

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

Masteroppgave 2016  
30 stp

# Utvikling av en sunnere spekepølse tilsatt kostfiber og mindre salt

## Development of a healthier fermented sausage containing dietary fiber and less salt

Ida Brurberg Andersen



## **Forord**

Kjøtt teknologi har alltid vært veldig spennende område. Etter mange års arbeid på Nortura håpet jeg å få mulighet til også å skrive en master der. På Kjøttfagdagen 2014 på Nofima kom jeg i snakk med Per Berg fra Nortura og arbeidet med en masteroppgave var i gang. Oppgaven er skrevet i samarbeid mellom Nortura og Institutt for kjemi, biovitenskap og matvitenskap (IKBM). Jeg vil gi en stor takk til mine veiledere professor Bjørg Egelanddal fra IKBM og Per Berg i Nortura. For praktisk gjennomføring av produksjon, målinger, registreringer og analyser vil jeg takke Pål Espung og alle dere på Nortura Sogndal som har vært involvert i oppgaven min. Sommerjobben på Nortura Sogndal var veldig nyttig før selve masteroppgaven. Dere tok godt i mot meg, også når jeg var der i forbindelse med masteroppgaven. Takk til Kathrine Lunde i Animalia og Mari Øvrum Gaarder i Nortura for hjelp til både oppsett av spørreskjema til forbrukerundersøkelse og utvelgelse av prøver.

Ås, mai 2016



## Sammendrag

Spekepølse er et populært kjøttprodukt til brødmåltider. Spekepølser inneholder mye mettett fett og salt og oppfattes derfor som et usunt produkt. Dagens kostråd anbefaler å spise matvarer som inneholder mindre mettett fett, salt og sukker. Nordmenn får i seg for lite fiber på dagsbasis. En tilsetning av fiber i kjøttprodukter vil derfor bidra til å øke anbefalt inntak av fiber i kosten på 25 g/dag hos kvinner og 30 g/dag hos menn. Hensikten med oppgaven var å lage en sunnere spekepølse en salamitype tilsatt 3 % fiber og mindre salt.

To typer salami ble laget. En type med 35 % fett og en lav fett variant med 15 % fett. I begge fettnivåene ble det tilsatt to saltnivåer, både dagens saltinnhold og med 20 % reduksjon. I dag blir halvtint kjøttråstoff benyttet til produksjon av spekepølse. Halvtint råstoff fører til store energikostnader som er ønskelig å redusere. Derfor ble det benyttet ulik andel med ferskt og frossent kjøttråstoff i produksjonen. Om næringsmiddelindustrien skal kunne deklare sine produkter med en kilde til fiber må det tilsettes 3g fiber pr 100 g. Det var derfor ønskelig å utforske muligheten for tilsetning av 3 % fiber i spekepølse. Det ble tilsatt et blandingsforhold av to forskjellige fibre slik at fiberinnhold i sluttprodukt var 3 %. Siden tekstur og konsistens blir en utfordring når fiber tilsettes og fett og salt reduseres var det ønskelig å se hva utslag det gir i en teksturanalyse, sensorisk og hva forbrukere mente.

Fett og salt har viktige funksjonelle og sensoriske egenskaper i spekepølse. Fett og salt bidrar til tekstur og smak. Produktet skal se akseptabelt ut. Spekepølsene som inneholdt mest frossent råstoff fikk et penere snitt i tekturen enn spekepølsene med større andel ferskt kjøttråstoff. Pølser med redusert fett ble signifikant mer hard i konsistensen. Salt er en smak som foretrekkes. For at forbrukerne skal akseptere en reduksjon av salt må saltet reduseres gradvis. Forbrukerundersøkelsen viste at spekepølser med redusert saltinnhold ble foretrukket fremfor spekepølser med dagens saltinnhold. Et innhold av fiber i spekepølse på 3 % påvirker konsistens i produktet. Fiber danner interaksjoner med vann og bidrar til å påvirke konsistensen i produktet. For å løse utfordringene med mindre salt, mettett fett og tilsetning av fiber har kjøttbransjen både teknologiske og produksjonsmessige utfordringer.

Smak og aroma er viktig for kvaliteten på spekepølse. Flyktige komponenter viste seg å ha signifikant påvirkning på andel frossent råstoff som ble benyttet. Spekepølser produsert med størst andel frossent råstoff ga en tendens til å inneholde mest flyktige forbindelser.

## **Abstract**

Sausage is a popular meat product to meals together with bread. Sausages contain a lot of saturated fat and salt and therefore perceived as an unhealthy meat product. Norwegian dietary guidelines recommend eating foods that contain less saturated fat, salt and sugar. Norwegians consume too little fiber on a daily basis. An addition of fiber in meat products will therefore help to increase the recommended intake of fiber in the diet at 25 g / day for women and 30 g / day for men. The aim of this study was to develop a healthier sausage, a salami type, added 3 % fiber and contain less salt.

Two types of salami were made. One type contained 35 % fat and the other type contained 15 % fat. In both fat levels there were added two salt levels, both current and salt content on 6 % salt and 4, 75 % salt. Today, half thawed raw materials are used for production of salami. Half thawed raw materials leads to large energy costs that is desirable to reduce. Therefore, it was used different percentage of fresh and frozen raw materials in production. If the food industry should be able to declare their products with a source of fiber, it must be added 3g fiber per 100 g product. It was therefore desirable to explore the possibility of adding 3% fiber in salami. It was added a ratio of two different fibers so that the fiber content in the final product was 3%. Since texture and consistency becomes a challenge when fiber is added and fat and salt is reduced, it was desirable to see what effect it gives in a texture analysis, sensory and in a consumers test.

Fat and salt have important functional and sensory properties in salami. Fat and salt provide texture and taste. The product should also look acceptable. Cured sausages which contained most frozen percentage of raw materials got a nicer appearance in texture than cured sausages with a smaller percentage of fresh meat. Sausages with reduced fat were significantly harder in consistency. Salt is a flavor that is preferred by consumers. To enable consumers to accept a reduction of salt, the salt must be gradually reduced. The consumer test showed that sausages with a reduced salt content were preferred over sausages with the current salt content. A 3 % content of fiber in fermented sausages would affect the consistency in the product. Fiber would form interactions with water and influence the consistency. To solve the challenges with less salt, saturated fat and adding fiber the meat industry has technological

and manufacturing challenges.

Taste and aroma are important for the quality of the fermented sausage. Volatile compounds were found to have significant impact on the percentage of frozen raw materials that were used. Fermented sausages produced with the highest percentage of frozen raw materials showed a tendency to contain most volatile compounds.



## Innhold

Forord .....	i
Sammendrag .....	iii
Abstract .....	v
1 Innledning .....	1
2 Teori .....	3
2.1 Endringer i spekepølse under produksjonsprosessen .....	3
2.1.1 Fermentering .....	3
2.1.2 pH .....	4
2.1.3 Lipolyse .....	5
2.1.4 Proteolyse .....	6
2.1.5 Vannaktivitet og svinn .....	6
2.1.6 Tekstur .....	7
2.1.7 Farge .....	7
2.2 Produksjon av spekepølser .....	9
2.3 Røyking .....	9
2.4 Tørking og modning .....	9
2.5 Råstoff og ingredienser .....	10
2.5.1 Kjøttråstoff .....	10
2.5.2 Fett .....	11
2.5.3 Startkultur .....	11
2.5.4 Krydder .....	12
2.5.5 Modningsmiddel .....	12
2.5.6 Salt .....	13
2.6 Oksidasjon .....	14
2.7 Tilsetning av fiber .....	15
2.8 Ernærings- og helsepåstander .....	16
2.9 Lysmikroskopi .....	16
2.10 Mikrobiologi i spekepølse .....	17
2.11 Sensorikk .....	18
2.11.1 Forbrukerundersøkelse .....	19
3 Materialer og metoder .....	21
3.1 Forforsøk .....	21
3.2 Forsøksdesign .....	22
3.3 Utvikling av resept .....	23

3.4	Produksjon av spekepølser .....	24
3.5	Kvalitetskontroll av spekepølser .....	25
3.5.1	Farseprøve .....	25
3.5.2	pH målinger.....	25
3.5.3	Vannaktivitet .....	25
3.5.4	Vekttap .....	25
3.5.5	Sensorisk bedømmelse .....	26
3.6	Kjemiske analyser.....	26
3.7	Analyser på IKBM.....	26
3.7.1	Lipidoksidasjon .....	26
3.7.2	Teksturanalyse.....	27
3.7.3	Fargemåling.....	27
3.7.4	Flyktige komponenter .....	27
3.7.5	Lysmikroskopi.....	28
3.8	Forbrukerundersøkelse .....	29
3.8.1	Screening til forbrukerundersøkelse.....	29
3.8.2	Spørreskjema.....	29
3.8.3	Gjennomføring .....	30
3.9	Statistikk .....	31
4	Resultater .....	33
4.1	Forforsøk .....	33
4.2	Kvalitetskontroll av spekepølser .....	33
4.2.1	Farseprøve .....	33
4.2.2	pH målinger.....	33
4.2.3	Vannaktivitet og svinn .....	34
4.2.4	Sensorisk bedømmelse .....	36
4.3	Kjemisk analyser .....	37
4.4	Analyser på IKBM.....	39
4.4.1	Lipidoksidasjon .....	39
4.4.2	Teksturanalyse.....	41
4.4.3	Fargemåling.....	44
4.4.4	Flyktige komponenter .....	45
4.4.5	Lysmikroskopi.....	50
4.5	Forbrukerundersøkelse .....	52
4.5.1	Screening til forbrukerundersøkelse.....	52
4.5.2	Gjennomføring av forbrukerundersøkelse .....	56
5	Diskusjon .....	61

5.1	Forsøksdesign .....	61
5.2	Kvalitetskontroll av spekepølser .....	62
5.2.1	pH- målinger .....	62
5.2.2	Vannaktivitet og svinn .....	63
5.2.3	Sensorisk bedømmelse .....	64
5.3	Kjemisk analyse.....	64
5.4	Analyser på IKBM.....	66
5.4.1	Lipidoksidasjon .....	66
5.4.2	Teksturanalyse.....	67
5.4.3	Fargemåling.....	67
5.4.4	Flyktige komponenter .....	68
5.4.5	Lysmikrokopi .....	69
5.5	Forbrukerundersøkelse .....	70
6	Konklusjon.....	73
7	Veien videre .....	75
8	Litteraturliste.....	77
9	Vedlegg .....	I



## 1 Innledning

Salami er et populært kjøttprodukt som brukes som pålegg på matpakka og som festmat. Som kjøttprodukt inneholder salami mye salt og fett, spesielt mettet fett. Dette er med på å gi salami den gode saftige smaken. I de nye norske kostholdanbefalingene er det fokus på at en skal spise mat som inneholder mindre mettet fett, salt og sukker (Nordic Council of Ministers 2014). En økning av kostfiber i kostholdet vårt vil, i tillegg til mindre mettet fett, salt og sukker bidra til å redusere risikoen for en rekke livsstilsykdommer (Helsedirektoratet 2014). Målet for næringsmiddelindustrien er å tilsette 3g fiber pr 100 g produkt slik at produktet kan deklarerer med en kilde til fiber (European 2016b).

I dag blir halvtint råstoff av storfe og svin benyttet til produksjon av spekepølse. Råstoffet ankommer fryst til anlegget. Dagen før blir kjøtt råstoff satt til tining slik at råstoffet blir halvtint til produksjonsdagen. Å tine opp alt råstoff til en dagsproduksjon medfører store energikostnader.

Salt og fett har gode funksjonelle og sensoriske egenskaper i næringsmidler. Salt er konserverende og bidrar til smak og konsistens mens fett bidrar til tekstur og sensoriske egenskaper. Etter stort helsefokus de siste årene og med nye kostholdanbefalinger er næringsmiddelindustrien nødt til å gjøre endringer for å kunne utvikle sunnere produkter. Norsk Helsemyndigheter har et mål om at saltinntaket i befolkningen skal reduseres med 15 % innen 2018 og 30 % innen 2025. Et av Helsemyndighetenes tiltak er et forpliktende saltpartnerskap med matindustrien. Bedrifter som er forpliktet til saltpartnerskapet må redusere innholdet av salt i sine næringsmidler og øke kunnskap om salt og helse blant forbrukerne (Helsedirektoratet 2015b). Derfor har ulike aktører innen næringsmiddelindustrien gått sammen i prosjektet «Reduksjon av fett og salt i norske næringsmidler» for å utvikle produkter med mindre salt og mettet fett. Prosjektet med prosjektnummer 244403 startet opp i januar 2015 og vil gå frem til slutten av 2017. Prosjektet har som mål å redusere salt og mettet fett i spekepølse, smelteost og brød. Smelteost, brød og kjøttprodukter generelt står for ca. 55 % av saltet som forbrukerne får i seg fra bearbeidet mat. I tillegg til salt bidrar kjøttprodukter med 20 % av inntaket av mettet fett (Forskningsrådet).

Hensikten med denne oppgaven er å lage en sunnere spekepølse en salamitype tilsatt 3 % fiber og mindre salt. Samtidig for å undersøke muligheten for å bruke ferskt kjøtt råstoff i

produksjon av salami for å redusere noe av energikostnadene. Målet er å finne kvalitetsparametere og endringer som er viktig i utviklingen av en sunnere spekepølse tilsatt fiber, mindre salt og bruk av ferskt kjøttråstoff.

## 2 Teori

Spekepølseproduksjonen er en gammel tradisjon i Norge som strekker seg århundrer tilbake i tid. Spekemat har utviklet seg fra en gårdsproduksjon hvor folk speket hjemme på gården til en industriproduksjon. Produksjon av spekepølser er basert på lange tradisjoner hvor prosessbetingelsene salting, røyking og tørking inngår. Det er spesielt her i nord Europa at pølsene røykes. I dag produseres et bredt spekter av spekepølser basert på karakteristiske trekk med ulikt innhold av kjøttåvare og prosessbetingelser (Toldrá 2010). I en salami type er storfe- og svinekjøtt og spekk som er vanlig å bruke.

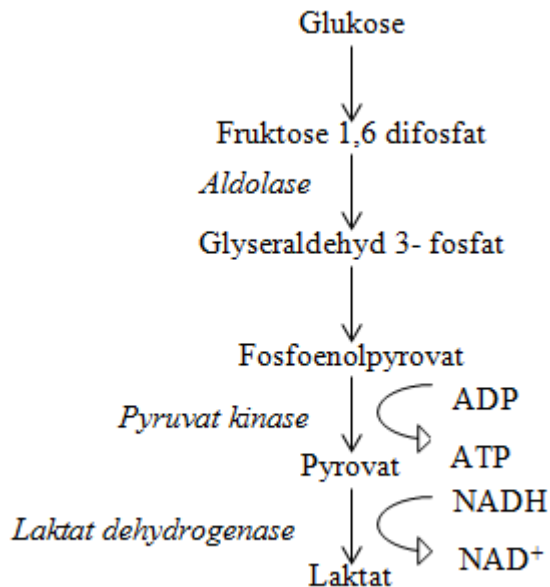
### 2.1 Endringer i spekepølse under produksjonsprosessen

Under produksjon av spekepølse skjer det en rekke reaksjoner. Spekepølse blir ikke varmebehandlet under produksjon. Derfor må ulike hinder teknologi benyttes for å gi et stabilt og sikkert produkt. Ved tilsetning av vakuump- og nitrittsalt og med riktig temperatur under fermentering og modning vil det bidra til at patogene og kvalitetsforringende mikroorganismer blir hemmet. Isteden blir en ønskelig mikroflora med melkesyrebakterier (MSB) og *Micrococcaceae* valgt. Melkesyrebakterier omdanner sukker til melkesyre som fører til en reduksjon i pH. En reduksjon i vannaktivitet er ansvarlig for stabiliteten i spekepølser. Med en kombinasjon av disse hinder teknologiene bidrar dette til selektivitet til en ønskelig mikroflora og det kan produseres trygge spekepølser av god kvalitet (Rahman 2007).

#### 2.1.1 Fermentering

Fermentering i spekepølse skjer ved omdanning av karbohydratet glukose til laktat. Karbohydratfermentering er en homofermentativ reaksjonsvei. Homofermentering produserer laktat som hovedprodukt fra fermentering av glukose. Spormengder av andre endeprodukter kan allikevel forekomme. Som regel er dette formiat, acetat, etanol og aceton fra andre metabolske reaksjonsveier som heterofermentering. Sukkermetabolismen skjer via Embden-Meyerhof reaksjonsvei og metabolismen starter når glukose er transportert inn i cellene. Fruktose 1,6 difosfat blir fosforylert og isomerisert og enzymet aldolase spalter fruktose 1,6 difosfat til gylseraldehyd-3-fosfat. Enzymet pyruvat kinase danner pyruvat ved at

adenosintrifosfat (ATP) produseres ved substratnivåfosforylering og gir to ATP molekyler for hvert glukosemolekyl som er fermentert. For å regenerere  $\text{NAD}^+$  som er brukt i oksidasjon av glyseraldehyde-3-fosfat, blir pyruvat redusert til laktat ved å oksidere  $\text{NADH}$  til  $\text{NAD}^+$  (Adams & Moss 2008).



Figur 2-1: Forenklet figur av homofermentering av glukose til laktat (Hui et al. 2001)

### 2.1.2 pH

pH- verdien faller i fermenteringsprosessen på grunn av akkumulering av melkesyre som produseres av melkesyrebakterier. Frekvensen av pH- fallet vil variere avhengig av både type startkultur og sukre som tilsettes i tillegg til tid og temperatur under fermenteringsprosessen. Det er viktig at pH faller lavt nok til å hemme patogene bakterier. Avhengig av startkulturen vil pH- fallet skje enten raskt eller langsomt noe som vil være viktig for proteolyseaktiviteten (Toldrá 2002). pH- fallet bidrar til smak og konsistens grunnet dannelse av metabolitter og reduksjon i vannaktiviteten. Proteinene vil koagulere og danne strukturendringer når pH nærmer seg det isoelektriske punktet (pH 5,3-5,4) til kjøttproteinene (Farnworth 2008). Mot slutten av modningstiden vil pH- verdien stige på grunn av aminosyrer og peptider som nedbrytes, genererer ammoniakk og aminer fra deaminering som bidrar til å øke pH- verdien. Fordi vannaktiviteten er redusert til et nivå som motvirker bakterievekst vil ikke en økning i pH føre til en fare for sikkerheten (Farnworth 2008). Produksjon av ammoniakk vil i tillegg bidra til å nøytralisere surheten i mikrofloraen (Hui et al. 2001).



Ulike studier gjort på pH og fett- og saltreduksjon er mindre entydige. Roseiro et al. (2008) studerte proteolyse i Painho de Portalegre, en portugisisk spekepølse i forhold til saltinnhold og modningstid. Saltreduerte spekepølser på 3 % ga en høyere fermenteringshastighet enn i spekepølser med 6 % salt. Det viste seg at pH utviklingen kan være relatert til påvirkningen av 6 % salt i naturlig flora i spekepølsene. Dette fremmer utvikling av stammer med lavere ammoniakk produksjon. Corral et al. (2013) så på hvordan saltreduksjon påvirker aromaforbindelser i spekepølser. Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom pH og spekepølser som var saltreduerte. I følge Olivares et al. (2010) hvor sensorisk aksept av fettreduerte spekepølser ble undersøkt, viste at en fettreduksjon i spekepølser ga en økning i pH nedgang i de første dagene. Dette var som følge av et høyere vanninnhold i fettreduerte pølser. Muguerza et al. (2002) fant ingen signifikant effekt ved å erstatte 20 % fett med olivenolje.

