høyere vann- og fibernivå. Det er en tendens til at lavest saftighet forekommer ved maksimal mengde fiber. Figuren er kvadratisk med en p-verdi på 0,038 og er signifikant.

Fethet

Konturplott for fethet i pølser tilsatt inulin

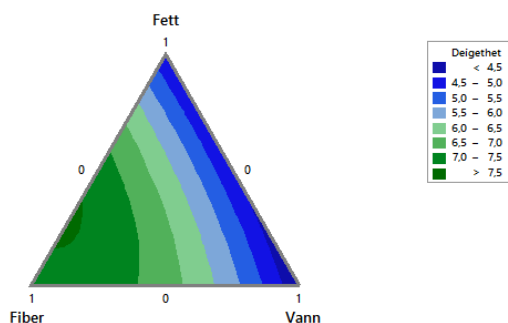


Figur 4.5: Konturplott for fethet i pølser tilsatt inulin. K0 har en verdi på 4,55 og er merket med rød strek, mens R0 har en verdi på 6,55 og havner her utenfor plottet. Høyest fethet forekommer ved maksimal mengde fett, mens lavest fethet forekommer ved øverste nivå av fiber og vann. Det er en tendens til at prøvene med mest fiber har lavest fethet.

Figur 4.5 viser hvordan fetheten i pølsene tilsatt inulin fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. K0 har en verdi på 4,55 og er merket med rød strek, mens R0 har en verdi på 6,55 og ligger dermed utenfor figuren. Høyest fethet forekommer ved maksimal mengde fett, mens lavest fethet forekommer ved høyest mengde fiber og vann. Det er en tendens til at prøvene med mest fiber har lavest fethet. Figuren er en lineær modell med en p-verdi på 0,026 og er signifikant.

Deigethet

Konturplott for deigethet i pølser tilsatt cellulose

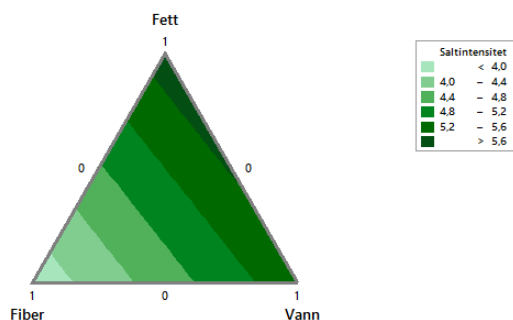


Figur 4.6: Konturplott for deigethet i pølser tilsatt cellulose. Høyest deigethet forekommer ved maksimal mengde fiber, mens den synker mot større mengder fett og vann. K0 og R0 havner her utenfor plottet med verdier på henholdsvis 4 og 2,27.

Figur 4.6 viser hvordan deigethet i pølsene tilsatt cellulose fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. Både K0 og R0, som har verdier på henholdsvis 4 og 2,27 og havner utenfor figuren, er ikke merket. Responsflaten tilsier at maksimal mengde fiber gir mest deigethet, mens den synker jo mindre fiber som tilsettes. Det er en liten tendens til at prøvene med maksimal mengde vann er minst deigete. Figuren er en kvadratisk modell med en p-verdi på 0,028 og er signifikant.

Saltintensitet

Konturplott for saltintensitet i pølser tilsatt cellulose



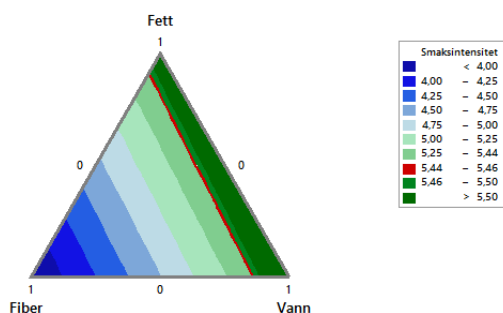
Figur 4.7: Konturplott for saltintensitet i pølser tilsatt cellulose. Lavest saltintensitet forekommer ved høyest mengde fiber, og øker ved større mengder fett og vann. K0 og R0 med verdier på henholdsvis 6,09 og 5,82 havner her utenfor figuren.

Figur 4.7 viser hvordan saltintensiteten i pølsene tilsatt cellulose fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. K0 og R0 har verdier på henholdsvis 6,09 og 5,82 og havner utenfor figuren. Det er likevel en liten tendens til at prøvene med mest fett har høyest saltintensitet. Lavest saltintensitet forekommer ved maksimal mengde fiber, mens den øker

mot større mengder fett og vann. Figuren viser en lineær modell med en p-verdi på 0,004 og er derved signifikant.

Smaksintensitet

Konturplott for smaksintensitet i pølser tilsatt cellulose



Figur 4.8: Konturplott for smaksintensitet i pølser tilsatt cellulose. K0 har verdien 5,45 og er merket med rød strek, mens R0 med en verdi på 5,91 havner utenfor figuren. Lavest smaksintensitet forekommer ved høyest mengde fiber, mens den øker ved større mengder vann og fett.

Figur 4.8 viser hvordan smaksintensiteten i pølsene tilsatt cellulose fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. K0 har en verdi på 5,45 og er merket med rødt, mens R0 har en verdi på 5,91 og ligger til høyre utenfor figuren. Lavest grad av smaksintensitet forekommer ved maksimal mengde fiber, og øker mot større mengder fett og vann. Figuren er en lineær modell med en p-verdi på 0,005 og er signifikant.

Resterende attributter

Følgende tabell viser en oversikt over de resterende attributtene som havnet utenfor signifikansnivå, og deres medfølgende p-verdi fra variansanalysene.

Tabell 4.1: Oversikt over attributter som havner utenfor signifikansnivå og deres p-verdi

Attributt, faktor	P-verdi, lineær modell	P-verdi, kvadratisk modell
Fargeintensitet, inulin	0,443	0,892
Fasthet, inulin	0,664	0,976
Fethet, cellulose	0,285	0,596
Deigethet, inulin	0,706	0,930
Saltintensitet, inulin	0,866	0,479
Smaksintensitet, inulin	0,732	0,291
Avvikende smak, cellulose	0,925	0,731
Avvikende smak, inulin	0,359	0,125

4.1.1.2 Enveis variansanalyse for sensorisk profilering

Enveis variansanalyse ble utført basert på resultatene fra sensorisk profilering. Følgende tabeller viser en gruppering av prøvene ved bruk av Tukeys parvise sammenligning med et 95% konfidensintervall. Nullhypotesen, H_0 , tilsier at alle middelveier er like. Mens den alternative hypotesen, H_1 , tilsier at minst en middelveier er ulik. Middelveier som deler en bokstav er signifikant like, mens middelveier som ikke deler en bokstav er signifikant ulike. Signifikansnivå for analysen er satt til 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. Kontrollprøven med 9,5 % fett betegnes som K0, mens referanseprøven med 18 % fett betegnes som R0.

Fargetone

Cellulose

Hypotesetest for fargetone i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på $< 0,001$, og nullhypotesen som tilsier at alle middelveier er like blir dermed forkastet. Den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelveier er ulik, beholdes.

Tabell 4.2: Tukeys parvise sammenligning av fargetone i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelveier	Gruppering
A5	5,727	A
A1	5,727	A
A6	5,182	A B
A4.2	5,091	A B
R0	4,727	A B C
A7	4,727	A B C
A2	4,545	A B C
A4.3	4,182	A B C
A4.1	4,000	A B C
K0	3,909	B C
A3	3,000	C

Tabell 4.2 viser en parvis sammenligning av fargetone i pølser tilsatt cellulose, og i hvilken grad disse kan sammenlignes med K0 og R0. Pølsene som er merket med samme bokstav er signifikant like og plasseres i samme gruppe. Alle prøvene merket med A, B eller C er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket B eller C er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like både K0 og R0, foruten prøvene A1 og A5 som er signifikant ulike K0 når det gjelder fargetone.

Inulin

Hypotesetest for fargetone i pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,002. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.3: Tukeys parvise sammenligning av fargetone i pølser tilsatt inulin

Navn	Middelvei	Gruppering
B3	6,091	A
B4.1	6,091	A
B6	5,727	A B
B4.3	5,636	A B
B2	5,091	A B
B5	5,000	A B
R0	4,727	A B
B7	4,727	A B
B1	4,727	A B
B4.2	4,545	A B
K0	3,909	B

Tabell 4.3 viser en parvis sammenligning av fargetone i pølser tilsatt inulin. Alle prøvene merket med A eller B er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med B er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like både K0 og R0, foruten prøvene B3 og B4.1 som er signifikant ulike K0 når det gjelder fargetone.

Fargeintensitet*Cellulose*

Hypotesetest for fargeintensitet i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på 0,002. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.4: Tukeys parvise sammenligning av fargeintensitet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelverdi	Gruppering
A1	5,273	A
A6	5,273	A
A4.2	5,091	A
A5	5,000	A
R0	4,455	A B
A2	4,364	A B
A7	4,237	A B
A4.1	4,182	A B
A4.3	4,000	A B
K0	3,727	A B
A3	3,091	B

Tabell 4.4 viser en parvis sammenligning av fargeintensitet i pølser tilsatt cellulose. Pølsene som er merket med samme bokstav er signifikant like og plasseres i samme gruppe. Alle prøvene merket med A eller B er signifikant like både referanseprøven (R0) og kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like både K0 og R0 når det gjelder fargeintensitet.

Inulin

Hypotesetest for fargeintensitet i pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,036. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.5: Tukeys parvise sammenligning av fargeintensitet i pølser tilsatt inulin

Navn	Middelverdi	Gruppering
B6	5,545	A
B4.1	5,545	A
B3	5,273	A
B4.3	5,182	A
B2	5,000	A
B7	5,000	A
B5	4,727	A
B1	4,545	A
R0	4,455	A
B4.2	4,273	A
K0	3,727	A

Tabell 4.5 viser en parvis sammenligning av fargeintensitet i pølser tilsatt inulin. Alle prøvene

merket med A er signifikant like både referanseprøven (R0) og kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like både K0 og R0 når det gjelder fargeintensitet, noe som motsier resultatene fra hypotesetesten som tilsier at minst en middelerdi er ulik. Resultatene tyder på at prøvene hver for seg er signifikant like, til tross for at H_0 forkastes.

Fasthet

Cellulose

Hypotesetest for fasthet i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelerdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.6: Tukeys parvise sammenligning av fasthet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelerdi	Gruppering
R0	6,545	A
K0	5,364	A B
A5	4,727	B C
A7	4,636	B C
A1	4,364	B C D
A4.1	3,182	C D E
A4.3	3,000	D E
A4.2	2,727	E
A6	2,545	E
A3	2,364	E
A2	2,091	E

Tabell 4.6 viser en parvis sammenligning av fasthet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med A eller B er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at A1, A5, A7 og R0 er signifikant like K0, mens kun K0 er signifikant lik R0 når det gjelder fasthet.

Inulin

Hypotesetest for fasthet i pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,253, og den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelerdi er ulik blir dermed forkastet. Alle prøvene er signifikant like og ligger under samme gruppering.

Saftighet*Cellulose*

Hypotesetest for saftighet i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.7: Tukeys parvise sammenligning av saftighet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelvei	Gruppering
R0	6,909	A
A1	5,364	A B
K0	5,000	B C
A7	4,818	B C D
A5	4,727	B C D
A4.2	4,237	B C D
A6	3,455	C D E
A4.1	3,455	C D E
A2	3,273	C D E
A4.3	3,000	D E
A3	2,000	E

Tabell 4.7 viser en parvis sammenligning av saftighet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med B eller C er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at foruten A3, A4.3 og R0 er alle prøvene signifikant like K0, mens kun A1 er signifikant lik R0 når det gjelder saftighet.

Inulin

Hypotesetest for saftighet i pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.8: Tukeys parvise sammenligning av saftighet i pølser tilsatt inulin

Navn	Middelverdi	Gruppering
R0	6,909	A
B7	5,909	A B
B4.3	5,273	A B
B6	5,091	A B
K0	5,000	B
B4.1	5,000	B
B1	4,727	B
B4.2	4,545	B
B3	4,545	B
B5	4,455	B
B2	4,091	B

Tabell 4.8 viser en parvis sammenligning av saftighet i pølser tilsatt inulin. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med B er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene foruten R0 er signifikant like K0, mens prøvene B4.3, B6 og B7 er signifikant like R0 når det gjelder saftighet.

Kornethet

Hypotesetest for kornethet i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på 0,732, mens den for pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,386. Den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik blir dermed forkastet. Alle prøvene er signifikant like og ligger under samme gruppering.

Fethet

Cellulose

Hypotesetest for fethet i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på 0,014. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.9: Tukeys parvise sammenligning av fethet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelverdi	Gruppering
R0	6,545	A
A1	4,636	A B
K0	4,545	A B
A7	4,455	A B
A6	4,273	A B
A5	4,091	A B
A4.2	4,091	A B
A4.1	3,909	B
A4.3	3,636	B
A3	3,455	B
A2	3,364	B

Tabell 4.9 viser en parvis sammenligning av fethet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med A eller B er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene foruten R0 er signifikant like K0, mens prøvene A1, A4.2, A5, A6, A7 og K0 er signifikant like R0 når det gjelder fethet.

Inulin

Hypotesetest for fethet i pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,003. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.10: Tukeys parvise sammenligning av fethet i pølser tilsatt inulin

Navn	Middelverdi	Gruppering
R0	6,545	A
B7	5,455	A B
B4.3	4,818	A B
B6	4,636	A B
K0	4,545	A B
B5	4,545	A B
B1	4,455	A B
B4.1	3,909	B
B2	3,818	B
B4.2	3,727	B
B3	3,727	B

Tabell 4.10 viser en parvis sammenligning av fethet i pølser tilsatt inulin. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med A eller B er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene foruten R0 er signifikant like K0, mens B1, B4.3, B5, B6, B7 og K0 er signifikant like R0 når det gjelder fethet.

Deigethet

Cellulose

Hypotesetest for deigethet i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.11: Tukeys parvise sammenligning av deigethet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelvei	Gruppering
A3	7,182	A
A6	7,182	A
A4.2	7,000	A B
A2	6,636	A B C
A4.3	6,545	A B C D
A4.1	6,091	A B C D E
A7	4,545	B C D E F
A5	4,455	C D E F
A1	4,091	D E F
K0	4,000	E F
R0	2,273	F

Tabell 4.11 viser en parvis sammenligning av deigethet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med F er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med E eller F er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at A1, A4.1, A5, A7 og R0 er signifikant like K0, mens A1, A5, A7 og K0 er signifikant like R0 når det gjelder deigethet.

Inulin

Hypotesetest for deigethet i pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,388, og den alternative hypotesen blir dermed forkastet. Alle prøvene er signifikant like og ligger under samme gruppering.

Saltintensitet*Cellulose*

Hypotesetest for saltintensitet i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på 0,010. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.12: Tukeys parvise sammenligning av saltintensitet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelvei	Gruppering
K0	6,091	A
R0	5,818	A B
A7	5,727	A B
A4.2	5,727	A B
A1	5,636	A B
A5	5,455	A B
A6	5,273	A B
A2	4,636	A B
A4.1	4,545	A B
A4.3	4,455	A B
A3	3,545	B

Tabell 4.12 viser en parvis sammenligning av saltintensitet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A eller B er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med A er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene foruten A3 er signifikant like K0, mens alle prøvene er signifikant like R0 når det gjelder saltintensitet.

Inulin

Hypotesetest for saltintensitet i pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,780, og den alternative hypotesen blir dermed forkastet. Alle prøvene er signifikant like og ligger under samme gruppering.

Smaksintensitet*Cellulose*

Hypotesetest for smaksintensitet i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på 0,002. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.13: Tukeys parvise sammenligning av smaksintensitet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelverdi	Gruppering
R0	5,909	A
A1	5,909	A
A6	5,909	A
A4.2	5,818	A
A5	5,727	A
K0	5,455	A B
A7	5,182	A B
A2	4,727	A B
A4.1	4,364	A B
A4.3	4,273	A B
A3	3,364	B

Tabell 4.13 viser en parvis sammenligning av smaksintensitet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), mens alle prøvene merket med A eller B er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like K0, mens alle prøvene foruten A3 signifikant like R0 når det gjelder smaksintensitet.

Inulin

Hypotesetest for smaksintensitet i pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,798, og den alternative hypotesen blir dermed forkastet. Alle prøvene er signifikant like og ligger under samme gruppering.

Avvikende smak

Hypotesetest for avvikende smak i pølser tilsatt cellulose gir en p-verdi på 0,978, mens den for pølser tilsatt inulin gir en p-verdi på 0,517. Den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik blir dermed forkastet. Alle prøvene er signifikant like og ligger under samme gruppering.

4.1.1.3 Ekspertvurdering

Ekspertvurdering ble utført på 9 av pølsene i en blindtest. Utvalget bestod av pølsene tilsatt laveste mengde inulin og cellulose, samt en kontrollprøve (K0) med 9,5 % fett. Prøvene ble vurdert opp mot en referanseprøve med 18 % fett. Resultatet er presentert i en tabell over hvilke pølser paneldeltakerne hadde mest og minst tro på.

Tabell 4.14: Ekspertvurdering av pølser

Dommernummer	Mest tro på	Innhold	Minst tro på	Innhold
1	-	-	A4	2,2 % cellulose 6,5 % fett
2	B4	2,5 % inulin 6,5 % fett	A4	2,2 % cellulose 6,5 % fett
3	B7	1 % inulin 9,5 % fett	A4	2,2 % cellulose 6,5 % fett
4	B5	1 % inulin 7,25 % fett	A4	2,2 % cellulose 6,5 % fett
5	K0	Kontroll 9,5 % fett	A4	2,2 % cellulose 6,5 % fett
6	A7	0,7 % cellulose 9,5 % fett	A4	2,2 % cellulose 6,5 % fett
7	B7	1 % inulin 9,5 % fett	A4	2,2 % cellulose 6,5 % fett
8	K0	Kontroll 9,5 % fett	A4 B4	2,2 % cellulose 6,5 % fett 2,5 % inulin, 6,5 % fett

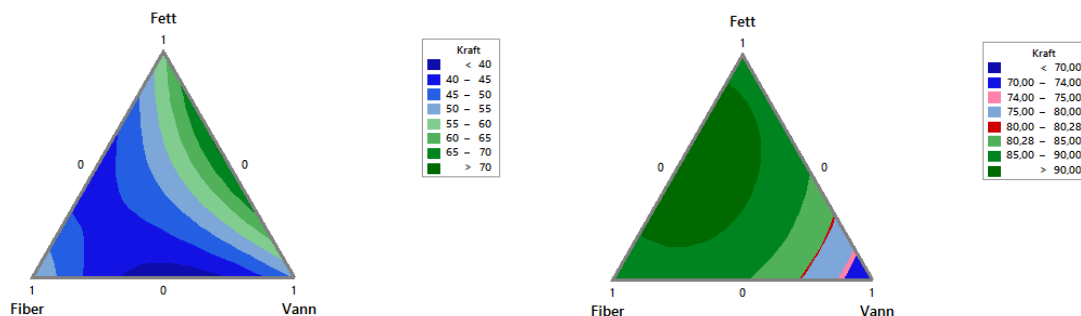
Tabell 4.14 viser at A4 er gjennomgående den pølser som dommerne har minst tro på med 8 av 8 stemmer. B7 og K0 får to stemmer hver, og er dermed de to pølsene dommerne har mest tro på.

4.1.2 Teksturanalyse

Teksturanalyse ble utført på både kalde og varme pølser. Verdiene er oppgitt i Newton, N. Resultatene er fremstilt i konturplott der faktorene er innunder signifikansnivå 0,05. Enkelte plott havner innenfor signifikansnivå 0,1 og anses som relevante for bedre illustrering av resultatene. Resultatene anses å være normalfordelt. Kontrollprøven med 9,5 % fett betegnes som K0, og referanseprøven på 18 % fett betegnes som R0. I tillegg ble det målt tekstur for en butikkjøpt variant av Go' og mager med 9 % fett.

Kalde pølser

Konturplott for motstandskraft i kalde pølser tilsatt cellulose og inulin

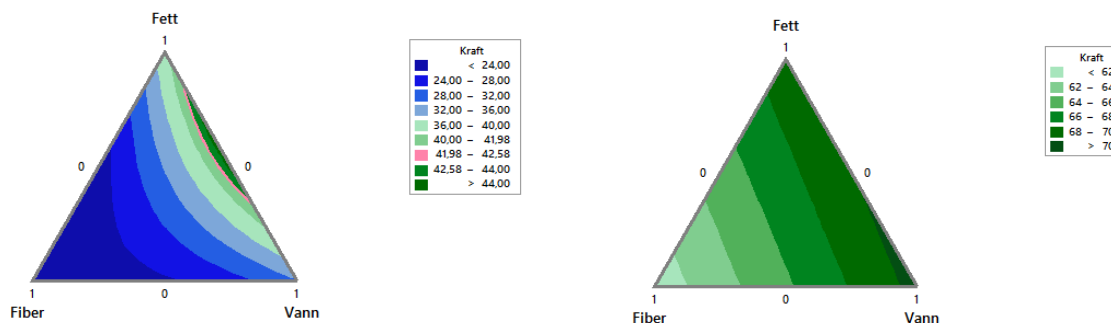


Figur 4.9: Konturplott for motstandskraft i kalde pølser tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: K0, Go' og mager og R0 med verdier på henholdsvis 80,14, 74,45 og 97,01 havner alle utenfor plottet. De mest faste pølsene forekommer i området med minimal mengde fiber, mens de blir mykere desto mer fiber som tilsettes. Inulin: Både K0 (rød strek) og Go' og mager (rosa strek) ligger i området mot maksimal mengde vann, mens R0 havner utenfor plottet. De mykeste pølsene forekommer i området med mest vann, mens de fasteste pølsene forekommer i området med minst vann.

Figur 4.9 viser hvordan motstandskraften i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre) fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. For pølser tilsatt cellulose har hverken R0, K0 eller Go' og mager verdier som havner innenfor plottet. De mykeste pølsene forekommer i området med mest fiber, mens de blir fastere ved større mengder fett og vann. Figuren er en kvadratisk modell med en p-verdi på $< 0,001$ og er signifikant. For prøver tilsatt inulin har K0 en verdi på 80,14 N og er merket med rød strek, mens Go' og mager fra Gilde har en verdi på 74,45 N og er merket med rosa strek. R0 har en verdi på 97,01 N og havner dermed til venstre utenfor plottet. De mykeste pølsene ligger i området med maksimal mengde vann, mens de øker i fasthet jo mindre vann som tilsettes. Figuren er en kvadratisk modell med en p-verdi på 0,016 og er derved signifikant.

Varme pølser

Konturplott for motstandskraft i varme pølser tilsatt cellulose og inulin

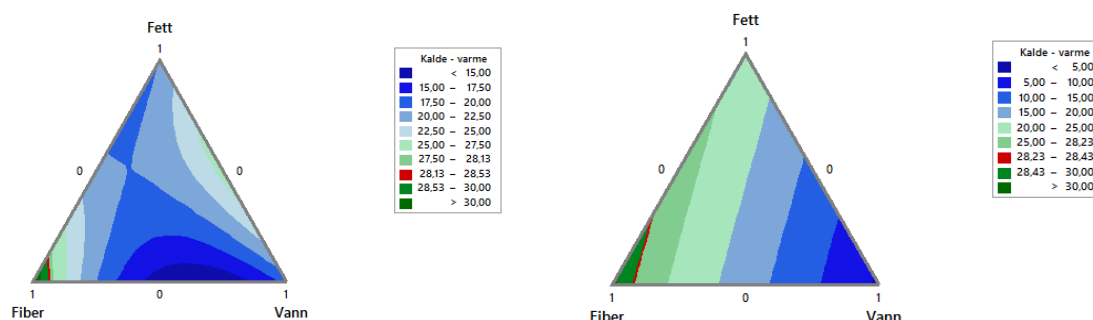


Figur 4.10: Konturplott for motstandskraft i varme pølser tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: Go' og mager (rosa strek) ligger i området med maksimal mengde fett og vann, og minimal mengde fiber. K0 og R0 med verdier på henholdsvis 51,81 og 56,65 havner utenfor plottet. De mykeste pølsene forekommer i området med mest fiber, mens motstandskraften øker mot større mengder fett og vann. Inulin: De mykeste pølsene forekommer i området med mest fiber, og øker i fasthet mot større mengder fett og vann. Samtlige tre kontrollprøver havner utenfor plottet.

Figur 4.10 viser hvordan motstandskraften i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre) fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. For pølsene tilsatt cellulose har Go' og mager en verdi på 42,28 N og er merket med rosa strek. K0 har en verdi på 51,81 N og R0 har en verdi på 56,65 N. Begge disse havner dermed utenfor plottet. Laveste motstandskraft forekommer ved maksimal mengde fiber, og øker jo mindre fiber som tilsettes. Figuren er en kvadratisk modell med en p-verdi på $< 0,001$ og er signifikant. For prøvene tilsatt inulin havner Go' og mager, K0 og R0 utenfor plottet. Laveste motstandskraft forekommer ved maksimal mengde fiber, og øker mot høyere mengder fett og vann. Det er en liten tendens til at pølsene tilsatt maksimal mengde vann er mest fast. Figuren er en lineær modell med en p-verdi på 0,083 og havner derved innenfor signifikansnivå 0,1.

Differansen mellom kalde og varme pølser

Konturplott for differanse i motstandskraft i pølser tilsatt cellulose og inulin



Figur 4.11: Konturplott for differanse i motstandskraft i pølser tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: K0 (28,33 N) er merket med rød strek. Go' og mager og R0 med verdier på henholdsvis 32,17 og 40,36 havner utenfor plottet. Den største forskjellen mellom kalde og varme pølser forekommer ved maksimalt fibernivå, mens den minste forskjellen forekommer i området for senterprøvene. Inulin: K0 er merket med rød strek, mens Go' og mager og R0 havner utenfor plottet. Den minste forskjellen mellom kalde og varme pølser forekommer ved maksimalt vann-nivå, og øker mot større mengder fett og fiber.

Figur 4.11 viser hvordan motstandskraften i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre) fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. For pølsene tilsatt cellulose utgjør maksimal mengde fiber den største forskjellen mellom kalde og varme pølser. De minste forskjellene forekommer i området for senterprøvene. I dette området ligger også K0 med en verdi på 28,33 N (rød strek). Go' og mager (32,17 N), og R0 (40,36 N) havner utenfor plottet. Figuren er en kvadratisk modell med en p-verdi på $< 0,001$ og er signifikant. For prøvene tilsatt inulin gir maksimal mengde vann den minste forskjeller mellom kalde og varme pølser. Jo mindre vann som tilsettes, jo mer øker differansen. Maksimal mengde fiber utgjør de største forskjellene mellom kalde og varme pølser. K0 ligger i samme område og er merket med rød strek. Go' og mager og R0 havner utenfor plottet. Figuren er en lineær modell med en p-verdi på $< 0,001$ og er signifikant.

4.1.2.1 Enveis variansanalyse for teksturanalyse

Enveis variansanalyse ble utført basert på resultatene fra teksturanalyse. Følgende tabeller viser en gruppering av prøvene ved bruk av Tukeys parvise sammenligning med et 95 % konfidensintervall. Nullhypotesen, H_0 , tilsier at alle middelveier er like. Mens den alternative hypotesen, H_1 , tilsier at minst en middelveier er ulik. Middelveier som deler en bokstav er signifikant like, mens middelveier som ikke deler en bokstav er signifikant ulike. Signifikansnivå for analysen er satt til 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt.

Kontrollprøven med 9,5 % fett betegnes som K0, mens referanseprøven med 18 % fett betegnes som R0.

Kalde pølser

Cellulose

Hypotesetest for motstandskraft i kalde pølser tilsatt cellulose, gir en p-verdi på $< 0,001$.

Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelværdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.15: Tukeys parvise sammenligning av grad av motstandskraft i kalde pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelværdi	Gruppering
R0	97,010	A
K0	80,140	B
Go' og mager	74,440	B C
A5	71,270	C
A7	58,780	D
A3	55,760	D E
A1	49,700	E F
A4.1	49,570	E F
A4.2	49,480	E F
A4.3	45,829	F G
A6	43,800	F G
A2	37,910	G

Tabell 4.15 viser en parvis sammenligning av grad av motstandskraft i kalde pølser tilsatt cellulose, og i hvilken grad disse kan sammenlignes med K0, R0 og Go' og mager. Pølsene som er merket med samme bokstav er signifikant like og plasseres i samme gruppe. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), alle prøvene merket B er signifikant like kontrollprøven (K0), mens alle prøvene merket B eller C er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at ingen av prøvene er signifikant like R0, mens kun Go' og mager er signifikant lik K0. Prøven A5 er også signifikant lik Go' og mager, mens resten av prøvene er signifikant ulik.

Inulin

Hypotesetest for motstandskraft i kalde pølser tilsatt inulin, gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelværdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.16: Tukeys parvise sammenligning av grad av motstandskraft i kalde pølser tilsatt inulin

Navn	Middelverdi	Gruppering
B4.1	100,54	A
R0	97,01	A B
B6	90,70	A B C
B4.3	88,89	A B C D
B7	88,13	A B C D
B3	86,15	A B C D
B4.2	85,62	A B C D
B5	83,51	B C D E
B2	83,34	B C D E
K0	80,14	C D E
Go' og mager	74,44	D E
B1	69,30	E

Tabell 4.16 viser en parvis sammenligning av grad av motstandskraft i kalde pølser tilsatt inulin. Alle prøvene merket med A eller B er signifikant like referanseprøven (R0), alle prøvene merket C, D og E er signifikant like kontrollprøven (K0), mens alle prøvene merket D eller E er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like både K0, R0 og Go' og mager, foruten prøvene B1, K0 og Go' og mager som er signifikant ulike R0, B4.1 som er signifikant ulik K0, samt B4.1 og B6 som er signifikant ulike Go' og mager.

Varme pølser

Cellulose

Hypotesetest for motstandskraft i varme pølser tilsatt cellulose, gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.17: Tukeys parvise sammenligning av grad av motstandskraft i kalde pølser tilsatt inulin

Navn	Middelverdi	Gruppering
R0	56,650	A
K0	51,810	A
A5	43,680	B
Go' og mager	42,270	B
A7	39,106	B C
A1	31,840	C D
A4.1	31,560	C D
A4.3	31,220	D
A4.2	28,470	D E
A3	24,320	D E
A2	22,470	E
A6	21,311	E

Tabell 4.17 viser en parvis sammenligning av grad av motstandskraft i varme pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0) og kontrollprøven (K0), mens alle prøvene merket B er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant ulike både K0 og R0, mens prøvene A5 og A7 er signifikant like Go' og mager.

Inulin

Hypotesetest for motstandskraft i varme pølser tilsatt inulin, gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.18: Tukeys parvise sammenligning av grad av motstandskraft i varme pølser tilsatt inulin

Navn	Middelverdi	Gruppering
B4.1	77,62	A
B4.3	70,54	A B
B1	69,34	A B C
B2	68,93	A B C
B6	68,48	A B C
B7	67,87	A B C
B5	67,11	A B C
R0	56,65	B C D
B3	56,36	C D
B4.2	55,58	C D E
K0	51,81	D E
Go' og mager	42,27	E

Tabell 4.18 viser en parvis sammenligning av grad av motstandskraft i varme pølser tilsatt inulin. Alle prøvene merket med B, C eller D er signifikant like referanseprøven (R0), prøvene merket med D eller E er signifikant like kontrollprøven (K0), mens alle prøvene merket E er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like R0, foruten prøvene B4.1 og Go' og mager som er signifikant ulike. Alle prøvene er signifikant ulike K0 og Go' og mager, foruten B4.2 som er signifikant like både K0 og Go' og mager, og B3 som er signifikant lik K0.