### **2.1.3 Lipolyse**

Lipolyse bidrar til smaksutvikling ved generering av frie fettsyrer. Umettede fettsyrer er substrater for oksidasjon for å danne flyktige komponenter med aromaegenskaper. Fettet som er hoveddelen av spekepølse, består for det meste av triglyserider og en liten del med intramuskulært fett inkludert membranlipider. Membranlipidene består av fosfolipider som er rike på flerumettede fettsyrer. Nedbrytning av triglyserider er et resultat av endogene og mikrobielle lipaser som er til stede i muskel- og i fettvev (Hui et al. 2001). Graden av endogene og mikrobielle lipaser som bidrar, avhenger av råvarer som er benyttet, startkultur og prosessbetingelser. Det sies at spekepølser fra Norge og middelhavsområdet har en betydelig mengde av lipolyse som kan være på grunn av råvarene som er benyttet. Kortkjedede fettsyrer stimulerer produksjon av lipolyse mens langkjedede fettsyrer hemmer produksjon.

Mengden av frie fettsyrer øker gjennom prosessen. Hoveddelen av frie fettsyrer kommer fra triglyserider. Oleinsyre blir generert i større mengde etterfulgt av palmitin-, stearin- og linolsyre. Flyktige fettsyrer slik som eddiksyre øker gjennom modningstiden (Toldrá 2002). Nedbrytningen som skjer i fettvevet er kanskje den viktigste for lipolyse i spekepølse da hoveddelen av spekepølse er fett. Melkesyrebakterier kan ikke hydrolysere triglyserider. Melkesyrebakterier kan fungere på mono- og diglyserider og dermed bidra til hydrolyse av fett og dannelsen av frie fettsyrer (Hui et al. 2001).

#### **2.1.4 Proteolyse**

Proteolyse er en av de viktigste biokjemiske endringene som forekommer gjennom modning og tørking av spekepølse. Graden av proteolyse vil variere avhengig av råvare sammensetning, startkultur og produksjonsmetode. Proteolyse bidrar til konsistens i spekepølse ved nedbrytning av myofibrill strukturen. I tillegg bidrar proteolyse til smak ved akkumulering av polypeptider, peptider, aminer og frie aminosyrer. Fra nedbrytning av proteiner er det enkelte peptider som er assosiert med spesifikk smak. I tillegg til andre kjemiske og enzymatiske reaksjoner som fører til frigivning av non-protein nitrogen (NPN) bindinger som vil påvirke smak og aroma. Endringer i proteinstrukturen gjennom tørking og modning vil også bidra til tekstur (Martín-Sánchez et al. 2011). Graden av proteolyse avhenger av surgjøringen av spekepølsene. Det vil si hvor langt ned pH går. I spekepølser som har liten grad av surgjøring, vil den proteolytiske aktiviteten være lav. Ingen hovedproteiner blir brutt ned. I medium og høy grad av surgjøring vil myosin og aktin nedbrytes og vil vise et mønster som ligner på endogene katepsiner. Gjennom modning er det en endring av sammensetningen av hydrofile peptider som korrelerer med smak. Store mengder med hydrofile peptider gir bitter smak (Hui et al. 2001).

Proteolyse kan dannes i for store mengder. En overflod av proteolyse kan resultere i dårlig konsistens og vil ha en høy konsentrasjon av lavmolekylære nitrogenbindinger. Noen ganger kan smaken svekkes ved for høyt innhold av bitre og metalliske smaksforbindelser (Toldrá 1998).

#### **2.1.5 Vannaktivitet og svinn**

Klassifisering av fermenterte kjøttprodukter baserer seg på vekttap og modningstid. En «tørket» spekepølse har vekttap på >30 % mens «semi tørket» har vekttap på < 20 % (Hui et al. 2001). Hastigheten på vanntapet er avhengig av pH-fallet. Dette kan være mer eller mindre tydelig, avhengig av akkumulering av melkesyre som er tilstede (Toldrá 2002). For at spekemat skal kunne omsettes uten krav til kjøling må vannaktiviteten ( $a_w$ ) være < 0,90. Hvis  $a_w$  er > 0,90 må det utføres en fareanalyse av produksjonsprosessen for å fastslå om slike produkter bør merkes som kjølevare (KLF et al, 2015). Modning og tørkeprosessen vil føre til en reduksjon i vanninnhold og en konsentrering av salt i produkt som igjen vil føre til en lavere vannaktivitet (Safa et al. 2015).

Når fettinnholdet reduseres i spekepølse øker vannaktiviteten som følge av at magre kjøttsorteringer inneholder mer vann. Dette bekreftes i studiet til Olivares et al. (2010) hvor en fettreduksjon til 16 % fett i spekepølser fikk en noe høyere vannaktivitet i sluttproduktet. NaCl har en påvirkning på muskelproteinstrukturen og binder vannet i produktet. Ved saltreduksjon i spekepølser viste Roseiro et al. (2008) at spekepølser med redusert saltinnhold hadde høyere  $a_w$  enn kontrollprøven.

### 2.1.6 Tekstur

Teksturen begynner å dannes når pH nærmer seg det isoelektriske punktet for kjøttproteinene og vannaktiviteten reduseres. Da vil det skje en økning i fasthet som akselererer gjennom modningsprosessen til produktet er ferdig. Surgjøringen er derfor nødvendig for å kunne gi en spekepølse som kan skives (Hui et al. 2001). Både kjemiske og fysiske prosesser gir endringer i tekstur. Myofibrill proteinene vil koagulere og øke konsistensen. Når salt tilsettes vil kohesjon og tekstur dannes gjennom tørking av løselige proteiner (Toldrá 2002).

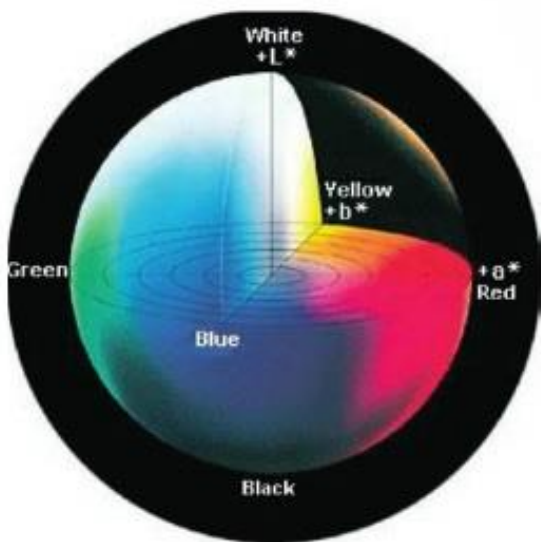
Ofte relateres tekstur til overflatespenning, tetthet og andre fysiske egenskaper i spekepølse som bidrar til tekstur (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas 2005). Tekstur er ofte forbundet med konsistens i et produkt og i stor grad med på å bestemme den sensoriske opplevelsen. Tekstur vil være med å påvirke hvordan produktet oppfattes, men også mye for smaksopplevelsen (Sensorisk Studiegruppe 2015). Både når fettinnholdet reduseres og fiber tilsettes vil det gi endringer i konsistens. Skjærkrefter er korrelert med vannaktivitet, tørke- og modningstid. En reduksjon i fett og tilsetning av fiber vil gi høyere skjærkrefter. Diameter på spekepølsene vil også være avgjørende for skjærkreftene (Toldrá 2002). Teksturmålinger kan bidra til å velge ut prøver med best funksjonelle ingredienser. Hvor analyser er basert på å tvinge deformering av prøvematerialet. En hardhet i produktet sier noe om kraften mellom fett og kjøtttråvaren (Herrero et al. 2007).

### 2.1.7 Farge

*Om farge, se også kapittel 2.5.6 om nitritt.*

Av primærfargene rød, grønn og blå kan ulike kombinasjoner og mengder av disse fargene kombineres. Øyet har reseptorer i retina som er sensitive til disse primærfargene. Ulike analyser er utviklet til å omdanne disse primærfargene til imaginære farger til X, Y og Z

verdier (Warriss 2010). CIE (Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) utviklet X, Y, Z verdiene og fargesystemet CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Dette fargesystemet har formen til en kule med verdiene X,Y og Z. Hver av primærfargene, rød, grønn og blå har sine verdier i form av koordinatene  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Hver av koordinatene definerer hver sin fargetone som punkter i det tredimensjonale systemet. I dette tredimensjonale systemet indikerer  $L^*$  hvithet og  $a^*$  og  $b^*$  er fargerenhets koordinater.  $L^*$  beskriver lyshet eller mørkhet i et produkt.  $a^*$ - og  $b^*$ - verdier måler metning og fargetone hvor skalaen går fra +60 til -60.  $+a^*$  verdier er rød og  $-a^*$  er grønn.  $+b^*$  viser gul mens  $-b^*$  viser blå (AMSA 2012). Senteret er akromatisk som vil si når  $a^*$ - og  $b^*$ - verdiene øker vil punktet flyttes ut i fra sentrum og metningen av farge øker. CIELAB systemet har visuelt tilnærmet like distanser i fargesystemet som det menneske oppfatter. Prøven som skal måles må derfor helst være minimum 1 cm og opptil 2,5 cm tykke slik at ikke lyset trenger igjennom prøven (Warriss 2010).



**Figur 2-2: CIELAB fargesystem. (Konica Minolta Sensing 2003)**

Nyere studier Yalınkılıç et al. (2012) viste at ved tilsetning av fiber ved ulike fettnivåer sees det en endring i  $L^*$  og  $b^*$  verdier mens  $a^*$  verdien er uendret.  $L^*$  verdien økte med økende fettnivå og økende mengde tilsatt fiber. Eim et al. (2008) viste til motsatt effekt av Yalınkılıç et al (2012). Studien så på hva fiber hadde å si for modning og tørkeprosessen for spansk fermentert spekepølse. Ved høyere andel fiber som ble tilsatt, ble det en reduksjon i  $L^*$  og en liten reduksjon i  $b^*$  verdi, mens  $a^*$  verdien var tilnærmet konstant.

## **2.2 Produksjon av spekepølser**

Både kjøttråstoff, ingredienser, produksjonstrinn og temperatur og lagringsforhold er avgjørende for å få en spekepølse av god kvalitet. På grunn av høy saltkonsentrasjon, lav pH og lavt vanninnhold har spekepølser lang holdbarhet.

## **2.3 Røyking**

Målet med røyking er å gi produktet smak og farge. Fargen påvirkes av furfuralforbindelsene som dannes ved røyking på høye temperaturer og gir reaksjoner av karbonyler med aminogrupeer fra proteiner. Røyk inneholder polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Disse stoffene klassifiseres som kreftfremkallende (KLF et al, 2015). Røyking bidrar til en konserverende effekt grunnet bakteriedrepende og bakteriostatiske effekter av forbindelsene fra røyk. I tillegg bidrar røyk til en antimikrobiell og antioksidant effekt på grunn av fenol som er til stede i røyken (Toldrá 2002).

Røyking kan gjøres under enten fermentering eller modningsprosessen. Røyking av spekepølser kan foregå ved bruk av flis eller ved bruk flytende røyk. Bruk av flis er mest vanlig. Ved røyking av flis blir en målt mengde av treflis eksponert for en tørr varmekilde. Luftstrømmen i dette området er begrenset slik at spon kun vil ulme og ikke antennes. Liten tilgang på luft og spon som ulmer gir produksjon av røyk. Temperatur ved røyking har en betydelig effekt på kvaliteten av røyken men også på komponentene som dannes fra røyk. Når røyk dannes består røyken av to faser, en partikkelfase og en gassfase. Gassfasen består av forbrenningsgasser og partikkelfasen består av harpiks og tjære. Det er partikkelfasen som gjør at røyken ser gråaktig ut. Flytende røyk blir produsert ved pyrolyse av harde tresorter hvor ønskelige komponenter tas opp av røyken. Denne røyken blir fraksjonert og renses for å gi ulike produkter av røyk basert på fargeutvikling eller røyksmak. Røykaroma er mer gunstig enn røyking av flis på grunn av lavere innhold av PAH (Hui et al. 2001).

## **2.4 Tørking og modning**

Ved tørking og modning er målet å utvikle en karakteristisk smak og utseende samtidig å oppnå en ønsket vannaktivitet ( $a_w$ ). For å oppnå den ønskede vannaktiviteten må tørkeprosessen kontrolleres nøye. Det er to fysiske prosesser som spiller inn på tørkingen. Det er vanndiffusjon fra innsiden av pølsene til utsiden og fordampning fra overflaten av pølsene

til miljøet. Både diffusjon og fordampning må fortsette på lik rate for at tørkingen skal være korrekt. En annen viktig faktor er den relative fuktigheten i skapet. Hvis den relative fuktigheten reduseres for raskt kan pølsene bli harde og få tørkekant og vanndiffusjonen og fordampningen går saktere (Toldrá 2002).

## **2.5 Råstoff og ingredienser**

Det er nå en økende tendens til å bruke ferskt kjøttråstoff. Ferskt kjøttråstoff defineres som kjøtt som ikke er behandlet på noen annen måte enn kjøling og vakuumpakking eller ved kontrollert atmosfærepakking (EU kommisjonen 2016a). Bruk av ferskt råstoff istedenfor fryst/tint vil ha andre egenskaper. Fryst/tint kjøttråvare gir en raskere modningsprosess enn ferskt kjøttråstoff. Saltet trenges raskere inn i fryst/tint kjøtt enn ferskt kjøtt på grunn av et høyere innhold av fritt vann. Bruk av fryst/tint kjøtt vil gi raskere vanntap, saltabsorpsjon og proteolyse av speket kjøtt (Bañón et al. 1999). Ved å fryse kjøttråvarene før tining vil man fremme endringer både fysisk og kjemisk. Drypptap, farge, teksturforandringer, lipolyse og proteinnedbrytning i tillegg til sensoriske egenskaper vil fremmes under frysing. Kvaliteten av råvarene og forhold under frysing vil også være med å påvirke kvaliteten (Pérez-Palacios et al. 2010).

### **2.5.1 Kjøttråstoff**

Kjøttråstoff til produksjon av spekepølse må tilfredsstillende god mikrobiologisk kvalitet. Temperaturen på frysede kjøttråvarer skal ikke  $>- 18\text{ }^{\circ}\text{C}$  ved mottak (KLF et al, 2015). Det er ønskelig med bruk av kjøtt fra eldre voksne dyr. Eldre voksne dyr har et høyere innhold av myoglobin som vil bidra til en stabil rødfarge. De funksjonelle egenskapene til kjøttet er bindeegenskaper, pH og sammensetning (Toldrá 2010). Derfor har dyrearter, benyttet stykningsdel, og mikrobiologisk kvalitet en stor betydning for de funksjonelle egenskapene. Dette må tas i betraktning ved valg av kjøttråstoff til spekepølse. Temperaturen på farsen bør være under  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  for å unngå klining i stopper (KLF et al, 2015).

Råstoff som brukes til spekepølser er magert svinekjøtt, storfekjøtt eller en blanding av både svinekjøtt og storfekjøtt. Svinekjøtt benyttet til produksjon av spekepølser må ha en pH på 5,0-6,0. Dark, firm, dry (DFD) storfekjøtt må unngås på grunn av kjøttets høye pH og vannbindingsevne (Toldrá 2002). Vannet i kjøttet som er bundet vil resultere i dårlige bindeegenskaper. I tillegg har kjøtt med  $\text{pH} > 5,9$  lave laktat og sukkernivåer (Toldrá 2010).

### 2.5.2 Fett

Fettet står for mange sensoriske og teknologiske egenskaper i spekepølse. Fett gir saftighet, gjør det enklere å tygge og gir utvikling av aroma. Fett bidrar til å redusere tørketiden da fett inneholder mindre vann enn kjøtt. Det anbefales å bruke fett fra ryggen til grisen til produksjon av spekepølse. Fettet fra ryggen er fast og har et høyt smeltepunkt og lavt innhold av flerumettede fettsyrer (Toldrá 2002). Fettet skal være fast, hvitt og se friskt ut. Et lavt innhold av flerumettede fettsyrer bidrar til å unngå harskning og at fettene svetter mindre (Toldrá 2010). På grunn av en økende interesse for sunne produkter de siste årene er det økende interesse for å redusere andelen fett generelt. Eller å redusere andelen mettet fett og øke andelen enumettet. . I en studie gjort av Mugerza et al. (2002) på delvis erstatning av fett med olivenolje i spekepølse viste en signifikant lenger prosessetid. Økonomiske sett vil ikke en lenger prosessetid være optimalt.

### 2.5.3 Startkultur

Stammer som brukes som startkultur anses å være tilsetningsstoffer tilsatt i mat. Derfor må stammer benyttet som startkultur være «generelt ansett som trygge» (GRAS). Melkesyrebakterier som blir benyttet som startkultur i spekepølse hører til slekten *Lactobacillus* (*L*) og *Pedococcus* (*P*). Hvor slekten *Lactobacillus* og artene *L. sakei* og *L. curvatus* er de mest konkurransedyktige mikroorganismene i dette miljøet. Disse artene er psykrotrofe med en optimal vekst på 25-30 °C som er nærmest fermenteringstemperaturen på 20- 24 °C som brukes i Europa. Det er vanlig å bruke startkulturer med ulike stammer av *Lactobacillus* og *Pedococcus* sammen med slekten *Micrococcaceae* som for eksempel *Kocurira* (*K*) og *Staphylococcus* (*S*). Startkultur kan deles inn i raske og langsomme startkulturer. Ved bruk av rask startkultur kan smaksutviklingen påvirkes i negativ retning og forholdet mellom syreproduksjon, smak og ammoniakk kan vurderes for å forbedre smaken. Langsomme startkulturer har et langsommere pH reduksjon og bruker derfor lengre tid til å produsere syre (Hui et al. 2001).

Ved tilsetning av startkultur vil det skje en eksponentiell vekst av MSB samtidig som det skjer en nedgang i pH- verdi som et resultat av sukkermetabolismen som gir en forsurening av farsen. Denne prosessen har mange ønskelige effekter som:

1. Prosessen sikrer hygienisk stabilitet ved reduksjon i pH-verdi og generering av organiske syrer
2. Den gir en karakteristisk syrlig smak
3. Vannbindingsevnen reduseres. Kjøttproteinene koagulerer ved pH 5,4-5,5 og det skjer en bedring i tekstur/ fasthet.
4. Startkultur bidrar til utvikling og en ønskelig rødfarge ved å favorisere reaksjonen av nitrogenmonoksid med myoglobin ved pH 5,4-5,5 (Hui et al. 2001).

Tilsetning av startkultur i spekepølse gir et produkt med et pent utseende. Spekepølsene tørker mer jevnt uten tørkekant og utvikler en god farge og tekstur (Toldrá 2002).

#### **2.5.4 Krydder**

Krydder blir tilsatt for å få frem en typisk smak på produktet og vanligvis tilsettes ca 1 % krydder (Toldrá 2002). Vanlig tilsettes krydder i sin naturlige form som hele korn eller malt krydder. Vanlig krydder som tilsettes i spekepølser er pepper, sennep, løk, hvitløk, rosmarin, muskat og paprika. (Hui et al. 2001). Paprika inneholder karotenoider, et pigmentstoff som kan bidra til å påvirke fargen i spekepølsene. Hvitløk og pepper inneholder i tillegg antioksidative forbindelser som beskytter mot autooksidasjon. Krydder er et naturprodukt og kan dermed inneholde et høyt antall bakterier (Toldrá 2002). Krydder til produksjon av spekepølse blir bestrålt for å øke mattryggheten. Bestråling skal være tilstrekkelig for å redusere antall mikroorganismer til et nivå der få eller ingen mikroorganismer kan påvises. Krydderet blir bestrålt med gammastråler med en dose på opptil 10 kiloGrays (kGy). Stråledosen kan være ulik for kryddere med tanke på smaksendringer etter behandling. Med denne metoden oppnås en kraftig reduksjon i kimtall. Bestråling inaktiverer i tillegg muggsporter (Hui et al. 2001).

#### **2.5.5 Modningsmiddel**

pH- verdien kan falle ganske raskt hvis det er raskt metaboliserte sukre tilstede slik som glukose. Disse sukre hemmer syre- sensitive bakterier. Ved å bruke sakte metaboliserte sukre som dextrin vil det redusere hastigheten av melkesyregenerering og dermed også pH- fallet. Det kan også benyttes en kombinasjon av både raskt og langsomt metaboliserte sukre hvis andre enzymatiske reaksjoner er ønskelig. Ved tilsetning av både raske og langsomme



metaboliserte sukre har man bedre kontroll på hastigheten av pH reduksjonen. (Hui et al. 2001).

### 2.5.6 Salt

Salt i næringsmidler er med på å sikre god mikrobiologisk kvalitet, salt smak, tekstur og holdbarhet i produkter. Tilsetning av NaCl i spekepølser vil bidra til en reduksjon i vannaktivitet og i protein løseligheten (Hui et al. 2001). NaCl har en smaksforsterkende effekt. Det som oppfattes som salt er på grunn av Na<sup>+</sup> ionet sammen med Cl<sup>-</sup> anionet som bidrar til oppfatningen av salt smak. Cl<sup>-</sup> anionet påvirker reseptorene på tungen og gir den salte smaken. Større anioner fører til mindre stimuli og salt smak (Desmond 2006). Spekepølse inneholder store mengder salt for å sikre god mikrobiologisk kvalitet da produktet ikke blir varmebehandlet. Ved en reduksjon av NaCl vil redusere holdbarheten til et produkt. En stor reduksjon av salt kan også føre til en økning av mikrobiell vekst. En saltreduksjon i kjøttproduktet anbefales å gjøre små endringer av gangen, gjerne over flere måneder. For hverken å påvirke smaken og forbrukeraksepten til produktet.

NaCl har en prooksidant effekt, mens nitritt er involvert i oksidasjon-reduksjons reaksjoner i kjøttprodukter som fører til dannelse av nitrosylmyoglobin i røkte produkter (Zanardi et al. 2004).

### Nitritt

Formålet med å tilsette nitritt er for å hemme vekst av patogene bakterier og spesielt *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*). I tillegg vil nitritt vil bidra til å hemme oksidasjon. Nitritt har en smaksfremmende effekt og vil bidra til en fargeforbedrende effekt i røkte kjøttprodukter. Nitritt er veldig reaktiv og reagerer med protein og andre substanser. En reaksjon mellom muskelfargestoffet myoglobin og nitritt vil gi pigmentet nitrosomyoglobin som gir den rosa-røde fargen i spekede kjøttvarer. Ved tørking av spekede kjøttprodukter blir fargen rødere. Nitritt er veldig reaktivt og er derfor ikke godt nok forstått på grunn av så mange komplekse reaksjoner (Marco et al. 2006).

Natriumnitritt er produsert fra nitrat. Natriumnitrat blir redusert til nitritt med bakterier som har nitrat reduktase aktivitet. Disse bakteriene (*Micrococcaeae*) blir som oftest tilsatt som startkultur i spekepølse. pH må være over 5,4 de første timene for at ikke nitrat reduktase aktiviteten skal hemmes. Det er strenge krav til hvor mye nitritt som kan tilsettes i produkt på

grunn av omdanningen til giftige nitrosaminer (Hui et al. 2001). Når nitritt er blir blandet med mat, vil det ha samme effekt som tilsetning av nitritt i en batch med for eksempel farse og hemme vekst av patogene mikroorganismer. I magen hvor miljøet er surt, vil kreftfremkallende nitrosaminer dannes (Honikel 2008). Derfor er tilsetning av nitritt redusert til det som er minimum nødvendig for å oppnå tilstrekkelig konservering og hemme vekst av *C. botulinum* (Hui et al. 2001). EU-direktivet anbefaler derfor maksimum og anbefalt restnitritt mengde i kjøttprodukter. Det nye EU- direktivet som trådte i kraft i 2008 tillater at bruk av 150 mg/kg tilsatt av både nitrat og nitritt samtidig. Påvist restnitritt mengde skal ikke overstige 50 mg/kg (Aune 2013). European Food Safety Authority (EFSA) anbefalte i 2003 at nitritt og nitrat ikke skulle benyttes samtidig og at nitritt og nitratverdiene burde reguleres i lovgivningen til tilsatt mengde og ikke restmengde (EFSA journal 2003). Natriumaskorbat kan tilsettes som et hjelpestoff i tillegg til nitritt for å fremskynde spekeprosessen og sikre reduksjon av salpetersyrling ( $\text{HNO}_2$ ) til nitrogenoksid (NO) for å unngå dannelse av nitrosaminer (Hui et al. 2001).

Nitritt alene er ikke tilstrekkelig nok for å hemme bakterieveksten. En tilstrekkelig antimikrobiell effekt fås om NaCl blandes med nitritt og produktet har lavt kimtall, lav pH og lagringstemperatur i produktet (Aune 2013).

## **2.6 Oksidasjon**

Kjøtt inneholder mye mettet fett men også en del umettet fett. Det er innholdet av umettet fett som er relatert til oksidasjon. Kjøtt fra gris har et høyere innhold av umettet fett og vil harskne lettere etterfulgt av storfekjøtt og lam. Cellemembranen inneholder fosfolipider. Flerumettende fettsyrer til stede i fosfolipider kan reagere med oksygen og danne fettsyre hydroperoksider. Disse er veldig ustabile og kan nedbrytes til aldehyder, ketoner og karboksylforbindelser som kan gi usmak. Lipidoksidasjon er en autokatalytisk prosess. Det vil si produktene fra reaksjonen katalyserer videre reaksjoner slik at reaksjonsraten øker raskere når første reaksjon har katalysert. Lipidoksidasjon fremmes av oppdeling og hakking. Muskelstrukturen ødelegges og fettsyrene eksponeres for oksygen og de katalyserende faktorene jern og heme pigment. NaCl fremmer også oksidasjonsprosessen. Produksjon av pølser som både inneholder hakket kjøtt og NaCl fremmer derfor oksidasjonsprosessen. (Warriss 2010).

Fett i fermenterte kjøttprodukter blir hydrolysert av endogene lipaser med produksjon av frie fettsyrer. Disse endogene lipasene vil fortrinnsvis frigi linolensyre og oljesyre på grunn av sn-3 posisjonen av triglyseridene og aktiviteten av fosfolipaser. Frie fettsyrer er mer tilgjengelig for oksidasjon på grunn av den relative mengden i siste periode av modning. Både triglyserider og fosfolipaser vil på grunn av det høye innholdet av langkjedede flerumettede fettsyrer bidra til en økning av frie umettede fettsyrer gjennom modning av spekepølser. En overflod av oksidasjon kan føre til at produktet blir harskt. Sensitive mennesker vil merke harskning med verdier > 0,5 ppm (Zanardi et al. 2004). Mens verdier > 1,0 ppm vil de aller fleste mennesker merke harskning. For å redusere oksidative prosesser kan det tilsettes ingredienser med pro- eller antioksidant effekt. NaCl har prooksidant effekt mens nitritt er involvert i oksidasjon- reduksjons reaksjoner. I tillegg til NaCl og nitritt er det vanlig å tilsette tilsette askorbat, fosfat eller enkelte krydder som har en antioksidant effekt. (Zanardi et al. 2004).

## **2.7 Tilsetning av fiber**

Kostfiber er karbohydrater som bidrar med lite energi og deles i løselig og uløselig fiber. Kostfiber blir ikke fordøyd i tynntarmen, men transporteres videre til tykktarmen og regulerer fordøyelsen (Helsedirektoratet 2015a). Glykemiske karbohydrater, løselige fibre er fibre som er fordøyd og absorbert i helt i enden tynntarmen hvor bakteriekonsentrasjonen øker. Uløselige fibre er ikke- fordøyelige karbohydrater som i hovedsak passerer tykktarmen (EFSA Panel) 2010). Cellulose, hemicellulose og lignin er uløselige fibre. Kostfiber gir mange gode helsefordeler og i tillegg reduserer kaloriinnholdet i produktet. Fiber kan forebygge fedme, type 2-diabetes, kreft og hjertesykdommer (Helsedirektoratet 2015a). Selv mennesker som anser å ha et sunt kosthold får for lite fiber på dagsbasis. En berikning av fiber i kjøttprodukter kan derfor bidra til å øke anbefalt inntak på 25 g/dag hos kvinner og 30 g/dag hos menn (Helsedirektoratet 2015a).

En etterspørsel av sunne produkter med mindre fett gjør fiber med mange helsefordeler aktuell for tilsetning i kjøttprodukter. Fiber har mange funksjonelle egenskaper av betydning for de teknologiske egenskapene i produkter. Dette må også tas i betraktning når fiber tilsettes i kjøttprodukter. Fiber har en evne til å binde vann og fett, kan danne gel og viskositet. De teknologiske egenskapene er reduksjon i koketap, teksturegenskaper og bruk av fetterstatter. (Yalınkılıç et al. 2012). Kostfiber kan gi interaksjon med vann ved hjelp av polare og

hydrofobe interaksjoner. Disse interaksjonene varierer med fleksibiliteten på overflaten av fiberen. Uløselige fibre kan danne kryssbindinger, og dette kan føre til store endringer i det omkringliggende vannet. Slike interaksjoner er i stand til å påvirke struktur og løsningssegenskapene til vann uten at fiberoverflaten involveres (Chaplin 2003).

Tilsetning av korn og fruktfiber har vist seg å gi sensorisk gode fettreduerte spekepølser. Pølser laget med fiber fra appelsin har vist seg å gi de beste resultatene. I følge García et al. (2002) som så på bruk av fiber fra korn og frukt viste at det beste resultatet ble i spekepølser med 10 % fett og 1,5 % appelsin fiber. Disse ga sensoriske karakteristikk lik til vanlig høy fett produkter. Pølser tilsatt 3 % fiber påvirket teksturegenskapene negativt på grunn av hardhet og fasthet.

## **2.8 Ernærings- og helsepåstander**

Ernærings- og helsepåstander er hjemlet i loverket. En ernæringspåstand sier noe om en matvares innhold av næringsstoffer. Ernæringspåstanden skal antyde at et næringsmiddel har positive egenskaper i form av næringsstoffer eller mindre energi. En helsepåstand skal antyde at det er en sammenheng mellom å innta et næringsmiddel og effekten det har på helsen. Det er kun godkjente ernærings- og helsepåstander som oppfyller spesifikke krav som kan merkes med i næringsmidler (Mattilsynet 2012). For å kunne merke næringsmidler med redusert saltet må saltet reduseres med minst 25 % mindre enn et lignende produkt som kan kjøpes i butikk. Merking av produkter som inneholder mindre fett må ha en reduksjon på minst 30 % mindre fett enn et lignende produkt som kan kjøpes i butikk (Mattilsynet 2013). Et produkt må inneholde 3,0 % fiber for å kunne merke produktet med «kilde til fiber» (EU Kommisjonen 2016b).

Både mindre fett, salt og tilsetning av fiber er ernæringspåstander. Ved bruk av ernæringspåstander kreves en kort næringsdeklarasjon. Om ernæringspåstandene gjelder kostfiber, mettede fettsyrer, salt eller sukker kreves en lang næringsdeklarasjon (Mattilsynet 2013)

## **2.9 Lysmikroskopi**

En god forståelse av strukturen i spekepølse kan bidra til å identifisere viktige prosessparametere med tanke på kvalitet i produktet. Lysmikroskopi benytter synlig lys som

gjennomlysning av cellestrukturen. Tidligere studier Eim et al. (2008) på tilsetning av fiber fra gulrot i sobrassada, en spansk spekepølse observerte at tekturen endret seg med innhold av kostfiber og under tørking og modning. En økning i tilsatt mengde fiber ga en signifikant økende hardhet. 4 år senere studerte Eim et al. (2012) endringer i mikrostrukturen under modning til sobrassada. Spekepølsene var tilsatt fiber fra gulrot med innhold av 3, 6, 9 og 12 % (w/w) fiber. Ved slutning av modning etter 53 dager var muskelstrukturen delvis nedbrutt. Tap av en polygonale cellestrukturen og mellomrommene i strukturen ble mindre og uregelmessige. Ingen effekt på mikrostrukturen ved å tilsette fiber av gulrot ble observert.

## 2.10 Mikrobiologi i spekepølse

Den ønskelige mikrofloraen i spekepølser hindrer vekst av patogene og kvalitetsforringende mikroorganismer som hovedsakelig er Gram negative aerobe bakterier. Andre faktorer som er med å bidra til en ønskelig mikroflora innbefatter mangel på oksygen, akkumulering av metabolske produkter (Adams & Moss 2008). Hinderteknologien spiller en viktig rolle i produksjon av spekepølse. Hvis en faktor reduseres, må en annen faktor økes for å bevare de samme barrierene. Siden hinderteknologien ble avdekket har produksjon av spekepølse blitt nokså avansert. Kunnskapen har blitt benyttet til å hemme *C. botulinum*, *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) og *Staphylococcus ssp* og inaktivering av *Salmonella* og *E. coli* gjennom fermentering og modning (Rahman 2007). Bedervelsesflora og patogener finnes på overflaten av kjøttråvaren. Ved produksjon av spekepølser vil saltkonsentrasjonen være så høy at de fleste bakteriene ikke vil kunne vokse. *C. botulinum* er en anaerob bakterie. Allerede voksende bakterier er svak for salt, tørking og lav pH, men ikke pH<4,5. I tillegg tilsettes nitritt for å sikre mot botulisme. *L. monocytogenes* kan være vanskelig å bli kvitt. Bakterien kan overleve lenge ved å danne biofilm på utstyr og inventar. *L. monocytogenes* er en konkurransesvak bakterie. Bakterien kan vokse ned mot 0 °C og tåler en vannaktivitet ned mot 0,86. I tillegg vil nitritt virker hemmende. *Micrococcaceae* tilhører *Staphylococcus* familien. *Staphylococcus* tåler vannaktivitet ned mot 0,86. Siden flere *Micrococcaceae* er vanlig å inngå som startkultur er konkurrerende flora et viktig kontrollpunkt. *E. coli* og *Salmonella* tilhører *Enterobacteriaceae* familien. På grunn av høy saltkonsentrasjon, konkurranse fra melkesyrebakterier og temperatur under tørking vil disse bakteriene drepes. Produksjon av spekepølse gir ca 2 log reduksjon av disse bakteriene ( KLF et al, 2015).

Etter *E. coli* skandalen i 2006 er det blitt strenge krav til produksjon av spekepølse. Som en konsekvens av *E. coli* skandalen ble en bransjestandard for trygg produksjon av spekemat opprettet. I 2014 ble bransjestandarden godkjent av Mattilsynet som en nasjonal retningslinje, «Den norske kjøttbransjens retningslinje av 22.10.2014 for trygg produksjon av spekevarer (Trygge spekevarer)» (KLF et al. 2015). Retningslinjen anbefaler å bruke kjøttråvarer som har vært fryst av mikrobiologiske grunner. Fryste kjøttråvarer er et godt kritisk kontrollpunkt mot parasitten *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*). Frysing av råvarer gir også delvis hindre *Enterobacteriaceae* å vokse (KLF et al. 2015). Kun de beste råvarene anvendes til spekepølseproduksjon for en høyest mulig mikrobiell sikkerhet. For økt hygienisk trygghet blir krydder til produksjon av spekepølse bestrålt. Da mesteparten av produksjon av krydder foregår i tropiske områder med stor fare for kontaminering av *E. coli* og *Salmonella*. Produksjonen foregår ofte med gamle metoder og er lite hygienisk tilfredsstillende. ((Vitenskapskomiteen for Trygg Mat 2007).

## 2.11 Sensorikk

Mennesker registrerer både bevisst og ubevisst reaksjoner som fås gjennom sansene våre. Sansene våre å se, lukte, høre, smake og føle kan brukes hver for seg eller flere samtidig. Med dette utfører mennesker sensoriske analyser om opplevelser hele tiden. Mat luktes og smakes på og en oppfatning blir registrert og analysert som gir oss reaksjoner gjennom sansene våre. Sensorikk kan også utføres som systematiske analyser som en del av produktutvikling, forbedring av eksisterende produkter eller som forbrukertester (Sensorisk Studiegruppe 2015).

Masseproduserte varer forventes like hver gang man kjøper disse. Til hvert produkt skal det foreligge en sensorisk spesifikasjon som beskriver det riktige produktet. Kvalitetskontroll kan gjøres av et internt eller et eksternt panel. Som oftest er det egenskapene smak, lukt, konsistens og tekstur som bedømmes. Panelet må få grundig trening i bedømmelse av produktene og bruk av skalaen. For at panelet skal kunne bedømme produktet riktig trenes det både med produkter av riktig kvalitet og med avvik i kvalitet. Sensorisk kvalitet måles opp mot en produktstandard og blir bedømt med en poengskala fra 1-9 hvor den ene enden avgir avvikende kvalitet og andre enden riktig kvalitet. For hvert produkt finnes det en nomenklatur over sensoriske egenskaper til hvert produkt som forekommer oftest i sensorisk bedømmelse (Sensorisk Studiegruppe 2015).

Projective mapping (napping) er en kvantitativ metode kan benyttes for å få frem egenskaper og gi kunnskap om et produkt. Metoden kan benyttes både på et trent panel og forbrukere. Projective mapping kan gjennomføres med merkede prøver eller kodete prøver. Ved kodete prøver kan man legge til et replikat av prøve for å sjekke om respondentene er samstemte. Respondentene vurderer prøvene i henhold til forskjeller og likheter og plasserer de ut på et ark. Jo mer like de er hverandre, jo nærmere plasseres de på arket og jo mer forskjellig, jo lengre plasseres de i fra hverandre. Kriterier for plassering av prøvene velges individuelt. Ultra flash profilering kan benyttes i tillegg som en begrunnelse av prøvenes plassering ved å skrive ned kommentarer om de ulike prøvene (Sensorisk Studiegruppe 2015).

### **2.11.1 Forbrukerundersøkelse**

I en produktutviklingsfase kan det gjennomføres forbrukerundersøkelser for å se om nye produkter faller i smak hos forbrukerne. Dette kan gjøres ved bruk av liking- og aksepttester og/eller check all that apply (CATA). Disse metodene krever ingen trening og kan utføres av forbrukere. CATA kan gi en bedre forståelse av produktene når metoden blir testet på forbrukere. Forbrukerne blir bedt om å krysse av for de egenskapene som passer til prøven. Ingen begrensning er satt for hvor mange egenskaper som kan velges. Listen kan inneholde både egenskaper om produkt men også ikke- sensoriske egenskaper (Sensorisk Studiegruppe 2015). I aksept-testing konkluderer man med hvilken prøve som prefereres av forbrukere. Skala som benyttes i aksepttesting er en 9- punkts skala med «liker ikke i det hele tatt» og «liker veldig godt». Et midtpunkt på skalaen kan benyttes som «verken liker eller ikke liker» men det finnes argumenter mot at et nøytralt midtpunkt gjør skalaen mindre diskriminerende. Det anbefales å bruke en 9-punkts skala for å oppnå differensiering mellom produkter. Mange forbrukere har nemlig en tendens til å unngå å bruke ytterpunktene på skalaen. Alle prøver merkes med en tilfeldig valgt tresifret kode. Grunnen til en tresifret kode er for å unngå at bokstaver og en eller tosfifret kode kan gi assosiasjoner og forventninger som har en betydning for forbrukeren. Serveringsrekkefølgen må randomiseres slik at man sikrer at prøvene i testen er servert og presentert like mange ganger for forbrukerne og forsikrer en minimal rekkefølge-effekt. Dette kalles for komplett balansert design (Sensorisk Studiegruppe 2015). For å få et godt representativt utvalg i forbrukerundersøkelse anbefales minst 100 forbrukere. Nyere studie av Vidal et al. (2014) brukte metoden projective mapping og så på antall forbrukere i forhold til antall prøvekonfigurasjoner. Studien kom fram til at femti forbrukere er en sikker anbefaling i de fleste situasjoner. Men at det er fornuftig å bestemme antall forbrukere medtanke på antall prøver og den forventede grad av forskjell mellom prøvene.





### **3 Materialer og metoder**

Produksjon av salami ble utført som et forforsøk før hovedproduksjonen. Forforsøket ble produsert med dagens saltinnhold og redusert saltinnhold mens andelen av fiber var konstant. På bakgrunn av resultatene fra forforsøket ble det gjort justeringer i henhold til tilsatt salt og fiber. Utgangspunktet for svinn på spekepølsene var 30 %. Pølsene skulle ha en vannaktivitet på  $< 0,9$  og ble hengende for økt svinn til vannaktiviteten var lav nok. Dermed kunne svinnprosenten bli  $> 30$  %.