Differansen mellom kalde og varme pølser

Cellulose

Hypotesetest for motstandskraft i kalde - varme pølser tilsatt cellulose, gir en p-verdi på $<0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.19: Tukeys parvise sammenligning av differanse i motstandskraft mellom kalde og varme pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelvei	Gruppering
R0	40,36	A
Go' og mager	32,17	A B
A3	31,44	A B C
K0	28,33	B C D
A5	27,59	B C D
A6	22,49	B C D E
A4.2	21,00	C D E
A7	19,67	D E
A4.1	18,01	D E
A1	17,86	D E
A2	15,45	E
A4.3	14,61	E

Tabell 4.19 viser en parvis sammenligning av differanse i motstandskraft mellom kalde og varme pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A er signifikant lik referanseprøven (R0), prøvene merket med B, C eller D er signifikant like kontrollprøven (K0), mens alle prøvene merket A eller B er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant ulike R0 og Go' og mager, foruten prøven A3 som er signifikant lik både R0 og Go' og mager. I tillegg til prøvene A5 og A6 som er signifikant like Go' og mager. Alle prøvene er signifikant like K0, foruten prøvene A2 og A4.3.

Inulin

Hypotesetest for motstandskraft i kalde-varme pølser tilsatt inulin, gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelværdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.20: Tukeys parvise sammenligning av differanse i motstandskraft mellom kalde og varme pølser tilsatt inulin

Navn	Middelværdi	Gruppering
R0	40,36	A
Go' og mager	32,17	A B
B4.2	30,04	A B
B3	29,78	A B
K0	28,33	A B
B4.1	22,92	A B
B6	22,22	A B
B7	20,26	A B
B4.3	18,36	B C
B5	16,41	B C
B2	14,41	B C
B1	-0,04	C

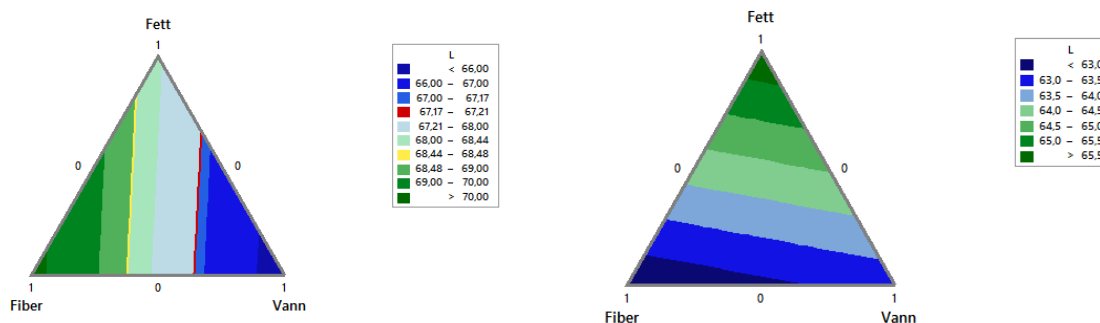
Tabell 4.20 viser en parvis sammenligning av differanse i motstandskraft mellom kalde og varme pølser tilsatt inulin. Alle prøvene merket med A er signifikant lik referanseprøven (R0), prøvene merket med A eller B er signifikant like kontrollprøven og Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like K0 og Go' og mager, foruten prøven B1. Alle prøvene er signifikant like R0, foruten prøvene B1, B2, B4.3 og B5.

4.1.3 Fargeanalyse

Fargeanalyse ble utført på kalde pølser. Det ble målt nivå for grad av hvithet (høy L*), rødhet (høy a*) og gulhet (høy b*) i pølsene. Grad av hvithet ligger innenfor en skala fra 0-100, hvor 0 er helt svart og 100 er helt hvitt. Grad av rødhet ligger innenfor en skala fra -100 til 100, hvor 100 er helt rødt. Grad av gulhet ligger innenfor en skala fra -100 til 100, hvor 100 er helt gult. For både rødhet og gulhet er det ønskelig med verdier fra 0-20. Resultatene er fremstilt ved effektplott og interaksjonsplott for prøvene innenfor signifikansnivå på 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. Kontrollprøven med 9,5 % fett betegnes som K0, og referanseprøven på 18 % fett betegnes som R0.

Grad av hvithet

Konturplott for grad av hvithet i pølser tilsatt cellulose og inulin

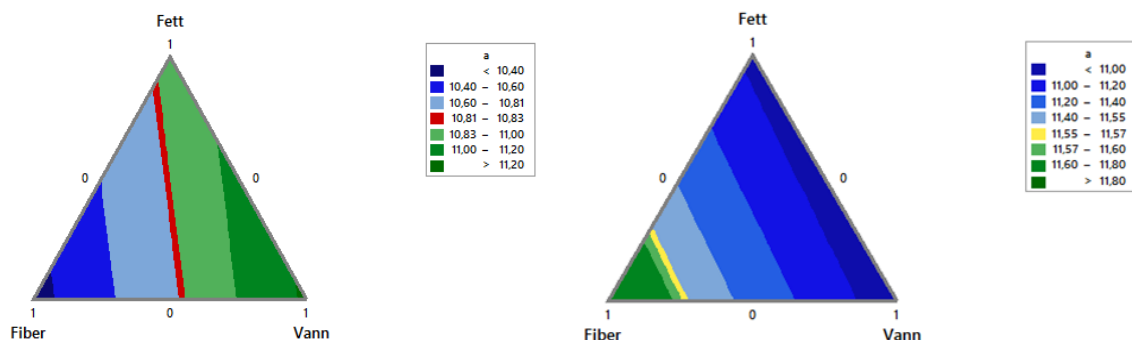


Figur 4.12: Konturplott for grad av hvitfarge i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: K0 har en verdi på 67,19 og er merket med rød strek i figuren, mens R0 har en verdi på 68,46 og er merket med gul strek. Økende mengde fiber medfører større grad av hvithet i prøvene. Inulin: Prøvene med størst grad av hvithet forekommer ved økende grad av fett. Maksimal mengde fiber medfører pølser med laveste grad av hvithet. Begge referanseprøvene havner her utenfor plottet.

Figur 4.12 viser hvordan graden av hvitfarge i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre) fordeler seg i forhold til variablene fiber, fett og vann. For pølser tilsatt cellulose havner både K0 (rød strek) og R0 (gul strek) omtrent midt i plottet med verdier på henholdsvis 67,19 og 68,46. Grad av hvitfarge øker mot større mengder fiber, mens den synker mot større mengder vann. Figuren er en lineær modell med p-verdi $< 0,001$, den er dermed signifikant. For prøver tilsatt inulin havner både K0 og R0 utenfor figuren. Et maksimalt nivå av fett i prøvene gir økende grad av hvithet, mens høyere mengder fiber og vann resulterer i mindre hvite pølser. Det er en tendens til at laveste grad av hvithet forekommer ved maksimal mengde fiber. Figuren er en lineær modell med p-verdi $< 0,001$ og er dermed signifikant.

Grad av rødhet

Konturplott for grad av rødhet i pølsar tilsatt cellulose og inulin

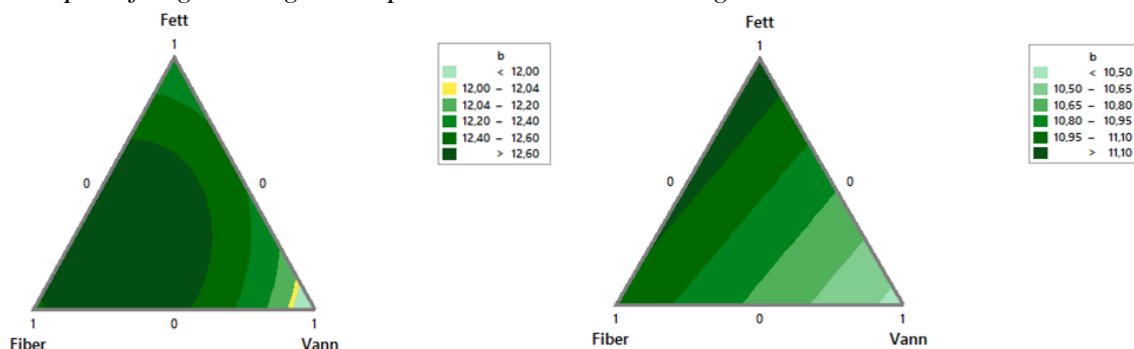


Figur 4.13: Konturplott for grad av rødhet i prøver tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: K0 (rød strek) har verdien 10,82 og plasseres tilnærmet midt i figuren, mens R0 havner utenfor plottet med en verdi på 11,56. Prøvene med maksimalt innhold av fiber har lavest grad av rødfarge, mens rødfargen øker jo mindre fiber som tilsettes. Inulin: Øverste nivå av fiber gir de rødeste pølsene, mens høye nivå av vann og fett gir minst grad av rødfarge. R0 er merket med gult og plasseres nærmest fiberhjørnet, mens K0 havner utenfor figuren.

Figur 4.13 viser hvordan grad av rødhet fordeler seg i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre) med hensyn til variablene fett, fiber og vann. For pølsene tilsatt cellulose gir maksimal mengde fiber laveste utslag på rødfarge, mens rødfargen øker jo mindre fiber som tilsettes. Det er en tendens til at pølsene tilsatt maksimal mengde vann har høyeste grad av rødhet. K0 (10,82) er merket med rød strek og plasserer seg tilnærmet midt i figuren. R0 (11,56) havner utenfor figuren. Modellen er lineær og har en p-verdi på 0,002 og er dermed innenfor signifikansnivå. For prøvene tilsatt inulin gir øverste nivå av fiber de rødeste pølsene, mens høye nivå av vann og fett gir lavest grad av rødhet. R0 er merket med gult og plasserer seg nærmest fiberhjørnet, mens K0 havner utenfor plottet. Figuren er lineær med en p-verdi på 0,002 og er dermed innenfor signifikansnivå.

Grad av gulhet

Konturplott for grad av gulhet i pølsene tilsatt cellulose og inulin



Figur 4.14: Konturplott for grad av gulhet i prøvene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: Et høyt innhold av fiber gir de guleste pølsene, mens lavest grad av gulhet oppnås ved maksimal mengde vann. R0 har en verdi på 12,02 og plasseres nede i vannhjørnet, mens K0 havner utenfor plottet med verdien 11,18. Inulin: Laveste grad av gulhet forekommer ved maksimal mengde vann, og øker mot høyere mengde fett og fiber. Det er en tendens til at maksimal mengde fett gir høyeste grad av gulhet. Begge referanseprøvene havner utenfor plottet.

Figur 4.14 viser hvordan grad av gulhet fordeler seg i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre) med hensyn til forskjellige nivå av variablene fett, fiber og vann. For pølsene tilsatt cellulose forekommer høyeste grad av gulhet i området mot større mengder fiber, mens den synker mot øverste nivå av fett og vann. Det er en liten tendens til at de minst gule prøvene forekommer ved øverste vann-nivå. Her ligger også R0 (gul strek) med en verdi på 12,02. K0 med verdien 11,18 havner utenfor plottet. Figuren er en kvadratisk modell med en p-verdi på 0,001 og er derved innenfor signifikansnivå. For prøvene tilsatt inulin finnes laveste grad av gulhet ved øverste vann-nivå, mens den øker mot større mengder fett og fiber. Det er en tendens til at høyeste grad av gulhet forekommer ved maksimal mengde fett og nedover mot midterste nivå av fiber. K0 og R0 havner begge utenfor plottet. Modellen er lineær med en p-verdi < 0,001, og er derved innenfor signifikansnivå.

4.1.3.1 Enveis variansanalyse for fargeanalyse

Enveis variansanalyse ble utført basert på resultatene fra fargeanalysen. Følgende tabeller viser en gruppering av prøvene ved bruk av Tukeys parvise sammenligning med et 95 % konfidensintervall. Nullhypotesen, H_0 , tilsier at alle middelerverdier er like. Mens den alternative hypotesen, H_1 , tilsier at minst en middelerverdi er ulik. Middelerverdier som deler en bokstav er signifikant like, mens middelerverdier som ikke deler en bokstav er signifikant ulike. Signifikansnivå for analysen er satt til 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. Kontrollprøven med 9,5 % fett betegnes som K0, mens referanseprøven med 18 % fett betegnes som R0.

Grad av hvithet*Cellulose*

Hypotesetest for grad av hvithet i pølser tilsatt cellulose, gir en p-verdi på $< 0,001$, og nullhypotesen som tilsier at alle middelveidier er like blir dermed forkastet. Den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelveidier er ulik, beholdes.

Tabell 4.21: Tukeys parvise sammenligning av grad av hvithet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelveidier	Gruppering
A4.2	12,9030	A
A4.1	12,7230	A B
A6	12,6870	A B
A2	12,6230	A B
A4.3	12,5870	A B
A3	12,5600	A B
A5	12,3800	A B C
A7	12,1833	A B C
R0	12,0200	B C
A1	11,8100	C D
K0	11,1767	D

Tabell 4.21 viser en parvis sammenligning av grad av hvithet i pølser tilsatt cellulose, og i hvilken grad disse kan sammenlignes med K0 og R0. Pølsene som er merket med samme bokstav er signifikant like og plasseres i samme gruppe. Alle prøvene merket med B og C er signifikant like referanseprøven (R0), alle prøvene merket D er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant ulike K0, foruten A1 som er signifikant lik K0. Alle prøvene er signifikant like R0, foruten A4.2 som er signifikant ulik R0.

Inulin

Hypotesetest for grad av hvithet i pølser tilsatt inulin, gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelveidier er ulik, beholdes.

Tabell 4.22: Tukeys parvise sammenligning av grad av hvithet i pølser tilsatt inulin

Navn	Middelverdi	Gruppering
R0	68,460	A
K0	67,190	A
B7	65,283	B
B4.2	64,900	B
B6	64,900	B
B5	64,187	B
B4.3	64,067	B C
B4.1	63,087	C D
B1	62,920	C D
B2	62,900	C D
B3	62,077	D

Tabell 4.22 viser en parvis sammenligning av grad av hvithet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0) og kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant ulike R0 og K0.

Grad av rødhet

Cellulose

Hypotesetest for grad av rødhet i pølser tilsatt cellulose, gir en p-verdi på 0,004. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.23: Tukeys parvise sammenligning av grad av rødhet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelverdi	Gruppering
R0	11,5600	A
A1	11,1730	A
A4.3	11,1470	A
A4.2	11,0030	A B
A5	10,8967	A B
A4.1	10,8730	A B
K0	10,8200	A B
A7	10,7170	A B
A6	10,6970	A B
A2	10,6600	A B
A3	10,1500	B

Tabell 4.23 viser en parvis sammenligning av grad av rødhet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), mens prøvene merket med A og B er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like R0

og K0, foruten prøven A3 som er signifikant ulik R0.

Inulin

Hypotesetest for grad av rødhet i pølser tilsatt inulin, gir en p-verdi på 0,003. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.24: Tukeys parvise sammenligning av grad av rødhet i pølser tilsatt inulin

Navn	Middelvei	Gruppering
B4.1	11,8130	A
B3	11,6967	A B
R0	11,5600	A B
B6	11,4170	A B
B2	11,3333	A B
B4.3	11,1530	A B
B4.2	10,9670	A B
B5	10,9230	A B
B7	10,8230	B
K0	10,8200	B
B1	10,7700	B

Tabell 4.24 viser en parvis sammenligning av grad av rødhet i pølser tilsatt inulin. Alle prøvene merket med A og B er signifikant like referanseprøven (R0), mens prøvene merket med B er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like R0 og K0, foruten prøven B4.1 som er signifikant ulik K0.

Grad av gulhet

Cellulose

Hypotesetest for grad av gulhet i pølser tilsatt cellulose, gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.25: Tukeys parvise sammenligning av grad av gulhet i pølser tilsatt cellulose

Navn	Middelverdi	Gruppering
A4.2	12,9030	A
A4.1	12,7230	A B
A6	12,6870	A B
A2	12,6230	A B
A4.3	12,5870	A B
A3	12,5600	A B
A5	12,3800	A B C
A7	12,1833	A B C
R0	12,0200	B C
A1	11,8100	C D
K0	11,1767	D

Tabell 4.25 viser en parvis sammenligning av grad av gulhet i pølser tilsatt cellulose. Alle prøvene merket med B og C er signifikant like referanseprøven (R0), mens prøvene merket med D er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like R0, foruten prøven A4.2 som er signifikant ulik R0. Alle prøvene er signifikant ulike K0, foruten prøven A1 som er signifikant lik K0.

Inulin

Hypotesetest for grad av gulhet i pølser tilsatt inulin, gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.26: Tukeys parvise sammenligning av grad av gulhet i pølser tilsatt inulin

Navn	Middelverdi	Gruppering
R0	12,0200	A
K0	11,1767	B
B7	11,1567	B
B6	11,1567	B
B4.1	11,1200	B
B3	10,9700	B C
B4.2	10,9400	B C
B2	10,8433	B C
B4.3	10,8300	B C
B5	10,8230	B C
B1	10,3500	C

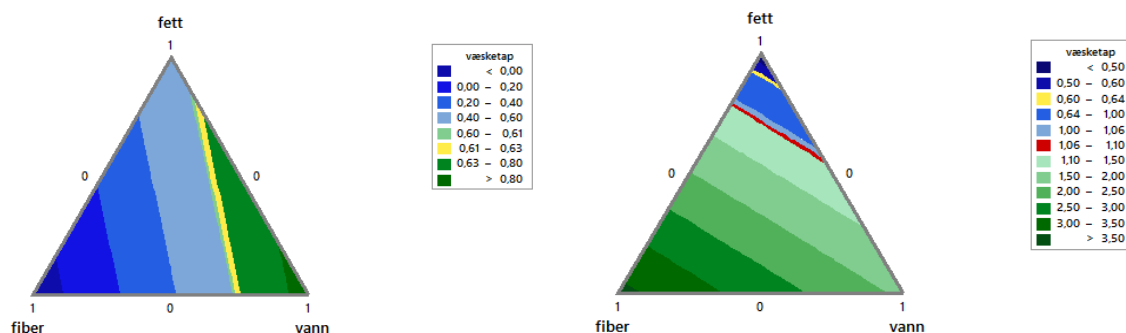
Tabell 4.26 viser en parvis sammenligning av grad av gulhet i pølser tilsatt inulin. Alle prøvene merket med A er signifikant like referanseprøven (R0), mens prøvene merket med B

er signifikant like kontrollprøven (K0). Dette tilsier at alle prøvene er signifikant ulike R0. Alle prøvene er signifikant like K0, foruten prøven B1 som er signifikant ulik K0.

4.1.4 Væsketap ved tining

Grad av væsketap ble målt på samtlige prøver, og følgende resultatdel er basert på tall for prosentvis beregning av væsketap. Resultatene er fremstilt ved konturplott der faktorene er innunder signifikansnivå 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. Kontrollprøven med 9,5 % fett betegnes som K0, og referanseprøven på 18 % fett betegnes som R0.

Konturplott for væsketap for pølser tilsatt cellulose og inulin



Figur 4.15: Konturplott for væsketap i pølser tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre). Cellulose: Største væsketap forekommer ved maksimal mengde vann, mens laveste væsketap forekommer ved maksimal mengde fiber. R0, med et væsketap på 0,62 %, er merket med gult, mens K0 havner utenfor figuren med en verdi på 1,08 %. Inulin: Høyest grad av væsketap forekommer ved maksimal mengde fiber, mens laveste grad av væsketap forekommer ved maksimalt nivå av fett. R0 (gul strek) og K0 (rød strek) havner begge nær hjørnet for høyest mengde fett i figuren.

Figur 4.15 viser hvordan væsketapet fordeler seg i pølsene tilsatt cellulose (venstre) og inulin (høyre) med hensyn til forskjellige nivå av variablene fett, fiber og vann. Cellulose: Responsflaten tilsier at pølsene tilsatt maksimale mengder vann har størst væsketap. Mens væsketapet er minst for de pølsene som inneholder mye fiber. R0 er merket med gul strek og har et væsketap på 0,62 %, mens K0 havner utenfor figuren med en verdi på 1,08 %. Figuren er lineær med en p-verdi på 0,025 og er derved signifikant. Inulin: Figuren viser at høyest grad av væsketap forekommer ved øverste nivå av fiber, mens høyeste nivå av fett gir lavest grad av væsketap for pølsene. R0 og K0 er merket med henholdsvis gul og rød strek i figuren. Konturplottet er lineær med en p-verdi på 0,046.

4.2 Forsøk 2

Henviser til vedlegg 8 for resepter benyttet under forsøk 2, og som videre er bakgrunn for følgende resultatdel.

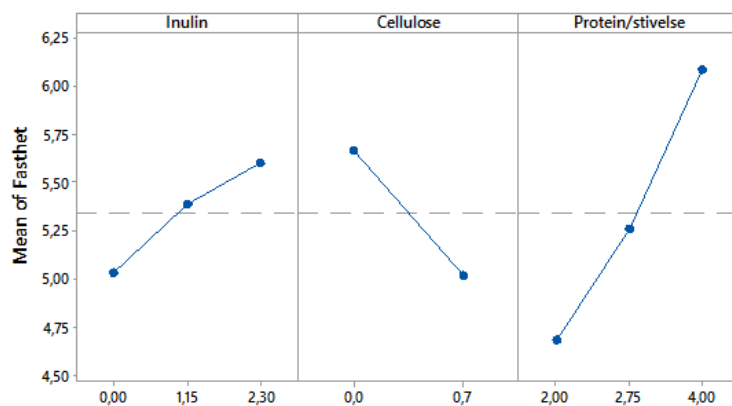
4.2.1 Sensorisk analyse

4.2.1.1 Sensorisk profilering

Følgende figurer viser hvordan diverse attributter i pølsene fordeler seg i forhold til faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. Resultatene er fremstilt i effektplott og interaksjonsplott der faktorene er innunder signifikansnivå 0,05. Enkelte plott havner innenfor signifikansnivå 0,1 og anses som relevante for bedre illustrering av resultatene. Resultatene anses å være normalfordelt. Figurer som ikke havner innenfor signifikansnivå finnes i vedlegg 9.

Fasthet

Effektplott for sensorisk fasthet i pølsene



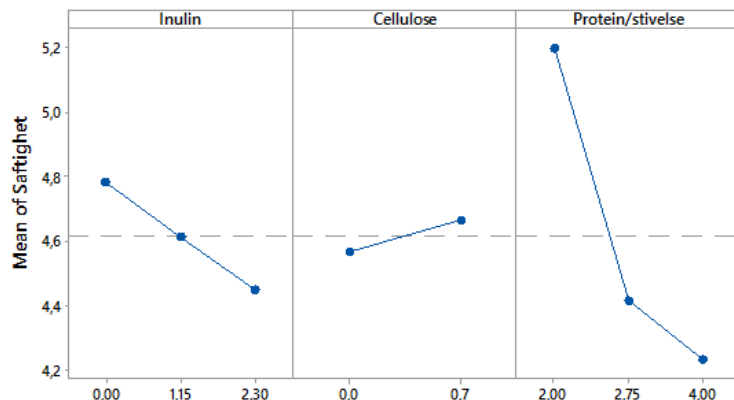
Figur 4.16: Effektplott for fasthet viser effekten de forskjellige variablene har med hensyn til fastheten i pølsene. Maksimalt nivå av protein i forhold til stivelse gir de fasteste pølsene, mens motsatt effekt oppnås ved laveste nivå av protein. Tilsatt inulin gir fastere pølses, mens tilsatt cellulose gir motsatt effekt på prøvene.

Figur 4.16 viser hvordan oppfattelsen av fasthet i prøvene fordeler seg i forhold til faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. De fasteste pølsene er de prøvene med høyest innhold av protein i forhold til stivelse. Økt tilsettelse av inulin gir fastere pøser, tilsettelse av cellulose har motsatt effekt og gjør pølsene løsere. Plottene for faktorene

cellulose og protein/stivelse har begge p-verdier under 0,002 og er innenfor et signifikansnivå på 0,05. Plottet for inulin har p-verdien 0,06 og er innenfor et signifikansnivå på 0,1.

Saftighet

Effektplott for saftighet i pølsene

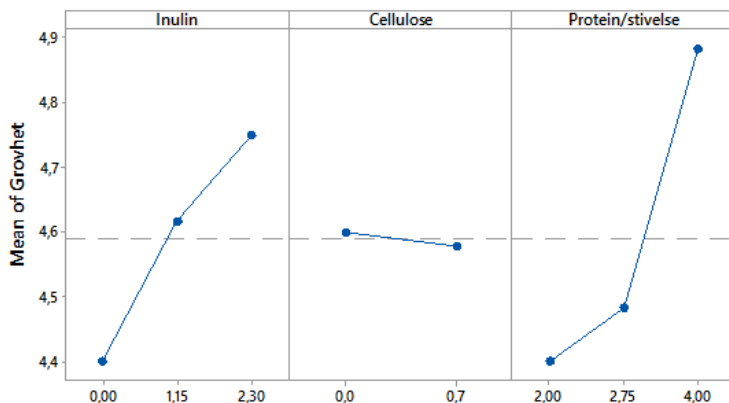


Figur 4.17: Effektplott for saftighet viser hvilken effekt de forskjellige variablene har med hensyn til saftighet i pølsene. Plottet for forholdet mellom protein og stivelse er det eneste innen signifikansnivå og viser at øverste nivå av protein/stivelse gir lav grad av saftighet i pølsene. Minimalt nivå av protein/stivelse resulterer i mer saftige pølser.

Figur 4.17 viser hvordan saftigheten fordeler seg i de forskjellige pølsene som effekt av ulike nivå av faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. Maksimal mengde protein i forhold til stivelse gir lav grad av saftighet, mens laveste nivå gir motsatt effekt. Plottet for faktoren protein/stivelse har en p-verdi på $< 0,001$ og er dermed signifikant. Plottene for faktorene inulin og cellulose har p-verdier på henholdsvis 0,378 og 0,603. Disse er derved utenfor signifikansnivå og anses å ha liten innvirkning på pølsenes saftighet.

Grovhet

Effektplott for grovhet i pølsene



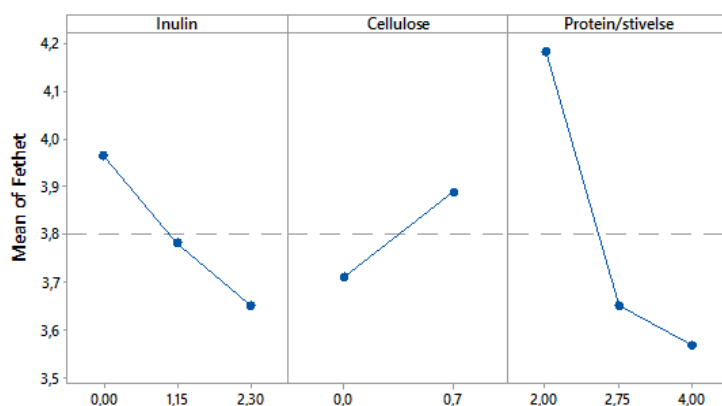
Figur 4.18: Effektplott for grovhet viser hvilken effekt forskjellige nivå av protein i forhold til stivelse har i forhold til grovheten til pølsene. Plottet for protein/stivelse er det eneste innen signifikansnivå og maksimale verdier av protein/stivelse gir en oppfattelse av grovere pølser.

Figur 4.18 viser hvordan grovheten i de forskjellige prøvene fordeler seg med hensyn til ulike nivå av faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. Maksimalt nivå av protein/stivelse gir de groveste pølsene. Lavest nivå av protein/stivelse gir motsatt effekt.

Plottet for forholdet mellom protein og stivelse har en p-verdi på 0,056 og kommer innenfor et signifikansnivå på 0,1. Figurene for inulin og cellulose har p-verdier på henholdsvis 0,259 og 0,898, er utenfor signifikansnivå og anses å ha liten innvirkning på oppfattelse av grovhet i pølsene.

Fethet

Effektplott for fethet i pølsene

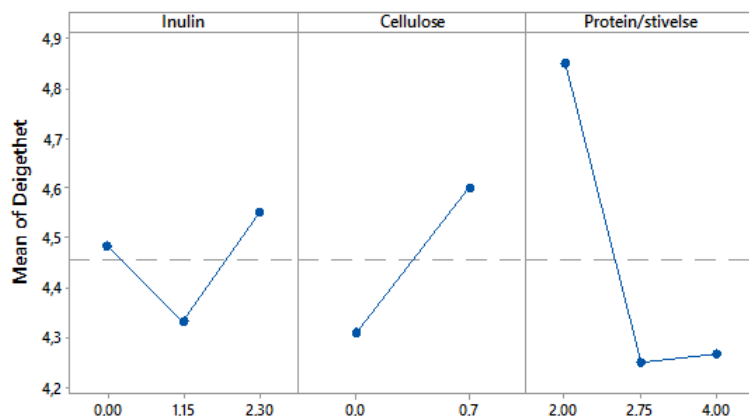


Figur 4.19: Effektplott for fethet viser hvordan oppfattelsen av fethet fordeler seg i de forskjellige prøvene med hensyn til de forskjellige faktorene. Plottet for protein/stivelse var det eneste innen signifikansnivå og viser at lavest innhold av protein/stivelse gir pølses med høy grad av fethet.

Figur 4.19 viser hvordan oppfattelsen av fethet fordeler seg mellom de forskjellige pølsene med hensyn til faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. Høye nivå av protein i forhold til stivelse gir minst grad av fethet i pølsene. Maksimal fethet oppnås ved laveste nivå av protein. P-verdien for protein/stivelse ligger på 0,046 og er derfor innenfor signifikansnivå. Plottene for inulin og cellulose har p-verdier på henholdsvis 0,497 og 0,412 og er ikke signifikante. De anses derfor å ha liten innvirkning på fetheten i pølsene.

Deigethet

Effektplott for deigethet i pølsene



Figur 4.20: Effektplott for deigethet viser fordelingen av deigethet i de forskjellige prøvene. Plottet for protein/stivelse var det eneste innen signifikansnivå og viser at maksimal mengde protein/stivelse gir lav grad av deigethet, mens laveste nivå av protein/stivelse gir høyere grad av deigethet i pølsene.

Figur 4.20 viser hvordan oppfattelsen av deigethet i pølsene blir påvirket av de ulike faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. Lavt nivå av protein i forhold til stivelse gir høy grad av deigethet i prøvene. Plottet for forholdet mellom protein og stivelse har p-verdien 0,072 og kommer innenfor et signifikansnivå på 0,1. Plottene for inulin og cellulose har p-verdier på henholdsvis 0,497 og 0,412 og havner derfor utenfor signifikansnivå. Disse faktorene anses derfor å ha liten effekt på grad av deigethet i pølsene.

Resterende attributter

Følgende tabell viser en oversikt over de resterende attributtene som havnet utenfor signifikansnivå, og deres medfølgende p-verdi fra variansanalysene.

Tabell 4.27: Oversikt over attributter som havner utenfor signifikansnivå og deres p-verdi

Attributt, faktor/interaksjon	P-verdi
Fargetone, inulin	0,713
Fargetone, cellulose	0,264
Fargetone, protein/stivelse	0,413
Fargetone, inulin*cellulose	0,878
Fargetone, inulin*protein/stivelse	0,653
Fargetone, cellulose*protein/stivelse	0,978
Fargeintensitet, inulin	0,787
Fargeintensitet, cellulose	0,563
Fargeintensitet, protein/stivelse	0,188
Fargeintensitet, inulin*cellulose	0,841
Fargeintensitet, inulin*protein/stivelse	0,756
Fargeintensitet, cellulose*protein/stivelse	0,922

Attributt, faktor/interaksjon	P-verdi
Fasthet, inulin*cellulose	0,910
Fasthet, inulin*protein/stivelse	0,386
Fasthet, cellulose*protein/stivelse	0,585
Saftighet, inulin*cellulose	0,440
Saftighet, inulin*protein/stivelse	0,119
Saftighet, cellulose*protein/stivelse	0,477
Grovhet, inulin*cellulose	0,948
Grovhet, inulin*protein/stivelse	0,369
Grovhet, cellulose*protein/stivelse	0,743
Fethet, inulin*cellulose	0,665
Fethet, inulin*protein/stivelse	0,828
Fethet, cellulose*protein/stivelse	0,811
Deigethet, inulin*cellulose	0,313
Deigethet, inulin*protein/stivelse	0,454
Deigethet, cellulose*protein/stivelse	0,754
Saltintensitet, inulin	0,743
Saltintensitet, cellulose	0,867
Saltintensitet, protein/stivelse	0,785
Saltintensitet, inulin*cellulose	0,998
Saltintensitet, inulin*protein/stivelse	0,695
Saltintensitet, cellulose*protein/stivelse	0,695

4.2.1.2 Enveis variansanalyse for sensorisk profilering

Enveis variansanalyse ble utført basert på resultatene fra sensorisk profilering. Følgende tabeller viser en gruppering av prøvene ved bruk av Tukeys parvise sammenligning med et 95 % konfidensintervall. Nullhypotesen, H_0 , tilsier at alle middelerdier er like. Mens den alternative hypotesen, H_1 , tilsier at minst en middelerdier er ulik. Middelerdier som deler en bokstav er signifikant like, mens middelerdier som ikke deler en bokstav er signifikant ulike. Signifikansnivå for analysen er satt til 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. De forskjellige prøvene blir sammenlignet med kontrollprøven som betegnes som Go' og mager.