#### **3.1 Forforsøk**

Forforsøket ble kjørt i pilothakke på et forsøkskjøkken. Til forforsøket ble det laget to prøver med salami. En mellomfet variant på 24 % fett med tilsatt 3 % fiber i begge prøvene og med saltnivå på 4,5 % og 6 %. Farsen ble laget i batcher på 15 kg for å sikre et godt utvalg av prøvemateriale. I forforsøket ble det kun benyttet frossent råstoff. Råstoffet ankom Løren dagen før slik at råstoffet kunne rekke å bli halvtint før produksjon.

Prøve 1: 3 % fiber inn i produkt og 6 % salt i sluttprodukt

Prøve 2: 3 % fiber inn i produkt og 4,5 % salt i sluttprodukt

Av fiber ble det tilsatt 1 % Sense Fi WP Flake (107818, Borregaard) og 2 % Vitacel ME 102 (4815017100, Arne B Corneliussen, Oslo) i begge prøvene.

**Tabell 3-1: Resept fra forforsøk av spekepølser**

<b>Ingrediens</b>	<b>Prøve</b>	
	<b>1 (kg)</b>	<b>2 (kg)</b>
Storfe 10 %	9,55	9,55
Svin 6 %	2,49	2,49
Spekk	1,76	1,76
Vakuumsalt	0,225	0,135
Nitrittsalt	0,374	0,30
Krydder	0,095	0,095
Glukose	0,055	0,055
Vitacel ME 102	0,30	0,30
Sense Fi	0,15	0,15
Startkultur	0,0036	0,0036
Sum	15,00	14,84

Utenom resepten, ble 1,85 liter vann blandet sammen med fibrene Vitacel ME 102 og Sense Fi før råstoff og ingredienser ble hakket sammen.

### **3.2 Forsøksdesign**

Forsøket ble satt opp som faktorielt design som et  $2^3$  forsøk. Det ble produsert 16 spekepølser en salami type med faktor fersk/frossen råvarer, fettinnhold, salt og fiber. Det ble produsert spekepølser med fire nivåer av frossent råstoff. Med frossent råstoff menes råstoff som har vært fryst som igjen har blitt halvtint. Det ble valgt ut to nivåer av fett, 15 % og 35 % fett og saltinnhold i sluttprodukt skulle være 4,75 % og 6 % salt. Fiberinnholdet ble holdt konstant på 3 % i sluttprodukt med blandingsforholdet på 2:1 og 3:1 av Vitacel ME-102 og Sense Fi. Variabelen «lav» og «høy» beskriver innholdet av Sense Fi.

**Tabell 3-2: Forsøksdesign av hovedproduksjon av spekepølser**

<b>Prøve</b>	<b>Frossen andel %</b>	<b>Fett</b>	<b>NaCl</b>	<b>Fiber</b>
1	25	Høy	Lav	Lav
2	25	Lav	Høy	Lav
3	25	Lav	Lav	Høy
4	25	Høy	Høy	Høy
5	50	Høy	Lav	Lav
6	50	Lav	Høy	Lav
7	50	Lav	Lav	Høy
8	50	Høy	Høy	Høy
9	75	Høy	Lav	Lav
10	75	Lav	Høy	Lav
11	75	Lav	Lav	Høy
12	75	Høy	Høy	Høy
13	100	Høy	Lav	Lav
14	100	Lav	Høy	Lav
15	100	Lav	Lav	Høy
16	100	Høy	Høy	Høy

### **3.3 Utvikling av resept**

Det var ønskelig å se på muligheten av å kunne deklarerer med 3 % fiber i spekepølsene, samtidig som at saltmengden i produktet skulle ned. I tillegg er det stor forskjell teknologisk innad i prosessen på spekepølser med 35 % fett imot magre varianter ned mot 9 %. Det ble derfor valgt et fettnivå på 15 % hvor 35 % er det opprinnelige fettnivået. Det var ikke mulig å få ferskt spekk inn på anlegget og frossenandelen måtte derfor begynne på 25 % som er ca. andel spekk i salami. Tilsetning av fiber ble byttet mot protein i kjøtt og høy/lav tilsetning av salt ble justert slik at resepten fremdeles gikk ut i 100 kg. Fiberen Sense Fi anbefales å blandes ut i vann. Siden det ikke er ønskelig med ekstra vann inn i produkt, ble den vannmengden fra kjøtt som ble byttet mot protein tilsatt som vann. Vannmengden ble tilsatt utenom 100 kg i resept. Reseptene er vist i vedlegg A.

### 3.4 Produksjon av spekepølser

Hovedproduksjon av spekepølser ble utført på Nortura Sogndal. Til hovedproduksjonen ble det benyttet en 70 mm tarm til salami som er mindre enn vanlig tarm til kommersiell salami. Det var for at pølsene ikke skulle ta så lang tid før de ble ferdige og at det skulle bli flere pølser pr batch. Dagen før ankom råstoffet til Nortura Sogndal. Alle råvarer og ingredienser ble veid opp samme dag som produksjonen. Hovedforsøket ble kjørt i pilothakke RS-45 (Meissner Maschinen, Tyskland) som tar opptil 15 kg batcher.

Storfe- og svinekjøtt ble hakket sammen med startkultur (Bitec Arom GM-1, 835/10, Arne B Corneliussen, Oslo) som ble blandet ut i vannet som ble erstattet fra kjøttet. Deretter ble modningsmiddel (4840014960, Arne B Corneliussen, Oslo) tilsatt, en blanding av dextrose, natriumascorbat (E 301), maltodextrin og askorbinsyre (E 300) sammen med bestrålt salamikrydder (4625013360, Arne B Corneliussen, Oslo) og en blanding av fiber med Vitacel ME- 102 (4815017100, Arne B Corneliussen, Oslo) og Sense Fi WP Flake (107818, Borregaard). Vitacel ME 102 består av totalt 72,3 % fiber hvor 70 % er uløselig fiber bestående av potetstivelse og bambusfiber. 2,3 % består av psyllium som er løselig fiber. Sense Fi består av 93 % uløselig fiber bestående av cellulose. Kjøttråstoffet må ikke hakkes for mye slik at farsen blir for fin. Spekket tilsettes mot slutten av hakkeprosessen. Farsen grovhakkes før vakuum - og nitrittsalt (GC Rieber Salt AS, Oslo) tilsettes. Hakka går maks 5-6 runder med salt til ønsket utseende og tekstur på farsen.

Farsen ble overført til pølsestopperen (Handtmann VF 628, Tyskland). Hvert produkt har sin innstilling på maskinen i forhold til størrelse på tarmen. Tarmen legges i varmt vann før bruk slik at tarmen får et glatt utseende. Pølsene ble stoppet med vakuum i en 70 mm fibertarm (Nalo 70 mm, Kalle GmbH, Wiesbaden) og klipset (polyclip FCA 160, Tyskland). Pølsene ble deretter veid og merket med vekt før de ble hengt opp på stokker fordelt på to pølseheng. Det ble 6 pølser pr batch á ca. 1,2 kg. Pølsene sto ute til neste dag, før pølsene ble satt inn i røykeskap (Albas, Tyskland). Pølsene står ute for å få romtemperatur slik at startkulturen skal virke raskere. Pølsene blir røyket i ca. 30 minutter hver av de tre første dagene. Når pølsene sto i røykeskapet ble pH målt og ført på skjema sammen med temperatur og relativ fuktighet. Pølsene sto i røykeskapet i en uke. De første dagene sto pølsene på 25 °C og relativ fuktighet på 95 %. Temperaturen og relativ fuktighet blir satt ned når pølsene begynner å bli faste.

Når pølsene har en pH < 5,30 settes temperaturen gradvis ned til 16 °C i tillegg til at luftfuktigheten settes ned mot 80 % og man begynner å tørke pølsene. Pølsene henger i røykeskapet til de har fått en fast konsistens. Etter pølsene er ferdig i røykeskapet ble pølsene kjørt over til klimaskap som holder 16 °C. Pølsene henger i klimaskapet til de har fått en fast konsistens og en vannaktivitet < 0,90.

## **3.5 Kvalitetskontroll av spekepølser**

### **3.5.1 Farseprøve**

Det ble tatt ut prøvemateriale fra hver hakke til farseprøve for *E. coli*. Prøven ble analysert som en samleprøve av ansatte på laboratoriet. Det ble tatt ut 10 gram prøve og tilsatt 90 ml peptonvann. Prøvematerialet ble homogenisert i Stomacher før fortykning fra  $10^{-1}$  -  $10^{-9}$  og spredt ut på Petrifilm for *E.coli* (6435, 3M Norge As, Skjetten). Prøvene ble inkubert ved 42 °C i 24 timer før avlesning.

### **3.5.2 pH målinger**

Det ble valgt ut en pølse fra hver batch til egen pH- pølse. pH ble målt med Testo 205 hver morgen de syv første dagene.

### **3.5.3 Vannaktivitet**

Noen vannaktivitetsmålinger ble gjort underveis for å sjekke hvor langt  $a_w$  var kommet. Det ble målt vannaktivitet (Aqua Lab Series 3, Adab Analytical Devices AB) når alle spekepølsene var ansett som ferdige. Det ble kuttet en tynn skive prøvemateriale godt innpå pølsa. I enden på pølsene har det forekommet mer omfattende tørking og det kan påvirke resultatet. Apparatet ble kalibrert med destillert vann før vannaktivitetsmålingene. Vannaktiviteten ble målt med 3 replikater for et godt utvalg av prøvemateriale.

### **3.5.4 Vekttap**

En ukentlig vektmåling av alle pølsene ble foretatt for å holde kontroll på vekttapet til pølsene var ferdige. Vektmålingene foregikk på samme dag gjennom hele prosessen. Selv om svinnprosenten var > 30 % eller < 30 % ble pølsene hengende på klima til pølsene var ansett som ferdige eller  $a_w < 0,9$ .

### **3.5.5 Sensorisk bedømmelse**

Et trent panel på 4 dommere bedømte spekepølsene etter kriteriene snitt, konsistens, lukt og smak. Sensorisk analyse ble utført 1-2 uker etter spekepølsene var ferdig. Prøvene ble skivet og romtemperert før bedømmelsen. Dommerne ble bedt om å bedømme prøvene opp mot kommersiell salami. Hver av prøvene ble servert i hver sin skål merket med prøvenummer. Hver dommer noterte sin bedømmelse på eget ark på en skala fra 1-9. Dommerne fikk vann og nøytral kjeks for å nøytralisere mellom hver prøve.

## **3.6 Kjemiske analyser**

Fett, vann, salt og protein ble analysert ved bruk av FoodScan Lab, (Foss, Danmark). Prøvemateriale på 200 gram fra hver batch ble først kvernet i Kenwood MG700 Pro 2000 på 3 mm hullskive. En skål med prøvemateriell ble fylt til kanten og glattet ut med en slikkepott. Høyden på prøvematerialet var avgjørende for et nøyaktig resultat. Det er viktig at det ikke ble luftlommer i prøvematerialet. Skålen plasseres i FoodScan og programmet for salami ble valgt. Analysen var ferdig etter 40 sekunder. Det ble utført 3 replikater pr prøve.

## **3.7 Analyser på IKBM**

Det ble utført analyser på IKBM 3 uker etter spekepølsene var ferdige. For alle analyser ble en pølse fra hver av de 17 prøvene analysert. Ved analyse av flyktige komponenter og lysmikroskopi ble et utvalg prøver plukket ut. Fra pølsene fra forforsøket ble fargemåling, tekstur og lipidoksidasjon utført.

### **3.7.1 Lipidoksidasjon**

Lipidoksidasjon ble analysert ved Darrens metode for tiobarbitursyre (TBA) (harskhetsmåling) ved tiobarbitursyre-reaktive substanser(TBARS). 2 gram kjøtt ble tilsatt TBA stockløsning og satt på vannbad. Prøvene ble avkjølt på is før prøvene ble sentrifugert i Himac CT15RE (Hitachi Koki Co, Ltd) i 25 minutter. Prøvemateriale uten fettlag og bunnfall ble deretter overført til engangskyvetter for måling av absorpsjon. Absorpsjonen ble avlest ved 450 nm og 530 nm. Antall malonaldehyde (MDA) ekvivalenter ble regnet ut fra koeffisienten og molekylvekten til malonaldehyd.

### 3.7.2 Teksturanalyse

Teksturmålingene ble utført med Warner Bratzler ved bruk av Texture Analysis TAXT 2 (Stable Micro Systems, Haslemere, Surrey, UK). Prøvene ble temperert til 20 °C før analysen og deretter kuttet i 1\* 1\* 6 cm strimler uten tarm på pølsene. Prøvematerialet ble delt i to med Warner Bratzler trekantet knivblad som drives med 10 mm/sek inn i prøven. Maksimal kraft ble målt i Newton (N) for å bestemme prøvens fasthet og kraften som brukes hele veien (arealet) målt i Newton sekunder (Ns). Det ble tatt 8 replikater pr prøve da analysen har relativt stor målefeil.

Innstillingene til Texture Analyser er vist i vedlegg B.

### 3.7.3 Fargemåling

Fargemålinger ble utført med  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koordinater etter CIELAB fargesystem med Minolta Spectrophotometer CM- 700d (Konica Minolta Optics, Inc, Japan). Prøvene ble kuttet i 2 cm tykke skiver og plassert i veieskip med plastfilm (PVC) over. Instrumentet ble kalibrert mot en null kalibrering og en hvit kalibrering før bruk. Det ble 3 replikater pr prøve hvor SCE verdien ble benyttet.

### 3.7.4 Flyktige komponenter

Det ble plukket ut 8 ulike prøver fra forsøksdesignet til analyse. Flyktige komponenter ble analysert med Thermal Desorber Gas Chromatography Mass Spectrometry (TDGCMS). Prøvematerialet kom fra 4 °C hvor det ble veid ut 5 gram som ble hakket i små biter og veid inn i aluminiumsskåler (volum 106 ml, Plus Pack As, Odense DK). Skålene ble plassert i et mikroemmisjonskammer (Micro-chamber/Thermal Extractor M-CTE250, Markers International Ltd, Llantrisant, UK). Flyktige forbindelser ble oppkonsentrert i hvert sitt adsorbenttrør, Tenax TA/Carbograph 1TD (Markers international). Adsorbenttrørene ble deretter plassert i et automatisk termisk desorpsjonsinstrument (Thermal Desorber, TD-100, Markers International) med 7890B GC system (Agilent Technologies Inc. Wilmington, De, USA) som er koblet til MS systems, 5975 inert XL Mass Selective Detector (Agilent Technologies) hvor komponentene ble detektert. Flyktige komponenter ble separert på en DB-WAXETR GC kolonne (Agilent Technologies). Helium grad 6.0 (Aga) ble benyttet som bæregass med en flow på 1 ml/min. Til analysen ble programvaren Masshunter GC/MS

Acquisition B.07.00.1413 (Agilent Technologies) benyttet. Identifikasjon av flyktige komponenter ble gjort ved hjelp av NIST 11- database (Agilent Technologies).

Prøvene ble analysert for 7 standarder blandet i Miglyol (Axo Industry, Belgia). Standardene ble kjørt som lav (1:10) og en høy (1:2) standard for å ha standardisering gjennom hele forsøket. Disse standardene ble kjørt:

- Fenol
- Dimetyl sulfon
- 2- Undecanone
- Eddiksyre
- 2- penten-1 ol, Z
- Heksanal
- Butanal (Butyraldehyd)

Det ble tatt to replikater pr prøve. Noen komponenter ble kun påvist i en av parallellene. Disse verdiene ble utelatt fra resultatene.

Innstillinger og programmering av GC- faktorer er vist i vedlegg C.

### **3.7.5 Lysmikroskopi**

Fra screening til forbrukerundersøkelse ble det plukket ut 4 prøver som skilte seg ut til mikroskopi. I tillegg til prøvene ble det tatt med en kommersiell salami uten tilsatt fiber som inneholdt 35 % fett, 21 % protein og 5,8 % salt. Dette var for å se hvordan kostfiber i fordelte seg i spekepølsene. Hver prøve ble skivet i tynne skiver på ukjent tykkelse. Skivene ble fiksert i 24 timer i en 10 % nøytral (0,9 % PBS- bufferet) formaline løsning bestående av formaldehyde 36 % (39 % w/v) (VWR, Oslo, Norge), destillert vann, mononatriumfosfat ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) (Sigma-Aldrich, Tyskland) og dinatriumfosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) (Sigma-Aldrich, Tyskland). Cellulose ble farget med kongorød (Sigma-Aldrich, Tyskland) og stivelse med en jod løsning bestående av kaliumjodid (KI) (Fluka, Tyskland) og jod ( $\text{I}_2$ ) (Merck, Tyskland). Både kongorød og jodløsningen ble farget i 1 minutt og deretter vasket av tre ganger med PBS buffer bestående av destillert vann, ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ), og ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ). Skivene ble lagt på objektglass (Menzel- Gläser, Thermo Scientific) og dekket med dekkglass (24\*32 mm) (Menzel- Gläser) og forseglet med neglelakk. Lysmikroskopi ble utført med Leica (020-



518.500 DM/LS Tyskland), lysefelt på 4x forstørring for deretter å ta bilde av hver prøve med manuelt påsatt kamera (DeltaPix Invenio 3SII (DeltaPix, Danmark) og programvaren DeltaPix InSight (DeltaPix, Danmark).

### 3.8 Forbrukerundersøkelse

Forbrukerundersøkelse er et viktig verktøy i produktutvikling. For å få forbrukere til å sette av tid til å være med er det viktig at det ikke er for mange prøver som skal gjennomgås.

#### 3.8.1 Screening til forbrukerundersøkelse

En screening ble gjort ved bruk av partial napping og ultra flash profilering fordelt på to dager. Første dagen ble det gjort napping på pølsene fra høy fett gruppen og andre dagen på pølser fra lav fett gruppen. Prøvene ble kjørt blindt, med en tresifret kode hvor en av prøvene ble benyttet som et replikat. Dommerne fikk utdelt A3 ark, blyant, og notatark. Dommerne ble servert vann og flatbrød for å nøytralisere mellom hver prøve. Til slutt hadde dommerne mulighet til å sette et smileansikt til den eller de prøvene som de likte best. Etter dommerne var ferdige med sin bedømmelse, ble prøvene raskt gått igjennom i plenum. Prøvenummer til høy fett gruppen og lav fett gruppen var som følger:

#### Dag 1:

- 315- Prøve 1
- 607- Prøve 4
- 115- Prøve 5
- 348/699- Prøve 8
- 293- Prøve 9
- 539- Prøve 12
- 755- Prøve 13
- 487- Prøve 16

#### Dag 2:

- 497- Prøve 2
- 167- Prøve 3
- 547- Prøve 6
- 941- Prøve 7
- 309- Prøve 10
- 856- Prøve 11
- 391/472- Prøve 14
- 671- Prøve 15

#### 3.8.2 Spørreskjema

Hensikten med forbrukerundersøkelsen var å måle liking av de ulike variantene av spekepølse. I tillegg til liking ble det plukket ut egenskaper som forbrukerne kunne krysse av til den aktuelle prøven. Det ble valgt ut to prøver fra høy fett gruppen og to prøver fra lav fett

gruppen med tilhørende referanseprøve på 35 % fett og 25 % fett. Prøvene som ble valgt til forbrukerundersøkelse ble valgt på grunnlag av prøvene som fikk flest smileansikt av dommerne og at både høy fett og lav fett skulle ha to prøver med hver sin variabel i henhold til forsøksdesignet.

Spørreskjema til forbrukerundersøkelsen finnes i vedlegg D.

### 3.8.3 Gjennomføring

Til forbrukerundersøkelse ble det valgt ut de beste prøvene fra napping. Forbrukerundersøkelse ble utført 6 uker etter spekepølsene var ferdig. Forbrukerundersøkelsen gikk over to dager hvor pølser fra høy fett gruppen ble undersøkt dag 1 og pølser fra lav fett gruppen ble undersøkt dag 2. Undersøkelsen ble utført rundt om på campus NMBU. Hver prøve fikk en tresifret kode hvor en prøve var en referanseprøve:

#### Dag 1

- 573- Prøve 12
- 186- Prøve 13
- 349- Kommersiell salami med 35 % fett, 21 % protein og 5,8 % salt

#### Dag 2

- 781- Prøve 10
- 458- Prøve 15
- 294- Kommersiell salami med 25 % fett, 25 % protein og 6,0 % salt

Forbrukerne fikk to skiver av hver prøve servert på en tallerken med kodene merket langs kanten på tallerken. Serveringsrekkefølgen var randomisert og gitt på spørreskjema. Forbrukerne smakte på hver prøve, før de krysset av for hvor godt de likte prøven og deretter egenskaper før de gikk videre til neste prøve. Mellom hver prøve drakk forbrukerne vann for å nøytralisere smaken mellom hver prøve.

#### Serveringsrekkefølge dag 1:

- 573-186-349
- 186-349-573
- 349-573-186

#### Serveringsrekkefølge dag 2:

- 781-458-294
- 458- 294-781
- 294-781-458

I tillegg til å randomisere serveringsrekkefølgen ble også egenskapene på spørreskjema randomisert med fem ulike sett.

### 3.9 Statistikk

Forsøksdesignet ble fraksjonert fra et fullfaktorielt design. Oppsett av statistiske faktorielle design baserer seg på summen +1 og -1 av faktorer. Av to likeverdige alternativer ser man på kun en av de likeverdige alternativene i et fraksjonert design. Ved fraksjonert design ser man på hovedeffektene og kun et interaksjonsledd. Statistiske analyser ble utført ved bruk av programvaren Minitab.

Det ble utført General Linear Modeling (GLM) på responsene vannaktivitetsmålinger og alle analyser utført på IKBM opp mot forsøksdesignet. I tillegg til GLM ble Tukey likhetstest utført for å identifisere signifikante verdier mellom responsene. Ulike bokstaver indikerer signifikante verdier mellom hovedfaktorene frossen andel, fettnivå, fiber og/eller NaCl. I tillegg til samspillet mellom frossen andel råvare inn i produkt og fettnivå. Standardavvik ble benyttet som et mål på avvik på alle analyser.

Screening til forbrukerundersøkelse ble utført med Multiple factor analysis (MFA). MFA er basert på Principal Component Analysis (PCA). MFA brukes innen sensorisk analyse til å analysere flere sett med data som gjelder samme produkter. Dette kan også gjøres med PCA. En gruppe produkter kan noen ganger vise større påvirkning på variablene enn andre produkter. MFA løser dette ved å vekte alle variabler likt. Derfor brukes MFA i sensorisk sammenheng når antall dommere er få og PCA når det er mange dommere til stede. Resultatene fra MFA og PCA regnes ut ved bruk av algoritme (Sensorisk Studiegruppe 2015). Hovedresultatet fra MFA og PCA kan leses av ladnings- og skåringsplot. Ladningsplot gir ofte produkttegenskaper og skåringsplotet viser prøvenes plassering. Begge disse plotene har plassering i et 2-dimensjonalt plan. Prinsipalkomponent 1 (x-akse) og prinsipalkomponent 2 (y-akse) leses med variablene som ligger i ytterkant. Dette er de to viktigste dimensjonene som representerer en prosentandel av all variasjon i datasettet.

Data fra TDGCMS ble utført med enveis ANOVA med flyktige forbindelser som respons og frossen andel, fettnivå og blandingsforhold fiber (Vitacel: Sense Fi) som faktor. Deretter ble

det utført en Principal Component Analysis (PCA) på flyktige komponenter var til stede i alle prøvene. Sensorisk bedømmelse og forbrukerundersøkelse ble også utført med PCA. Alle resultater utført med PCA er illustrert med PCA, biplot. Biplot leses som variablene som vektorer som går i samme retning og er nære hverandre kan grupperes og er godt korrelerte. Første komponenten er den viktigste og forklarer det meste av variasjonen. Andre komponenten viser variabler som ikke betyr like mye for variasjonen.

## 4 Resultater

For alle resultater er et gjennomsnitt av alle replikater beregnet. Signifikansnivået er satt til 5 % med mindre noe annet er oppgitt.

### 4.1 Forforsøk

Farge-, tekstur- og oksidasjonsmålinger fra pølser laget i forforsøket er vedlagt i vedlegg E.

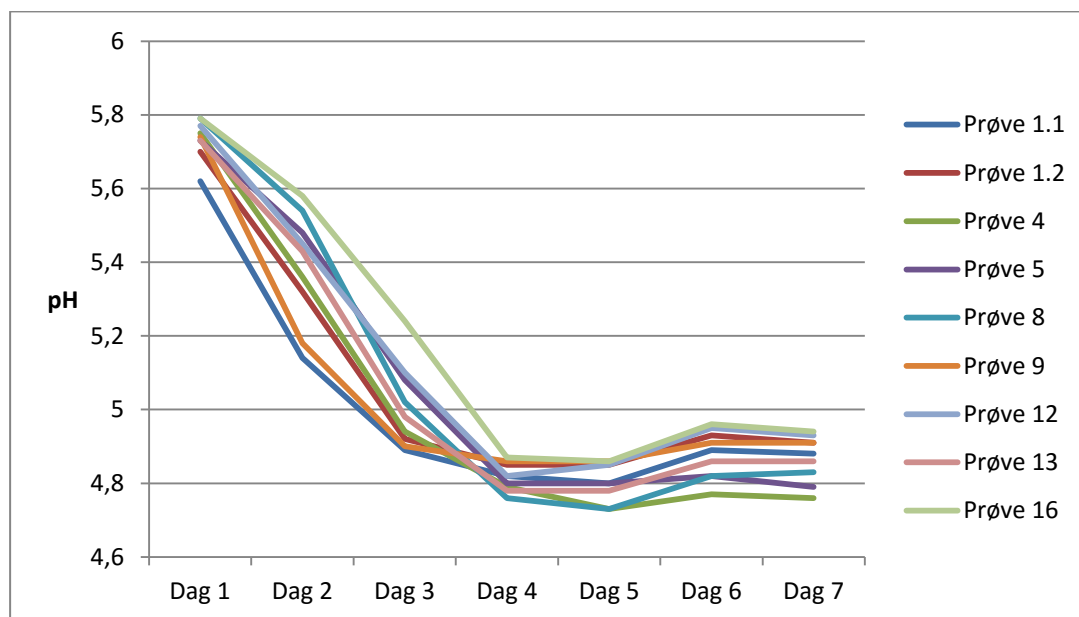
### 4.2 Kvalitetskontroll av spekepølser

#### 4.2.1 Farseprøve

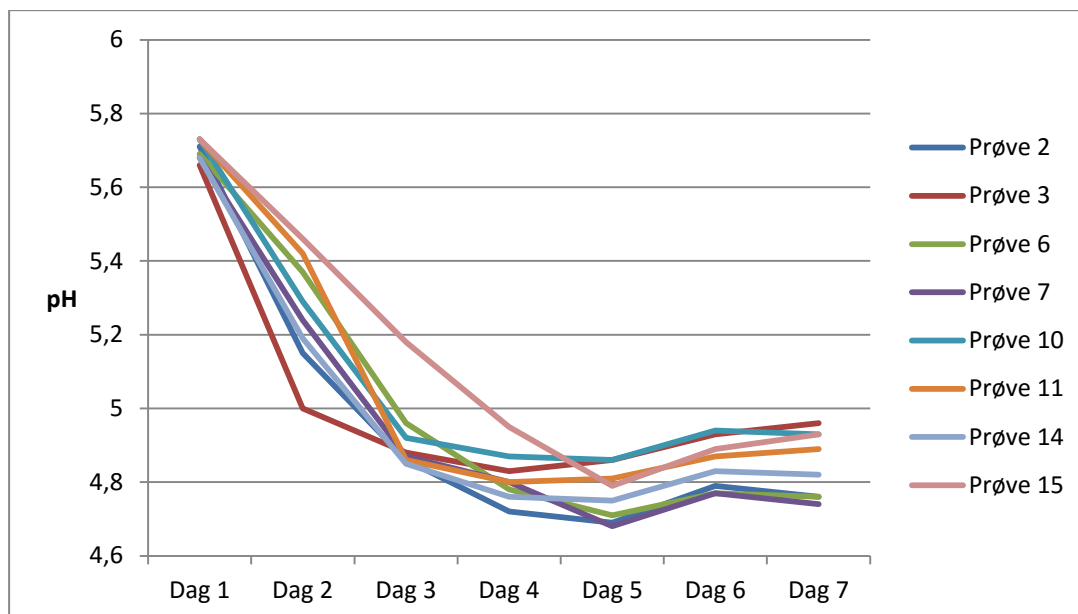
For alle fortynninger fra  $10^{-1}$  -  $10^{-9}$  ble resultatet  $<10$  CFU/g av *E.coli*.

#### 4.2.2 pH målinger

pH er et viktig kvalitetsmål for spekepølser og faller som følge av starterkulturen. pH-utviklingen i høy fett prøver er illustrert i Figur 4-1: pH- utvikling i høy fett prøver og lav fett pølser i Figur 4-2: pH utvikling i lav fett prøver.



Figur 4-1: pH- utvikling i høy fett prøver



**Figur 4-2: pH utvikling i lav fett prøver**

Det kommer frem av Figur 4-1: pH- utvikling i høy fett prøver og Figur 4-2: pH utvikling i lav fett prøver at pH utviklingen i spekepølsene gikk som normalt. Det er ingen store forskjeller, bortsett fra i prøve 1.1 og 9 på høy fett og prøve 2,3, 7 og 14 på lav fett hvor pH falt ganske mye fram til dag 2.

#### **4.2.3 Vannaktivitet og svinn**

Vannaktivitet og svinn er et mål for å se om spekepølsene er ferdig. For at «tørket» spekepølser skal omsettes uten krav til kjøling må vannaktiviteten være  $< 0,90$  og ha et vekttap på  $>30\%$ . Vannaktivitet og svinn i de ulike variantene av spekepølse med tilhørende standardavvik for replikatene vises i Tabell 4-1. Ulike bokstaver indikerer signifikans på 5 % nivå. Bokstaven d indikerer salt på 4,75 % og bokstaven e for 6,0 % salt. Bokstaven f indikerer blandingsforholdet 3:1 og g blandingsforholdet 2:1. Samspill mellom frossen andel råvare og fettnivå indikerer bokstavene a-c.

Tabell 4-1: Vannaktivitet og svinn i spekepølser

Frossen andel (%)	Fett (%)	NaCl (%)	Fiber (Vitacel: Sense Fi)	a <sub>w</sub>	Svinn (%)
25	35	4,75	3:1	0,896 ± 0,002 <sup>adf</sup>	28,88 ± 3,126 <sup>bf</sup>
	35	4,75	3:1	0,912 ± 0,002 <sup>adf</sup>	22,40 ± 0,462 <sup>bf</sup>
	35	6,0	2:1	0,894 ± 0,006 <sup>aeg</sup>	25,11 ± 0,776 <sup>bg</sup>
	15	6,0	3:1	0,881 ± 0,004 <sup>bef</sup>	36,65 ± 1,315 <sup>af</sup>
	15	4,75	2:1	0,896 ± 0,001 <sup>bdg</sup>	27,79 ± 4,626 <sup>ag</sup>
50	35	4,75	3:1	0,885 ± 0,002 <sup>bcd</sup>	25,46 ± 1,161 <sup>bf</sup>
	35	6,0	2:1	0,877 ± 0,006 <sup>bceg</sup>	24,10 ± 0,505 <sup>bg</sup>
	15	6,0	3:1	0,877 ± 0,002 <sup>bef</sup>	36,28 ± 0,709 <sup>af</sup>
	15	4,75	2:1	0,899 ± 0,002 <sup>bdg</sup>	32,73 ± 2,695 <sup>ag</sup>
75	35	4,75	3:1	0,886 ± 0,004 <sup>bdf</sup>	24,60 ± 0,898 <sup>bf</sup>
	35	6,0	2:1	0,886 ± 0,002 <sup>beg</sup>	22,63 ± 0,454 <sup>bg</sup>
	15	6,0	3:1	0,873 ± 0,003 <sup>bcef</sup>	34,85 ± 0,364 <sup>af</sup>
	15	4,75	2:1	0,898 ± 0,0006 <sup>bcdg</sup>	33,58 ± 1,959 <sup>ag</sup>
100	35	4,75	3:1	0,875 ± 0,005 <sup>cdf</sup>	27,42 ± 2,633 <sup>bf</sup>
	35	6,0	2:1	0,875 ± 0,004 <sup>ceg</sup>	23,57 ± 0,331 <sup>bg</sup>
	15	6,0	3:1	0,880 ± 0,002 <sup>bef</sup>	35,55 ± 2,264 <sup>af</sup>
	15	4,75	2:1	0,897 ± 0,002 <sup>bdg</sup>	32,59 ± 0,711 <sup>ag</sup>

<sup>a-c</sup> Samspill mellom andel frossen råvare inn i produkt og fettnivå

<sup>d-e</sup> Salt

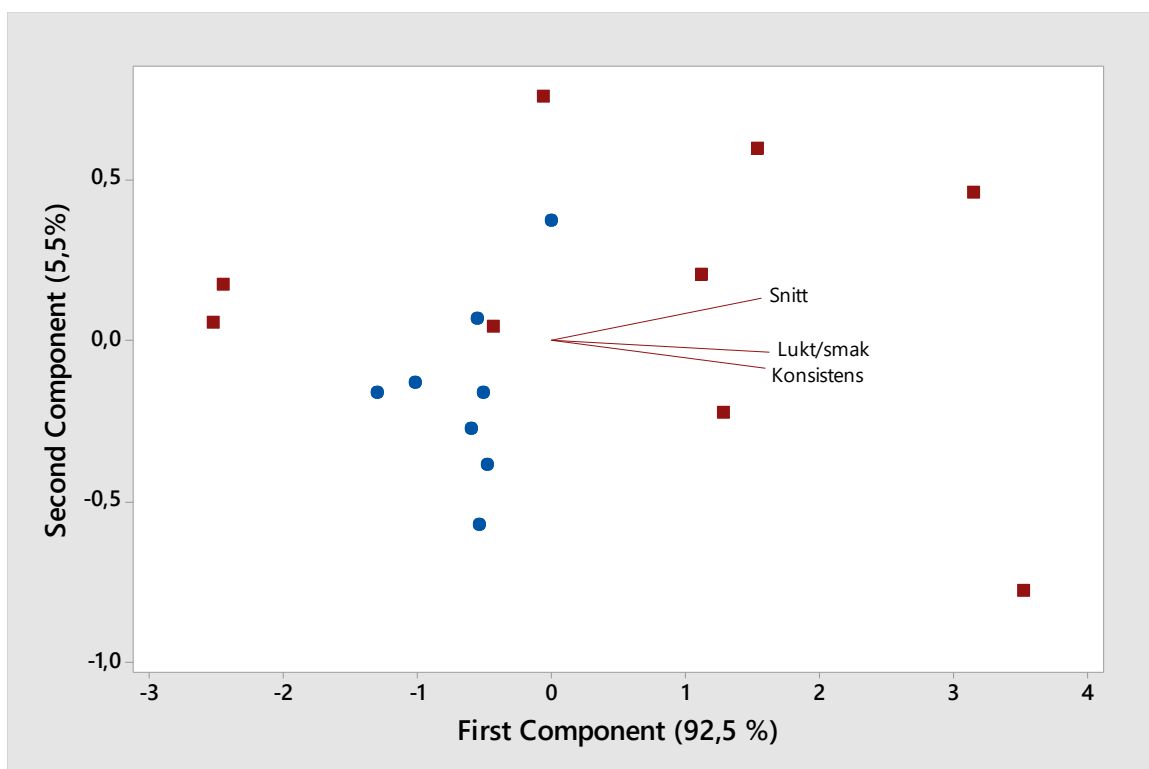
<sup>f-g</sup> Blandingsforhold av fiber

Det er signifikant forskjell mellom  $a_w$  og andel frossen råvare når fettnivå i produktet er forskjellig. Vannaktiviteten er høyere ved bruk av mindre frossent råstoff inn i produkt når fettnivået er 35 %. Laveste  $a_w$  vises i prøvene med 100 % frossent råstoff når fettnivået er 35 %. Ingen av prøvene med 15 % fett er signifikante fra hverandre. Alle prøvene er godt under kravet for  $a_w < 0,90$  utenom prøve 1.2 med 25 % frossent råstoff. Vannaktiviteten i prøvene er signifikante på tilsatt mengde NaCl. Et lavere saltinnhold i produkt ga en høyere vannaktivitet. Blandingsforholdet på fiber viser signifikante forskjeller hvor blandingsforholdet 2:1 (Vitacel: Sense Fi) har gitt en noe høyere  $a_w$ .

Svinnet i lav fett prøvene er signifikante fra høy fett. Det er et mye høyere svinn i pølsene fra lav fett gruppen enn i pølser fra høy fett gruppen. Resultatene er uavhengig av frossen andel råvarer. Blandingsforholdet 2:1 (Vitacel: Sense Fi) viser et signifikant lavere svinn enn blandingsforholdet 3:1.

#### 4.2.4 Sensorisk bedømmelse

Spekepølsene ble bedømt etter kriteriene lukt/smak, konsistens og snitt i sensorisk bedømmelse. Helhetlig poengsum for de ulike prøvene er illustrert i Figur 4-3. Fargen rød viser prøver med 35 % fett og blå viser prøver med 15 % fett.



Figur 4-3: Biplot, PCA over helhetlig poengsum for prøvene fra sensorisk bedømmelse bedømt etter lukt/smak, konsistens og snitt. Rød er prøver med 35 % fett og blå er prøver med 15 % fett



Sensorisk bedømmelse viser at prøvene med 35 % fett fikk best score av dommerne. Vektorene med egenskapene viser retningen som gir best resultat. Forklaringsgraden er forklart uten feilledd fra Minitab. Lav fett prøvene ligger motsatt vei av vektorene og har fått en lavere score. I tillegg ligger lav fett prøvene nokså nærmere hverandre som kan tyde på at dommerne syntes det var vanskelig å skille prøvene. Egenskapen lukt/smak og konsistens er gruppert sammen mens snitt er alene.

Skjema for sensorisk bedømmelse med poeng fra kriterier finnes i vedlegg F.

### **4.3 Kjemisk analyser**

Produktene skal være så like så mulig hver gang produktet produseres. Det følger ofte minimum og maksimumsverdi innenfor hver produktkategori for de gitte målingene. I henhold til forsøksdesignet er det målt om spekepølsene inneholder den mengden fett og salt som er beregnet i tillegg til protein og vann i fettfri vare. Tabell 4-2 viser resultatet av kjemisk analyse med tilhørende standardavvik for replikatene. Ulike bokstaver indikerer signifikans på 5 % nivå. Bokstaven e indikerer blandingsforholdet 3:1 og f blandingsforholdet 2:1. Bokstaven g indikerer salt på 4,75 % og bokstaven h for 6,0 % salt. Bokstavene k-m indikerer 25 % - 100 % frossen andel råvare. Samspill mellom frossen andel råvare og fettnivå indikerer bokstavene a-d.