Fasthet

Hypotesetest for fasthet gir en p-verdi på $< 0,001$, og nullhypotesen som tilsier at alle middelerdier er like blir dermed forkastet. Den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelerdier er ulik, beholdes.

Tabell 4.28: Tukeys parvise sammenligning av fasthet

Navn	Middelverdi	Gruppering
E6	7,00	A
E2	6,40	A B
D4	6,10	A B C
Go' og mager	6,10	A B C
E5	6,00	A B C
E4	6,00	A B C
D2	5,70	A B C D
C6	5,70	A B C D
E3	5,60	A B C D
E1	5,50	A B C D
D5	5,40	A B C D
D3.1	5,30	A B C D
D6	5,20	A B C D
C4	5,10	A B C D
D3.2	5,00	A B C D
C1	4,80	B C D
C3	4,40	B C D
C5	4,30	B C D
D1	4,00	C D
C2	3,80	D

Tabell 4.28 viser en parvis sammenligning av fasthet i pølsene, og i hvilken grad disse kan sammenlignes med Go' og mager. Pølsene som er merket med samme bokstav er signifikant like og plasseres i samme gruppe. Alle prøvene merket med A, B, eller C er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager, foruten prøven C2 som er signifikant ulik Go' og mager når det gjelder fasthet.

Saftighet

Hypotesetest for saftighet gir en p-verdi på 0,016. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.29: Tukeys parvise sammenligning av saftighet

Navn	Middelverdi	Gruppering
C1	5,60	A
C2	5,60	A
C4	5,30	A
Go' og mager	5,10	A
E4	5,00	A
C3	5,00	A
C6	5,00	A
D3.1	4,80	A
D1	4,80	A
D6	4,70	A
C5	4,70	A
E1	4,60	A
D2	4,50	A
D5	4,40	A
D3.2	4,40	A
E3	4,30	A
E5	4,00	A
E6	3,90	A
E2	3,60	A
D4	3,50	A

Tabell 4.29 viser en parvis sammenligning av saftighet i pølsene. Alle prøvene merket med A er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager når det gjelder saftighet, og motsier derved resultatene fra hypotesetesten som tilsier at minst en middelverdi er ulik.

Resterende attributter

Hypotesetest for fargetone, fargeintensitet, grovhet, fethet, deighet, saltintensitet, smaksintensitet og avvikende smak har p-verdier over signifikansnivå, og den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelverdi er ulik bli dermed forkastet. Alle prøvene er signifikant like og ligger under samme gruppering.

4.2.1.3 Ekspertvurdering

Prøvene er vurdert i forhold til grad av aksept for smak og konsistens på en skala fra 1-9, hvor 1 er svært dårlig og 9 er svært god. Verdier over 5 anses som passe god eller bedre.

Signifikansnivå er satt til 0,05. I enkelte tilfeller havner prøvene innenfor signifikansnivå på 0,1 og anses videre som relevante for å bedre illustrere resultatene. Resultatene anses å være normalfordelt. Resultatene presenteres i søylediagram, samt effekt- og interaksjonsplott.

Resterende figurer som ikke havner innenfor signifikansnivå finnes i vedlegg 14. Under ekspertvurderingen ble dommerne også bedt om å bedømme hvilke pølser de likte best og hvilke de likte minst. Dette er presentert i tabellform.

Best og minst likt

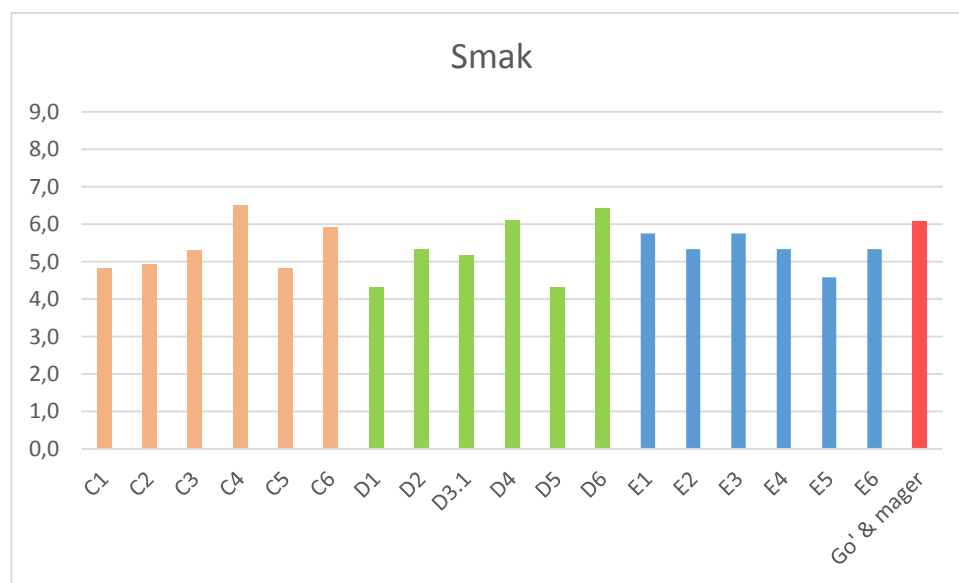
Tabell 4.30: Ekspertvurdering av pølser

Dommernummer	Best likt	Innhold	Minst likt	Innhold
1	D6	Protein og stivelse 11:4 0 % cellulose 2,3 % inulin	C2	Protein og stivelse 10:5 0 % fiber
			C3	Protein og stivelse 10:5 0,7 % cellulose 1,15 % inulin
			D1	Protein og stivelse 11:4 0,7 % cellulose 0 % inulin
			D5	Protein og stivelse 11:4 0,7 % cellulose 2,3 % inulin
2	C2	Protein og stivelse 10:5 0 % fiber	D1	Protein og stivelse 11:4 0,7 % cellulose 0 % inulin
	C3	Protein og stivelse 10:5 0,7 % cellulose 1,15 % inulin		
3	D2	Protein og stivelse 11:4 0 % fiber	D5	Protein og stivelse 11:4 0,7 % cellulose 2,3 % inulin
4	C2	Protein og stivelse 10:5 0 % fiber	C1	Protein og stivelse 10:5 0,7 % cellulose 0 % inulin
	C4	Protein og stivelse 10:5 0 % cellulose 1,15 % inulin		
5	C6, D6, E6	Protein og stivelse 10:5, 11:4, 12:3 0 % cellulose 2,3 % inulin	C2	Protein og stivelse 10:5 0 % fiber
	D4	Protein og stivelse 11:4 0 % cellulose 1,15 % inulin		
	E1	Protein og stivelse 12:3 0,7 % cellulose 0 % inulin		
	E2	Protein og stivelse 12:3 0 % fiber		
	E5	Protein og stivelse 12:3 0,7 % cellulose 2,3 % inulin		
6	E3	Protein og stivelse 12:3 0,7 % cellulose 1,15 % inulin	C2	Protein og stivelse 10:5 0 % fiber
			D3.1	Protein og stivelse 11:4 0,7 % cellulose 1,15 % inulin

Tabell 4.30 viser hvilke pølser som ble valgt ut av de forskjellige dommerne som best og dårligst likt. Det er et stort antall varianter som blir valgt ut i begge kategorier. D1 og D5 med to stemmer hver, samt C2 med tre stemmer kommer dårligst ut, mens C2 og D6 med to stemmer hver kommer best ut. C2 har fått to stemmer i kategorien best likt, og tre stemmer i kategorien minst likt. Dette tyder på uenighet blant dommerne om hvilke pølser som foretrekkes.

Smak

Søylediagram for grad av aksept i forhold til smak

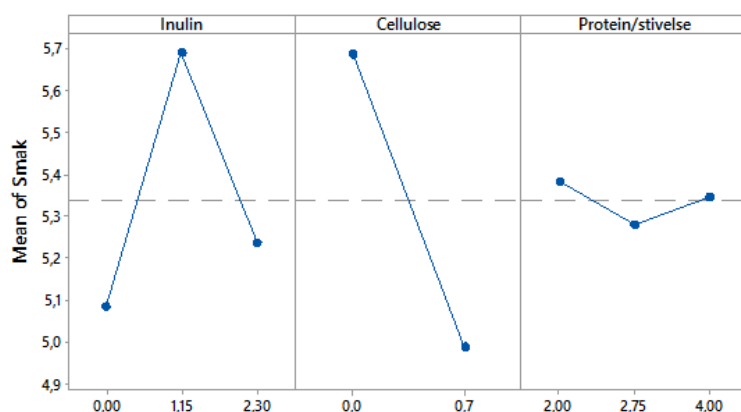


Figur 4.21: Søylediagram over beregnet gjennomsnittsverdi for hver pølse i forhold til grad av aksept for smak. Viser at de forskjellige prøvene er relativt like i forhold til hvilke som kommer best ut smaksmessig.

Figur 4.21 viser beregnet gjennomsnittsverdi for hver pølse i forhold til best likt smak.

Diagrammet tyder på mindre forskjeller i forhold til ekspertpanelets oppfatning av smaken på de ulike pølsene. C4, D4, D6 og Go' og mager kommer best ut med verdier på ≥ 6 .

Effektplott for grad av aksept i forhold til smak

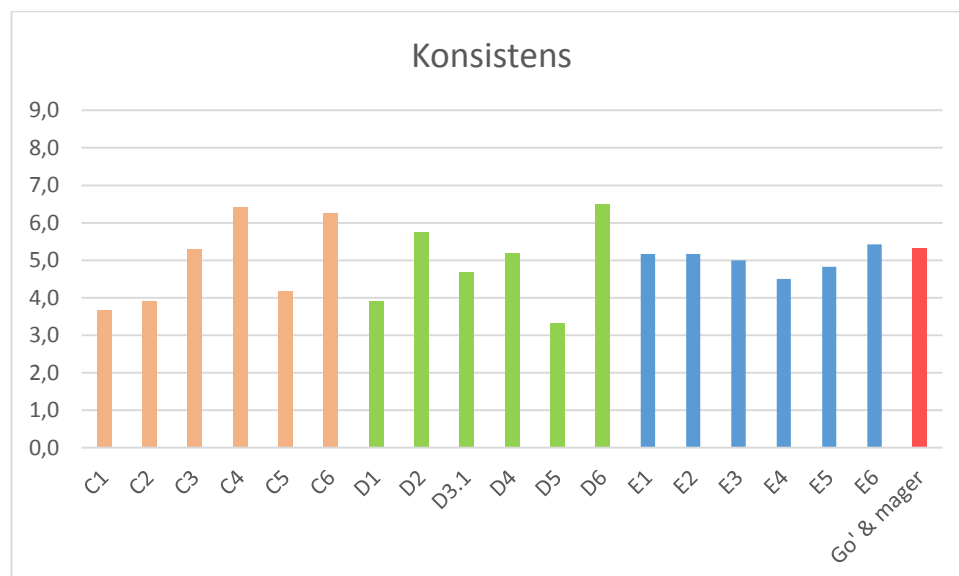


Figur 4.22: Effektplott for grad av aksept i forhold til smak i de ulike pølsene. Cellulose er den eneste av grafene som er signifikant og viser at smaken blir påvirket i negativ retning ved tilsetning av cellulose.

Figur 4.22 viser et effektplott av faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse, og hvordan disse påvirker smaksopfatningen av de ulike pølsene. Tilsetning av cellulose har en negativ effekt i forhold til oppfatning av smak i pølsene. Plottet for cellulose har en p-verdi på 0,021 og er derfor innenfor signifikansnivå. Plottene for faktorene inulin og protein/stivelse har p-verdier på henholdsvis 0,236 og 0,961 og er utenfor signifikansnivå. Disse faktorene anses derfor å ha liten effekt på smak.

Konsistens

Søylediagram for grad av aksept i forhold til konsistens

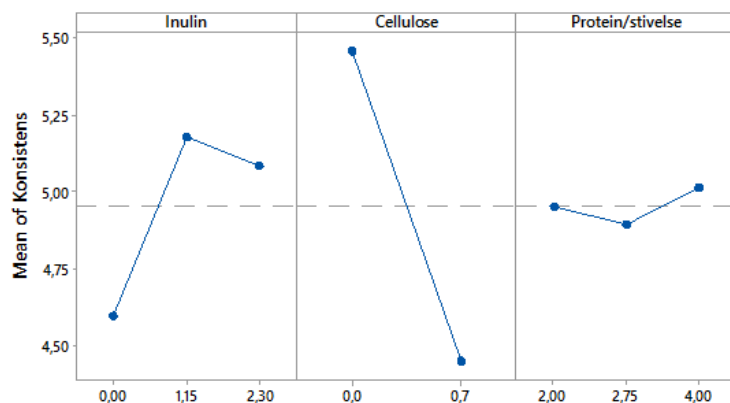


Figur 4.23: Søylediagram som viser beregnet gjennomsnittsverdi for hver pølse i forhold til grad av aksept for konsistens. C4, C6 og D6 er de eneste prøvene med verdier over 6.

Figur 4.23 viser beregnet gjennomsnittsverdi for hver pølse i forhold til grad av aksept for konsistens. Diagrammet tyder på at tilsetninger av både inulin, cellulose og en kombinasjon

av disse har en innvirkning på pølsenes konsistens. Prøvene C4, C6 og D6 kommer best ut i forhold til konsistens, med gjennomsnittsverdier over 6. Figuren tyder på liten grad av variasjon når det gjelder ekspertpanelets oppfatning av konsistens i de ulike prøvene.

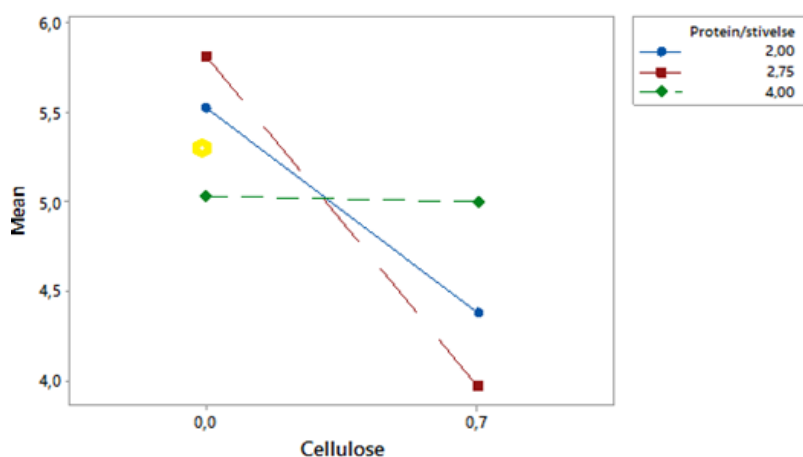
Effektplott for grad av aksept i forhold til konsistens



Figur 4.24: Effektplott for grad av aksept i forhold til konsistens i de ulike pølsene. Cellulose er den eneste av grafene som er signifikant og viser at konsistensen påvirkes i negativ retning ved tilsetning av cellulose.

Figur 4.24 viser et effektplott av de forskjellige faktorene og deres innvirkning på panelets oppfatning av prøvenes konsistens. Tilsetning av cellulose har en negativ effekt på pølsenes konsistens. P-verdien for plottet til cellulose er på 0,001 og figuren er dermed signifikant. Plottene for inulin og protein/stivelse har p-verdier på henholdsvis 0,254 og 0,950 og er utenfor signifikansnivå. Disse figurene anses derfor å ha liten effekt på konsistensen i pølsene.

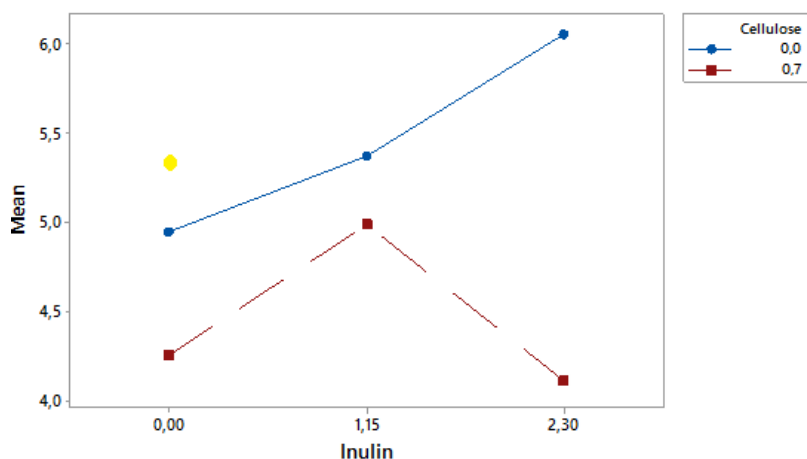
Interaksjonsplott for interaksjonen cellulose*protein/stivelse



Figur 9.25: Interaksjonsplott for interaksjonen cellulose*protein/stivelse. Tilsetning av cellulose har en negativ effekt på oppfattet konsistens for både laveste og midterste protein/stivelse nivå, mens den holder seg noenlunde jevn ved øverste nivå. Go' og mager er merket med et gult punkt.

Figur 4.25 indikerer en interaksjon mellom faktorene cellulose og protein/stivelse i forhold til oppfattet konsistens. Tilsetning av cellulose har en negativ effekt på pølsene med et protein/stivelse nivå på 2 og 2,75. Konsistensen til pølsene ved øverste protein/stivelse nivå påvirkes i liten grad av tilsatt cellulose. Go' og mager har en verdi på 5,33 og er merket som et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,055 og anses som relevant da det er innenfor et signifikansnivå på 0,1.

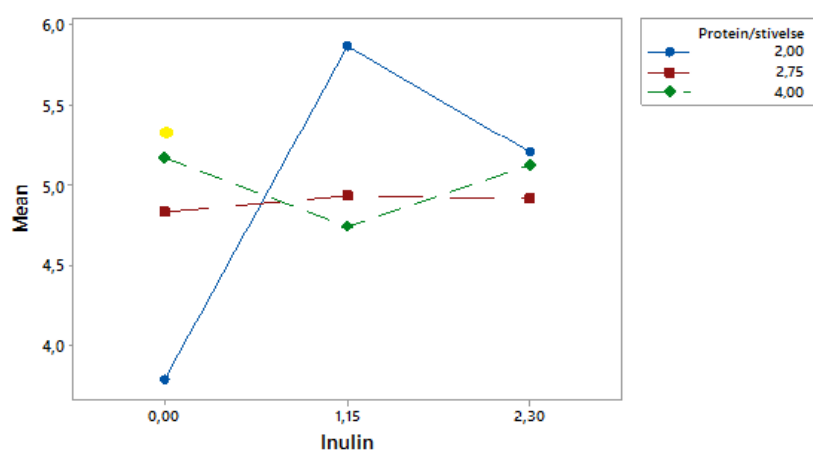
*Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*cellulose*



Figur 4.26: Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*cellulose. Uten tilsetning av cellulose, gir et økt nivå av inulin en bedre oppfattelse av konsistensen i pølsene. Tilsetning av både cellulose og inulin gir en positiv effekt på konsistensen frem til et nivå på 1,15 % inulin, mens den ved høyere nivå påvirkes i negativ retning. Go' og mager er merket med et gult punkt på figuren.

Figur 4.26 indikerer en interaksjon mellom faktorene inulin og cellulose. Tilsetning av inulin fører til en bedre oppfattelse av konsistens for pølsene som ikke er tilsatt cellulose. Pølsene som er tilsatt en kombinasjon av cellulose og inulin fører til en positiv effekt på konsistensen ved tilsetning av 1,15 % inulin, mens de igjen synker ved tilsetning av 2,3 % inulin. Generelt gir en tilsatt kombinasjon av begge faktorene en mer negativ innvirkning på konsistensen i pølsene enn kun tilsatt inulin. Go' og mager har en verdi på 5,33 og er merket som et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,094 og anses som relevant da det er innenfor et signifikansnivå på 0,1.

Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*protein/stivelse



Figur 4.27: Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*protein/stivelse. Tilsetning av inulin viser størst effekt ved laveste protein/stivelse nivå, mens de andre nivåene påvirkes i mindre grad. Go' og mager er merket med et gult punkt på figuren.

Figur 4.27 indikerer en interaksjon mellom faktorene inulin og protein/stivelse. Pølsene ved laveste protein/stivelse nivå blir oppfattet bedre med hensyn til konsistens etter tilsetning av 1,15 % inulin, mens tilsetning av 2,3 % inulin har en negativ effekt på konsistensen. Midterste protein/stivelse nivå følger en nesten horisontal linje og påvirkes lite ved tilsetning av inulin. Tilsetning av 1,15 % inulin gir en negativ effekt på konsistensen ved øverste protein/stivelse nivå, mens den videre tilsetning av 2,3 % inulin gir en positiv effekt på konsistensen i prøvene. Go' og mager har en gjennomsnittlig konsistensverdi på 5,33 og er merket som et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,092 og er innenfor et signifikansnivå på 0,1.

Resterende attributter

Følgende tabell viser en oversikt over de resterende attributtene som havnet utenfor signifikansnivå, og deres medfølgende p-verdi fra variansanalysene.

Tabell 4.31: Oversikt over attributter som havner utenfor signifikansnivå og deres p-verdi

Attributt, faktor/interaksjon	P-verdi
Smak, Inulin	0,236
Smak, Protein/stivelse	0,961
Smak, Inulin*cellulose	0,317
Smak, Inulin*protein/stivelse	0,654
Smak, Cellulose*protein/stivelse	0,175
Konsistens, inulin	0,254
Konsistens, protein/stivelse	0,950

4.2.1.4 Enveis variansanalyse for ekspertvurdering

Enveis variansanalyse ble utført basert på resultatene fra ekspertvurdering. Følgende tabeller viser en gruppering av prøvene ved bruk av Tukeys parvise sammenligning med et 95 % konfidensintervall. Nullhypotesen, H_0 , tilsier at alle middelveier er like. Mens den alternative hypotesen, H_1 , tilsier at minst en middelveier er ulik. Middelveier som deler en bokstav er signifikant like, mens middelveier som ikke deler en bokstav er signifikant ulike. Signifikansnivå for analysen er satt til 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. De forskjellige prøvene blir sammenlignet med kontrollprøven som betegnes som Go' og mager.

Smak

Hypotesetest for vurdering av smak i de ulike pølsene gir en p-verdi på 0,380, og den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelveier er ulik blir dermed forkastet. Alle prøvene er signifikant like og ligger under samme gruppering.

Konsistens

Hypotesetest for vurdering av konsistens i pølsene gir en p-verdi på 0,017, og nullhypotesen som tilsier at alle middelveier er like blir dermed forkastet. Den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelveier er ulik, beholdes.

Tabell 4.32: Tukeys parvise sammenligning av rangering av konsistens i pølsene

Navn	Middelverdi	Gruppering
D6	6,500	A
C4	6,417	A
C6	6,250	A
D2	5,750	A
E6	5,417	A
Go' og mager	5,333	A
C3	5,300	A
D4	5,200	A
E2	5,167	A
E1	5,167	A
E3	5,000	A
E5	4,833	A
D3.1	4,667	A
E4	4,500	A
C5	4,167	A
D1	3,917	A
C2	3,917	A
C1	3,667	A
D5	3,333	A

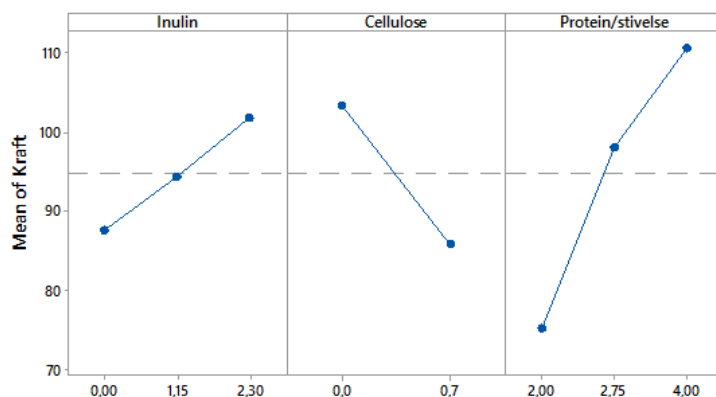
Tabell 4.32 viser en parvis sammenligning av konsistens i pølsene, og i hvilken grad disse kan sammenlignes med Go' og mager. Pølsene som er merket med samme bokstav er signifikant like og plasseres i samme gruppe. Alle prøvene merket med A er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager, og motsier dermed resultatene fra hypotesetesten.

4.2.2 Teksturanalyse

Teksturanalyse ble utført på både kalde og varme pølser. Verdiene er oppgitt i Newton, N. Resultatene er fremstilt i effektplott og interaksjonsplott der faktorene er innunder signifikansnivå 0,05. Enkelte plott havner innenfor signifikansnivå 0,1 og anses som relevante for bedre illustrering av resultatene. Resultatene anses å være normalfordelt. Resterende figurer som ikke havner innenfor signifikansnivå, finnes i vedlegg 11.

Kalde pølser

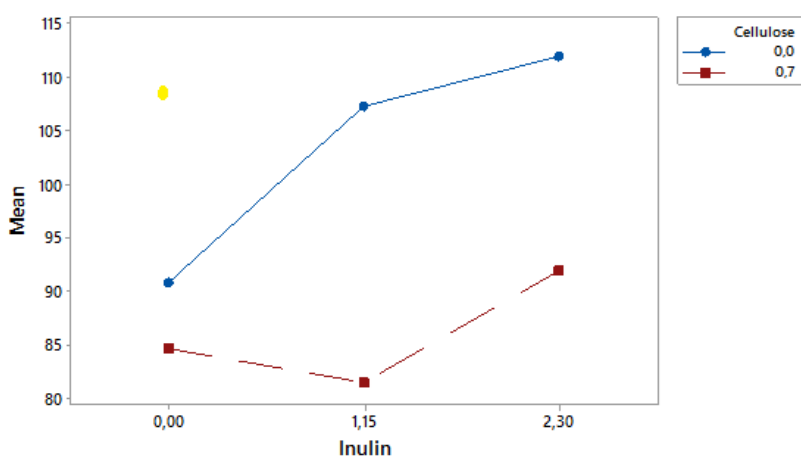
Effektplott for motstandskraft i kalde pølser



Figur 4.24: Effektplott for motstandskraft i kalde pølser. De mykeste pølsene forekommer ved laveste nivå av forholdet protein/stivelse. Økte nivåer av inulin fører til fastere pølser, mens tilsetning av cellulose fører til mykere pølser.

Figur 4.24 viser hvordan motstandskraften i de kalde pølsene fordeler seg i forhold til faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. Fasthet øker ved tilsetning av inulin, mens den synker ved tilsetning av cellulose. Fasthet vil også øke ved høyere nivå av protein/stivelse. De markerte punktene i figuren viser gjennomsnittskraften benyttet på pølsene ved ulike nivå av de forskjellige faktorene. Hver av faktorene har en p-verdi på $<0,001$ og er signifikante.

Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*cellulose

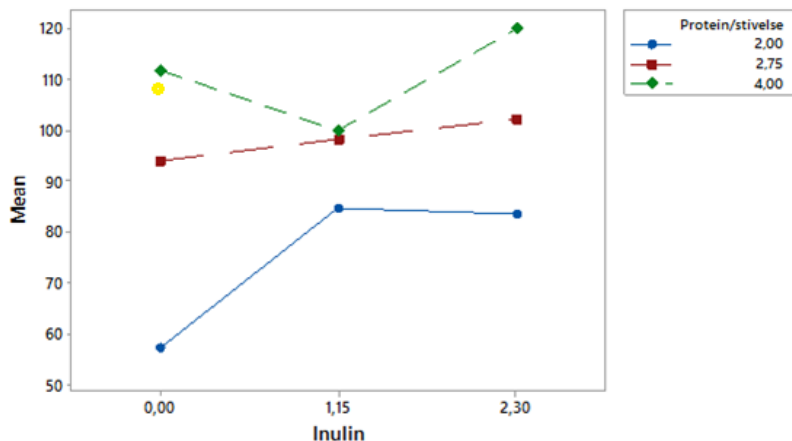


Figur 4.25: Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*cellulose. Tilsetning av inulin fører til at motstandskraften i pølsene øker for prøvene uten tilsatt cellulose. Øverste nivå av cellulose gir mykere pølser ved tilsetning av 1,15 % inulin, mens de blir fastere ved høyere tilsetninger. Go' og mager har verdien 107,6 N og er merket med et gult punkt på figuren.

Figur 4.25 indikerer en interaksjon mellom faktorene inulin og cellulose. Pølsene som ikke inneholder cellulose blir fastere jo mer inulin som tilsettes. Pølsene som inneholder både cellulose og inulin er noe mykere ved tilsetning av 1,15 % inulin, mens de blir fastere ved

høyere tilsetninger. Pølsene som inneholder en kombinasjon av cellulose og inulin er mykere enn pølsene som kun inneholder inulin. Referansen Go' og mager har verdien 107,6 N og er merket med et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på $< 0,001$ og er dermed innenfor signifikansnivå.

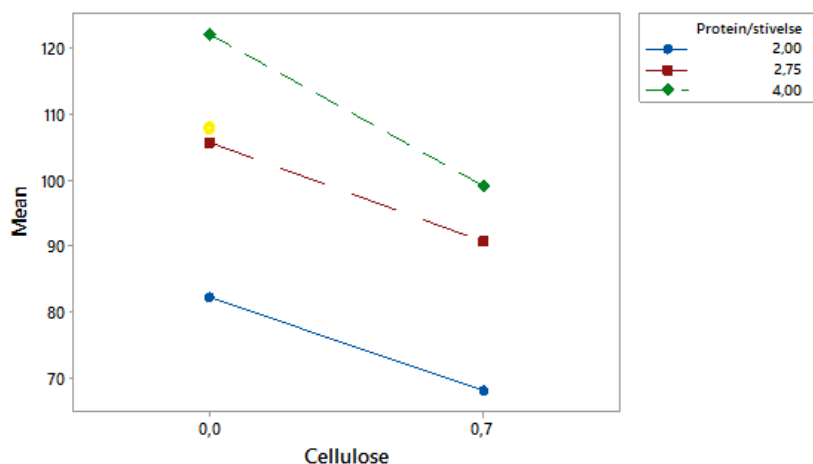
Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*protein/stivelse



Figur 4.26: Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*protein/stivelse. Laveste nivå av protein/stivelse gir mykest pølser. Fastheten øker ved høyere konsentrasjoner protein i forhold til stivelse. Go' og mager har verdien 107,6 N og er merket med et gult punkt på figuren.

Figur 4.26 indikerer en interaksjon mellom faktorene inulin og protein/stivelse. Generelt er pølsene ved laveste nivå av protein/stivelse mykere enn ved høyere nivå. Pølsene ved et protein/stivelse nivå på 2 og 2,75 er mykere enn pølsene ved et nivå på 4. Tilsetning av 1,15% inulin fører til en økning i fasthet for både protein/stivelse nivå 2 og 2,75. En ytterligere tilsetning av inulin til 2,30 % har liten effekt på motstandskraften ved begge nivåene av protein/stivelse. Tilsetning av 1,15 % inulin gir mykere pølser ved protein/stivelse nivå 4, mens ytterligere tilsetning av inulin fører til en øking av motstandskraften i prøvene. Referansen Go' og mager har verdien 107,6 N og er merket med et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på $< 0,001$ og er dermed innenfor signifikansnivå.

Interaksjonsplott for interaksjonen cellulose*protein/stivelse

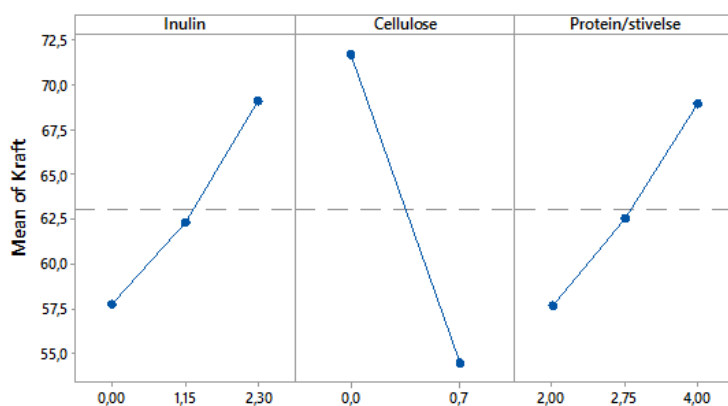


Figur 4.27: Interaksjonsplott for interaksjonen cellulose*protein/stivelse. Tilsatt cellulose gir mykere pølser ved alle nivå protein/stivelse. Go' og mager har verdien 107,6 N og er merket med et gult punkt i figuren.

Figur 4.27 indikerer en interaksjon mellom faktorene cellulose og protein/stivelse. Tilsetning av cellulose fører til mykere pølser ved alle nivå av protein/stivelse. Referansen Go' og mager har verdien 107,6 N og er merket med et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,092 og anses som relevant da den er innenfor et signifikansnivå på 0,1.

Varme pølser

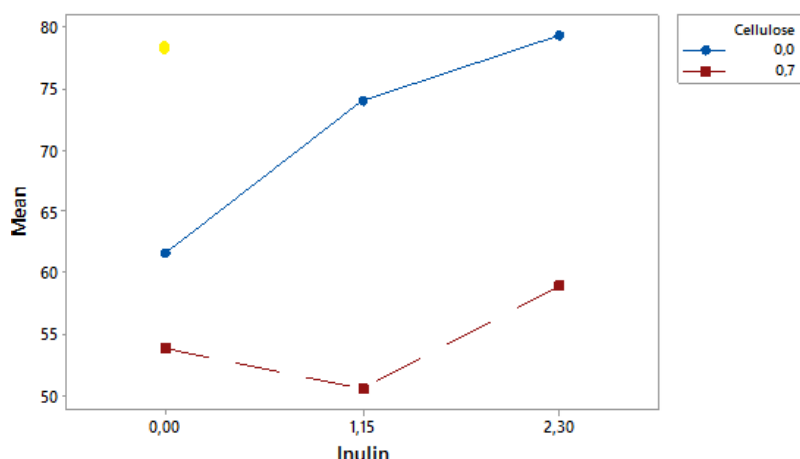
Effektplott for motstandskraft i varme pølser



Figur 4.28: Effektplott for motstandskraft i varme pølser. Tilsetning av cellulose gir mykere pølser, mens økt nivå av inulin og protein/stivelse gir fastere pølser.

Figur 4.28 viser hvordan motstandskraften i de varme pølsene fordeler seg i forhold til faktorene inulin og cellulose, samt forholdet mellom protein og stivelse. Fasthet øker ved høyere nivå av protein/stivelse. Fasthet øker også med mengde inulin, mens den synker med mengde cellulose. Alle plottene har p-verdier på $< 0,001$ og er derfor signifikante.

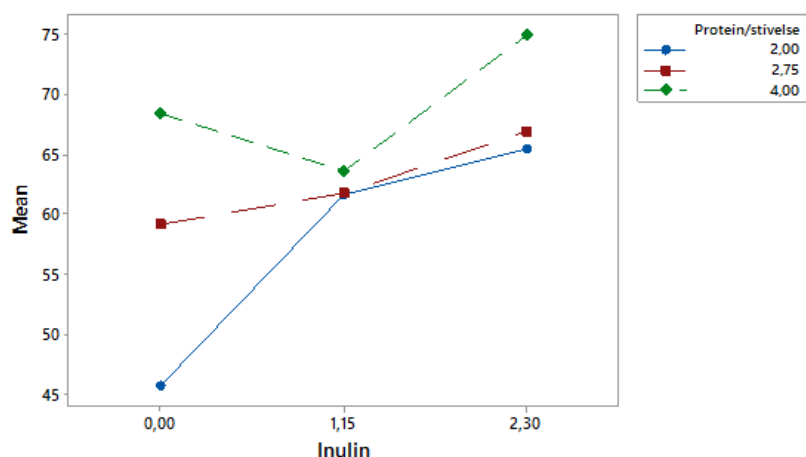
Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*cellulose



Figur 4.29: Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*cellulose. Prøvene som ikke inneholder cellulose blir fastere jo mer inulin som tilsettes. Generelt er pølsene med både inulin og cellulose mykere enn pølsene som kun er tilsatt inulin. Go' og mager har verdien 77,5 N og er merket med et gult punkt i figuren.

Figur 4.29 indikerer en interaksjon mellom faktorene inulin og cellulose. Pølsene som ikke inneholder cellulose blir fastere jo mer inulin som tilsettes. Pølsene som inneholder både cellulose og inulin synker noe i fasthet ved tilsetning av 1,15 % inulin, mens de igjen øker ved tilsetning av 2,3 % inulin. Generelt er pølsene som er tilsatt en kombinasjon av inulin og cellulose mykere enn pølsene tilsatt kun inulin. Go' og mager har en gjennomsnittsverdi på 77,5 N og er merket med et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,001 og er dermed innenfor det mye brukte signifikansnivået på 0,05.

Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*protein/stivelse

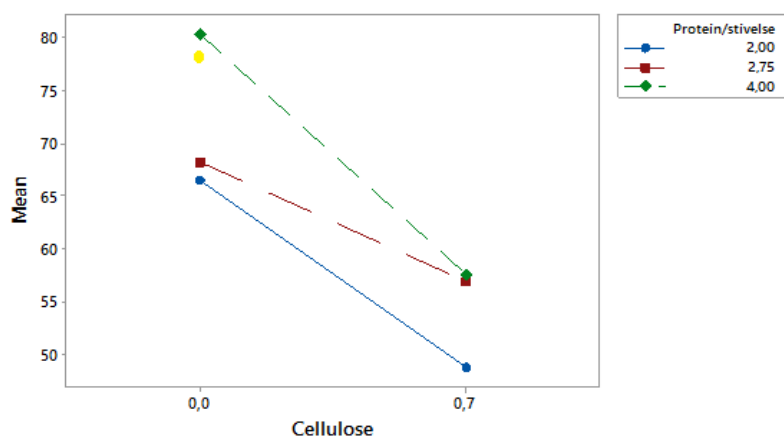


Figur 4.30: Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*protein/stivelse. Tilsetning av inulin fører til fastere pølser for alle nivå av protein/stivelse med unntak av tilsetning av 1,15 % inulin ved øverste nivå av protein/stivelse der motstandskraften synker noe. Go' og mager har verdien 77,5 N og havner derfor utenfor plottet.

Figur 4.30 indikerer en interaksjon mellom faktorene inulin og protein/stivelse. Tilsetning av inulin gir størst effekt ved laveste nivå av protein/stivelse. Et protein/stivelse nivå på 2,75 har

en liten økning i fasthet ved tilsetning av inulin. Øverste nivå protein/stivelse oppnår mindre fasthet ved tilsetning av 1,15 % inulin, mens motstandskraften igjen øker ved høyere tilsetninger av inulin. Høyere tilsetninger enn 1,15 % inulin øker pølsenes fasthet uavhengig av protein/stivelse nivå. Go' og mager har en gjennomsnittsverdi på 77,5 N og havner dermed utenfor figuren. Plottet har en p-verdi på 0,002 og er derfor innenfor signifikansnivå.

*Interaksjonsplott for interaksjonen cellulose*protein/stivelse*

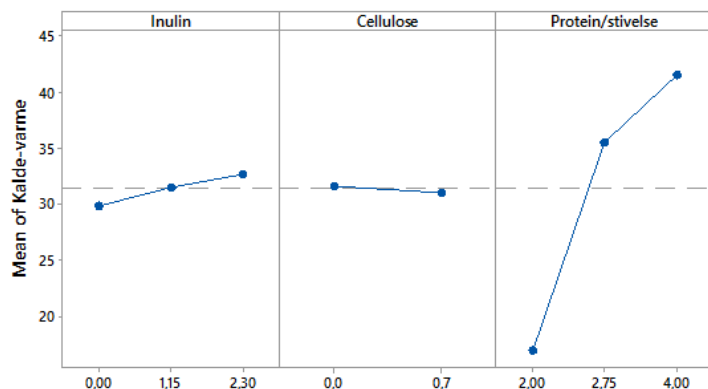


Figur 4.31: Interaksjonsplott for interaksjonen protein/stivelse*cellulose. Tilsettelse av cellulose gir mykere pølser ved alle nivå av protein/stivelse. Go' og mager er merket med et gult punkt i figuren.

Figur 4.31 indikerer en interaksjon mellom faktorene protein/stivelse og cellulose. Fasthet varierer ved ulike nivå protein/stivelse. Jo høyere nivå av protein/stivelse, desto fastere er pølsene. Ved tilsetning av cellulose synker fasthet for alle nivå av protein/stivelse. Tilsetning av cellulose gir størst effekt ved øverste nivå protein/stivelse. Go' og mager har verdien 77,5 N og er merket med et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,022 og er dermed innenfor signifikansnivå.

Differansen mellom kalde og varme pølser

Effektplott for differanse i motstandskraften mellom kalde og varme pølser



Figur 4.32: Effektplott for differanse i motstandskraften mellom kalde og varme pølser. Plottet for protein/stivelse er det eneste innen signifikansnivå og viser at differansen i motstandskraft mellom kalde og varme pølser blir større ettersom graden av protein/stivelse øker.

Figur 4.32 viser differansen mellom kalde og varme pølser i forhold til motstandskraften i prøvene. Øverste nivå av protein i forhold til stivelse, gir størst forskjell i grad av motstandskraft, mens differansen minker ettersom nivået av protein/stivelse reduseres. Plottet for protein/stivelse har en p-verdi på $< 0,001$ og er signifikant. Plottene for inulin og cellulose har p-verdier på henholdsvis 0,68 og 0,83. Disse figurene er utenfor signifikansnivå og anses derfor å ha liten innvirkning på differansen i motstandskraft mellom kalde og varme pølser.

4.2.2.1 Enveis variansanalyse for teksturanalyse

Enveis variansanalyse ble utført basert på resultatene fra teksturanalyse. Følgende tabeller viser en gruppering av prøvene ved bruk av Tukeys parvise sammenligning med et 95 % konfidensintervall. Nullhypotesen, H_0 , tilsier at alle middelerverdier er like. Mens den alternative hypotesen, H_1 , tilsier at minst en middelerverdi er ulik. Middelerverdier som deler en bokstav er signifikant like, mens middelerverdier som ikke deler en bokstav er signifikant ulike. Signifikansnivå for analysen er satt til 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. De forskjellige prøvene blir sammenlignet med kontrollprøven som betegnes som Go' og mager.

Kalde pølser

Hypotesetest for motstandskraft i kalde pølser gir en p-verdi på $< 0,001$, og nullhypotesen som tilsier at alle middelveier er like blir dermed forkastet. Den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelveier er ulik, beholdes.

Tabell 4.33: Tukeys parvise sammenligning av grad av motstandskraft i kalde pølser

Navn	Middelveier	Gruppering
E6	131,53	A
E2	120,69	A B
E4	114,13	A B C
D6	110,43	B C D
D4	109,19	B C D
E5	108,33	B C D
Go' og mager	107,60	B C D
E1	102,91	B C D E
C4	98,54	C D E
D2	97,67	C D E
D5	94,00	D E
C6	93,79	D E
D3.1	90,58	D E F
D1	90,43	D E F
E3	85,89	E F G
D3.2	84,08	E F G
C5	73,22	F G H
C3	71,00	G H
C1	60,27	H
C2	54,12	H

Tabell 4.33 viser en parvis sammenligning av grad av motstandskraft i de kalde pølsene, og i hvilken grad disse kan sammenlignes med Go' og mager. Pølsene som er merket med samme bokstav er signifikant like og plasseres i samme gruppe. Alle prøvene merket med B, C eller D er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager, foruten prøvene C1, C2, C3, C5, D3.2, E3 og E6 som er signifikant ulike Go' og mager når det gjelder grad av motstandskraft i de kalde pølsene.

Varme pølser

Hypotesetest for motstandskraft i varme pølser gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelveier er ulik, beholdes.

Tabell 4.34: Tukeys parvise sammenligning av grad av motstandskraft i varme pølser

Navn	Middelverdi	Gruppering
E6	83,61	A
C6	81,94	A
E4	81,60	A
Go' og mager	77,49	A B
E2	75,76	A B
D6	72,52	A B C
D4	70,60	A B C D
C4	69,88	A B C D
E5	66,22	A B C D E
D2	61,52	B C D E F
D5	61,43	B C D E F
E1	61,00	B C D E F
D1	56,79	C D E F
D3.2	55,56	C D E F
C3	53,63	D E F
D3.1	49,59	E F
C5	49,03	E F
C2	47,67	F
E3	45,49	F
C1	43,85	F

Tabell 4.34 viser en parvis sammenligning av grad av motstandskraft i de varme pølsene. Alle prøvene merket med A eller B er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager, foruten prøvene C1, C2, C3, C5, D1, D3.1, D3.2 og E3 som er signifikant ulike Go' og mager når det gjelder grad av motstandskraft i de varme pølsene.

Differansen mellom kalde og varme pølser

Hypotesetest for motstandskraft til differansen mellom kalde og varme pølser gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelvei er ulik, beholdes.

Tabell 4.35: Tukeys parvise sammenligning av grad av motstandskraft i kalde-varme pølser

Navn	Middelverdi	Gruppering
E6	47,92	A
E2	44,93	A
E5	42,11	A B
E1	41,91	A B
D3.1	40,99	A B
E3	40,40	A B
D4	38,59	A B C
D6	37,91	A B C
D2	36,15	A B C
D1	33,65	A B C D
D5	32,57	A B C D
E4	32,53	A B C D
Go' og mager	30,11	A B C D
C4	28,70	A B C D
D3.2	28,52	A B C D
C5	24,20	A B C D
C1	16,42	B C D
C3	14,05	B C D
C6	11,85	C D
C2	6,45	D

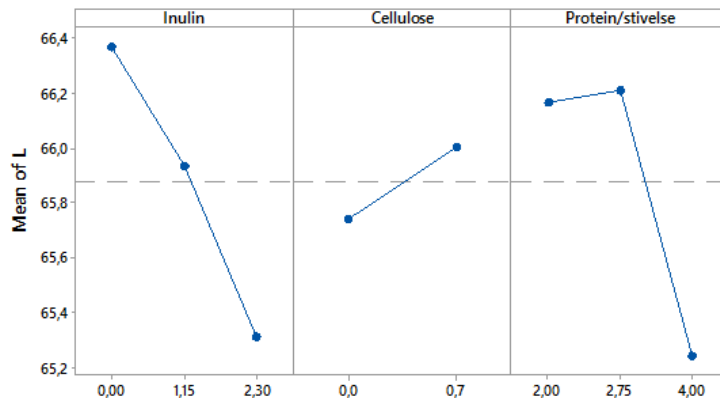
Tabell 4.35 viser en parvis sammenligning av differansen i motstandskraft i kalde-varme pølser. Alle prøvene merket med A, B, C eller D er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager når det gjelder grad av motstandskraft for differansen mellom kalde og varme pølser.

4.2.3 Fargeanalyse

Fargeanalyse ble utført på kalde pølser. Det er målt nivå for grad av hvithet (høy L*), rødhet (høy a*) og gulhet (høy b*) i pølsene. Grad av hvithet ligger innenfor en skala fra 0-100, hvor 0 er helt svart og 100 er helt hvitt. Grad av rødhet ligger innenfor en skala fra -100 til 100, hvor 100 er helt rødt. Grad av gulhet ligger innenfor en skala fra -100 til 100, hvor 100 er helt gult. Det er ønskelig med verdier fra 0-20 for både grad av rødhet og gulhet. Resultatene er fremstilt ved effektplott og interaksjonsplott for prøvene innenfor signifikansnivå på 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. Resterende figurer som ikke havner innenfor signifikansnivå finnes i vedlegg 12.

Grad av hvithet

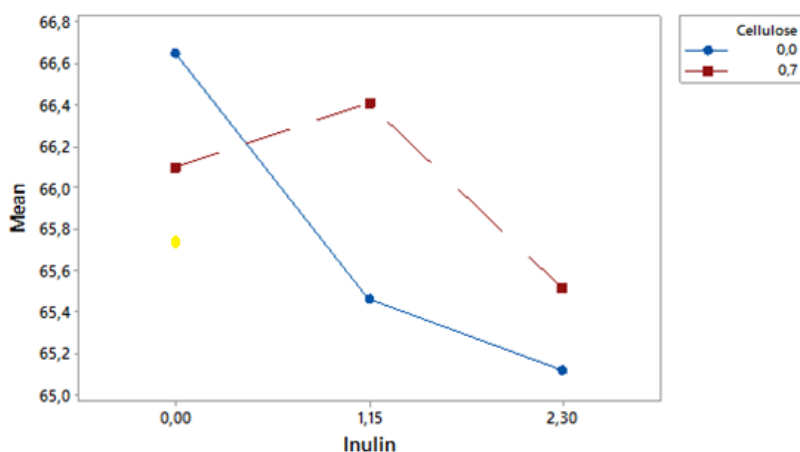
Effektplott for grad av hvithet



Figur 4.33: Effektplott for grad av hvithet i pølsene. Plottene for inulin og forholdet mellom protein og stivelse er de eneste innen signifikansnivå og viser at en økning i mengde inulin og nivå protein/stivelse gir mørkere pølser.

Figur 4.33 viser hvordan fargen fordeler seg i produktet. Figuren tilsier at fargen blir mørkere desto mer inulin som tilsettes. Fargen blir en anelse lysere fra nivå 2 til nivå 2,75 av faktoren protein/stivelse, for deretter å bli mørkere ved et nivå på 4. Faktorene inulin og forholdet mellom protein og stivelse har p-verdier på $< 0,001$ og er dermed signifikante. Faktoren cellulose har p-verdi på 0,133, er utenfor signifikansnivå og anses å ha liten effekt på pølsenes grad av hvithet.

Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*cellulose



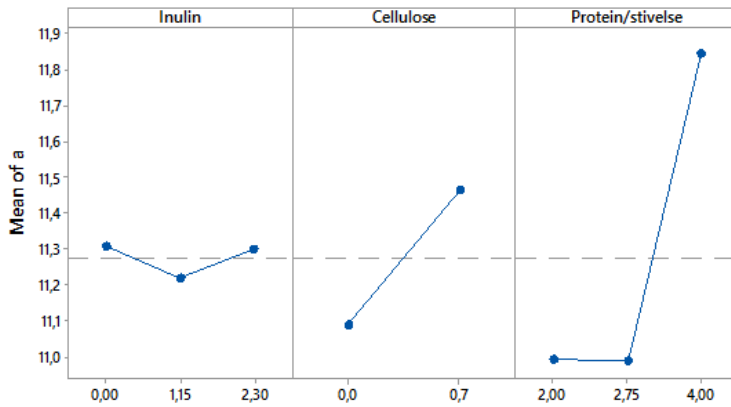
Figur 4.34: Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*cellulose. Pølsene som er tilsatt kun inulin, blir mørkere jo mer inulin som tilsettes. Go' og mager har verdien 65,74 og er merket med et gult punkt i figuren.

Figur 4.34 indikerer en interaksjon mellom faktorene inulin og cellulose. Pølsene kun tilsatt inulin blir mørkere jo mer inulin som tilsettes. Pølsene tilsatt en kombinasjon av cellulose og inulin blir noe lysere ved tilsetning av 1,15 % inulin, mens de blir mørkere igjen ved tilsetning

av 2,3 % inulin. Go' og mager har verdien 65,74 og er merket med et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,004 og er dermed innenfor signifikansnivå.

Grad av rødhet

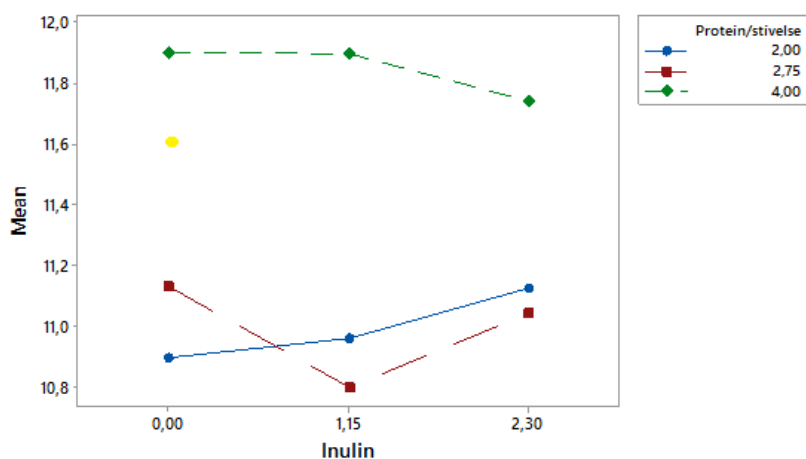
Effektplott for grad av rødhet



Figur 4.35: Effektplott for grad av rødhet i pølsene. Plottene for cellulose og protein/stivelse er de eneste innen signifikansnivå og viser at et økt nivå av cellulose og protein/stivelse gir større grad av rødhet i pølsene.

Figur 4.35 viser fordeling av rødhet i pølsene. Figuren tilsier at øverste nivå protein/stivelse gir mer rødhet, mens graden av rødfarge forholder seg likt fra laveste til midterste nivå. Tilsettelse av cellulose til pølsene, fører til økt grad av rødhet. Faktorene cellulose og protein/stivelse har begge en p-verdi på $< 0,001$ og er derved signifikant. Faktoren inulin har en p-verdi på 0,357. Den er dermed utenfor signifikansnivå og anses å ha liten innvirkning på rødhet i prøvene.

Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*protein/stivelse

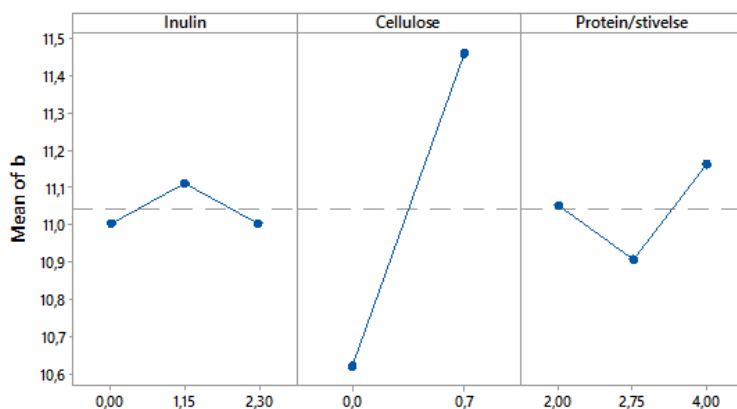


Figur 4.36: Interaksjonsplott for interaksjonen inulin*protein/stivelse. Øverste nivå av protein/stivelse gir mest rødhet i prøvene. Tilsettelse av inulin har liten grad av innvirkning på rødhet i pølsene. Go' og mager har verdien 11,60 og er merket med et gult punkt i figuren.

Figur 4.36 indikerer en interaksjon mellom faktorene inulin og protein/stivelse. Øverste nivå protein/stivelse gir mer rødhet enn de andre nivåene. Tilsetning av inulin ser ikke ut til å ha noe særlig innvirkning på rødhet. Laveste nivå protein/stivelse har en gradvis økning i rødhet ved tilsetning av inulin. Midterste nivå protein/stivelse synker i rødhet ved tilsetning av 1,15% inulin, mens den øker ved høyeste nivå inulin. Go' og mager har verdien 11,60 og er merket med et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,029 og er dermed signifikant.

Grad av gulhet

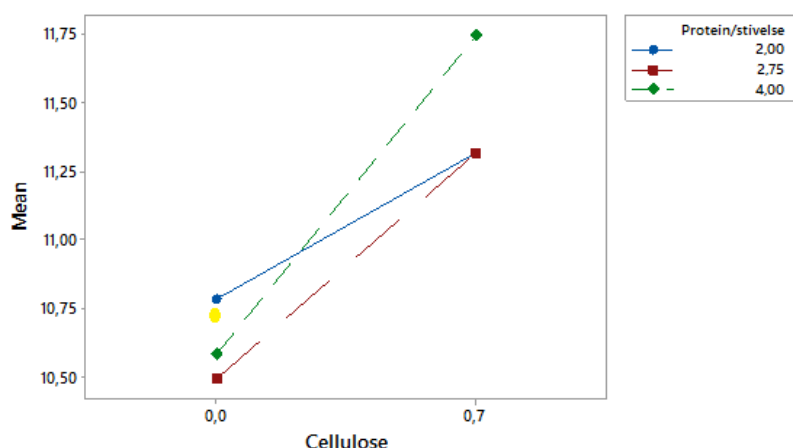
Effektplott for grad av gulhet



Figur 4.37: Effektplott for grad av gulhet i pølsene. Plottet for cellulose er det eneste innen signifikansnivå og viser at tilsetning av cellulose fører til økt grad av gulhet i prøvene.

Figur 4.37 viser hvordan gulheten i pølsene fordeler seg i forhold til faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. Plottet viser at tilsetning av cellulose fører til økt grad av gulhet i prøvene. Faktoren cellulose har en p-verdi på $< 0,001$ og er signifikant. Plottene for inulin og protein/stivelse har p-verdier på henholdsvis 0,588 og 0,104, er dermed utenfor signifikansnivå og anses å ha liten innvirkning på grad av gulhet.

Interaksjonsplott for interaksjonen cellulose*protein/stivelse



Figur 4.38: Interaksjonsplott for cellulose*protein/stivelse. Tilsatt cellulose gir gulere pølser ved alle nivå av protein/stivelse. Go' og mager har verdien 10,68 og er merket med et gult punkt i figuren.

Figur 4.38 indikerer en interaksjon mellom faktorene cellulose og protein/stivelse. Prøver ved alle nivå av protein/stivelse blir gulere ved tilsetning av cellulose. Tilsatt cellulose har størst effekt på prøvene med øverste nivå av protein/stivelse. Go' og mager har verdien 10,68 og er merket med et gult punkt i figuren. Plottet har en p-verdi på 0,042 og er dermed innenfor signifikansnivå.

Resterende attributter

Følgende tabell viser en oversikt over de resterende attributtene som havnet utenfor signifikansnivå, og deres medfølgende p-verdi fra variansanalysene.

Tabell 4.36: Oversikt over resterende attributter og deres p-verdi

Attributt, faktor/interaksjon	P-verdi
Grad av hvithet, cellulose	0,133
Grad av hvithet, inulin*protein/stivelse	0,124
Grad av hvithet, cellulose*protein/stivelse	0,276
Grad av rødhet, inulin	0,357
Grad av rødhet, inulin*cellulose	0,106
Grad av rødhet, cellulose*protein/stivelse	0,571
Grad av gulhet, inulin	0,588
Grad av gulhet, protein/stivelse	0,104
Grad av gulhet, inulin*cellulose	0,421
Grad av gulhet, inulin*protein/stivelse	0,743

4.2.3.1 Enveis variansanalyse for fargeanalyse

Enveis variansanalyse ble utført basert på resultatene fra fargeanalyse. Følgende tabeller viser en gruppering av prøvene ved bruk av Tukeys parvise sammenligning med et 95 % konfidensintervall. Nullhypotesen, H_0 , tilsier at alle middelerdier er like. Mens den alternative hypotesen, H_1 , tilsier at minst en middelerdier er ulik. Middelerdier som deler en bokstav er signifikant like, mens middelerdier som ikke deler en bokstav er signifikant ulike. Signifikansnivå for analysen er satt til 0,05. Resultatene anses å være normalfordelt. De forskjellige prøvene blir sammenlignet med kontrollprøven som betegnes som Go' og mager.

Grad av hvithet

Hypotesetest for grad av hvithet i pølsene gir en p-verdi på $< 0,001$, og nullhypotesen som tilsier at alle middelerdier er like blir dermed forkastet. Den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelerdier er ulik, beholdes.

Tabell 4.37: Tukeys parvise sammenligning av grad av hvithet i pølsene

Navn	Middelerdier	Gruppering
D2	67,0430	A
C2	66,9330	A
C3	66,9000	A B
D3.1	66,5800	A B
D5	66,4070	A B C
C4	66,4000	A B C
C1	66,2770	A B C
D3.2	66,2430	A B C
D1	66,2000	A B C D
E2	65,9630	A B C D
E3	65,9167	A B C D
E1	65,8130	A B C D
Go' og mager	65,7430	A B C D
D4	65,7400	A B C D
D6	65,4730	A B C D
C6	65,2833	A B C D
C5	65,2030	A B C D
E5	64,9230	B C D
E6	64,5900	C D
E4	64,2433	D

Tabell 4.37 viser en parvis sammenligning av grad av hvithet i pølsene, og i hvilken grad disse kan sammenlignes med Go' og mager. Pølsene som er merket med samme bokstav er signifikant like og plasseres i samme gruppe. Alle prøvene merket med A, B, C eller D er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager når det gjelder grad av hvithet.

Grad av rødhet

Hypotesetest for grad av rødhet i pølsene gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelerverdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.38: Tukeys parvise sammenligning av grad av rødhet i pølsene

Navn	Middelerverdi	Gruppering
E3	12,1230	A
E1	12,0433	A
E5	11,8770	A B
E2	11,7530	A B C
E4	11,6633	A B C D
E6	11,6000	A B C D
Go' og mager	11,6000	A B C D
D1	11,3800	B C D E
C5	11,3100	B C D E
C1	11,2500	B C D E
D3.2	11,1900	C D E F
C3	11,1100	C D E F
D6	11,0633	D E F
D5	11,0200	D E F
C6	10,9400	E F
D3.1	10,9200	E F
D2	10,8800	E F
C4	10,8067	E F
D4	10,5470	F
C2	10,5400	F

Tabell 4.38 viser en parvis sammenligning av grad av rødhet i pølsene. Alle prøvene merket med A, B, C eller D er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager, foruten prøvene C2, C4, C6, D2, D3.1 og D4 som er signifikant ulike Go' og mager når det gjelder grad av rødhet.

Grad av gulhet

Hypotesetest for grad av gulhet i pølsene gir en p-verdi på $< 0,001$. Nullhypotesen blir dermed forkastet, mens den alternative hypotesen som tilsier at minst en middelværdi er ulik, beholdes.