Tabell 4-2: Analyse av protein, vann, fett og salt i prøver

Frossen andel (%)	Fett (%)	NaCl (%)	Fiber (Vitacel: Sense Fi)	Protein (%)	Vann i fettfri vare (%)	Målt fett (%)	Målt salt (%)
25	35	4,75	3:1	21,38 ± 0,14 <sup>ag</sup>	42,23 ± 0,08 <sup>igk</sup>	25,85 ± 0,04 <sup>ae</sup>	4,96 ± 0,14 <sup>ik</sup>
		4,75	3:1	19,00 ± 0,09 <sup>ag</sup>	42,48 ± 0,43 <sup>igk</sup>	28,83 ± 0,36 <sup>ae</sup>	4,88 ± 0,04 <sup>ik</sup>
		6,0	2:1	20,74 ± 0,01 <sup>ah</sup>	38,95 ± 0,14 <sup>ihk</sup>	28,08 ± 0,19 <sup>af</sup>	5,78 ± 0,03 <sup>ik</sup>
	15	6,0	3:1	29,48 ± 0,52 <sup>bh</sup>	44,94 ± 0,82 <sup>jhk</sup>	13,80 ± 0,15 <sup>be</sup>	6,19 ± 0,06 <sup>jk</sup>
		4,75	2:1	22,08 ± 0,06 <sup>bg</sup>	45,49 ± 0,10 <sup>igk</sup>	20,10 ± 0,03 <sup>bf</sup>	6,02 ± 0,07 <sup>jk</sup>
50	35	4,75	3:1	21,22 ± 0,17 <sup>ag</sup>	37,52 ± 0,21 <sup>igl</sup>	28,82 ± 0,39 <sup>ae</sup>	5,53 ± 0,17 <sup>il</sup>
		6,0	2:1	19,77 ± 0,18 <sup>ah</sup>	37,92 ± 0,35 <sup>ihl</sup>	30,32 ± 0,29 <sup>af</sup>	6,22 ± 0,03 <sup>il</sup>
	15	6,0	3:1	28,29 ± 0,28 <sup>bch</sup>	42,21 ± 0,41 <sup>jhl</sup>	15,88 ± 0,17 <sup>be</sup>	6,84 ± 0,13 <sup>jl</sup>
		4,75	2:1	26,08 ± 0,13 <sup>bcg</sup>	44,72 ± 0,40 <sup>jgl</sup>	17,06 ± 0,26 <sup>bf</sup>	5,61 ± 0,05 <sup>jl</sup>
75	35	4,75	3:1	19,91 ± 0,08 <sup>ag</sup>	38,76 ± 0,23 <sup>igl</sup>	30,39 ± 0,12 <sup>de</sup>	5,58 ± 0,03 <sup>ikl</sup>
		6,0	2:1	19,38 ± 0,08 <sup>ah</sup>	37,00 ± 0,12 <sup>ihl</sup>	33,25 ± 0,10 <sup>df</sup>	5,73 ± 0,01 <sup>ikl</sup>
	15	6,0	3:1	27,43 ± 0,04 <sup>ch</sup>	42,83 ± 0,12 <sup>jhl</sup>	16,43 ± 0,03 <sup>be</sup>	6,23 ± 0,13 <sup>jkl</sup>
		4,75	2:1	28,50 ± 0,08 <sup>cg</sup>	44,08 ± 0,12 <sup>jgl</sup>	16,47 ± 0,11 <sup>bf</sup>	5,55 ± 0,01 <sup>jkl</sup>
100	35	4,75	3:1	20,54 ± 0,07 <sup>ag</sup>	35,68 ± 0,02 <sup>igl</sup>	32,67 ± 0,02 <sup>de</sup>	5,49 ± 0,05 <sup>ikl</sup>
		6,0	2:1	19,81 ± 0,02 <sup>ah</sup>	37,02 ± 0,06 <sup>ihm</sup>	32,07 ± 0,14 <sup>df</sup>	5,84 ± 0,04 <sup>ikl</sup>
	15	6,0	3:1	28,07 ± 0,25 <sup>bch</sup>	40,11 ± 0,41 <sup>jhm</sup>	18,56 ± 0,25 <sup>ce</sup>	5,85 ± 0,03 <sup>jkl</sup>
		4,75	2:1	23,97 ± 0,05 <sup>bcg</sup>	43,45 ± 0,30 <sup>jm</sup>	20,93 ± 0,25 <sup>cf</sup>	5,34 ± 0,07 <sup>jkl</sup>

<sup>a-d</sup> Samspill mellom frossen andel råvare inn i produkt og fettnivå

<sup>e-f</sup> Blandingsforhold av fiber

<sup>g-h</sup> Salt

<sup>i-j</sup> Fettnivå

<sup>k-m</sup> Frossen andel

Magre kjøttsorteringer inneholder mer protein enn sorteringer med mer fett. Et signifikant høyere proteininnhold ble sett i pølser i lav fett gruppen enn i høy fett gruppen. Kun 75 % frossent råstoff når fettnivået er 15 % er signifikant fra 25 % frossent når fettnivået er 15 %. Ingen signifikans ble sett frossent råstoff og 35 % fett i proteininnhold. Vann i fettfri vare er signifikant fra 25 % frossent råstoff og 100 % frossent råstoff. Ved bruk av magre kjøttsorteringer til lav fett pølser med fettnivå 15 % fett et signifikant høyere vanninnhold enn 35 % fett. Salt binder vann og pølser som ble produsert med 6,0 % salt har en signifikant lavere vanninnhold.

Beregnet fettprosent i produkt ble lavere enn beregnet. Prøvene med mest frossent og beregnet 35 % fett hadde best tilnærming til beregnet fettprosent. Prøvene med 75 % og 100 % frossent råstoff var signifikant forskjellige fra prøvene med 25 % frossent råstoff med 35 % fett. Ingen av prøvene med 15 % fett var signifikant forskjellige fra hverandre i henhold til frossent råstoff når fettprosenten er 15 %. Prøvene med blandingsforholdet 2:1 (Vitacel: Sense Fi) viste en signifikant lavere fettprosent. I forhold til beregnet saltinnhold er det små endringer i saltinnholdet. Prøvene i lav fett gruppen viste en signifikant høyere saltprosent enn prøvene fra høy fett gruppen. Det så ikke ut til at reduserende andel frossent råstoff hadde betydning for saltprosenten. Kun 25 % frossent og 50 % frossent er signifikant fra hverandre.

## **4.4 Analyser på IKBM**

### **4.4.1 Lipidoksidasjon**

Det er ønskelig med god kontroll på lipidoksidasjon, da lipidoksidasjon vil forringe kvaliteten av et produkt. Absorbans ved 530 nm og 450 nm ble benyttet til å regne ut MDA ekvivalenter i spekepølser. Uten noen behov for langvarig prøvetaking, kan absorbans måles ved 450 nm for å måle neste steg av lipidoksidasjon. Et rosa pigment måles ved 530 nm og et gult pigment måles ved 450 nm. I Tabell 4-3 vises innholdet av MDA ekvivalenter ved 530 og 450 nm målt i de ulike prøvene med tilhørende standardavvik for replikatene. Ulike bokstaver indikerer signifikans på 5 % nivå. Bokstaven d indikerer salt på 4,75 % og bokstaven e for 6,0 % salt. Bokstaven f indikerer blandingsforholdet 3:1 og g blandingsforholdet 2:1. Bokstavene h-i indikerer 25 % - 100 % frossen andel råvare. Samspill mellom frossen andel råvare og fettnivå indikerer bokstavene a-c.

Tabell 4-3: MDA ekvivalenter i spekepølse målt ved absorbans 530 nm og 450 nm

Frossen andel (%)	Fett (%)	NaCl (%)	Fiber (Vitacel: Sense Fi)	MDA 530 nm (ppm)	MDA 450 nm (ppm)
25	35	4,75	3:1	0,48 ± 0,03 <sup>af</sup>	0,94 ± 0,05 <sup>dffh</sup>
		4,75	3:1	0,47 ± 0,01 <sup>af</sup>	0,91 ± 0,02 <sup>dffh</sup>
		6,0	2:1	0,50 ± 0,03 <sup>ag</sup>	0,98 ± 0,07 <sup>egh</sup>
	15	6,0	3:1	0,46 ± 0,01 <sup>bf</sup>	1,02 ± 0,02 <sup>eth</sup>
		4,75	2:1	0,43 ± 0,01 <sup>bg</sup>	0,95 ± 0,02 <sup>dgh</sup>
50	35	4,75	3:1	0,43 ± 0,01 <sup>bct</sup>	0,91 ± 0,03 <sup>dff</sup>
		6,0	2:1	0,41 ± 0,02 <sup>bcg</sup>	0,92 ± 0,03 <sup>egi</sup>
	15	6,0	3:1	0,44 ± 0,00 <sup>bct</sup>	0,94 ± 0,02 <sup>efi</sup>
		4,75	2:1	0,41 ± 0,01 <sup>bcg</sup>	0,90 ± 0,02 <sup>dgi</sup>
		6,0	3:1	0,45 ± 0,05 <sup>bct</sup>	0,92 ± 0,03 <sup>dff</sup>
75	35	4,75	3:1	0,45 ± 0,05 <sup>bct</sup>	0,92 ± 0,03 <sup>dff</sup>
		6,0	2:1	0,39 ± 0,02 <sup>bcg</sup>	0,84 ± 0,05 <sup>egi</sup>
	15	6,0	3:1	0,41 ± 0,01 <sup>ct</sup>	0,92 ± 0,02 <sup>eth</sup>
		4,75	2:1	0,39 ± 0,01 <sup>cg</sup>	0,85 ± 0,02 <sup>dgi</sup>
		6,0	3:1	0,42 ± 0,01 <sup>bct</sup>	0,84 ± 0,02 <sup>dff</sup>
100	35	4,75	3:1	0,42 ± 0,01 <sup>bct</sup>	0,84 ± 0,02 <sup>dff</sup>
		6,0	2:1	0,40 ± 0,02 <sup>bcg</sup>	0,90 ± 0,02 <sup>egi</sup>
	15	6,0	3:1	0,42 ± 0,01 <sup>bct</sup>	0,92 ± 0,01 <sup>efi</sup>
		4,75	2:1	0,41 ± 0,00 <sup>bcg</sup>	0,89 ± 0,04 <sup>dgi</sup>
		6,0	3:1	0,42 ± 0,01 <sup>bct</sup>	0,92 ± 0,01 <sup>efi</sup>

<sup>a-c</sup> Samspill mellom frossen andel råvare inn i produkt og fettnivå

<sup>d-e</sup> Saltinnhold

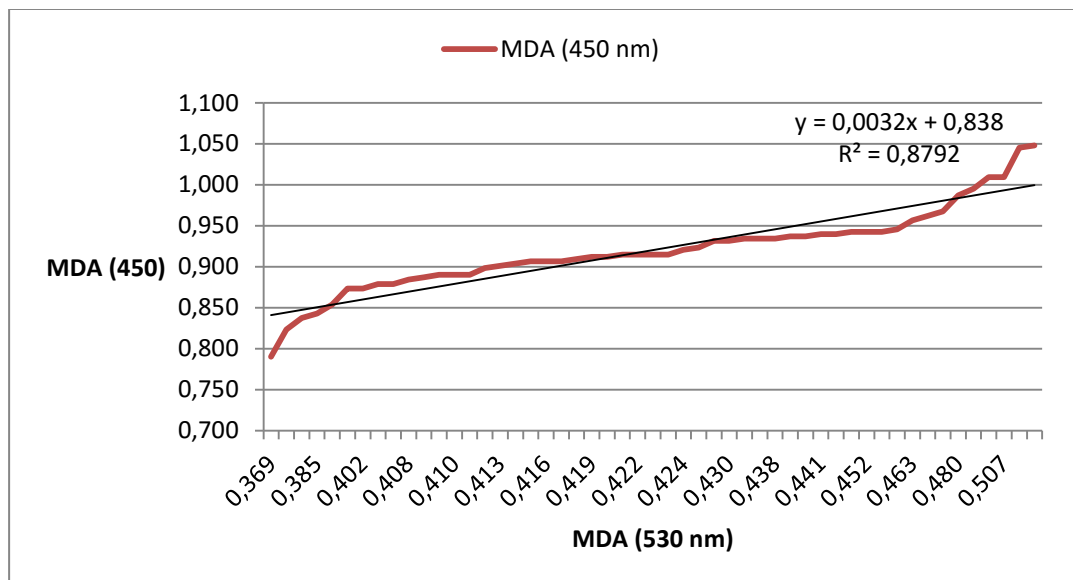
<sup>f-g</sup> Blandingsforhold av fiber

<sup>h-i</sup> Frossen andel råvare inn i produkt

Det kommer frem av Tabell 4-3 at innholdet av MDA ekvivalenter målt ved 530 nm er signifikant ved andel frossent råstoff inn i produkt ved både 15 % og 35 % fettnivå. Det er ingen signifikant forskjell mellom 75 % og 100 % frossent råstoff ved de to fettnivåene. I tillegg er det signifikant forskjell på blandingsforholdet av fiber på 3:1 (Vitacel: Sense Fi) av ved MDA 530 nm. Blandingsforholdet gir signifikant flere MDA ekvivalenter enn blandingsforholdet 2:1.

MDA ekvivalenter målt ved absorbans ved 450 er verdier målt ved langtidslagring av spekepølser. Saltnivået vil være signifikant og hvor 6 % salt vi gi flere MDA ekvivalenter enn prøver som inneholder 4,5 % salt. Blandingsforholdet av fiber 3:1 (Vitacel: Sense Fi) vil også ved MDA 450 nm, gi flere MDA ekvivalenter enn blandingsforholdet 2:1. 25 % frossen andel råvare inn i produkt er signifikant fra de andre nivåene av frossen med flest MDA ekvivalenter.

I Figur 4-4 vises korrelasjonen mellom responsene MDA (530) og MDA (450).



Figur 4-4: MDA ekvivalenter (530 nm) sammenlignet med MDA ekvivalenter (450 nm) i spekepølse

Korrelasjonskoeffisienten  $R^2$  forklares med 87,9 % som vil si at det er sammenheng mellom lipidoksidasjonen målt ved MDA (530) og MDA (450) ved langtidslagring av spekepølser.

#### 4.4.2 Teksturanalyse

Tekstur er et viktig kvalitetsmål for oppfattelse av et produkt. Arealet sier noe om kraften som må brukes hele veien for å skjære over prøven. Tabell 4-4 viser påført kraft og areal målt i spekepølsene med tilhørende standardavvik for replikatene. Ulike bokstaver indikerer signifikans på 5 % nivå. Bokstaven g indikerer salt på 4,75 % og bokstaven h for 6,0 % salt. Bokstaven i indikerer blandingsforholdet 3:1 og j blandingsforholdet 2:1. Bokstavene k-l indikerer 25 % - 100 % frossen andel råvare. Bokstaven m indikerer 35 % fett og n indikerer 15 % fett. Samspill mellom frossen andel råvare og fettnivå indikerer bokstavene a-f.

Tabell 4-4: Påført kraft (Newton) og areal (Ns) målt i spekepølser ved 15 % fett og 35 % fett

Frossen andel (%)	Fett (%)	NaCl (%)	Fiber (Vitacel: Sense Fi)	Hardhet (N)	Areal (Ns)
25	35	4,75	3:1	5,21 ± 0,37 <sup>agi</sup>	37,27 ± 3,16 <sup>gikm</sup>
		4,75	3:1	5,54 ± 0,58 <sup>agi</sup>	35,66 ± 2,78 <sup>gikm</sup>
		6,0	2:1	6,23 ± 0,72 <sup>ahj</sup>	46,38 ± 10,29 <sup>hjkm</sup>
	15	6,0	3:1	18,33 ± 1,24 <sup>dhi</sup>	123,35 ± 11,43 <sup>hikn</sup>
		4,75	2:1	8,60 ± 0,81 <sup>dgi</sup>	62,19 ± 7,68 <sup>gikn</sup>
50	35	4,75	3:1	7,88 ± 0,57 <sup>bgi</sup>	60,33 ± 6,78 <sup>gilm</sup>
		6,0	2:1	7,68 ± 1,16 <sup>bhj</sup>	51,69 ± 9,74 <sup>hjlm</sup>
	15	6,0	3:1	17,76 ± 1,10 <sup>dehi</sup>	96,15 ± 7,51 <sup>hilm</sup>
		4,75	2:1	12,92 ± 1,38 <sup>degj</sup>	107,39 ± 20,37 <sup>gilm</sup>
75	35	4,75	3:1	9,54 ± 1,50 <sup>bcgi</sup>	65,37 ± 11,62 <sup>gilm</sup>
		6,0	2:1	8,88 ± 0,95 <sup>bchj</sup>	55,06 ± 4,73 <sup>hjlm</sup>
	15	6,0	3:1	25,24 ± 2,46 <sup>fhi</sup>	137,06 ± 21,02 <sup>hilm</sup>
		4,75	2:1	16,46 ± 2,30 <sup>fgj</sup>	93,06 ± 15,62 <sup>gilm</sup>
100	35	4,75	3:1	11,21 ± 1,84 <sup>cgi</sup>	70,28 ± 7,99 <sup>gilm</sup>
		6,0	2:1	8,94 ± 1,05 <sup>chj</sup>	56,16 ± 8,36 <sup>hjlm</sup>
	15	6,0	3:1	17,66 ± 1,39 <sup>ehi</sup>	104,14 ± 9,06 <sup>hilm</sup>
		4,75	2:1	17,03 ± 1,26 <sup>egi</sup>	97,62 ± 9,05 <sup>gilm</sup>

<sup>a-f</sup> Samspill mellom frossen andel råvare inn i produkt og fettnivå

<sup>g-h</sup> Saltinnhold

<sup>i-j</sup> Blandingsforhold av fiber

<sup>k-l</sup>: Frossen andel råvare inn i produkt

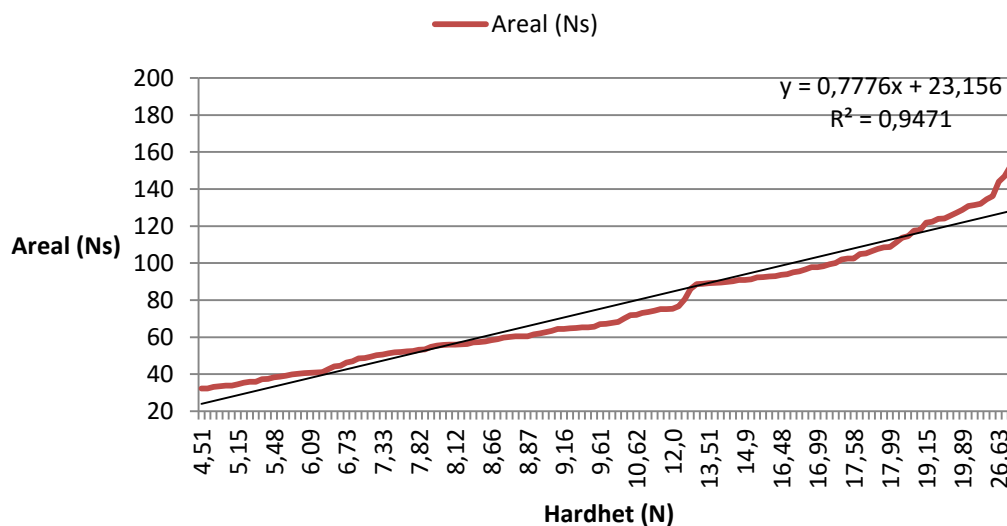
<sup>m-n</sup>: Fettnivå

Det er signifikant forskjell mellom frossen andel råvare inn i produkt og mellom fettnivå. Pølser med 15 % fett er hardere enn pølser produsert med 35 % fett. De mykeste pølsene i både de med 15 % fett og 35 % fett er prøvene produsert med 25 % frossent råstoff. Pølsene

blir signifikant hardere med større andel frossent råstoff innen begge fettnivåene. Det er ingen signifikant forskjell mellom 75 % og 100 % frossent råstoff i pølser laget med 35 % fett. Derimot er signifikant forskjell mellom 75 % og 100 % frossent råstoff laget med 15 % fett. Innen saltnivå er det signifikant forskjell. Prøvene som inneholdt 6 % salt er hardere enn prøvene som inneholdt 4,75 % salt. Blandingsforholdet av fiber, 2:1 (Vitacel: Sense Fi) er signifikant mykere enn ved blandingsforholdet 3:1.

Fettnivået er sterkt signifikant med en stor variasjon mellom fettnivåene i arealet (Ns). Prøvene med 15 % fett trenger betydelig mer kraft hele veien enn prøvene med 35 % fett for å skjære over prøven. Arealet viser at det trengs mer kraft hele veien når pølsene har et høyere saltinnhold. Ved ulikt blandingsforhold av fiber vil de prøvene med forholdet 2:1 (Vitacel: Sense Fi) trenge mindre kraft hele veien til prøven er delt. Dette korrelerer med målingene fra hardhet hvor prøvene med høyest saltinnhold er hardest og blandingsforholdet med mest Sense Fi er mykere. Prøvene med 25 % frossent råstoff er signifikant forskjellig fra de andre nivåene med frossent. Fra målingene med påført kraft var det nivået 25 % frossent som trengte minst påført kraft, og er det nivået som korrelerer godt med lavest areal.