Tabell 4.39: Tukeys parvise sammenligning av grad av gulhet i pølsene

Navn	Middelværdi	Gruppering
E3	12,1000	A
E5	11,6467	A B
D3.2	11,6230	A B
C5	11,4870	A B C
E1	11,4830	A B C
C1	11,3600	A B C
D3.1	11,3400	A B C
D5	11,3133	A B C
D1	11,1633	A B C
C3	11,1100	A B C
C4	10,9200	B C
C2	10,8370	B C
Go' og mager	10,6833	B C
D2	10,6133	B C
E4	10,5967	B C
C6	10,5970	B C
E2	10,5800	B C
E6	10,5700	B C
D4	10,4530	C
D6	10,4200	C

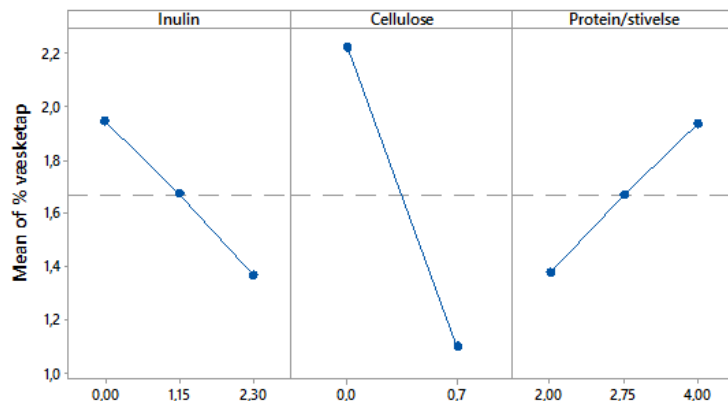
Tabell 4.39 viser en parvis sammenligning av grad av gulhet i pølsene. Alle prøvene merket med B eller C er signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at alle prøvene er signifikant like Go' og mager, foruten prøven E3 som er signifikant ulik Go' og mager når det gjelder grad av gulhet.

4.2.4 Væsketap ved tining

Grad av væsketap ble målt på samtlige prøver, og følgende resultatdel er basert på tall for prosentvis beregning av væsketap. Resultatene er fremstilt i effektplott og interaksjonsplott der faktorene er innunder signifikansnivå 0,05. Enkelte plott havner innenfor signifikansnivå 0,1 og anses som relevante for bedre illustrering av resultatene. Resultatene anses å være

normalfordelt. Resterende figurer som ikke havner innenfor signifikansnivå finnes i vedlegg 13.

Effektplott for væsketap



Figur 4.39: Effektplott for væsketap i forhold til faktorene inulin, cellulose og protein/stivelse. Cellulose er den eneste av grafene som er signifikant og viser at tilsetning av cellulose fører til lavere væsketap.

Figur 4.39 viser hvordan væsketapet i pølsene fordeler seg i forhold til faktorene inulin, cellulose og forholdet mellom protein og stivelse. Øverste nivå av cellulose i prøvene gir lavt væsketap. Plottet for cellulose har p-verdien 0,069 og er dermed innenfor et signifikansnivå på 0,1. P-verdiene til plottene for inulin og protein/stivelse er henholdsvis 0,255 og 0,264 og er utenfor signifikansnivå. Disse faktorene anses derfor å ha liten effekt på væsketapet i pølsene.

Interaksjoner for væsketap

Ingen av interaksjonene mellom faktorene var innenfor signifikansnivå, og deres medfølgende p-verdi er oppgitt i følgende tabell.

Tabell 4.40: Interaksjoner mellom faktorer for væsketap og deres p-verdi

Faktor/interaksjon	P-verdi
Inulin*cellulose	0,187
Inulin*protein/stivelse	0,476
Cellulose*protein/stivelse	0,285

5 Diskusjon

Hovedmålet for oppgaven var å redusere fettinnhold ved hjelp av fiber. På bakgrunn av teori og med ønske fra industrien, ble det valgt å benytte seg av et uløselig kostfiber i form av cellulose, og et løselig kostfiber i form av inulin. Både løselige og uløselige kostfibre har flere fordeler når det gjelder helseeffekter og som fetterstatter i ulike produkter. I denne oppgaven ble det valgt å produsere en grillpølse ettersom at dette er en av de mer vanlige typene som spises av mange forbrukere, og som videre har et forbedringspotensial når det gjelder helseaspekter. Referanseprøven (R0) har gjennomgående fått svært ulike resultat sett i forhold til de andre prøvene, og anses å være på et annet nivå enn resten. Basert på ekspertvurdering til forsøk 1, er kontrollprøven (K0) et produkt å rette seg inn mot. Følgende diskusjon vil derfor hovedsakelig ta utgangspunkt i kontrollprøvene K0 og markedsleder Gilde Go' og mager. Henviser til vedlegg 2 og 8 for nærmere beskrivelse av ulike prøver og tilhørende resepter.

5.1 Forsøk 1

5.1.1 Bakgrunn og reseptoptimalisering

I denne oppgaven skulle det testes for to forskjellige typer fetterstatter. Basert på ulike typer kostfiber og resistent stivelse nevnt på møter med samarbeidspartnere, ble det foretatt et litteraturstudie for å kunne danne et grunnlag for hvilke fibertyper som var best egnet å benytte som fetterstatter. På denne måten ble det dannet et overblikk over hvilke positive og negative effekter de forskjellige fetterstatterne har hatt i tidligere studier. Sitrusfiber har vist seg å ha god vannbindingsevne, høyt kokeutbytte, samtidig som det bidrar med mykere tekstur. Disse egenskapene er essensielle for å kunne produsere fettreduserte pølser med gode funksjoner for konsistens og smak. Fibret har likevel vist seg å ha en negativ effekt med hensyn til avvikende smak, noe som var en medvirkende årsak til at dette fibret ble valgt bort. Havrefiber er et annet eksempel på kostfiber som var aktuell som fetterstatter. Dette fibret er kjent for å kunne forbedre tekstur og øke saftighet i farseprodukter. På tross av at dette, har studier vist til at havrefiber som fetterstatter ikke er på nivå med full-fett kontrollene med tanke på de sensoriske attributtene. Da et av hovedmålene med denne oppgaven har vært å utvikle en pølse med best mulig sensoriske egenskaper, ble dette fibret ikke valgt. Heller ikke β -glukan ble valgt til benyttelse i dette forsøket, da den har vist seg å bidra til et høyt prosess-

og steketap, samtidig som det har ført til løsere konsistens i pølsene. Karragenan er eksempel på et kostfiber som har vist til gode resultater i forsøk hvor det er benyttet som erstatter for fett i pølser. Sammenlignet med kontrollene, kom de fettreduerte pølsene bedre ut både i forhold til sensoriske og teksturmessige egenskaper. Det viste seg å være flere gode alternativer til kostfiber som fetterstatter i pølser. Valget falt likevel på cellulose da det var ønskelig fra Nortura sin side å teste SenseFi sine egenskaper i pølser. Dette er et produkt som har vist til meget lovende resultater ved benyttelse som fetterstatter i farseprodukt. Valget om å teste SenseFi som fetterstatter begrunnes med dets gode effekt som vannbinder, samtidig som det er smaksnøytralt og fri for kalorier. Sensoriske analyser har vist at det ikke var signifikant forskjell mellom pølsene tilsatt SenseFi og standardpølsene i forhold til smak, utseende og konsistens.

Ertefiber er en form for resistent stivelse som har hatt god effekt som fetterstatter i pølser. Det er imidlertid gjort lite forskning på dette produktet som fetterstatter. Fibret ble også omtalt på møter som en uønsket variant grunnet bismak ved høye doseringer, og på grunnlag av dette ble ikke ertefiber valgt som fetterstatter. Maisstivelse er også en form for resistent stivelse som har vist seg å ha gode tekstur- og sensoriske egenskaper i fettreduerte pølser. Potensialet for denne er derimot også undersøkt i mindre grad. Til tross for at det var flere varianter av resistent stivelse som har hatt vellykkede virkninger i farseprodukter, ble inulin valgt. Inulin regnes som et løselig fiber og settes ofte i sammenheng med ulike varianter av resistent stivelse. Valget baseres på at det er gjort mange forsøk med dette fibret i pølser, og mange studier kan vise til gode resultater. Fibret ble også anbefalt som en egnet variant i pølser av fagkyndige ved NMBU. I tillegg ble det også sett på som interessant å teste en eventuell kombinasjon av inulin og cellulose.

For cellulose ble det benyttet SenseFi, levert og produsert av Borregaard, mens det for inulin ble benyttet Frutafit HD, levert av Alimenta og produsert av Sensus (Tyskland). Ved tidligere forsøk utført av Nortura hvor det ble benyttet inulin, ble en variant kalt Frutafit Tex testet. Dette er en type inulin med svært konsistensgivende egenskaper som ble ansett som uegnet i pølser. Det ble derfor anbefalt å benytte varianten Frutafit HD for videre testing. Dette er en standardtype inulin med høy dispergeringsevne, og ble derfor valgt som egnet i forsøkene. Mengde cellulose og inulin ble valgt med bakgrunn i et blandingsdesign for å teste ytterpunkt, og forhåpentligvis lande på et ønsket nivå i midten.

5.1.2 Produksjon

Tilsetning av fiber: Inulin har en tendens til å klumpe seg og er vanskelig å løse opp. Det kan derfor være en fordel å tilsette senere i prosessen. For å oppnå like blandinger og benytte samme produksjonsmetode for alle batcher, ble det derfor likevel valgt å tilsette fibrene i begynnelsen av prosessen. På grunn av at inulin trenger lengre tid for å løse seg godt opp, ble dette kjørt noe lengre enn ved tilsetning av cellulose. Cellulose løser seg fint opp, og danner en hvit gel før andre ingredienser tilsettes. Det ble benyttet hastighet 2 på hakke.

Hakking: Råvarer ble homogenisert i hakke i forkant av produksjonen for å unngå variasjoner, og fordele knoker, bein, fett, kjøtt og lignende jevnt i farsen. Grunnet magert produkt var det viktig med kald temperatur gjennom prosessen. Sluttemperaturen avhenger av fettkilde, og skal helst ikke over 20 °C. Produksjonen bør stoppes ved 17-18 °C, men dette er vanskelig å oppnå med pilotanlegg grunnet mindre hakke. For å unngå forstyrrelser og oppnå jevn produksjon for alle batcher ble det benyttet stoppeklokke underveis.

Stopping, koking og røyking: Kunsttarm i form av cellulose ble benyttet for å oppnå jevnere og mer like størrelser på pølsene. Etter stopping ble pølsene spylt jevnlig for å unngå at de tørket ut, og videre holdt fuktig frem til koking. Det ble beregnet 1 time og 15 min fra hakking av den siste batchen til pølsestativet ble satt i røyke- og kokeskapet. Dette skyldes at inulin trenger tid til å virke og binde vannet tilstrekkelig. Siste batch som ble produsert, B3, fikk minst tid til å reagere, noe som kan ha hatt en innvirkning på resultatet. Dette var pølser med 5,5 % tilsatt inulin og et fettinnhold på 5 %.

Ferdig produkt: Uhøytidelig smaking og grilling av pølsene etter produksjon viste at pølser tilsatt inulin fikk en mørkere rødfarge over lengre tid under oppvarming. Tilsetning av inulin fører til en noe mørkere rødfarge enn tilsetning av cellulose. Dette skyldes trolig at inulin er en form for karbohydrat, og vil dermed forårsake en Maillardreaksjon under oppvarming. En Maillardreaksjon er reaksjoner mellom karbohydrat og aminosyrer/protein som gir brunfargete produkter. Reaksjonen skjer først ved temperaturer fra 140-160 °C (Universitetet i Oslo 2015). Kokeprosessen benyttet under forsøket går ikke lenger enn til 80 °C, men det antas likevel at en begynnende Maillardreaksjon oppstår.

5.1.3 Konsistens

Den sensoriske profileringen viste at den sensoriske fastheten for pølser med cellulose tilsetning (figur 4.3) havnet innenfor signifikansnivå. Resultatene viste til at de mykeste pølsene forekom ved høyeste mengde cellulose, og pølsene ble gradvis fastere ved redusering av cellulosenivået. Det kan derfor tolkes som at tilsatt cellulose i pølsene har en effekt som gjør pølsene mykere. Denne tolkningen styrkes av konturplottet for deigethet (figur 4.6) som viser at de høyeste nivåene av tilsatt cellulose gir de mest deigete pølsene, mens laveste nivå har motsatt effekt. Enveis variansanalyse for sensorisk fasthet viste at alle pølsene tilsatt cellulose var signifikant ulik R0, mens kun prøvene tilsatt laveste mengde fiber var signifikant lik K0 (tabell 4.6). I forbindelse med grad av deigethet, var prøvene tilsatt laveste mengde cellulose signifikant lik både R0 og K0, i tillegg til senterprøven som var signifikant lik K0 (tabell 4.11). I forhold til sensorisk fasthet og deigethet vurderes derfor laveste fibertilsetning som akseptabel mengde. Sensorisk fasthet for pølser tilsatt inulin havnet utenfor signifikansnivå. Enveis variansanalyse tilsier at alle prøvene var signifikant like, og den sensoriske fastheten til samtlige inulinpølser kan dermed sammenlignes med de to kontrollpølsene. Dette gjelder også for deigethet og tyder på at prøver tilsatt inulin i stor grad oppfattes likt i forhold til sensorisk fasthet og deigethet sammenlignet med kontrollpølsene. Når det gjelder kornethet var hverken pølsene tilsatt cellulose eller inulin innenfor signifikansnivå (tabell 4.1), noe som videre bekreftes av enveis variansanalyse som viste at alle prøvene var signifikant like. Dette tyder på at kornethet i pølsene har vært vanskelig å oppdage, eller ikke tilstede. Det ble også kommentert i etterkant av den sensoriske profileringen at denne attributten var vanskelig å vurdere, og ble av flere ansett som grovhet. Dette kan ha hatt en innvirkning på resultatene.

Teksturanalyse ble gjennomført både med kalde og varme pølser. Varmebehandling ved 60°C og over, vil påvirke konsistensen. Muskelproteinet bli fastere (aggregeres) når temperaturen kommer over 50-60 °C (Egelandsdal u.å.). Resultatene fra teksturanalyse av de kalde pølsene (figur 4.9) viste at prøvene tilsatt cellulose var betydelig mykere enn pølsene tilsatt inulin. Teksturendringer ved bruk av inulin i kjøttprodukter er godt dokumentert i litteraturen (Keenan et al. 2014). Menegas et al. (2013) viste til at kyllingpølser med tilsatt inulin var hardere og mer seige enn de alminnelige oljebaserte reseptene. Garcia et al. (2006) viste også til økt hardhet med tilsatt inulin i spanske mortadellapølser. Disse studiene styrker teorien om at tilsatt inulin fører til hardere pølser. Basert på resultatene fra både konturplott og enveis

variensanalyse, viste det seg at cellulosepølsene hadde lavere motstandskraft enn R0, K0 og Gildes Go' og mager. Kun prøven A5 (0,7 % cellulose, 7,25 % fett) kunne sammenlignes med Go' og mager. Dette anses som en indikasjon på at cellulosenivået bør holdes ved lave nivå for at prøvene ikke skal bli for myke. Denne teorien styrkes av resultatene fra måling av sensorisk fasthet og deigethet. Teksturanalyse av inulinpølsene viste at prøvene generelt sett var fastere enn kontrollene. Go' og mager ligger i området nær hjørnet for maksimal mengde vann, og dermed også i områdene for laveste mengde inulin og laveste mengde fett. Dette tilsier at det må tilsettes lave mengder inulin for å oppnå samme tekstur som denne kontrollpølsen. K0 ligger midt mellom laveste og midterste nivå for variablene fiber og fett, noe som betyr at det kreves noe høyere grad av fiber og fett i pølsene for å oppnå samme tekstur som K0. Enveis variensanalyse for inulinpølsene (tabell 4.16) viste derimot ingen konkret sammenheng mellom mengde fiber, fett og vann i forhold til sammenligning av prøvene opp mot de ulike kontrollpølsene. Prøvene B1, B4.1 og B6 var de som skilte seg mest ut, hvor førstnevnte var signifikant ulik R0, B4.1 var signifikant ulik K0, mens de to sistnevnte var begge signifikant ulike Go' og mager. Disse resultatene tyder på at tilsetning av cellulose og inulin har motsatt effekt på pølsenes tekstur, og at en kombinasjon av disse fibrene kan bidra til at ønsket konsistens oppnås.

Teksturanalyse av de varme pølsene (figur 4.10) tilsatt cellulose viste til generelt lave teksturverdier og derved myke pølser. Go' og mager var den eneste kontrollpølsen som havnet innenfor konturplottet, mens K0 og R0 hadde høyere verdier og havnet derved utenfor. Dette innebærer at K0 og R0 har en mer fastere tekstur enn cellulosepølsene, mens Go' og mager havner i området med lavest mengde cellulose. De varme cellulosepølsene, i likhet med de kalde, anses derfor generelt sett som for myke, og tyder på at det er en sammenheng mellom nivå av tilsatt fiber og mykhet i pølsene. Enveis variensanalyse (tabell 4.17) viste at alle prøvene tilsatt cellulose var signifikant ulik både R0 og K0, mens prøvene A5 og A7 var signifikant like Go' og mager. Dette tilsier at laveste mengde cellulose, kombinert med enten 7,25 eller 9,5 % fett, vil gi pølser med lik tekstur som Go' og mager. De varme pølsene tilsatt inulin var meget faste, og samtlige av de tre referansepølsene hadde lavere teksturverdier og havnet dermed utenfor plottet. Dette samsvarer også med resultatene for kalde inulinpølser. Enveis variensanalyse for pølser tilsatt inulin (tabell 4.18) viste derimot at senterprøven B4.2 og prøven B3 kunne sammenlignes med referanseprøvene. For K0 var prøvene R0, Go' og mager, B3 og B4.2 signifikant like, mens for Go' og mager var B4.2 og K0 signifikant like. B3 er prøven som inneholder mest fiber (5,5 % inulin), mens senterprøven inneholder 2,5 %

inulin. De to andre senterprøvene er derimot signifikant ulik både K0 og Go' og mager, noe som tyder på variasjoner under produksjon. Det er med dette en liten tendens til at høyeste nivå av inulin gir samme grad av fasthet som K0, mens Go' og mager kun kan sammenlignes med K0 og dermed ikke gir noen klar indikasjon i forhold til pølsene tilsatt inulin.

I forhold til differansen mellom kalde og varme pølser (figur 4.11) tilsatt cellulose, var det størst forskjell ved maksimal mengde tilsatt fiber. For prøvene tilsatt inulin utgjorde høye fibernivå, i likhet med cellulosepølsene, den største forskjellen mellom kalde og varme pølser. K0 plasseres i området med maksimal mengde fiber ved tilsetning av både cellulose og inulin, mens Go' og mager havner utenfor plottet. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt cellulose (tabell 4.19) viste at prøvene R0, A3, A5 og A6 var signifikant like Go' og mager, mens alle prøvene var signifikant like K0 foruten prøvene A2 og A4.3. Forskjellen mellom kalde og varme pølser tilsatt cellulose kan best sammenlignes med Go' og mager ved høye tilsetninger av fibret, mens det for K0 ikke er noe tydelig trend blant variantene. Foruten prøven A5, er alle disse tilsatt store mengder fiber. A5 er gjennomgående lik Go' og mager, både for kalde og varme pølser. Pølsene tilsatt inulin viste et noe jevnere resultat ved variansanalysen (tabell 4.20), hvor alle prøvene var signifikant like både K0 og Go' og mager, med unntak av prøven B1 som var signifikant ulik. Dette tyder på at tilsetning av inulin utgjør mindre forskjeller i tekstur enn tilsetning av cellulose.

Fett og vann er to faktorer som bidrar til saftighet i pølsene. Vurdert ved sensorisk profilering, var saftigheten i pølsene på sitt laveste ved tilsetning av maksimal mengde cellulose, mens inulin hadde noe av den samme effekten (figur 4.4). Pølsene tilsatt inulin var imidlertid mye nærmere de fettrike prøvene i forhold til grad av saftighet. K0, med en verdi på 5, havner her midt i figuren, som har en skala fra 4,50-5,75. Pølsene tilsatt cellulose ligger innenfor en skala fra 2-5, og K0 havner dermed her helt i hjørnet for maksimalt vannnivå. Resultatene tyder på at inulin har hatt god effekt som fetterstatter, da det er små forskjeller mellom pølsene med ulike fiber og fettnivå i forhold til saftighet. Med utgangspunkt i øverste fettnivå, viser K0 sin plassering i figuren at man kan redusere noe av fettene i pølsene med inulin og vann, og likevel oppnå samme grad av saftighet som denne kontrollen. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt cellulose (tabell 4.7) viste at foruten prøvene R0, A3 og A4.3, var alle signifikant like K0 i forhold til saftighet, samtidig som kun prøven A1 var signifikant lik R0. Dette antyder at store mengder cellulose har en negativ innvirkning på saftigheten. Enveis variansanalyse for prøver tilsatt inulin (tabell 4.8) viste at alle pølsene tilsatt dette fibret var signifikant like K0, mens

kun prøvene B4.3, B6 og B7 var signifikant like R0. Dette viser at tilsetning av inulin gir en mer ønsket saftighet enn tilsetning av cellulose.

Konturplottet for fethet i pølser tilsatt inulin (figur 4.5) viser til noe av de samme resultatene som for saftighet. Tilhørende skala fra 4 til 5,20 tyder på at selv om pølser tilsatt høye nivå av inulin oppfattes som de minst fete, er forskjellene likevel små og skalaen fra 1-9 er utnyttet i mindre grad. Dette tyder på at dommerpanelet har vansker for å skille prøvene fra hverandre når det gjelder fethet, til tross for at fettnivå varierer fra 5 til 9,5 %. K0 havner omtrent midt i figuren og viser at man kan erstatte noe fett med vann og fiber, og likevel oppnå samme grad av fethet i pølsene. Variansanalysen for fethet i pølser tilsatt cellulose viste til en p-verdi utenfor signifikansnivå (tabell 4.1), og panelet har dermed ikke klart å skille pølsene fra hverandre når det gjelder fethet. Dette er en interessant observasjon, og det antas at cellulosens konsistens-givende egenskaper fører til at forskjeller i fettnivå ikke oppfattes. Enveis variansanalyser for både inulin- (tabell 4.9) og cellulosepølser (tabell 4.10) indikerer at samtlige av prøvene tilsatt både cellulose og inulin er signifikant like K0 i forhold til fethet. Mange av prøvene, for begge fibertypene, er også signifikant like R0, noe som kan tolkes positivt i forhold til fibrenes effekt som fetterstattere i pølser.

5.1.4 Smak

Den sensoriske profileringen viste at for salt- og smaksintensitet, havnet kun pølser tilsatt cellulose innen signifikansnivå (figur 4.7 og figur 4.8). Høyt nivå av tilsatt cellulose resulterte i mindre grad av salt- og smaksintensitet. K0 (verdi på 5,45) plasseres mot lave nivå av cellulose, og er av høyere smaksintensitet enn varianter tilsatt større mengder cellulose. Dette kan tolkes som at tilsatt cellulose har en tendens til å «dempe» effekten av smak i pølsene, ettersom at alle prøvene var tilsatt like mengder av både salt og krydder. Enveis variansanalyse for saltintensitet i pølsene tilsatt cellulose (tabell 4.12), viste at alle prøvene var signifikant like K0 og R0, foruten prøven A3 (5,2 % cellulose) som var signifikant ulik. Dette er prøven med størst mengde cellulose tilsatt, og styrker tolkningen om at slike nivå demper effekten av oppfattet saltintensitet. For pølser tilsatt inulin var derimot alle prøvene signifikant like, noe som tyder på at tilsetning av inulin har mindre innvirkning på salt- og smaksintensitet i pølsene. Enveis variansanalyse for smaksintensiteten viste at samtlige av prøvene tilsatt både inulin og cellulose var signifikant like K0 og R0, foruten prøven A3 som var signifikant ulik R0 (tabell 4.13). Dette tyder dermed på at de to fibrene påvirker salt- og

smaksintensiteten i pølsene i mindre grad. De sensorisk målte verdiene for saltintensitet i cellulosepølsene ligger i området mellom 4 og 5,6, mens verdiene for smaksintensitet i de samme pølsene ligger i området mellom 4 og 5,5. Skalaene er derved utnyttet i mindre grad, og styrker tolkningen om at prøvene oppfattes noenlunde likt. Alle kontrollprøvene havner utenfor plottet for saltintensitet.

Grunnet inulins noe søtlige smak, var det forventet at pølsene tilsatt inulin skulle gi utslag i forhold til attributten avvikende smak. For denne egenskapen var derimot hverken pølser tilsatt cellulose eller inulin innenfor signifikansnivå. Det antas derfor at samtlige av de 20 pølsene ble oppfattet likt i forhold til avvikende smak. Dette gjelder også for enveis variansanalyse, og tilsier at det ikke oppfattes noe form for avvikende smak i pølsene.

Det ble også foretatt en ekspertvurdering, hvor 9 av prøvene ble vurdert for grad av aksept i forhold til smak og konsistens (tabell 4.14). Prøvene som ble vurdert var prøvene med lavest fiberinnhold, i tillegg til senterprøvene. Samtlige av dommerne valgte ut prøven med 2,2 % tilsatt cellulose som den prøven de hadde minst tro på. Under ekspertvurderingen var dette prøven tilsatt mest cellulose, og styrker derved teorien om at cellulose i høye mengder gir uønsket konsistens i pølsene. Det var større uenighet rundt best likte pølse blant dommerne, der K0 og prøven med 1 % tilsatt inulin kom best ut med to stemmer hver. Det var imidlertid kun en av pølsene tilsatt cellulose som ble valgt ut som best likt, mot fire pølser tilsatt inulin. Dette tyder på at inulin har en fordel når det gjelder grad av aksept i forhold til smak og konsistens i pølsene.

5.1.5 Farge

Konturplottene for sensorisk fargetone i pølsene tilsatt inulin og cellulose (figur 4.1), viste at tilsetning av inulin resulterte i de mørkeste pølsene. Pølsene tilsatt cellulose er de som best kan sammenlignes med kontrollene R0 og K0, da begge disse prøvene havnet innenfor dette plottet. Man finner K0 ned mot hjørnet for maksimalt nivå av tilsatt cellulose, mens R0 ligger omtrent midt i figuren. For å oppnå samme sensoriske fargetone som K0, kan dermed øverste nivå av cellulose reduseres noe. R0 kan sammenlignes med senterprøvene, noe som tilsier at tilsetning av 2,2 % cellulose gir samme sensoriske fargetone som R0. Ingen av kontrollene havner innenfor plottet for tilsatt inulin, noe som kan skyldes inulins evne til å reagere med aminosyrer/protein og danne mørkere farge. Enveis variansanalyse for sensorisk fargetone i

pølser tilsatt cellulose (tabell 4.2), viste at alle prøvene var signifikant like både K0 og R0, med unntak av prøvene A1 og A5 som var signifikant ulik K0. Begge disse prøvene er tilsatt laveste nivå av cellulose, og resultatet stemmer dermed godt med konturplottet som viste at den sensoriske fargetonen i K0 best kunne sammenlignes med celluloseprøvene med høye fiberkonsentrasjoner. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt inulin (tabell 4.3) viste at alle prøvene var signifikant like både K0 og R0, foruten prøvene B3 og B4.1 som var signifikant ulik K0 med hensyn til sensorisk fargetone. Disse prøvene hadde tilsatt inulinmengde på henholdsvis 5,5 % og 2,5 %. Prøvene B4.2 og B4.3 var imidlertid signifikant lik K0 i sensorisk fargetone. I utgangspunktet ville det vært forventet at prøvene B4.1, B4.2 og B4.3 ble vurdert likt, ettersom reseptene er identiske. En mulig forklaring til dette utfallet er at fargetonen har blitt vurdert av et sensorisk panel, og det kan være en utfordring å være konsekvent ved vurderingen av denne typen attributter. Det kan også skyldes variasjoner under produksjonen.

Konturplottet for sensorisk fargeintensitet i pølser tilsatt cellulose (figur 4.2) viste at fargeintensiteten økte ved høye nivå av vann og fett. Den sensoriske fargeintensiteten for cellulosepølsene kan sammenlignes med K0 ved høyeste nivå cellulose. R0 havnet nærmest maksimalt fettinnhold, men også mot høye cellulose- og vanninnhold. Dette tilsier at flere av variablene kan reguleres for å oppnå samme sensoriske fargeintensitet som R0. Sensorisk fargeintensitet i pølser tilsatt inulin er utenfor signifikansnivå, og panelet har dermed ikke klart å skille pølsene fra hverandre med hensyn til denne attributten. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt både cellulose og inulin (tabell 4.4 og tabell 4.5) viste at samtlige prøver for begge fibre var signifikant like K0 og R0. Disse resultatene kan tolkes som at samtlige av prøvene hadde en akseptabel sensorisk fargetone og sensorisk fargeintensitet, og at ingen av fibre har særlig innvirkning på disse attributtene.

Konturplottet for grad av hvitfarge for pølser tilsatt cellulose, målt ved fargeanalyse (figur 4.12), viste at økt mengde cellulose ga hvitere pølser. Både K0 og R0 havner på tvers omtrent midt i plottet og viser at grad av hvithet er uavhengig av fettnivå, men reguleres av nivå av cellulose og vann. For å oppnå samme hvithetsgrad som de to kontrollpølsene, må mindre mengder av fiber og vann tilsettes. Tilsatt inulin hadde motsatt effekt, da høyere nivå førte til mørkere pølser. Disse resultatene samsvarer med studie utført av Keenan et al. (2014) som viste til at tilsettelse av inulin førte til mørkere pølser. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt cellulose (tabell 4.21) viste at kun A1 var signifikant lik K0, mens alle utenom prøvene K0 og

A4.2 var signifikant like R0. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt inulin (tabell 4.22) viste at kun R0 var signifikant lik K0. Dette tyder på at tilsetning av fiber har innvirkning på grad av hvithet i pølsene, hvor cellulose gir lysere pølser mens inulin gir mørkere pølser.

Responsflaten for grad av rødhet i pølsene (figur 4.13) viste at tilsetning av inulin ga de rødeste pølsene, samtidig som at grad av rødhet økte med mengde inulin tilsatt. Dette styrker teorien om at inulin gjennomgår en Maillardreaksjon under oppvarming. R0 plasseres nede i inulinhjørnet, noe som tilsier at større mengder inulin fører til tilsvarende rødfarge som referansepølsen på 18 % fett. Tilsetning av cellulose i prøvene hadde motsatt effekt i forhold til rødfarge, og høyeste grad av cellulose tilsetning ga de minst røde pølsene. Dette kan skyldes at store mengder cellulose tilfører større grad av hvitfarge i pølsene, og derved mindre rødfarge. K0 plasseres på tvers omtrent midt i figuren, og viser at grad av rødhet er uavhengig av fettnivå, men reguleres av mengde cellulose og vann. Det er også mulig å rette seg inn mot senterprøvene, da disse vil gi samme grad av rødhet som K0. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt cellulose (tabell 4.23) viste at alle prøvene var signifikant lik K0, mens kun A3 var signifikant ulik R0. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt inulin (tabell 4.24) viste at kun B4.1 var signifikant ulik K0, mens alle var signifikant lik R0. Dette tyder på mindre forskjeller i grad av rødhet hos de ulike pølsene.

Grad av gulhet ble også demonstrert ved konturplott for de to ulike fibrene (figur 4.14), og viste at et høyt innhold av cellulose gir de guleste pølsene. Dette samsvarer med studie utført av Almeida et al. (2014) som viste til at tilsatt cellulose i form av amorf cellulose gel, resulterte i gulere pølser. R0 plasserer seg i vannhjørnet, noe som betyr at større mengder vann, og derved mindre mengder cellulose, vil gi samme grad av gulhet som referansepølsen. Skalaen for plottet ligger i området fra 12 til 12,6, mens R0 har en verdi på 12,02. Plottet viser en tydelig trend for at gulhet øker med mengde tilsatt cellulose. For pølser tilsatt inulin forekommer laveste grad av gulhet ved maksimal mengde vann, mens den øker mot større mengder inulin og fett. Skalaen for plottet ligger derimot i området fra 10,5 til 11, og er i likhet med skalaen for cellulosepølsene utnyttet i mindre grad. Man ser imidlertid at verdiene i skalaen er lavere enn for pølser tilsatt cellulose, noe som tyder på at tilsetning av cellulose har større innvirkning på grad av gulhet. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt cellulose (tabell 4.25) viste at kun A1 var signifikant lik K0, mens kun K0 og A4.2 var signifikant ulike R0. Enveis variansanalyse for pølser tilsatt inulin (tabell 4.26) viste at alle prøvene, foruten

R0 og B1, var signifikant like K0. Dette styrker teorien om at cellulose påvirker grad av gulhet i større grad enn inulin.