I Figur 4-5 vises korrelasjonen mellom responsene hardhet (N) og areal (Ns)



**Figur 4-5: Hardhet som funksjon av areal i spekepølse**

Korrelasjonskoeffisienten  $R^2$  forklares med 94,7 % som vil si at når spekepølsene blir hardere i konsistensen vil det brukes mer kraft hele veien for å skjære over prøvematerialet.

### 4.4.3 Fargemåling

Farge er et viktig kvalitetsmål på spekepølse. Fargen i et produkt blir for mange forbrukere oppfattet om det er holdbart eller kvalitetsforringet. Tabell 4-5 viser fargemålinger gjort på spekepølsene etter CIELAB systemet med tilhørende standardavvik. Ulike bokstaver indikerer signifikans på 5 % nivå. Bokstaven a indikerer 35 % fett mens b indikerer 15 % fett. Bokstavene c-d indikerer frossen andel råvarer inn i produkt.

Tabell 4-5: Fargemålinger med Minolta med  $L^*$ ,  $a^*$  og  $b^*$  verdier

Frossen andel (%)	Fett (%)	NaCl (%)	Fiber (Vitacel: Sense Fi)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
25	35	4,75	3:1	55,55 ± 1,54 <sup>ns</sup>	10,37 ± 0,53 <sup>c</sup>	9,07 ± 1,23 <sup>ac</sup>
		4,75	3:1	47,72 ± 14,85 <sup>ns</sup>	9,87 ± 2,86 <sup>c</sup>	9,33 ± 3,34 <sup>ac</sup>
		6,0	2:1	49,61 ± 2,67 <sup>ns</sup>	11,58 ± 0,38 <sup>c</sup>	9,24 ± 0,10 <sup>ac</sup>
	15	6,0	3:1	47,56 ± 4,44 <sup>ns</sup>	10,49 ± 1,81 <sup>c</sup>	7,41 ± 1,16 <sup>bc</sup>
		4,75	2:1	43,82 ± 6,55 <sup>ns</sup>	8,88 ± 2,27 <sup>c</sup>	5,83 ± 1,42 <sup>bc</sup>
50	35	4,75	3:1	51,02 ± 0,62 <sup>ns</sup>	11,51 ± 0,66 <sup>cd</sup>	8,64 ± 0,16 <sup>ac</sup>
		6,0	2:1	48,97 ± 9,19 <sup>ns</sup>	10,13 ± 1,52 <sup>cd</sup>	8,73 ± 1,48 <sup>ac</sup>
	15	6,0	3:1	49,52 ± 5,97 <sup>ns</sup>	9,13 ± 0,04 <sup>cd</sup>	6,86 ± 0,77 <sup>bc</sup>
		4,75	2:1	47,92 ± 1,30 <sup>ns</sup>	10,58 ± 0,36 <sup>cd</sup>	7,13 ± 0,49 <sup>bc</sup>
75	35	4,75	3:1	53,39 ± 1,66 <sup>ns</sup>	12,13 ± 0,34 <sup>d</sup>	10,48 ± 0,56 <sup>ac</sup>
		6,0	2:1	51,30 ± 3,60 <sup>ns</sup>	11,70 ± 2,14 <sup>d</sup>	8,84 ± 1,33 <sup>ac</sup>
	15	6,0	3:1	46,33 ± 2,68 <sup>ns</sup>	11,15 ± 2,72 <sup>d</sup>	7,94 ± 2,38 <sup>bc</sup>
		4,75	2:1	52,01 ± 1,32 <sup>ns</sup>	12,34 ± 1,05 <sup>d</sup>	8,86 ± 1,19 <sup>bc</sup>
100	35	4,75	3:1	51,62 ± 1,90 <sup>ns</sup>	11,05 ± 0,72 <sup>d</sup>	8,35 ± 0,20 <sup>ac</sup>
		6,0	2:1	49,91 ± 2,85 <sup>ns</sup>	12,18 ± 0,75 <sup>d</sup>	9,84 ± 0,74 <sup>ac</sup>
	15	6,0	3:1	49,90 ± 0,67 <sup>ns</sup>	11,36 ± 0,13 <sup>d</sup>	8,66 ± 0,53 <sup>bc</sup>
		4,75	2:1	47,66 ± 2,81 <sup>ns</sup>	12,58 ± 1,16 <sup>d</sup>	9,02 ± 0,26 <sup>bc</sup>

<sup>a-b</sup>: Fettnivå

<sup>c-d</sup>: Frossen andel råvarer inn i produkt

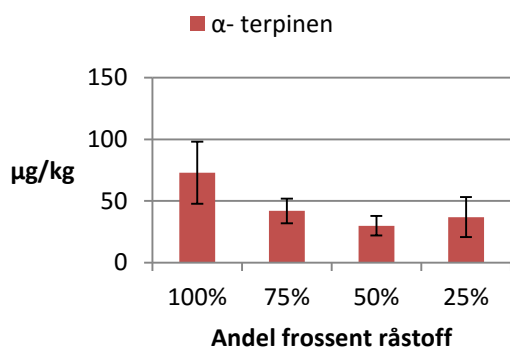
<sup>ns</sup>: Ikke signifikant



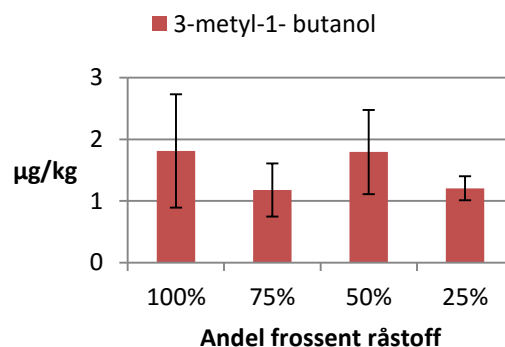
$L^*$  verdiene var ikke signifikante for noen av faktorene. En høy  $a^*$  verdi er ønskelig å få i spekepølser da dette indikerer grad av rød farge.  $a^*$  verdier i spekepølsene er signifikante mellom 25 % frossent råstoff og 75 % og 100 % frossent råstoff. Pølsene med 75 % og 100 % frossent råstoff ga den høyeste  $a^*$  verdi.  $b^*$  verdien var signifikant høyere for prøver med 35 % fett.  $b^*$  verdien ga signifikante verdier på frossen andel råvare, men Tukey likhetstest sorterte alle prøve i samme gruppe.

#### 4.4.4 Flyktige komponenter

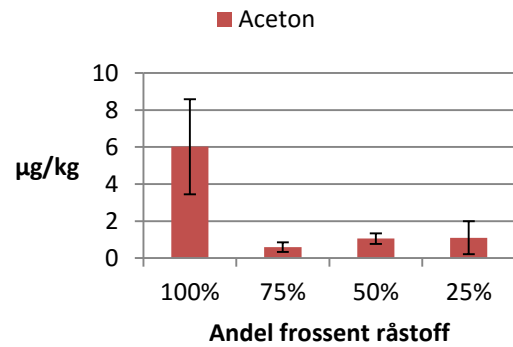
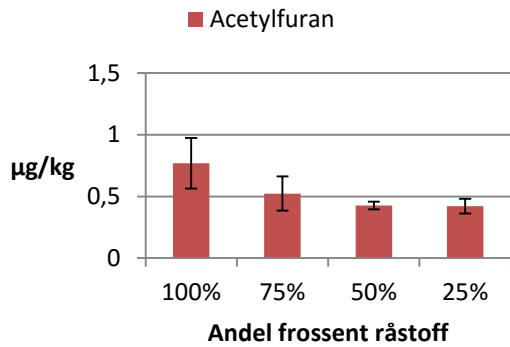
Dannelse av flyktige komponenter skjer under modning av spekepølse. Verdier fra hexanal er benyttet som standardkurve og resultatet er således semikvantitativt for alle komponenter unntatt hexanal. Komponenter med lang retensjonstid er da ofte underestimert. Flyktige komponenter ble kjørt mot hovedeffektene frossen andel, fettnivå og fiber for signifikante verdier. NaCl ble utelatt da NaCl er en kjent smakskomponent. Figur 4-6 og Figur 4-7 illustrerer flyktige komponenter som er signifikante på 5 % nivå med frossen andel og tilhørende standardavvik innen hver gruppe med frossen andel råstoff.



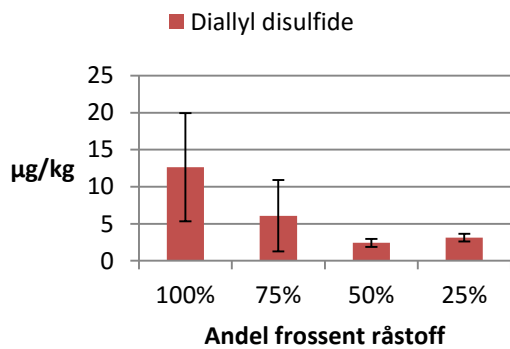
a)



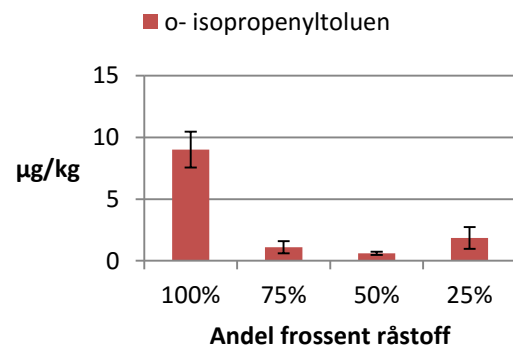
b)



c)



d)

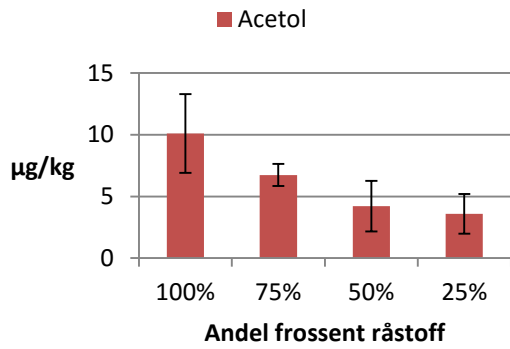


e)

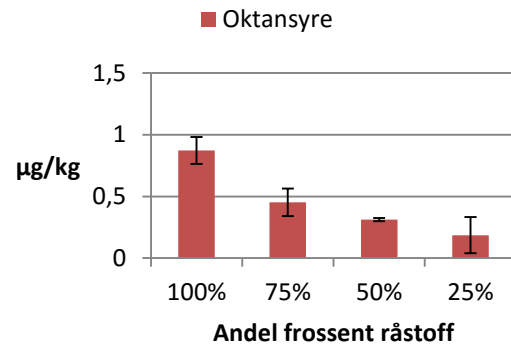
f)

Figur 4-6: Flyktige forbindelser som funksjon av frossent råstoff inn i produkt. a)  $\alpha$ -terpinen b) 3-metyl-1-butanol c) Acetylfuran d) Aceton e) Diallyl disulfid f) o-isopropenyltoluen

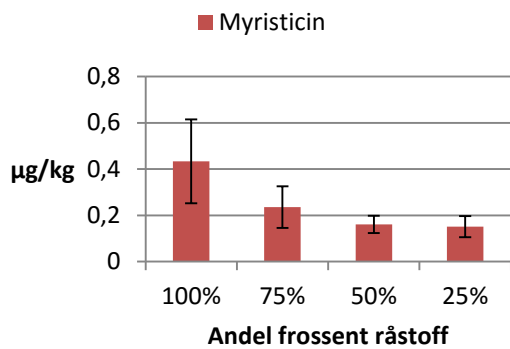
$\alpha$ -terpinen er en gir sitronsmak fra karbohydrat fermentering. 3-metyl-1-butanol kommer fra aminosyre katabolisme og klassifiseres som smak av whisky, malt og brent. Acetylfuran er en røykforbindelse fra Strecker reaksjon og gir en søtsyrlig smak. Aceton kommer fra pyrovatmetabolismen eller aminosyre katabolismen. Diallyl disulfid er en alifatisk svovelbinding og kommer fra hvitløk. o-isopropenyltoluene er dannet fra syklisering av umettede karbonylkjeder produsert fra lipidnedbrytning.



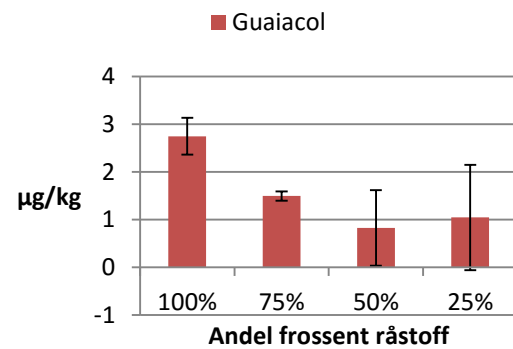
a)



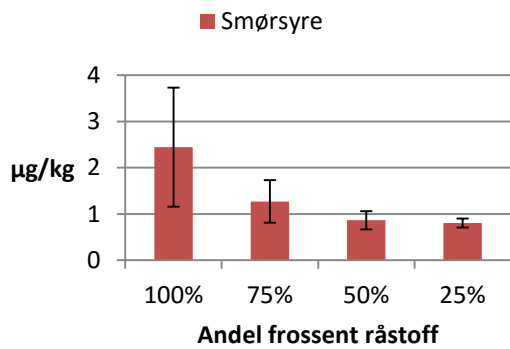
b)



c)



d)



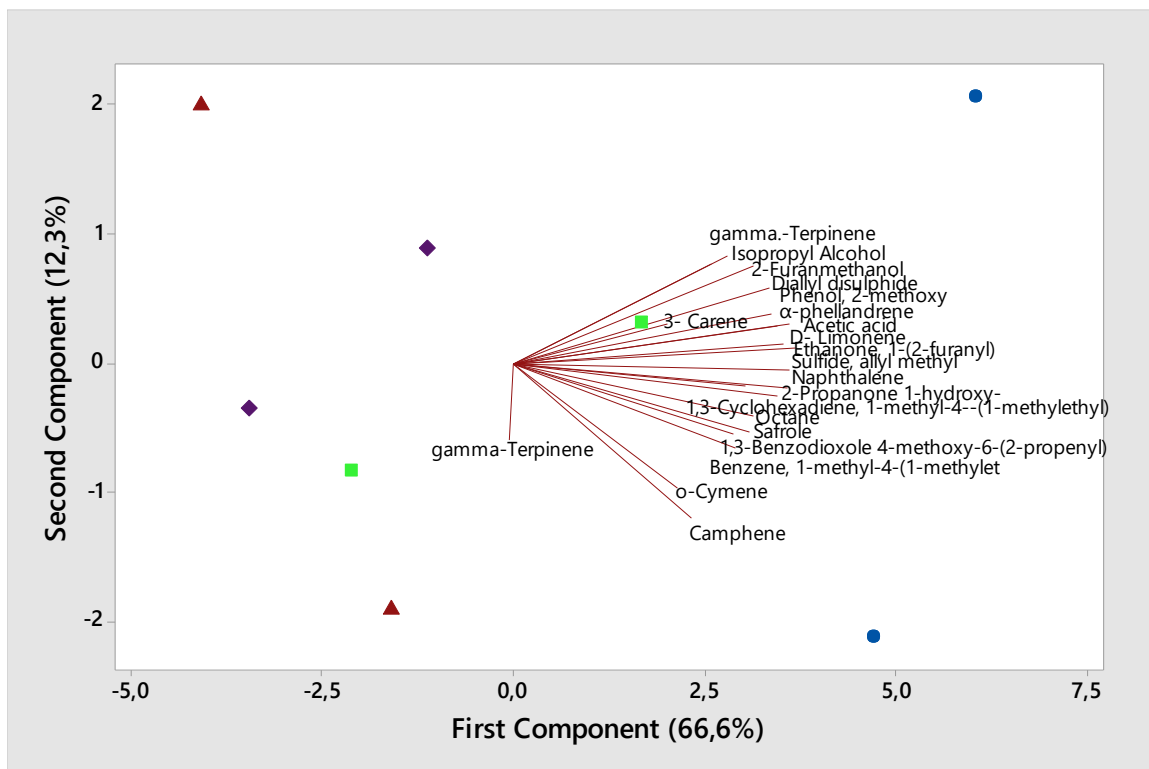
e)

**Figur 4-7: Flyktige forbindelser som funksjon av frossent råstoff inn i produkt. a) Acetol b) Oktansyre c) Myristicin d) Guaiacol e) Smørsyre**

Acetol kommer fra nedbrytning av sukre og er en primær alkohol. Myristicin er en krydderforbindelse og kommer fra muskat og assosieres som søtsyrlig. Guaiacol kommer fra røyk og assosieres hovedsakelig med røkt smak og gir en søt, noe stikkende røkt smak (Acree, T. A. H 2004). Oktansyre er en fettsyre og kommer fra lipidnedbrytning. Smørsyre kommer fra karbohydratfermentering.

Det er signifikante forskjeller mellom frossen andel råvarer og flyktige komponenter. Flest flyktige komponenter finnes i spekepølsene produsert med 100 % frossent råstoff. Dette er en tendens i alle flyktige komponenter som ble signifikante. Ved de andre nivåene av frossent råstoff er det betydelig mindre flyktige komponenter som er til stede.

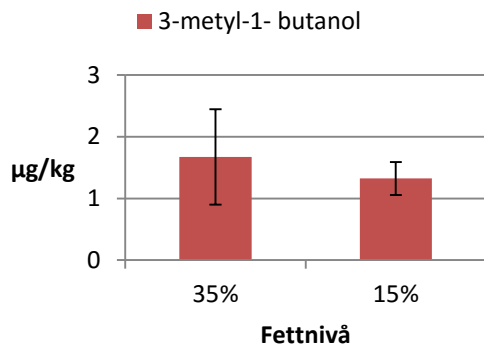
Figur 4-8 illustrerer et PCA biplot over flyktige komponenter i prøvene som ble sortert etter frossen andel råstoff. Rød viser 25 %, lilla viser 50 %, grønn viser 75 % og blå viser 100 % frossent råstoff.



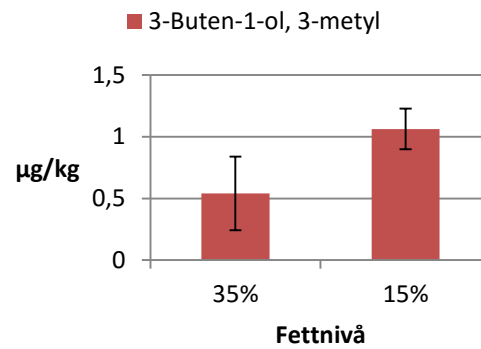
**Figur 4-8: Biplot over flyktige komponenter etter andel frossent råstoff**

Flyktige komponenter viser at prøvene med mest frossent kjøttråvare inneholdt mest flyktige komponenter da vektorene peker i denne retningen. Forklaringsprosenten er forklart uten feillegg fra Minitab. Lavere andel frossent råstoff ligger i motsatt vei av vektorene og har mindre betydning for disse flyktige komponentene. Gamma- terpinen ligger ikke i noen retning og er ikke forklart av frossen andel råstoff.