5.1.6 Væsketap ved tining

Resultater etter analyse av væsketap (figur 4.15) viste at prøvene som var tilsatt inulin slapp generelt mye vann. Pølsene tilsatt cellulose hadde motsatt effekt i forhold til væsketap, da samtlige av disse pølsene slapp minimalt med vann. Selv om prøver tilsatt inulin generelt sett kom godt ut både smaks- og teksturmessig, vil et høyt væsketap være problematisk i forhold til kundetilfredshet og lite økonomisk. Resultater fra analysen viser at lave tilsetninger av cellulose i kombinasjon med inulin kan være en metode for å binde vannet i pølsene, samtidig som man vil dra nytte av inulin sine positive virkninger på smak og konsistens.

5.1.7 Evaluering av metode

Referansepølsen, med 18 % fett, ble stoppet av en annen pølsemerke enn de resterende prøvene. Disse pølsene ble stoppet fastere og tykkere i formen enn resten, noe som kan ha hatt en innvirkning på tekstur- og sensorisk analyse. Ulik stopping førte til forskjellige størrelser på prøvene, og desto hardere stopping var, dess mer kompakte ble pølsene.

Under introduksjonen til den sensoriske profileringen for forsøk 1, fikk paneldeltakerne smake på prøven med høyest grad av fasthet for å lettere kunne vurdere prøvene etter skalaen. Det kunne vært gunstig også å smake på den minst faste pølsen, for å ha et enda bedre grunnlag for å vurdere skalaen optimalt. Fasthet er en av de viktigste attributtene å ta hensyn til i forhold til konsistens av pølsene, og det er derfor viktig at deltakerne har best mulig forutsetninger for å gi riktig vurdering i denne sammenhengen.

Til ekspertvurdering for forsøk 1 fikk dommerne først utdelt en referanseprøve, og ble videre bedt om å sammenligne denne med de andre prøvene i testen. Ekspertvurderingen var ment som en undersøkelse av hvilke prøver som kunne vurderes som salgsvare, uavhengig av eventuelle referanseprøver. Referanseprøver var ment å være en del av testen, og skulle smakes blindt. Som et resultat av dette ble kun oversikten over hvilke prøver dommerne hadde mest og minst tro på benyttet i oppgaven, mens det til forsøk 2 ble forklart nøyere hvordan testen skulle gjennomføres.

Det ble foretatt to gjentak av hver senterprøve for å ha et bedre grunnlag for å kunne validere metodene som er benyttet i de to forsøkene. Små forskjeller i sammensetning kan ha forekommet under produksjonen og pølsene kan ha blitt stoppet noe ulikt for hver produksjon, og dette forklarer forskjeller i reproduserbarhet. Forskjellig virkningstid for fibrene kan også være en grunn til forskjell. Dessuten kan det være feil i måten de forskjellige analysene har blitt foretatt på.

Senterprøvene ble i forkant av forsøket tiltenkt å være den optimale resepten, men konklusjoner fra analysene viser til at denne antakelsen ikke stemte. Senterprøvene er prøvene A4.1-3 (tilsatt cellulose) og B4.1-3 (tilsatt inulin), og det vises til vedlegg 2 og 8 for resepter. Enveis variansanalyse for evaluering av sensorisk fasthet i pølsene tilsatt cellulose viste at ingen av senterprøvene var signifikant like K0. For saftighet i de samme pølsene var kun A4.3 signifikant ulik K0. Deigethet i cellulosepølsene viste til at kun A4.1 var signifikant lik K0, mens for fethet var samtlige prøver signifikant lik K0. Sett i forhold til K0, illustrerer disse resultatene at senterprøvene tilsatt cellulose ikke var de optimale reseptene, ettersom mange av prøvene viste seg å være signifikant ulik K0 med hensyn til viktige konsistensgivende attributter ved den sensoriske profileringen. Med hensyn til cellulose kan disse resultatene skyldes svært høye tilsetninger av fibret i forhold til anbefalt mengde. Allerede over 0,7 % tilsatt cellulose resulterte i uheldige egenskaper for konsistens. For pølsene tilsatt inulin, var samtlige av prøvene signifikant like K0 med hensyn til saftighet, fasthet, deigethet og fethet. Dette viser at tilsetning av inulin resulterer i prøver som kan sammenlignes med K0 med hensyn til disse attributtene. I forhold til R0 er både cellulose- og inulinvariantene mer ulike, noe som gir mening med hensyn til referansens fettprosent. Likevel er inulin på et nivå som bedre kan sammenlignes med R0 med hensyn til disse attributtene. Dette fibret er derfor mer lovende i forhold til opprettholdelse av konsistensgivende egenskaper til tross for en fettreduksjon i pølsene.

5.2 Forsøk 2

5.2.1 Bakgrunn og reseptoptimalisering

Basert på resultater fra forsøk 1, ble resept og sammensetning til forsøk 2 fastsatt. Optimalt sett ligger beste resept i forhold til tekstur, konsistens og smak midt mellom R0 og K0, og ved tilsetning av < 1 % cellulose. Cellulose og inulin viste seg å ha egenskaper som utfyller

hverandre, både i forhold til væsketap og tekstur. Tilsetning av inulin gir for faste pølser, og utgjør lite variasjon mellom ulike prøver. Allerede ved tilsetninger over 1 % øker fasthet, og sensorisk merker ikke panelet forskjell i fasthet for pølsene over et visst nivå av inulin. I tillegg til dette, har inulin vist seg å være en dårlig vannbinder. Inulin viste seg derimot også å ha meget gode fettlignende egenskaper med tanke på smak og konsistens, og flere av variantene kom godt ut under ekspertvurderingen. Tilsetning av cellulose gir for myke og deigete pølser allerede ved nivåer over 0,7 %, men er videre en god vannbinder. En kombinasjon av disse ble derfor benyttet under forsøk 2, i tillegg til tilsetning av fibre hver for seg for sammenligning av de to forsøkene.

Mengde inulin som ble valgt til forsøk 2, tok utgangspunkt i eksperttest hvor prøvene tilsatt 1 og 2,5 % inulin kom best ut (tabell 4.14). Tilpasset det faktorielle designet ble det derfor valgt å tilsette 0, 1,15 og 2,3 % inulin. Som referansepølse ble det valgt å benytte seg av Gildes Go' og mager, ettersom at vanlig referanseresept med 18 % fett er for ulik de mer fettfattige variantene og dermed ikke sammenlignbar.

Tilsetning av inulin førte til mer faste pølser, og samtlige av disse prøvene var generelt fastere enn ønsket. Tilsetning av cellulose hadde motsatt effekt og analyser viste at disse prøvene ble i overkant myke og deigete. For å regulere fastheten i pølsene ble det vedtatt å variere i mengde protein og stivelse, da disse faktorene også viste seg å ha en innvirkning på fastheten. Et høyt nivå av protein i forhold til potetstivelse, vil føre til fastere konsistens i pølsene. Mens et nedsatt nivå av stivelse i kombinasjon med økt fiberinnhold, vil danne en sunnere profil for pølsene. For forsøk 2 ble det derfor valgt å tilsette ulike nivå av forholdet mellom protein og stivelse. Jo mer protein, dess mindre stivelse. Et proteininnhold på 12 % er på samme nivå som Go' og mager, og det ble valgt å variere proteininnhold fra 10-12 %, mens stivelsesinnholdet ble henholdsvis satt til 3-5 %. Et proteininnhold på 12 % vil også kunne merkes som en «proteinkilde», ettersom minst 12 % av energiinnholdet i næringsmiddelet kommer fra proteiner (Forskrift om ernærings- og helsepåstander 2010).

Forsøk 1 ga ingen klar indikasjon på hvilket fettnivå som var mest gunstig i forhold til sensorisk aksept av pølsene. Fettnivå ble derfor valgt på bakgrunn av anbefaling fra industrien for en eventuell fremtidig interesse, og ønske om et produkt i nærheten av markedslederen Go' og mager med et fettnivå på ca. 9 %. For forsøk 2 ble fettnivå dermed satt til 8,5 % for samtlige prøver, noe som resulterer i et fettinnhold i ferdig produkt på ca. 9 %. Dette

medfører også at krav til nøkkelhullsmerking oppfylles (Forskrift om frivillig merking med Nøkkelhullet 2015).

For å kunne merke en matvare med en ernærings- eller helsepåstand kreves det at påstanden er tillatt og i henhold til kriterier for merking med ernærings- og helsepåstander (Forskrift om ernærings- og helsepåstander 2010). For å kunne bruke påstanden «kostfiberkilde» må produktet inneholde minst 3 g kostfiber per 100 g, eller minst 1,5 g kostfiber per 100 kcal. Påstanden «høyt kostfiberinnhold» kan bare benyttes dersom produktet inneholder minst 6 g kostfiber per 100 g, eller minst 3 g kostfiber per 100 kcal. For oppgaven ble det valgt å undersøke muligheten for tilsetning av opp mot 3 % fiber i pølsene, og dermed havne innenfor kriteriene til påstand om «kostfiberkilde». Basert på resultatene fra forsøk 1, ble det ansett som hensiktsmessig å tilsette en kombinasjon av cellulose og inulin for å oppnå en pølse med ønsket smak og konsistens ved slike høye nivå av fiber.

5.2.2 Produksjon

Under hakking ble det oppdaget store forskjeller mellom de ulike batchene, særlig høye fiberkonsentrasjoner ga merkbare fastere farseblandinger. Inulin trenger lenger tid til aktivering og dannelse av gel, og det spekuleres i om den først aktiveres under varmebehandling.

5.2.3 Konsistens

Effektplottet for sensorisk fasthet i pølsene (figur 4.16), vurdert ved sensorisk profilering, viste at maksimalt nivå av protein i forhold til stivelse resulterte i sensorisk fastere pølser, noe som styrker påstanden fra forsøk 1 om at det er innhold av protein og stivelse som gir sensorisk fasthet i pølsene. Tilsetning av inulin medførte til større grad av fasthet i pølsene, mens tilsetning av cellulose hadde motsatt effekt. Dette stemmer godt overens med observasjonene fra forsøk 1 som viste til de samme virkningene av de to fibrene. Valget om kombinasjon av de to fibrene anses derfor som gunstig i forhold til oppnåelse av ønsket tekstur i pølsene. Enveis variansanalyse for sensorisk fasthet i pølsene (tabell 4.28) viste at samtlige av prøvene var signifikant like Go' og mager, foruten prøven C2 som var signifikant ulik. C2 er ikke tilsatt fiber, og kan sammenlignes med K0 fra forsøk 1. Foruten en noe annerledes kjøtt sammensetning, er disse prøvene noenlunde like. Kun prøvene tilsatt laveste

mengde cellulose var signifikant lik K0 under forsøk 1 i forhold til sensorisk fasthet.

Teksturanalysen av varme pølser under forsøk 1 (figur 4.10) inkluderte en butikkvariant av Go' og mager, og viste at lave mengder cellulose ville gi noenlunde lik tekstur som Go' og mager. Dette, kombinert med resultatene fra forsøk 2, understreker dermed teorien om at en kombinasjon av de to fibrene er positivt.

Effektplottet for deigethet (figur 4.20) viste at maksimal mengde protein i forhold til stivelse fører til lavest grad av deigethet i pølsene, og styrker igjen teorien om at et høyt nivå av protein fører til økt fasthet. Plottene for inulin og cellulose havner utenfor signifikansnivå, og disse faktorene vurderes derfor å være av mindre betydning for deigethet. Det kan dermed konkluderes med at dersom det er ønskelig å regulere pølsenes fasthet, må nivået av protein og stivelse endres. Enveis variansanalyse for deigethet i pølsene viste til at alle prøvene var signifikant like, og man kan på bakgrunn av disse analysene vurdere det som at det var liten grad av forskjell i konsistens mellom de ulike prøvene. Dette bekreftes av eksperttesten som viste til at det var uenighet i hvilke pølser som var best likt i forhold til konsistens. Effektplott for grovhet i de forskjellige prøvene (figur 4.18) viste også til at det var forholdet mellom protein og stivelse som har størst innvirkning på hvor grove pølsene oppfattes. Pølsene med høye nivå av protein oppfattes som de groveste prøvene. Tilsetning av inulin og cellulose er utenfor signifikansnivå, og har dermed liten innvirkning på grovhet. Enveis variansanalyse for grovhet i pølsene styrker påstanden, da alle prøvene var signifikant like. Dette tyder på at det er en sammenheng mellom sensorisk fasthet og oppfattelse av grovhet i pølsene, ettersom at begge disse attributtene tilsynelatende blir påvirket av mengde protein i pølsene.

Effektplottet for motstandskraften i de kalde pølsene (figur 4.24) viste at økte nivå av inulin, samt protein i forhold til stivelse (maksimal mengde protein, minimal mengde stivelse) resulterte i de hardeste pølsene. Tilsettelse av cellulose viste seg å motvirke denne effekten, og økte nivåer av cellulose ga mykere pølser. Disse effektene stemmer overens med resultatene fra forsøk 1, og bekrefter konklusjonen om fibrenes innvirkning på fastheten i pølsene. Interaksjonsplottet for interaksjonen mellom inulin og cellulose viste at tilsetning av inulin førte til økte teksturverdier, men at tilsetning av cellulose motvirker denne effekten og fører til mykere pølser. Dette styrker valget om å tilsette en kombinasjon av de to fibrene, og at deres egenskaper vil utfylle hverandre når de kombineres.

Go' og mager har omtrent samme teksturverdier som prøven med 1,15 % tilsatt inulin, uten tilsatt cellulose. Avhengig av hva som er ønsket fasthet i pølsene, kan nivået av variablene velges på bakgrunn av disse opplysningene. Interaksjonsplottet for interaksjonen mellom inulin og protein/stivelse for motstandskraften i kalde pølser (figur 4.26) viser at nivået av protein i forhold til stivelse er avgjørende for teksturverdiene i prøvene. Jo høyere nivå av protein/stivelse, dess fastere pølser. Tilsetning av inulin har stor innvirkning ved lave nivå av protein/stivelse, mens det jevner seg mer ut ved høyere nivå. Dette stemmer godt overens med antakelsene om at økte nivå av protein har størst innvirkning på pølsenes fasthet, samtidig som at inulin også bidrar til høyere teksturverdier. Go' og mager ligger nærmest varianten med maksimalt innhold av protein, uten tilsetning av inulin. Go' og mager er også tilsatt 12 % protein, og disse prøvene skal dermed være noenlunde like. Effekten av protein i forhold til økte teksturverdier vises også i interaksjonsplottet for interaksjonen mellom cellulose og protein/stivelse (figur 4.27). Samtidig får man bekreftet at tilsettelse av cellulose fører til en nedgang i teksturverdier ved alle nivå av protein/stivelse. Enveis variansanalyse for motstandskraften i de kalde pølsene (tabell 4.33) viste at prøvene C1, C2, C3, C5, D3.2, E3 og E6 var signifikant ulike Go' og mager. Samtlige av disse prøvene, med unntak av C2 og E6, var tilsatt 0,7 % cellulose, noe som kan ha hatt en innvirkning på deres teksturmessige endring sammenlignet med kontrollpølsen.

Effektplottet for motstandskraften i de varme pølsene (figur 4.28) viser de samme effektene av de forskjellige faktorene som for de kalde pølsene. Økte nivå av protein og inulin gir høyere teksturverdier i pølsene, mens cellulose har motsatt effekt. Interaksjonsplottet for interaksjonen mellom inulin og cellulose (figur 4.29) viser også de samme effektene som for kalde pølser. Inulin gir økte teksturverdier, mens effekten motvirkes ved en kombinasjon med cellulose. Interaksjonsplottet for interaksjonen mellom inulin og protein/stivelse (figur 4.30), samt mellom cellulose og protein/stivelse (figur 4.31) viste også tilsvarende effekter som for de kalde pølsene. Dette viser at forskjellene mellom de ulike prøvene opprettholdes etter oppvarming, mens teksturverdiene endres og pølsene blir mykere. Enveis variansanalyse for de varme pølsene (tabell 4.35) viste at flere av prøvene var signifikant like Go' og mager, med unntak av prøvene C1, C2, C3, C5, D1, D3.1, D3.2 og E3 som var signifikant ulik. Man ser at det gjennomgående er de samme prøvene som er ulik kontrollpølsen for både kalde og varme pølser. Kun prøven D1 er tilført ved de varme pølsene. Denne er tilsatt 0,7 % cellulose, uten inulin. Alle prøvene merket C og D er tilsatt mindre protein enn kontrollprøven, og det er dermed forventet at disse skal være ulike. Særlig skiller prøvene tilsatt inulin seg ut, og det

antas at tilsetning av cellulose gir pølser med tekstur mer lik kontrollpølsen, uavhengig av protein/stivelse nivå.

Effektplottet for differanse i motstandskraft mellom kalde og varme pølser (figur 4.32) viste at forholdet mellom protein og stivelse var den avgjørende faktoren, og tyder på at differansen øker med større grad av protein/stivelse. Dette kan forklares ved at muskelprotein ikke smelter, men lager et fastere system (aggregeres) når de blir oppvarmet. Nivå av de forskjellige fibrene hadde minimal effekt på differansen i motstandskraft mellom kalde og varme pølser, og effekten for disse var ikke signifikant. Enveis variansanalyse for differansen mellom kalde og varme pølser (tabell 4.35) viste at alle prøvene var signifikant like kontrollen Go' og mager. Dette til tross for endring i teksturverdier ved ulike nivå av forholdet mellom protein og stivelse.

Effektplottet for saftighet i pølsene (figur 4.17) viste at øverste nivå av protein i forhold til stivelse resulterte i lavest grad av saftighet i pølsene, mens tilsetning av inulin og cellulose anses å ha liten innvirkning på saftigheten av prøvene da disse havner utenfor signifikansnivå. Enveis variansanalyse for saftighet i prøvene (tabell 4.29) viste en p-verdi som tilsa at minst en av prøvene var ulik. Etterfølgende parvis sammenligning viste derimot at alle havnet innenfor samme gruppering og dermed var signifikant like. Ved slike motsigende resultat, skal den parvise sammenligningen oppfattes som det riktige resultatet og det antas derfor at fibrene har liten innvirkning på grad av saftighet. Dette styrker dermed resultatet fra effektplottene. Forholdet mellom protein og stivelse var også den avgjørende faktoren i forhold til oppfattelse av fethet i pølsene, der maksimal fethet blir oppnådd ved laveste nivå av protein. På samme måte som for saftighet, var ikke grad av tilsatt inulin og cellulose av vesentlig betydning for fethet i prøvene. Enveis variansanalyse for fethet i pølsene viste at alle prøvene var signifikant like, og styrker med det teorien om at tilsetning av cellulose og inulin har liten innvirkning på oppfattelse av fethet.

Resultatene fra eksperttesten (figur 4.23) viste at det var liten variasjon blant hvilke pølser som var best likt i forhold til konsistens. Dette tyder på mindre forskjeller blant de ulike pølsene når det gjelder oppfattelse av konsistens, noe som gjør det vanskelig for panelet å utpeke seg en favoritt. Effektplottet for vurdering av konsistens (figur 4.24) viste at økt tilsetning av cellulose i pølsene hadde en negativ effekt på konsistensen. Mens økte mengder av inulin og forholdet mellom protein og stivelse viste seg å ha liten innvirkning på hvordan

konsistensen ble oppfattet. Disse resultatene kan tolkes som at det er viktig å begrense mengde tilsatt cellulose for å få en sensorisk akseptabel konsistens i pølsene, og styrker valget om å bruke små mengder av fibret. Enveis variansanalyse (tabell 4.32) viste en p-verdi som tilsa at minst en av prøvene var ulik, mens den parvise sammenligningen viste at alle prøvene var signifikant like. Det velges å stole på den parvise sammenligningen, noe som videre bekrefter tolkningen om liten variasjon rundt grad av aksept i forhold til konsistens for de ulike pølsene.

5.2.4 Smak

Den sensoriske profileringen viste til at salt- og smaksintensitet i pølsene havnet begge utenfor signifikansnivå (tabell 4.27). Det kan derfor vurderes som at samtlige av prøvene ble oppfattet likt av smakspanelet, noe som var forventet ettersom at alle inneholder samme mengde salt og krydder. Unntaket er kontrollprøven Go' og mager, som er tilsatt en egen krydderblanding, i tillegg til noe løk. I forsøk 1 hadde tilsatt cellulose en effekt på disse attributtene, mens det ser ut til at når fiberet kombineres med inulin, ikke lenger har denne virkningen. Enveis variansanalyse for salt- og smaksintensitet styrker denne antakelsen, ved at de viser til at alle prøvene var signifikant like. Panelet har dermed ikke klart å skille Go' og mager fra resten, til tross for ulikt innhold av krydder og salt. Attributten avvikende smak, havnet også utenfor signifikansnivå (tabell 4.27). Dette styrker teorien om at tilsetning av inulin ikke har noen innvirkning på smaksoppfattelsen.

Resultatet for best likt smak fra eksperttesten (figur 4.21), viste at det var minimale forskjeller i forhold til panelets oppfattelse av best likt smak for de ulike pølsene og det er vanskelig å trekke noen konkrete konklusjoner basert på dette. Resultatet kan derimot tolkes som at flere av pølsene oppfattes likt når det gjelder smak, og at de ulike ekspertene ikke har en konkret preferanse blant de ulike variantene. Effektplottet for vurdering av best likt smak (figur 4.22) illustrerer at cellulose er den eneste faktoren som har signifikant betydning for hvilke pølser som foretrekkes smaksmessig. Figuren viser at økt tilsettelse av cellulose har en negativ innvirkning på smaken i de forskjellige prøvene. Enveis variansanalyse for vurdering av smak viser imidlertid at alle prøvene er signifikant like, og styrker dermed tolkningen om at dommerne har vansker for å velge ut en konkret preferanse.

5.2.5 Farge

Effektplott for sensorisk fargetone og fargeintensitet i pølsene (tabell 4.27), samt variansanalyse for de samme attributtene var alle utenfor signifikansnivå og tilsier at det var liten grad av forskjell mellom samtlige 20 prøver. Dette kan tolkes positivt da det er ønskelig at sensorisk fargetone og fargeintensitet blir oppfattet likt i høyest mulig grad mellom de forskjellige prøvene, uavhengig av forskjellige nivå for de ulike faktorene.

Effektplott for grad av hvithet i pølsene (figur 4.33), som resultat av fargeanalyse, viste at en økning i nivået av inulin og forholdet mellom protein og stivelse fører til mørkere pølser. Skalaen strekker seg imidlertid kun fra 65,2 til 66,4, noe som tilsier at forskjellene i farge ses på som minimale. Cellulose ansees å ha liten effekt på grad av hvithet. Interaksjonsplottet for interaksjonen mellom inulin og cellulose (figur 4.34) viser også at pølsene som kun er tilsatt inulin, blir mørkere desto mer av fibret som tilsettes. Teorien fra forsøk 1 om at økt tilsettelse av inulin fører til mørkere pølser blir dermed bekreftet. Derimot ser det ut til at kombinasjonen av cellulose og inulin motvirker inulins effekt i forhold til farge. Enveis variansanalyse for grad av hvithet (tabell 4.37) viser at alle prøvene var signifikant like Go' og mager i forhold til grad av hvithet. Det kan derfor vurderes at det generelt sett var minimale forskjeller i grad av hvithet mellom de forskjellige pølsene.

Effektplott for grad av rødhet (figur 4.35) viste at øverste nivå av cellulose og protein i forhold til stivelse ga maksimal grad av rødhet til pølsene. Nivået av inulin anses å ha liten innvirkning på rødfargen og effekten er ikke signifikant. Interaksjonsplottet for interaksjonen mellom inulin og forholdet mellom protein og stivelse (figur 4.36) bekrefter at effekten på rødhet er maksimal ved høyt nivå av protein. Samtidig bekrefter figuren at tilsetning av inulin har liten effekt på rødheten i pølsene, ettersom at grafene er noenlunde horisontale og kun varierer avhengig av nivå protein/stivelse. Resultatene fra fargeanalysen for forsøk 1 viste at økte nivå av tilsatt inulin resulterte i rødere pølser, mens økte nivå av cellulose hadde motsatt effekt. Resultatene fra forsøk 2 er derfor uventede, og det kan spekuleres i om økte nivå av protein i forhold til stivelse kan ha en innvirkning på effekten av de to fibre i forbindelse med rødhet. Økt protein innebærer også mer kjøtt, noe som vil gi større grad av rødhet i pølsene. Enveis variansanalyse for grad av rødhet (tabell 4.38) viste at prøvene C2, C4, C6, D2, D3.1 og D4 var signifikant ulik Go' og mager med hensyn til rødfarge. Alle prøvene merket C inneholder laveste nivå protein/stivelse, er uten tilsetning av cellulose og med

henholdsvis stigende tilsetning av inulin. For prøvene merket D, er kun D3.1 tilsatt cellulose. Denne ble produsert to ganger, og dens identiske prøve er derimot signifikant lik Go' og mager. Dette tyder på variasjoner under produksjonen, og det velges derfor å fokusere på de resterende prøvene tilsatt inulin. Dette basert på at disse var signifikant ulik Go' og mager med hensyn til grad av rødhet. Derimot var ingen av prøvene tilsatt øverste nivå protein/stivelse signifikant ulik. Dette styrker spekulasjonen om at økende nivå av protein i forhold til stivelse har en innvirkning på de ulike fibrene når det gjelder rødhet. I forsøk 1 ble det konkludert med at tilsetning av cellulose ga lavere sensorisk fargeintensitet, og bidro til økt grad av hvithet i pølsene, noe som videre kan ses i sammenheng med grad av rødfarge i pølsene. Det er likevel slik at effekten av cellulose på grad av rødhet (a^*) fra forsøk 2 bør følges opp. Dette fordi at dersom resultatet bare skyldtes mer kjøtt, forventer man å se en effekt av kjøttmengde også på grad av hvithet (L^*).

Effektplott for grad av gulhet (figur 4.37) viste at økt tilsetning av cellulose førte til gulere pølser. Mengde inulin og forholdet mellom protein og stivelse ser ut til å ha minimal effekt på gulheten i produktene, og effekten er ikke signifikant. Interaksjonsplottet for interaksjonen mellom cellulose og forholdet mellom protein og stivelse (figur 4.38) viser til den samme effekten av cellulose, hvor graden av gulhet øker ved alle nivå protein/stivelse ved tilsetning av cellulose. Fargeanalysen fra forsøk 1 viste til den samme virkningen av cellulose og styrker dermed resultatene. Enveis variansanalyse for grad av gulhet i prøvene (tabell 4.39), viste at alle pølsene var signifikant like Go' og mager i forhold til grad av gulhet, med unntak av prøven E3. Denne inneholder 0,7 % cellulose og 1,15 % inulin. Ettersom at denne er den eneste som er signifikant ulik, er det ikke mulig å utpeke en faktor som har innvirkning på pølsene i forhold til grad av gulhet. Basert på resultatene fra effektplottene er det likevel tydelig at tilsetning av fiber i form av cellulose har en innvirkning på gulfargen i pølsene.

5.2.6 Væsketap ved tining

Effektplottet som illustrerer de forskjellige faktorenes innvirkning på væsketapet i prøvene (figur 4.39), viste at økt tilsettelse av cellulose hadde signifikant betydning for grad av væsketap. Tilsetning av fiberet førte til minimalt væsketap for pølsene, og understreker dermed cellulosens nytteverdi som vannbinder. Faktorene inulin og forholdet mellom protein og stivelse ansees å ha mindre betydning for graden av væsketap, og effektene var ikke signifikant. Dette skyldes at økt proteininnhold kompenserer for reduksjon i stivelse. Forsøk 1

viste at pølsene tilsatt inulin generelt sett førte til større grad av væsketap i pølsene, noe som kan være problematisk i forhold til en eventuell benyttelse av inulin som fetterstatter i grillpølser. Resultatene fra måling av væsketap viser at små mengder av tilsatt cellulose er nok til at dette ikke blir et problem, og underbygger dermed valget om å tilsette cellulose i kombinasjon med inulin.

5.2.7 Evaluering av metode

Gildes Go' og mager er normalt sammensatt av flere råvarer enn det var mulig å få til under forsøket. Det var ønskelig med en tilnærmet identisk prøve for bedre sammenligning og vurdering av om eventuelle varianter kunne oppnå suksess i markedet, og det ble derfor «simulert» en resept ved å benytte de samme kjøttråvarene som i de andre prøvene.

Etter at pølsene hadde gjennomgått røyking og koking ble de overført til et kjølerom, hvor de ble stående 3 netter før skinnet ble fjernet, og pølsene videre ble pakket og vakuumert. Dette hadde en negativ innvirkning på det endelige resultatet. Utseendemessig var det tydelig at pølsene hadde tørket, og ved den uhøytidelige smakingen, som foregikk samme dag som pølsene ble pakket, var det merkbart at pølsenes ytre var hardt og seigt. Dette kan videre ha hatt en innvirkning under vurdering av ulike egenskaper ved de sensoriske analysene av pølsene, og ble blant annet kommentert som negativt av en av deltakerne i ekspertpanelet.

5.3 Hvilken pølseresept kan erstatte Go' og mager?

Hovedmålet med oppgaven var å undersøke muligheten for å benytte fiber i form av inulin og cellulose, hver for seg eller i kombinasjon, som fetterstatter i grillpølser. Forsøk 1 baserte seg på et blandingsdesign for å teste ytterpunkter i produktet, mens forsøk 2 baserte seg på et faktorielt design krysset med et blandingsdesign med utgangspunkt i resultatene fra forsøk 1. På bakgrunn av forsøk 1 ble det konkludert med at tilsetning av inulin gir mer faste pølser med dårlig vannbinding, mens tilsetning av cellulose gir mykere pølser og god vannbinding. Fibrene har dermed egenskaper som utfyller hverandre, og det ble valgt å tilsette en kombinasjon av disse under forsøk 2. Derimot har inulin en smaks- og konsistensmessig fordel basert på sensorisk analyse, og det ble med hensyn til dette valgt å tilsette større mengde inulin enn cellulose. For å regulere fastheten i pølsene ble det vedtatt å variere i

mengde protein og stivelse, da disse faktorene viste seg å ha en innvirkning på fastheten.

Under videre reseptoptymalisering til forsøk 2 ble det fastsatt visse forhåndsbestemte krav:

- 8,5 % fett
- Ratio protein:stivelse: 10 , 11 og 12 % protein og henholdsvis 5, 4 og 3 % stivelse
- 1,6 % salt
- 0,5 kg storfe 21 %
- 0 kg svin 6 %
- 0 kg storfe 5 %
- Batch total: 10 kg

Kravene ble fastsatt med bakgrunn i anbefalinger fra industrien for en eventuell fremtidig interesse, samt kravene for nøkkelhullsmerking (Forskrift om frivillig merking med Nøkkelhullet 2015). For å oppnå kravene til merking av pølsevariantene som en «kostfiberkilde», ble det vedtatt å tilsette opp til 3 % fiber. Basert på resultatene fra forsøk 1, ble det ansett som hensiktsmessig å tilsette en kombinasjon av cellulose og inulin for å oppnå en pølse med ønsket smak og konsistens ved slike høye nivå av fiber. Når det gjelder fiberinnhold, er det kun variantene tilsatt 3 % fiber (C5, D5 og E5) som kan merkes med en «kostfiberkilde». Av disse variantene er prøven E5 den eneste tilsatt 12 % protein og som dermed kan merkes som en «proteinkilde». Denne er også den eneste tilsatt 3 % stivelse, noe som anses å bidra til en mer helsemessig gunstig sammensetning ettersom innhold av raske karbohydrater reduseres. Prøven E5 kan dermed merkes som både en «kostfiberkilde» og en «proteinkilde», noe som vil være en fordel ved markedsføring og salg av produktet. Særlig er merkingen av produktet som en kilde til fiber viktig for helseimageet til pølser. For å kunne deklare et produkt med «høyt kostfiberinnhold» kreves tilsetning av større mengder fiber. Det kunne vært interessant å teste, og kan gjøres ved å halvere fettinnholdet til ca. 4,2 %. Imidlertid er det i første omgang viktig å få et produkt som kan markedsføres som en kilde til fiber ut i markedet.

Ekspertvurdering viste derimot også at flere av variantene ble vurdert noenlunde likt, og panelet hadde vanskeligheter med å velge seg ut en gjennomgående favoritt. Til tross for at variantene med 3 % fiber (C5, D5 og E5) kommer noe dårligere ut enn markedsleder Go' og mager, er disse likevel signifikant like Go' og mager basert på Tukeys parvise sammenligning. Variantene kan også markedsføres med påstand om «kostfiberkilde» og

dermed oppnå utvidet markedspotensial, og anbefales likevel som salgsvare. For å oppnå en mer ønsket profil når det gjelder smak, anbefales også videre testing med ulike krydder.

5.4 Videre arbeid

Vi anbefaler at det utføres en forbrukertest på pølsene for å kartlegge om produktet er noe forbrukeren ønsker, og som videre vil bidra til økt salg og økonomisk vekst for bedriften. Det kan også vurderes om erstatning av noe av fettene med planteoljer vil gi et mer gunstig produkt, både i forhold til en sunnere fettsyreprofil og for pølsenes tekstur. Planteoljer er antatt å ha en positiv innvirkning på konsistens ved tilsetning av fiber, i og med at fibertilsetning kan gi noe tørre pølser (Muguerza et al. 2002). Det kan også vurderes tilsetninger av ulike krydder, løk og lignende for en bedre smaksprofil. I tillegg kan det være interessant å benytte mikroskopi for å undersøke hvordan fibre tilsatt fordeler seg i de ulike pølsevariantene, samt gjennomføre analyser for bestemmelse av kjemisk sammensetning i endelig produkt.

Referanser

- Adam, C. L., Williams, P. A., Dalby, M. J., Garden, K., Thomson, L. M., Richardson, A. J., Gratz, S. W. & Ross, A. W. (2014). Different types of soluble fermentable dietary fibre decrease food intake, body weight gain and adiposity in young adult male rats. *Nutrition & Metabolism*, 11.
- Ahmad, S. R., Gokulakrishnan, P., Giriprasad, R. & Yattoo, M. A. (2015). Fruit-based Natural Antioxidants in Meat and Meat Products: A Review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55 (11): 1503-13.
- Aleson-Carbonell, L., Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, J. A. & Kuri, V. (2005). Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. *Food Science and Technology International*, 11 (2): 89-97.
- Almeida, C. M., Wagner, R., Mascarin, L. G., Zepka, L. Q. & Campagnol, P. C. B. (2014). Production of low-fat emulsified cooked sausages using amorphous cellulose gel. *Journal of Food Quality*, 37 (6): 437-443.
- Alvarez, D. & Barbut, S. (2013). Effect of inulin, beta-Glucan and their mixtures on emulsion stability, color and textural parameters of cooked meat batters. *Meat Science*, 94 (3): 320-327.
- Bjørneboe, G.-E. (2009). *Cellulose: Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/cellulose> (lest 21.04.2015).
- Borregaard. (2014). *SenseFi*, Borregaard.
- Borregaard. (2015). *Om oss*. Tilgjengelig fra: <http://www.borregaard.no/Om-oss> (lest 18.04.2015).
- Brenden, A. (1998). *Mikrobiologi, produktkjemi og ernæring*. Oslo: Yrkesopplæring. 224 s.
- Brummer, Y., Kaviani, M. & Tosh, S. M. (2015). Structural and functional characteristics of dietary fibre in beans, lentils, peas and chickpeas. *Food Research International*, 67: 117-125.
- Businessdictionary.com. (2015). *Product development*: WebFinance, Inc. . Tilgjengelig fra: <http://www.businessdictionary.com/definition/product-development.html>.
- Cengiz, E. & Gokoglu, N. (2007). Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 42 (3): 366-372.
- Chinapongtitiwat, V., Jongaroontaprangsee, S., Chiewchan, N. & Devahastin, S. (2013). Important flavonoids and limonin in selected Thai citrus residues. *Journal of Functional Foods*, 5 (3): 1151-1158.
- Choct, M. (1997). Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. *Feed milling international*, 191: 13-26.
- Cierach, M., Modzelewska-Kapitula, M. & Szacilo, K. (2009). The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. *Meat Science*, 82 (3): 295-299.
- Cofrades, S., Hughes, E. & Troy, D. J. (2000). Effects of oat fibre and carrageenan on the texture of frankfurters formulated with low and high fat. *European Food Research and Technology*, 211 (1): 19-26.
- Corradini, C., Lantano, C. & Cavazza, A. (2013). Innovative analytical tools to characterize prebiotic carbohydrates of functional food interest. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405 (13): 4591-4605.
- Devore, J. L. & Berk, K. N. (2012). *Modern mathematical statistics with applications*. New York: Springer. XII, 845 s.
- Egelandsdal, B. (u.å.). *Tekstur analyse av pølser*: NMBU. Upublisert manuskript.
- Erling Reinholdt Bernatek & Store norske leksikon (2005-2007). (2009). *Stivelse*: Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/stivelse> (lest 12.05.2015).

- Essien, E. (2003). *Sausage manufacture: principles and practice*. Boca Raton: CRC. viii, 89 s.
- Felisberto, M. H. F., Galvao, M., Picone, C. S. F., Cunha, R. L. & Pollonio, M. A. R. (2015). Effect of prebiotic ingredients on the rheological properties and microstructure of reduced-sodium and low-fat meat emulsions. *Lwt-Food Science and Technology*, 60 (1): 148-155.
- Forskrift om ernærings- og helsepåstander. (2010). *Forskrift om ernærings- og helsepåstander om næringsmidler*. omsorgsdepartementet, H.-o.
- Forskrift om frivillig merking med Nøkkelhullet. (2015). *Forskrift om frivillig merking av næringsmidler med Nøkkelhullet*. omsorgsdepartementet, H.-o.
- Garcia, M. L., Caceres, E. & Selgas, M. D. (2006). Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (10): 1207-1215.
- Helsedirektoratet. (2013). Sluttrapport. Handlingsplan for bedre kosthold i befolkningen 2007-2011, IS-0368. Oslo.
- Helsedirektoratet. (2015a). *Kostråd fra Helsedirektoratet*. Tilgjengelig fra: <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/kosthold-og-ernering/kostrad-fra-helsedirektoratet> (lest 27.04.2015).
- Helsedirektoratet. (2015b). *Næringsstoffanbefalinger – energi, karbohydrater, fett, protein, vitaminer, mineraler*. Tilgjengelig fra: <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/kosthold-og-ernering/neringsstoffanbefalinger-energi-karbohydrater-fett-protein-vitaminer-mineraler> (lest 27.04.2015).
- Helsedirektoratet. (2015c). Utviklingen i norsk kosthold. Matforsyningsstatistikk og forbrukundersøkelser, IS-2256. Oslo: Helsedirektoratet.
- Hemmer, E. (1997). *Kjøtt-teknologi*. Trondheim: Tapir. 263 s.
- Hendriksen, M. A. H., van Raaij, J. M. A., Geleijnse, J. M., Breda, J. & Boshuizen, H. C. (2015). Health gain by salt reduction in europe: a modelling study. *PloS one*, 10 (3): e0118873.
- Huang, J., Shang, Z. Q., Man, J. M., Liu, Q. Q., Zhu, C. J. & Wei, C. X. (2015). Comparison of molecular structures and functional properties of high-amylose starches from rice transgenic line and commercial maize. *Food Hydrocolloids*, 46: 172-179.
- Keenan, D. F., Resconi, V. C., Kerry, J. P. & Hamill, R. M. (2014). Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. *Meat Science*, 96 (3): 1384-1394.
- Kim, H. J. & Paik, H. D. (2012). Functionality and Application of Dietary Fiber in Meat Products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 32 (6): 695-705.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. New York: Springer. XXIII, 596 s.
- Mattilsynet. (2012). *Allergener*. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/merking_av_mat/allergener/ (lest 18.04.2015).
- Mattilsynet. (2013). *Ernærings- og helsepåstander*. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/merking_av_mat/ernarings_og_helsepastander/ (lest 24.04.2015).
- Mattilsynet. (2014). *Matkontaktmaterialer (emballasje)*. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/produksjon_av_mat/matkontaktmaterialer/ (lest 24.04.2015).
- Mattilsynet, Helsedirektoratet & Universitetet i Oslo. (2014). *Matvaretabellen 2014*. Tilgjengelig fra: www.matvaretabellen.no (lest 21.04.2015).

- Mattilsynet. (2015a). *Generelle krav til merking av mat*. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/merking_av_mat/generelle_kvav_til_merking_av_mat/ (lest 24.04.2015).
- Mattilsynet. (2015b). *Hva innebærer matinformasjonsforskriften?* Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/merking_av_mat/kvalitetsbestemmelser/hva_innebaerer_matinformasjonsforskriften.3799 (lest 24.04.2015).
- Mattilsynet. (2015c). *Nytt nøkkelhull fra 1. mars*. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/merking_av_mat/nokkelhullet/nytt_nokkelhull_fra_1_mars.18248 (lest 24.04.2015).
- Mehta, N., Ahlawat, S. S., Sharma, D. P. & Dabur, R. S. (2015). Novel trends in development of dietary fiber rich meat products—a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (2): 633-647.
- Meld. St. 34 (2012/2013). (2013). *Folkehelsemeldingen — God helse – felles ansvar*. Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet.
- Menegas, L. Z., Pimentel, T. C., Garcia, S. & Prudencio, S. H. (2013). Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat Science*, 93 (3): 501-506.
- Miller, R. G. (1997). *Beyond ANOVA: basics of applied statistics*. London: Chapman & Hall. XVIII, 317 s.
- Minitab-support. (2015a). *Factorial designs*: Minitab Inc. Tilgjengelig fra: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/doe/factorial-designs/factorial-designs/> (lest 17.04.2015).
- Minitab-support. (2015b). *Using multiple comparisons to assess the practical and statistical significance of differences between means*: Minitab Inc. Tilgjengelig fra: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/multiple-comparisons/using-multiple-comparisons-to-assess-differences-in-means/> (lest 18.04.2015).
- Minitab-support. (2015c). *What is a designed experiment?*: Minitab Inc. . Tilgjengelig fra: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/doe/basics/what-is-a-designed-experiment/> (lest 17.04.2015).
- Minitab-support. (2015d). *What is a mixture design?*: Minitab Inc. Tilgjengelig fra: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/doe/mixture-designs/what-is-a-mixture-design/> (lest 17.04.2015).
- Minitab-support. (2015e). *What is an interaction?*: Minitab Inc. Tilgjengelig fra: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/anova-models/what-is-an-interaction/> (lest 17.04.2015).
- Minitab 17. (2015). *StatGuide*. 17.2.1 utg.: Minitab Inc.
- Mohammadi, M. & Oghabi, F. (2012). Development of low-fat and low-calorie beef sausage using modified starch as fat replacement agent. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (6): 1291-1296.
- Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasaran, I. & Bloukas, J. G. (2002). Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 61 (4): 397-404.
- Nes, M., Müller, H., Pedersen, J. I. & Pedersen, J. I. (1998). *Ernæringslære*. Oslo: Landsforeningen for kosthold og helse. 395 s.
- NIST/SEMATECH. (2012). *e-Handbook of Statistical Methods*: NIST/SEMATECH 2012. Tilgjengelig fra: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>.
- Nortura. (2015). *Nortura*. Tilgjengelig fra: <http://www.nortura.no> (lest 18.04.2015).

- Petersson, K., Godard, O., Eliasson, A. C. & Tornberg, E. (2014). The effects of cereal additives in low-fat sausages and meatballs. Part 2: Rye bran, oat bran and barley fibre. *Meat Science*, 96 (1): 503-508.
- Pietrasik, Z. & Janz, J. A. M. (2010). Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International*, 43 (2): 602-608.
- Romans, J. R. (2001). *The Meat we eat*. Danville, Ill.: Interstate Printers & Publishers. xvi, 1112 s.
- Sajilata, M. G., Singhal, R. S. & Kulkarni, P. R. (2006). Resistant starch - A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5 (1): 1-17.
- Slavin, J. (2013). Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients*, 5 (4): 1417-1435.
- Stone, H. & Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices*. London: Elsevier acad. press. xiv, 374 s.
- Store norske leksikon (2005-2007). (2015). *Kostfiber*: Store medisinske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/kostfiber>.
- Taghipoor, M., Barles, G., Georgelin, C., Licois, J. R. & Lescoat, P. (2014). Digestion modeling in the small intestine: Impact of dietary fiber. *Mathematical Biosciences*, 258: 101-112.
- Talukder, S. (2015). Effect of Dietary Fiber on Properties and Acceptance of Meat Products: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55 (7): 1005-1011.
- Universitetet i Oslo, I. f. b. (2014). *Stivelse*. Oslo. Tilgjengelig fra: <http://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/s/stivelse.html> (lest 11.05.2015).
- Universitetet i Oslo, I. f. b. (2015). *Maillardreaksjoner*. Oslo. Tilgjengelig fra: <http://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/m/maillard.html> (lest 05.05.2015).
- Whitney, E. N. & Rolfes, S. R. (2011). *Understanding nutrition*. 12th ed. utg. Belmont, Calif.: Wadsworth Cengage Learning. 1 b. : s.
- Wikipedia. (2015). *Sommelier*. Tilgjengelig fra: http://en.wikipedia.org/wiki/Sommelier#Other_types_of_sommelier (lest 11.05.2015).

Vedlegg

1. Kjøttsorteringer
2. Resepter til forsøk 1
3. Skjema til sensorisk profilering, forsøk 1
4. Egenskapsforklaring til sensorisk profilering
5. Skjema til ekspertvurdering, forsøk 1
6. Innstillinger for kjøttvariabler for teksturanalyse
7. Resterende figurer for sensorisk profilering, forsøk 1
8. Resepter til forsøk 2
9. Skjema til ekspertvurdering, forsøk 2
10. Resterende figurer for sensorisk profilering, forsøk 2
11. Resterende figurer for teksturanalyse, forsøk 2
12. Resterende figurer for fargeanalyse, forsøk 2
13. Resterende figurer for væsketap, forsøk 2
14. Resterende figurer for ekspertvurdering, forsøk 2

Vedlegg 1: Kjøttsorteringer

Tabell 3: Oversikt over aktuelle kjøttsorteringer til utarbeidelse av resept

Kjøttsortering	Fett %	Vann %	Protein %	Bindevev, kollagen	Bindevevsprotein av total protein %
Storfe kjøtt sort 5 %	5,0	74,0	20,5		
Storfe kjøtt sort 21%	21,0	61,5	17,2	4,0	23,0
Svine kjøtt sort 23%	23,0	60,0	16,3	2,3	14,0
Svine kjøtt sort 6%	6,0	74,0	20,0		
Svinesmåflesk u/svor	58,0	23,0	6,5	2,8	40,0
Svin picnicbog	7,0	70,0	21,0		

Vedlegg 2: Resepter til forsøk 1

Referanse-Resept

37	svinekjøtt 23 % fett
30,8	Vann/is
15	storfekjøtt 21 % fett
9	Svin småflesk uten svor
5,5	potetstivelse eller tapiokastivelse
1,7	Nitrittsalt
0,4	Krydder (50 hvit pepper/40 muskatnøtt/10 ingefær). Evt. velge ferdig blandet krydder og dosere etter anbefalinger
0,3	Dekstrose
0,2	Antioksidant (25% askorbinsyre/75% dekestrose)
0,1	Fosfat

Teoretiske analyser:

18 % fett
9,6 % protein
4,9 % karbohydrat
1,8 % salt (Na x 2,5)

Cellulose (SenseFi)

Tabell 2: Resepter med tilsatt cellulose, forsøk 1

Batch, navn	A1	A2	A3	A4.1 A4.2 A4.3	A5	A6	A7	K0
Råvarer/ingredienser	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg
Svin småflesk u/svor	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Svin 6 %	1,244	0,515	0,000	0,421	0,738	0,000	0,300	0,460
Svin 23 %	0,522	0,466	0,427	1,313	1,764	1,696	3,012	3,024
Svin Picnicbrog 7 %	2,562	3,369	3,939	2,810	2,128	2,954	1,618	1,442
Storfe 5 %	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Storfe 21 %	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Vann	4,222	3,975	3,729	3,856	3,920	3,675	3,618	3,695
Potetstivelse	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Cellulose	0,070	0,295	0,520	0,220	0,070	0,295	0,070	0,000
Fosfat	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Nitrittsalt/vakuumsalt	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Antioksidant	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Dekstrose	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Krydder	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Batch kg	10,000	10,000	9,995	10,000	10,000	10,000	9,999	10,000
Avviksprosent	99,45	99,290	99,140	99,35	99,450	99,290	99,450	99,500
Fettprosent	5,000	5,000	5,000	6,500	7,250	7,250	9,500	9,500

Inulin

Tabell 3: Resepter med tilsatt inulin, forsøk 1

Batch, navn	B1	B2	B3	B4.1 B4.2 B4.3	B5	B6	B7	K0
Råvarer/ingredienser	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg
Svin småflesk u/svor	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Svin 6 %	1,290	0,884	0,478	0,682	0,785	0,378	0,300	0,460
Svin 23 %	0,525	0,494	0,464	1,333	1,768	1,737	3,012	3,024
Svin Picnicbøg 7 %	2,511	2,961	3,410	2,521	2,076	2,526	1,618	1,442
Storfe 5 %	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Storfe 21 %	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Vann	4,193	3,956	3,719	3,834	3,891	3,654	3,589	3,695
Potetstivelse	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Inulin	0,100	0,325	0,550	0,250	0,100	0,325	0,100	0,000
Fosfat	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Nitrittsalt/vakuumsalt	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Antioksidant	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Dekstrose	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Krydder	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Batch, kg	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Avviksprosent	99,46	99,370	99,286	99,40	99,460	99,370	99,460	99,500
Fettprosent	5,000	5,000	5,000	6,500	7,250	7,250	9,500	9,500

Vedlegg 3: Skjema til sensorisk profilering, forsøk 1

Prøvenummer:

NB:

Indiker et tall for intensitet av prøven (1-9)

Fargetone	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Lys								Mørk

Fargeintensitet	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(Grad av farge)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ingen								Høy

Fasthet	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Løs								Fast

Saftighet	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tørr								Saftig

Kornethet/ Tørrhet	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ingen								Høy

Vedlegg 4: Egenskapsforklaring til sensorisk profilering

BEDØMMELSE AV PØLSER Egenskapsforklaring

SMAK	
Salt smak	Relateres til grunnsmaken salt, koksalt (NaCl) Ingen intensitet = ingen salt smak Tydelig intensitet = tydelig salt smak
Kjøttsmak	Smak av svinekjøtt, storfe Ingen intensitet = ingen kjøttsmak Tydelig intensitet = tydelig kjøttsmak
Kryddersmak	Smak av krydder (pepper, ingefær, hvitløk, muskat, paprika) Ingen intensitet = ingen kryddersmak Tydelig intensitet = tydelig kryddersmak
Røyksmak	Smak av røyk Ingen intensitet = ingen røyksmak Tydelig intensitet = tydelig røyksmak
TEKSTUR	
Hardhet	Mekanisk teksturegenskap relatert til kraft som må til for å bite gjennom prøven. Bedømmes med jekslene ved 1. bitt Ingen intensitet = ingen hardhet (myk) Tydelig intensitet = tydelig hardhet
Saftighet	Overflateteksturell egenskap som beskriver væske absorbert eller avgitt fra et produkt. Væske avgitt fra prøven , bedømt etter 4-5 tygg. Ingen intensitet = Ingen saftighet, ingen væske avgitt fra prøven Tydelig intensitet = Tydelig saftighet, tydelig mengde væske avgitt fra prøven
Fethet	Overflateteksturell egenskap relatert til mengde fett i et produkt. En fet fornemmelse fra prøven i munnen Ingen intensitet = ingen fethet Tydelig intensitet = tydelig fethet, tydelig fornemmelse av fett i munnen
Deighet	Mekanisk teksturegenskap relatert til kohesjon i et produkt. I munnen er det relatert til den anstrengelse som kreves for å finfordele produktet til en tilstand klar for svelging. Ingen intensitet = ingen deighet (kort, melen) Tydelig intensitet = tydelig deighet

Pølsemakertest

Navn: _____

Er du pølsemaker: _____

Annet yrke: _____

Du får utdelt en referanseprøve og 9 ulike prøvepølser. De 9 prøvene skal bedømmes opp mot referansen og grad av aksept på smak og konsistens. Til slutt i testen skal du si hvilken du likte best og dårligst.


Prøve _____

Veldig lik referanse Veldig ulik




Aksept: Hva syns du om smak og konsistens?

Smak:



Svært dårlig Lite god Passe god God Svært god

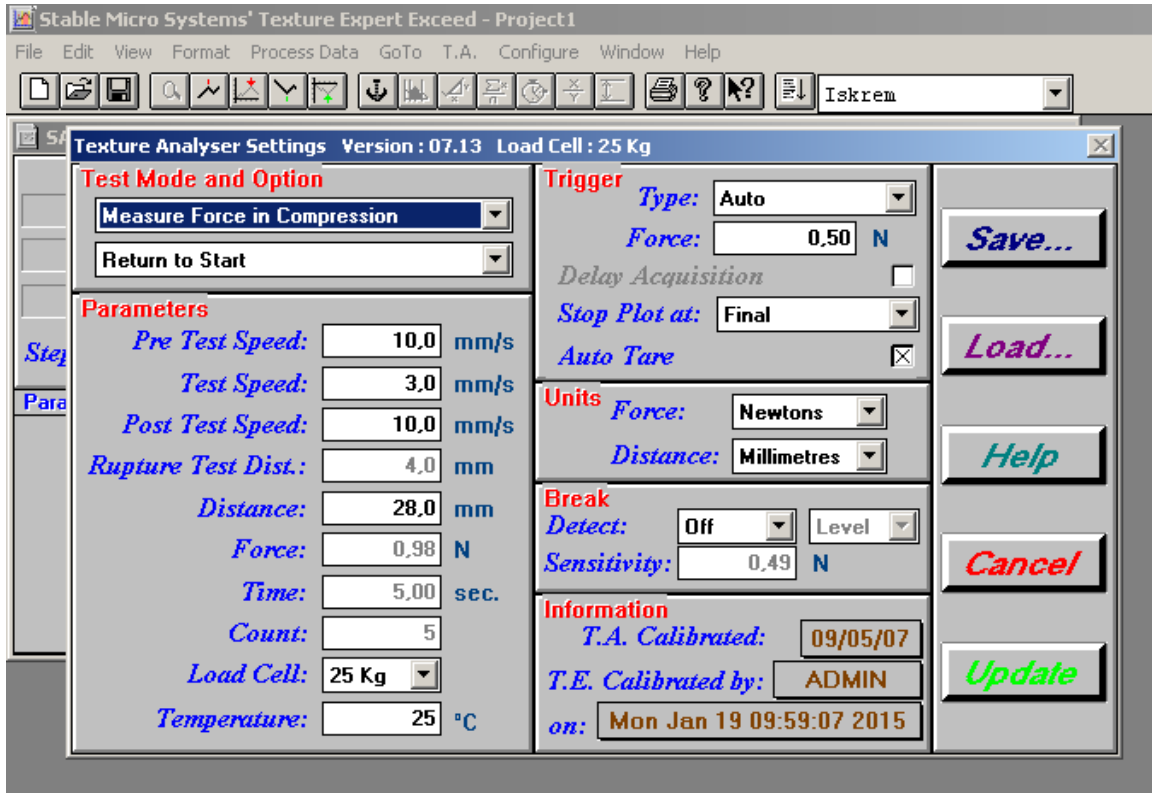
Konsistens:



Svært dårlig Lite god Passe god God Svært god

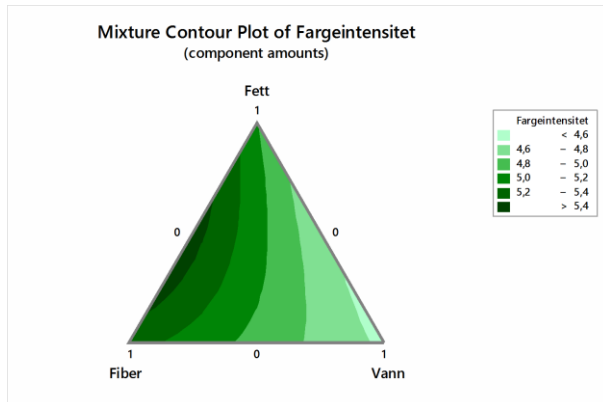
Vedlegg 6: Innstillinger og kjørevariabler for teksturanalyse

Følgende figur viser innstillinger benyttet til kalde pølser. For varme pølser endres temperatur til 72 °C.

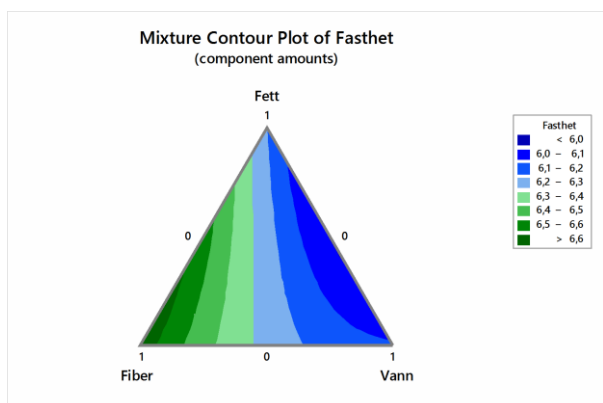


Vedlegg 7: Resterende figurer for sensorisk profilering, forsøk 1

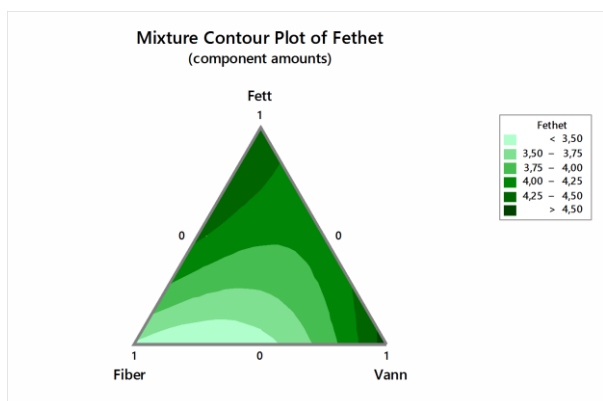
Fargeintensitet, inulin



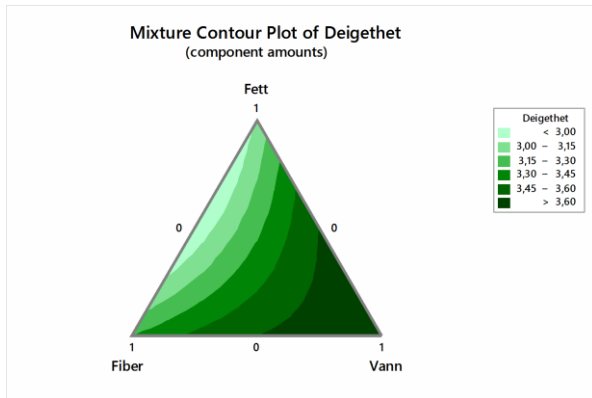
Fasthet, inulin



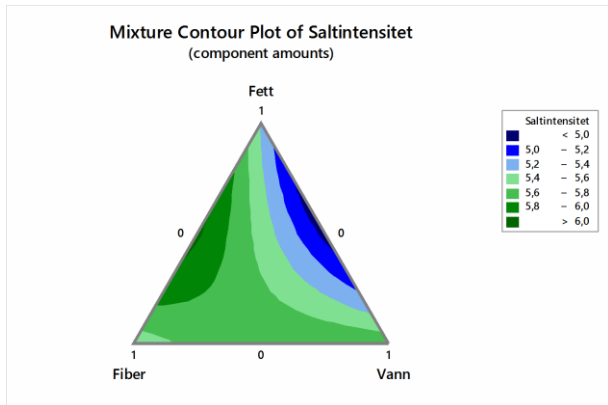
Fethet, cellulose



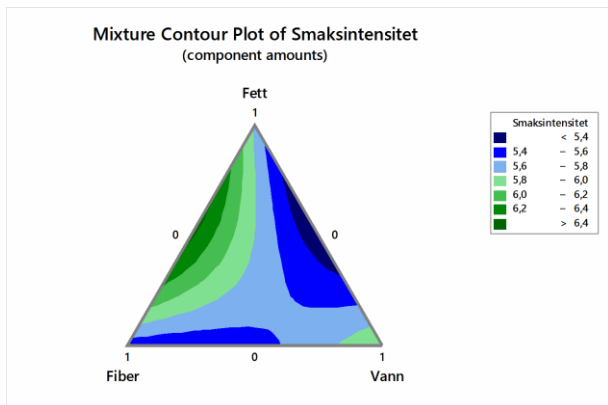
Deigethet, inulin



Saltintensitet, inulin



Smaksintensitet, inulin



Vedlegg 8: Resepter til forsøk 2

Tabell 4: Resepter til forsøk 2 for 10 % protein og 5 % stivelse

Batchnummer:	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Råvarer/Ingredienser	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg	Mengde, kg
Svin småflesk u/svor	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Svin 6%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Svin 23%	2,507	2,507	2,507	2,507	2,507	2,507
Svin Picnicbrog 7 %	2,407	2,407	2,407	2,407	2,407	2,407
Storfe 5 %	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Storfe 21 %	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Vann	3,757	3,827	3,642	3,712	3,527	3,597
Potetstivelse	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Cellulose	0,070	0,000	0,070	0,000	0,070	0,000
Inulin	0,000	0,000	0,115	0,115	0,230	0,230
Fosfat	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Nitrittsalt/vakuumsalt	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Antioksidant	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Dekstrose	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Krydder	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Batch, kg	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Avviksprosent	99,33	99,33	99,33	99,33	99,33	99,33
Fettprosent	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50

Pølsemakertest

Navn: _____

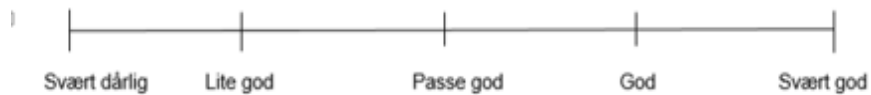
Er du pølsemaker: _____

Du får utdelt 10 ulike prøvepølser. De 10 prøvene skal bedømmes på grad av aksept på smak og konsistens. Til slutt i testen skal du si hvilken du likte best og dårligst.

Prøve _____

Aksept: Hva syns du om smak og konsistens?

Smak:

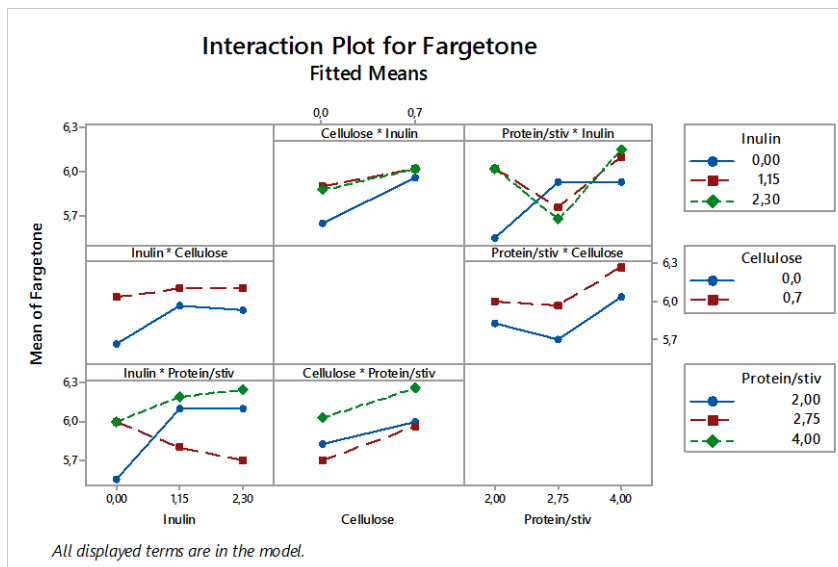
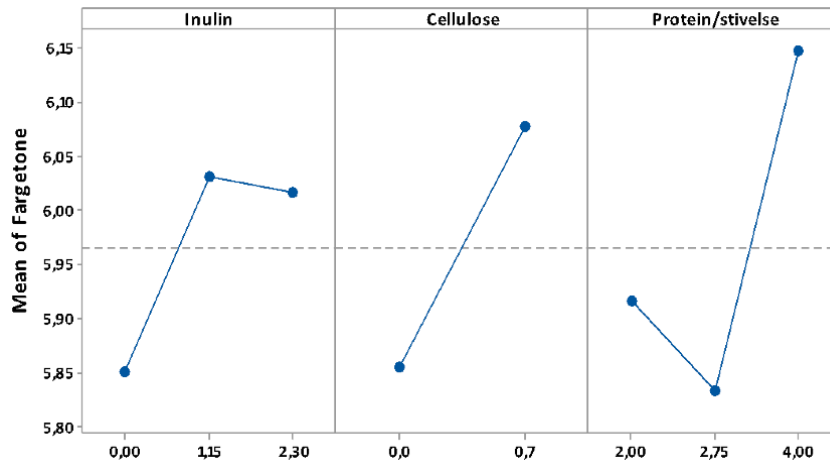


Konsistens:

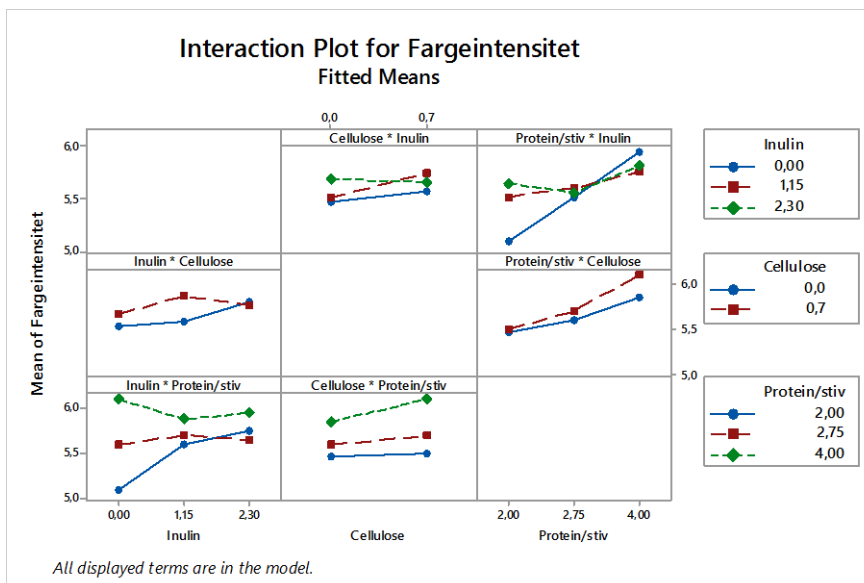
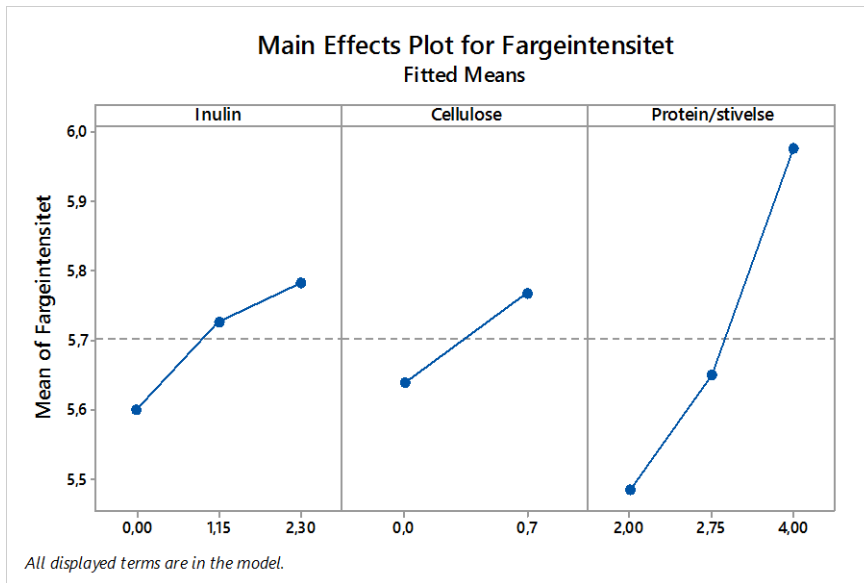


Vedlegg 10: Resterende figurer for sensorisk profilering, forsøk 2

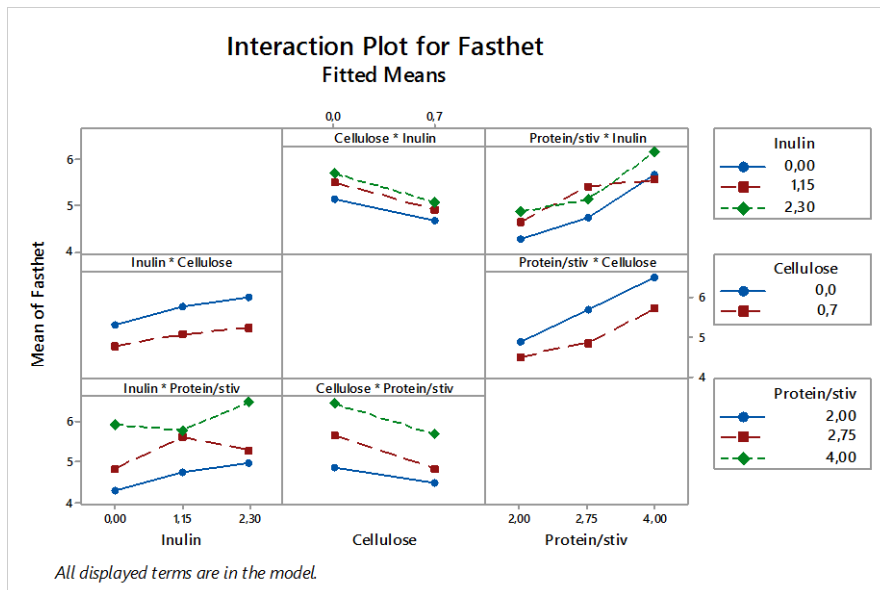
Fargetone



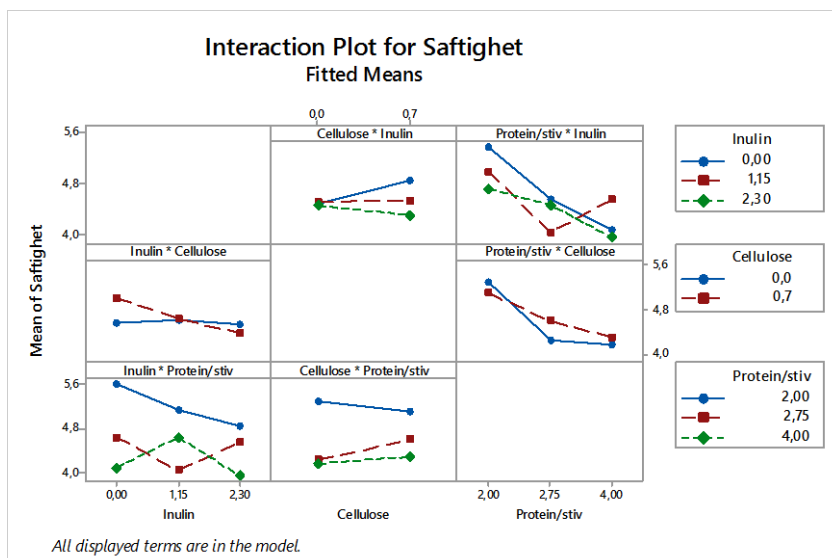
Fargeintensitet



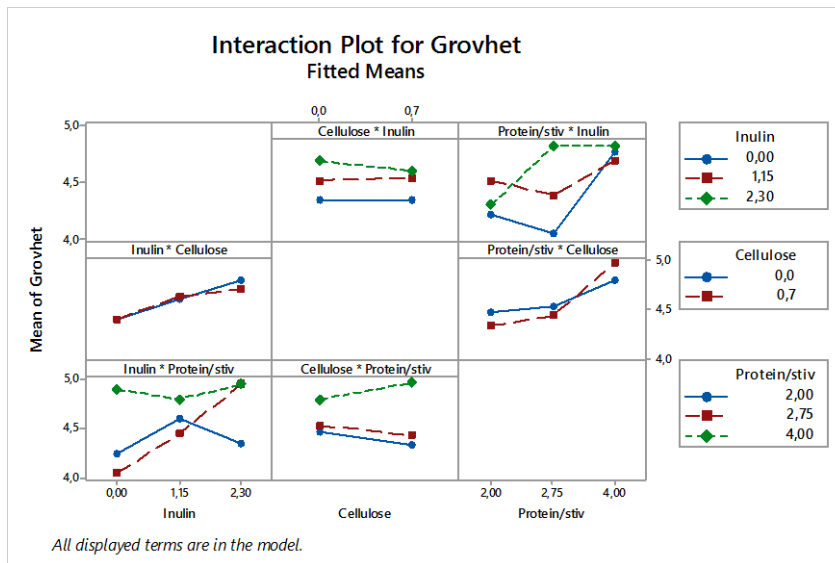
Fasthet



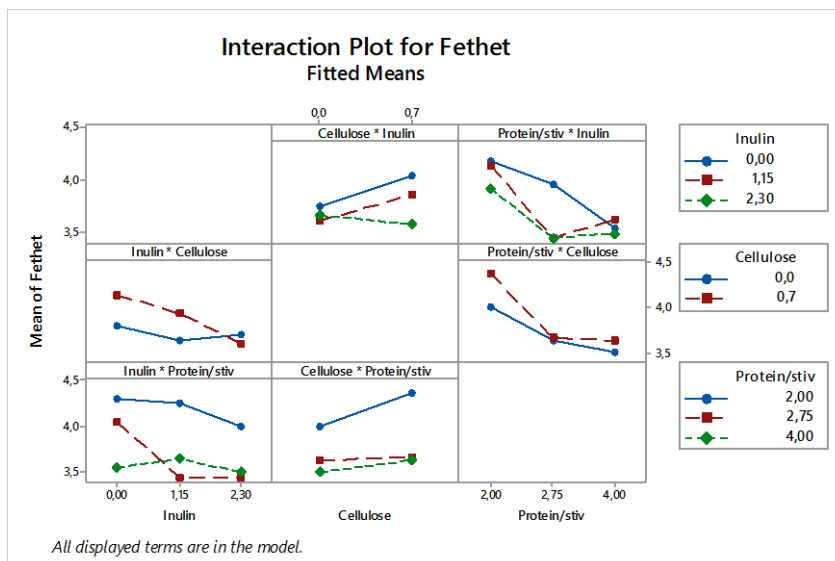
Saftighet



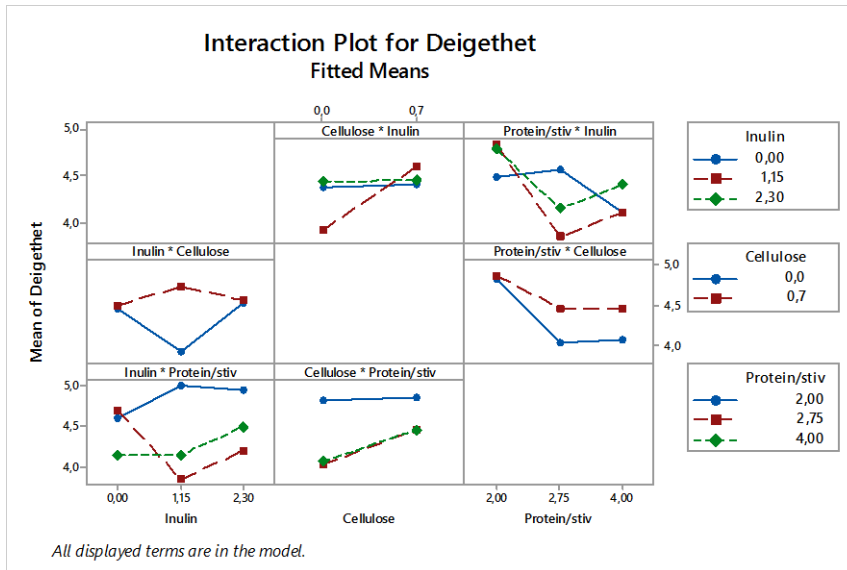
Grovhet



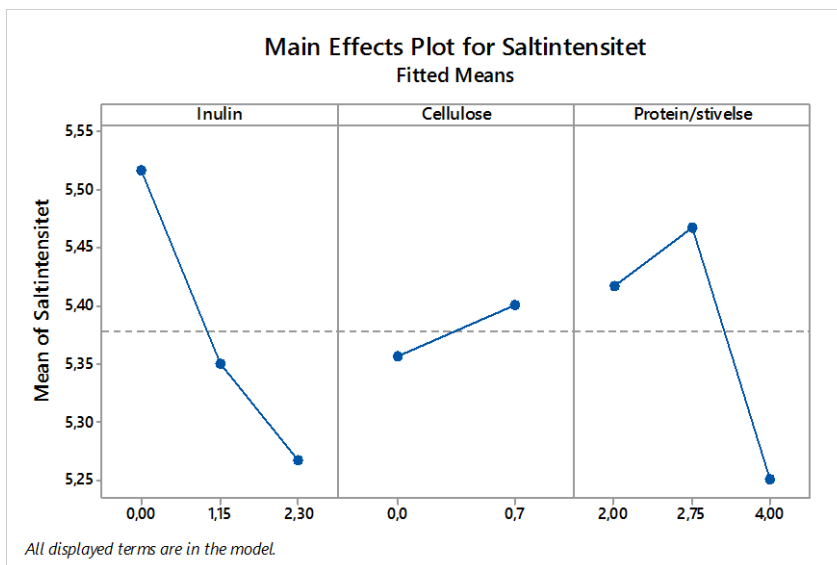
Fethet

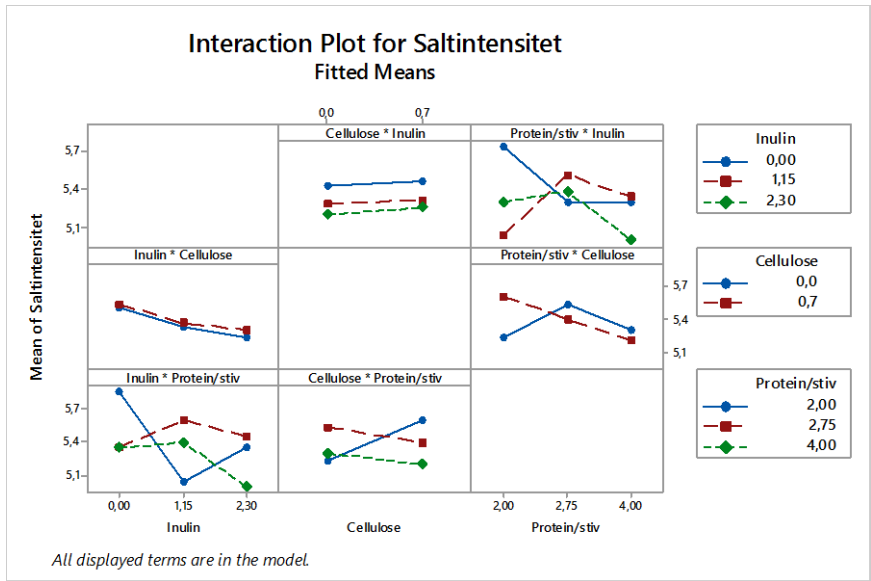


Deigethet

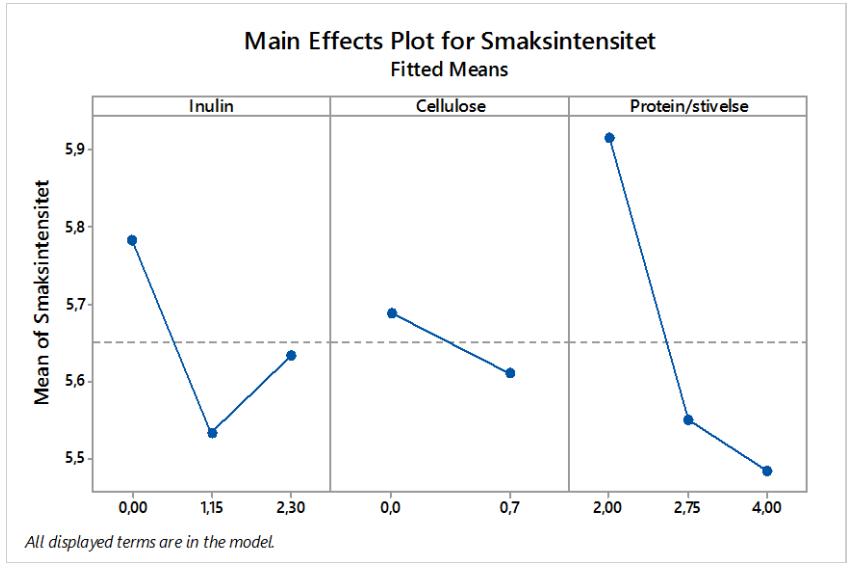


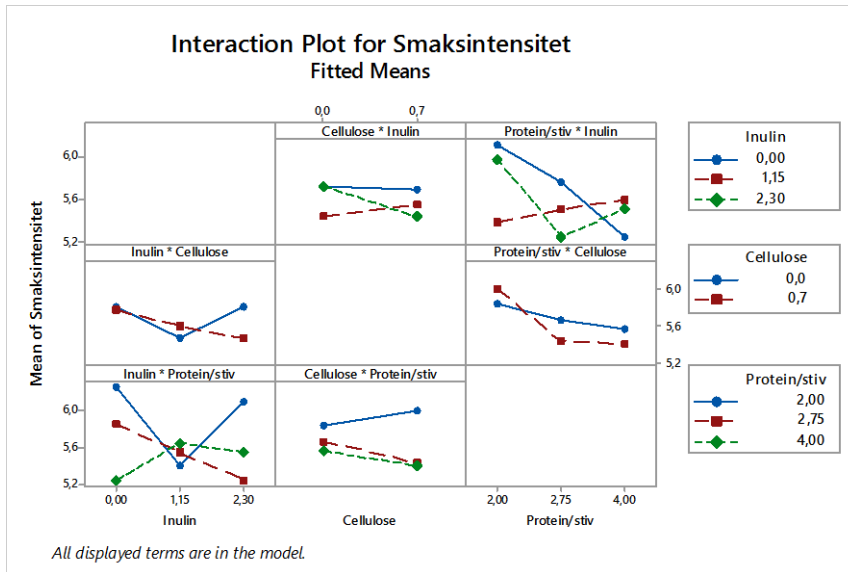
Saltintensitet



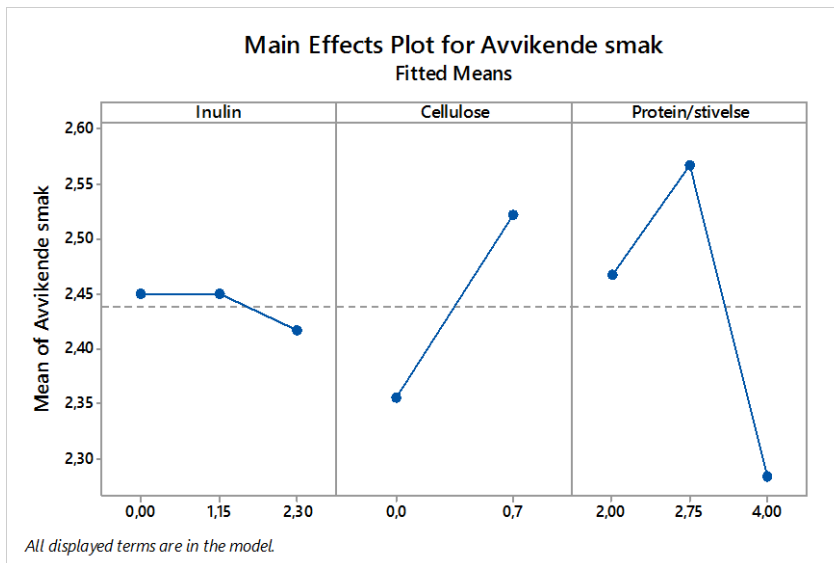


Smaksintensitet



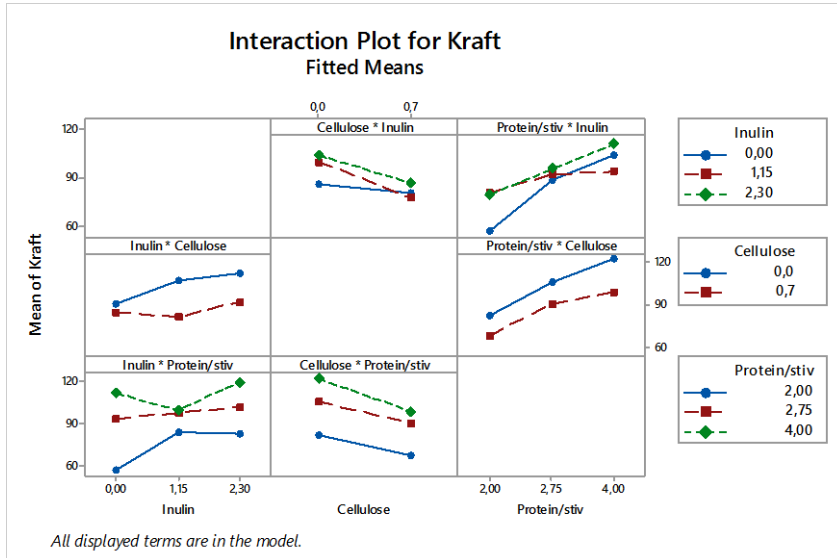


Avvikende smak

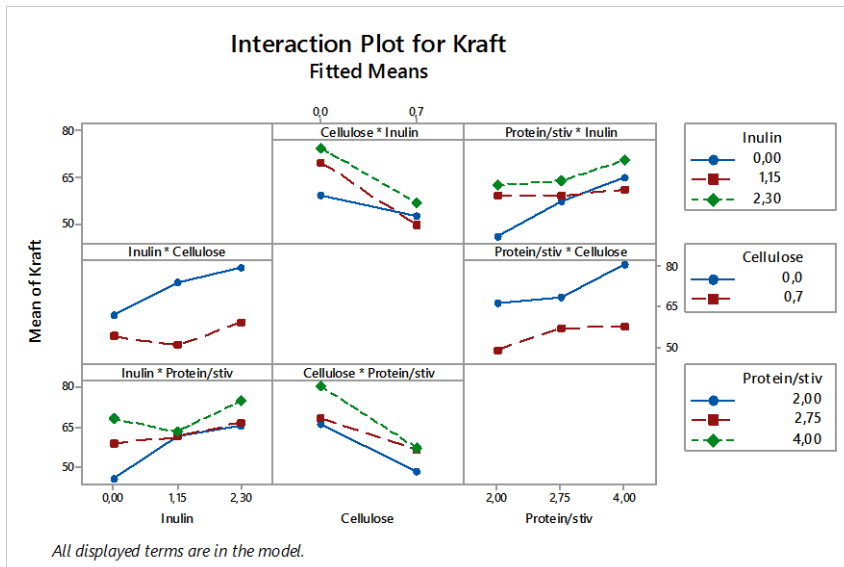


Vedlegg 11: Resterende figurer for teksturanalyse, forsøk 2

Kalde pølser

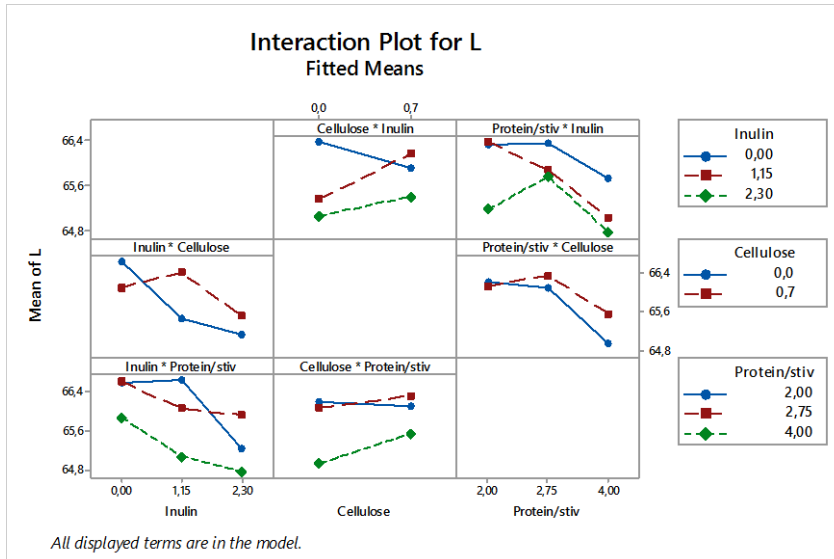


Varme pølser

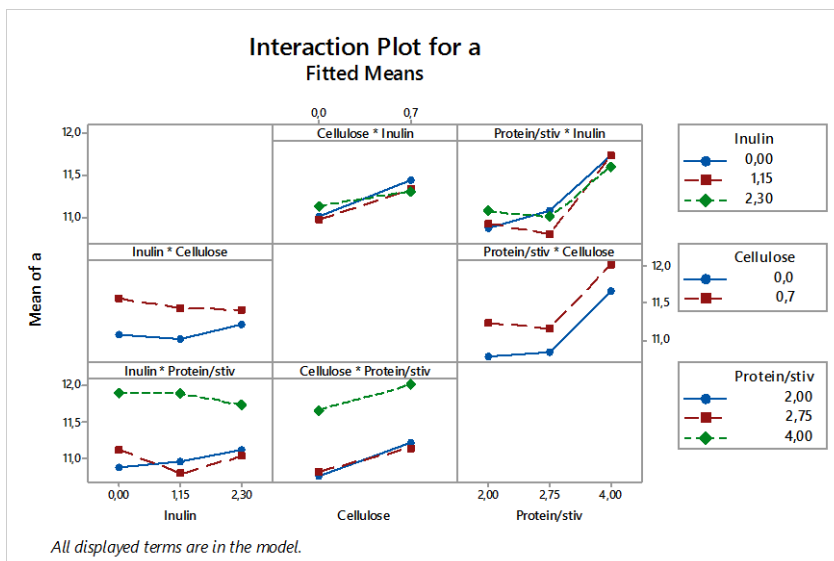


Vedlegg 12: Resterende figurer for fargeanalyse, forsøk 2

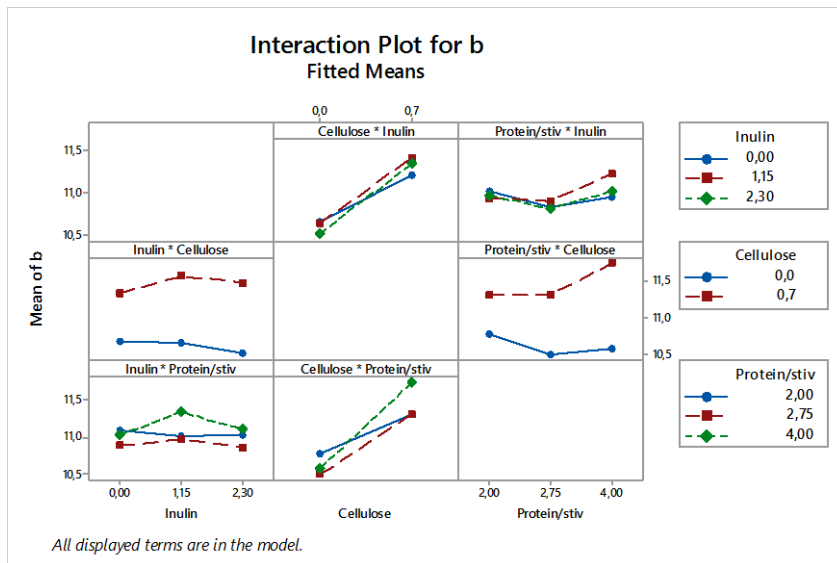
Grad av hvithet



Grad av rødhet

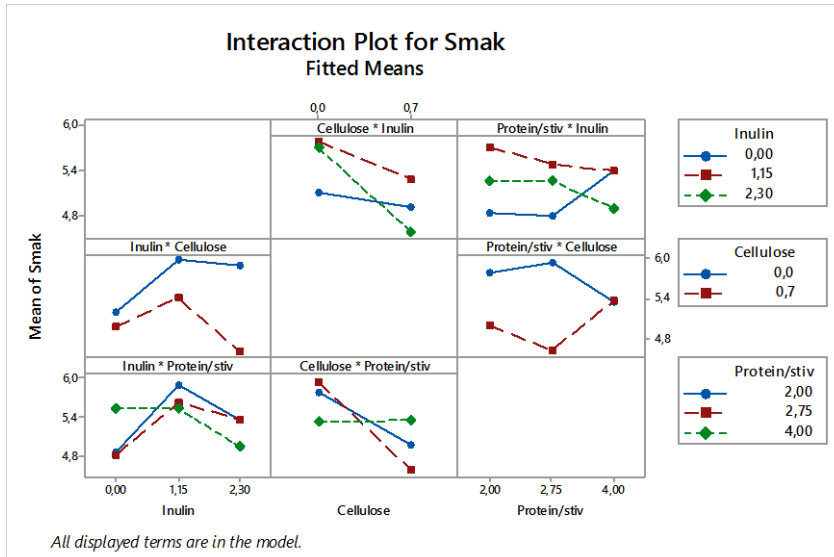


Grad av gulhet

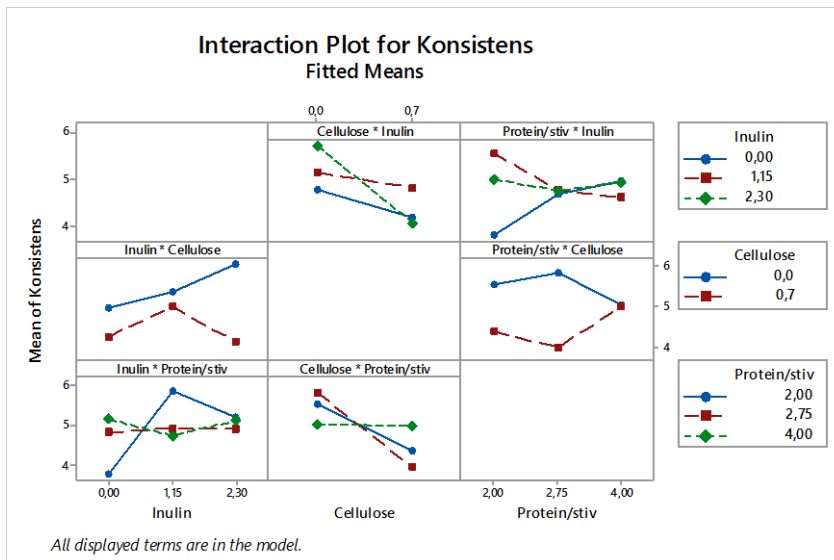


Vedlegg 14: Resterende figurer for ekspertvurdering, forsøk 2

Smak



Konsistens





Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no