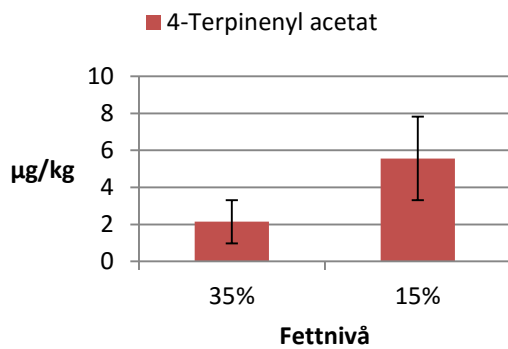
Figur 4-9 illustrerer flyktige komponenter som er signifikante på 5 % nivå ved fettnivå 15 % og 35 % med standardavvik innen hvert fettnivå.



a)



b)

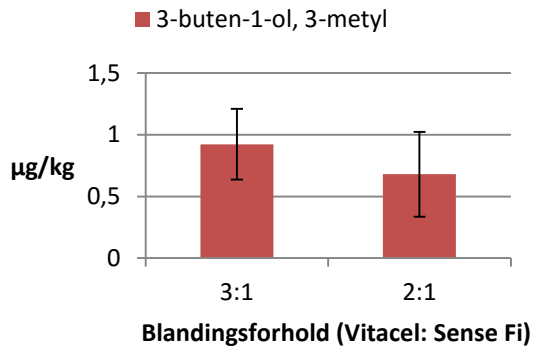


c)

**Figur 4-9: Flyktige forbindelser ved ulikt fettinnhold a) 3- metyl-1- butanol b) 3-Buten-1-ol, 3-metyl, c) 4-terpinenyl acetat**

Det er signifikante forskjeller mellom fettinnhold og flyktige komponenter. Avhengig av flyktig forbindelse er mengdene flyktige komponenter betydelig signifikante fra hverandre.

Figur 4-10 illustrerer flyktige komponenter som er signifikant på 5 % nivå ved blandingsforholdet av fiber på 3:1 og 2:1 (Vitacel: Sense fi) med standardavvik innen hvert blandingsforhold.



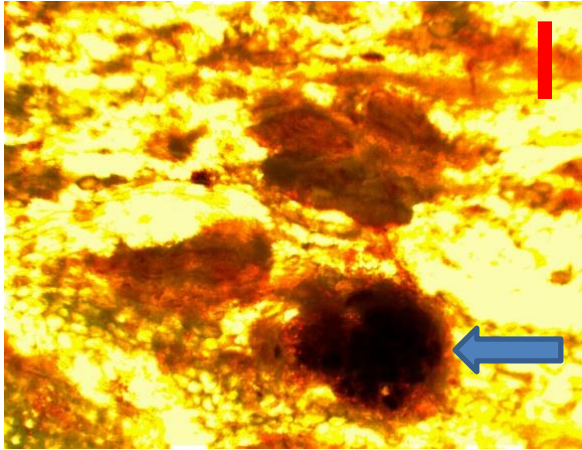
**Figur 4-10: Innhold av 3-buten-1-ol, 3-metyl ved ulikt blandingsforhold av fiber**

Kun en flyktig komponent ble signifikant på blandingsforhold av fiber. Blandingsforholdet 3:1 viser signifikant større mengde flyktige komponenter sammenlignet med 2:1.

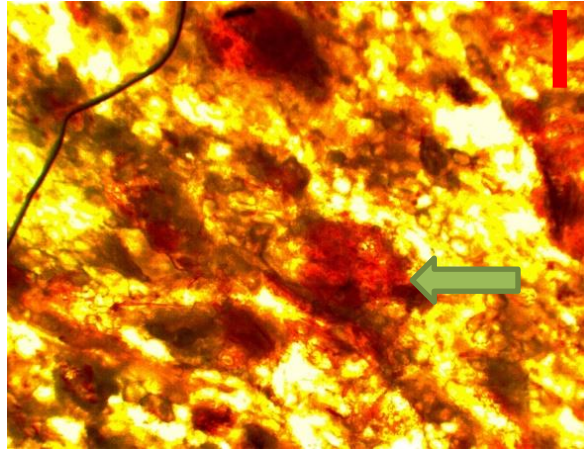
I spekepølsene ble det funnet mange flyktige komponenter i prøvene som ble tatt ut. Selv om ikke alle flyktige forbindelser er signifikante på 5 % nivå, kan denne tendensen sees ved at det er større mengder flyktige komponenter i spekepølses produsert med 75 % og 100 % frossent råstoff. I vedlegg G finnes flere flyktige forbindelser som ikke var signifikant forskjellige på 5 % nivå for frossen andel, fett og fiber. Disse flyktige forbindelsene har p-verdi  $> 0,05$  og  $\leq 0,10$  og viser samme tendensen.

#### 4.4.5 Lysmikroskopi

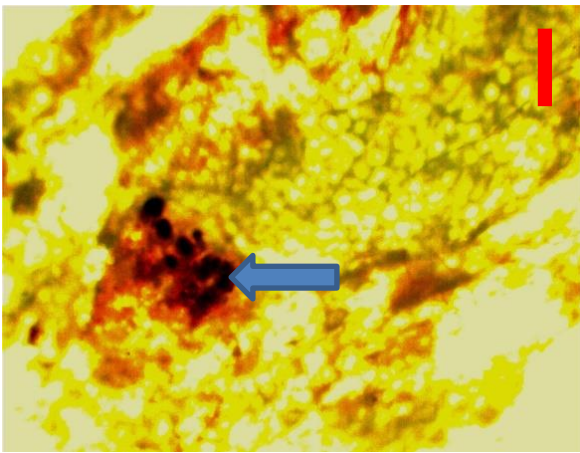
Preparater farges før lysmikroskopi for å øke kontrasten på prøvematerialet. Figur 4-11 viser et utvalg av prøver farget for kostfiber. Blå pil peker på område farget med jod for stivelse og kongorød for cellulose. Grønn pil peker på område farget kun med kongorød. Den røde linjen er 1 cm lang.



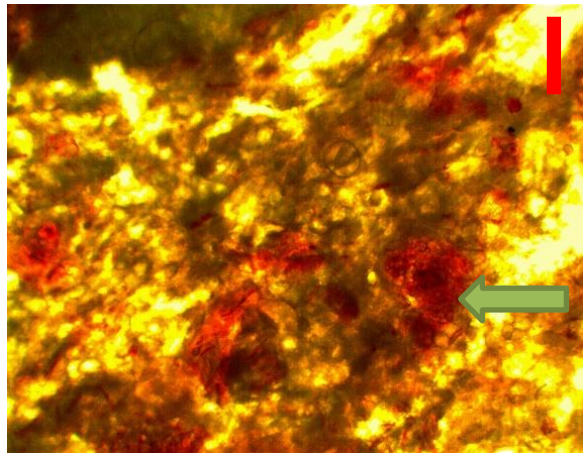
a)



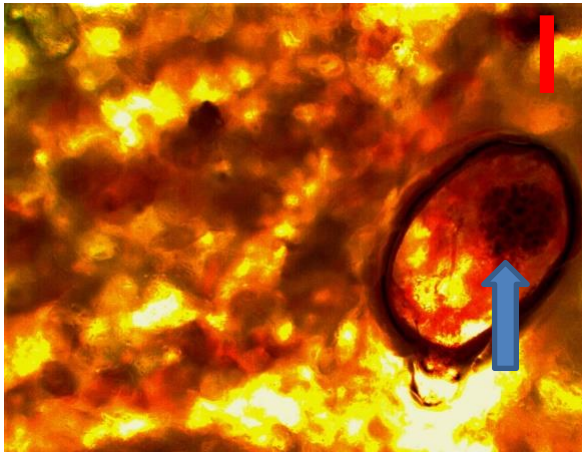
b)



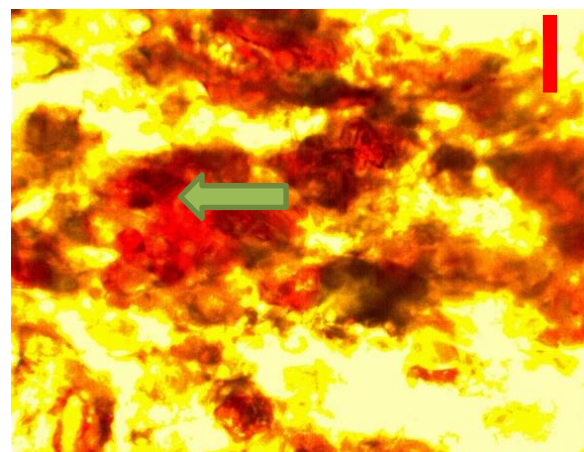
c)



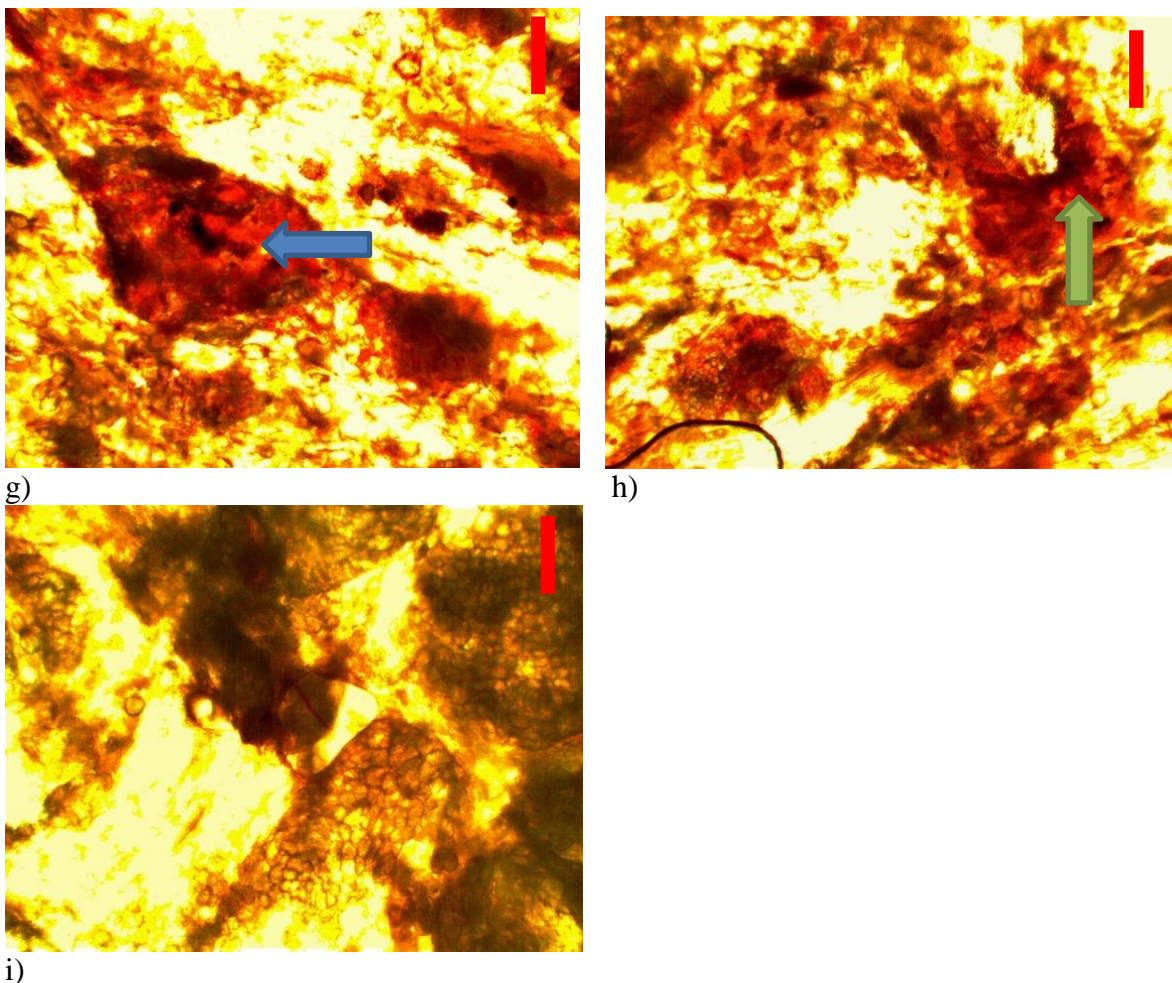
d)



e)



f)



i)

**Figur 4-11: Lysmikroskopiske bilder farget for cellulose og stivelse i utvalgte prøver. a-b)Prøve 2, c-d)Prøve 8, e-f) prøve 13, g-h) prøve 15, i) kommersiell uten tilsatt kostfiber**

Figurene illustrerer tydelig at stivelsen ligger sammen med cellulosen. I tillegg finnes det flekker av cellulose som ligger alene. Det er ingen åpenbar forskjell mellom prøvene som ble mikroskopert. Dermed har ikke frossen andel råvarer eller fettnivå noe å si for fiberstrukturen i spekepølse. Figur 4-11i viser kommersiell prøve uten røde og svarte områder som skulle tyde på stivelse og cellulose. Dermed har fargingen vært vellykket.

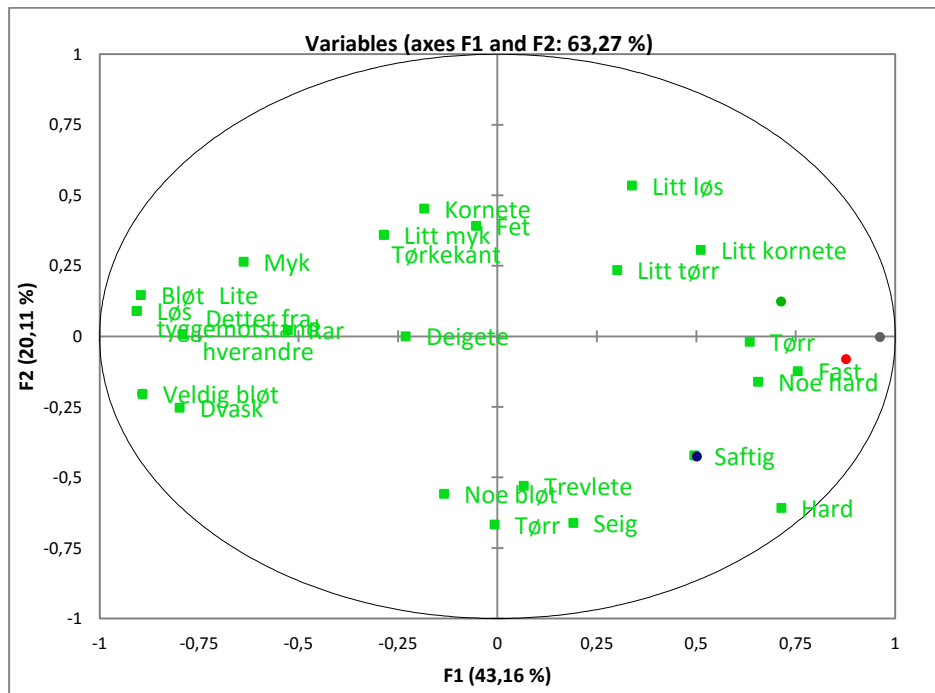
## 4.5 Forbrukerundersøkelse

### 4.5.1 Screening til forbrukerundersøkelse

Under napping til utvelgelse av prøver til forbrukerundersøkelse hadde dommerne mulighet til å sette et smileansikt på den eller de prøvene som var best likt. Prøve 10 og 15 fra lav fett og 12 og 13 fra høy fett fikk flest smileansikt fra dommerne. Utvelgelse av prøver til forbrukerundersøkelse ble valgt på grunnlag av napping på konsistens. MFA dataene er kjørt med «missing data». Figur 4-12 og Figur 4-13 viser ladnings- og skåringsplot med egenskaper i henhold til de ulike prøvene for høy fett. En forklaringsprosent på 70 % og oppover blir regnet som sikre data. Egenskaper og prøver som ligger nærme F1 og F2 akse anses som lite

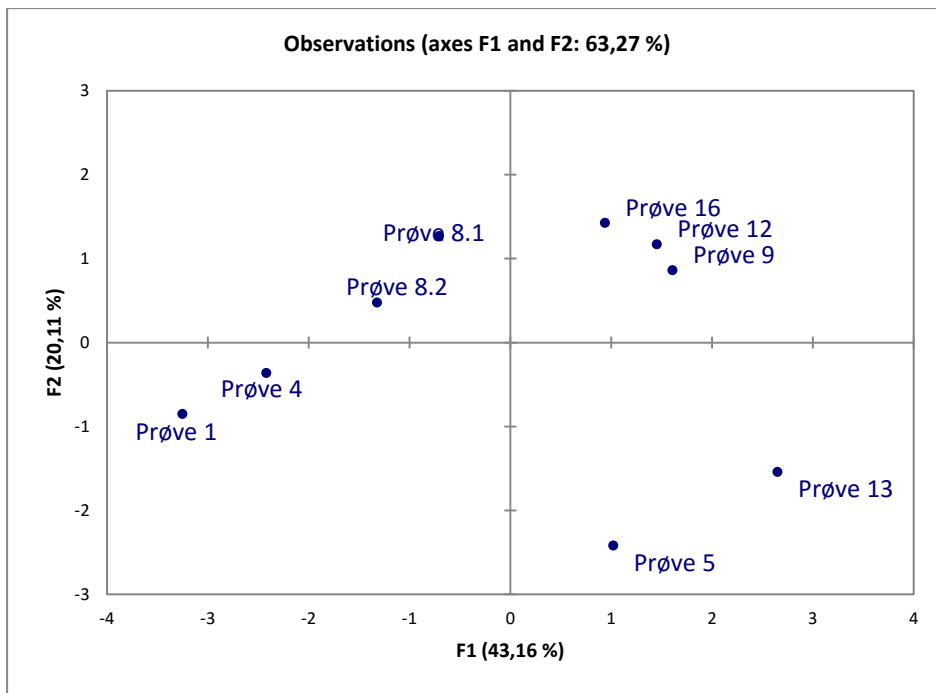


forklart. MFA, ladningsplot og skåringsplot for smak på høy fett og lav fett spekepølser finnes i vedlegg H.



Figur 4-12: MFA, ladningsplot over egenskaper innen konsistens til spekepølser i høy fett gruppe

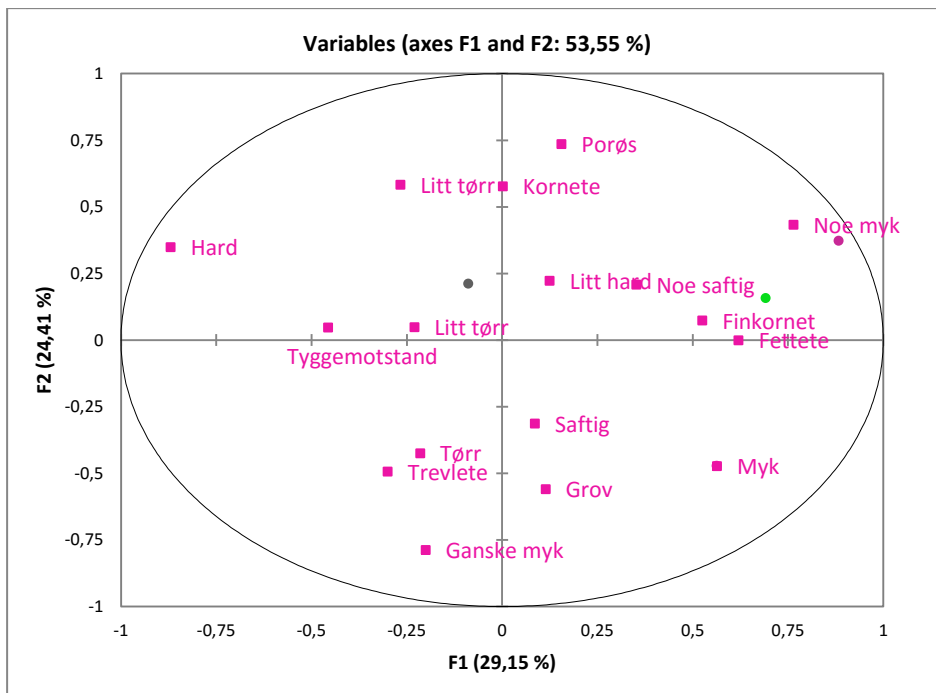
Ladningsplotet viser hvordan egenskapene plasserer seg i det to- dimensjonale planet. Forklaringsprosenten i ladningsplotet står for 63,27 % av all variasjonen. Prinsipalkomponent 1 beskriver en akse fra bløt til fast og noe hard. Viktige egenskaper til beskrivelse av prinsipalkomponent 2 er tørr og kornete.



**Figur 4-13: MFA, skåringsplot over prøver i høy fett gruppen i forhold til hverandre**

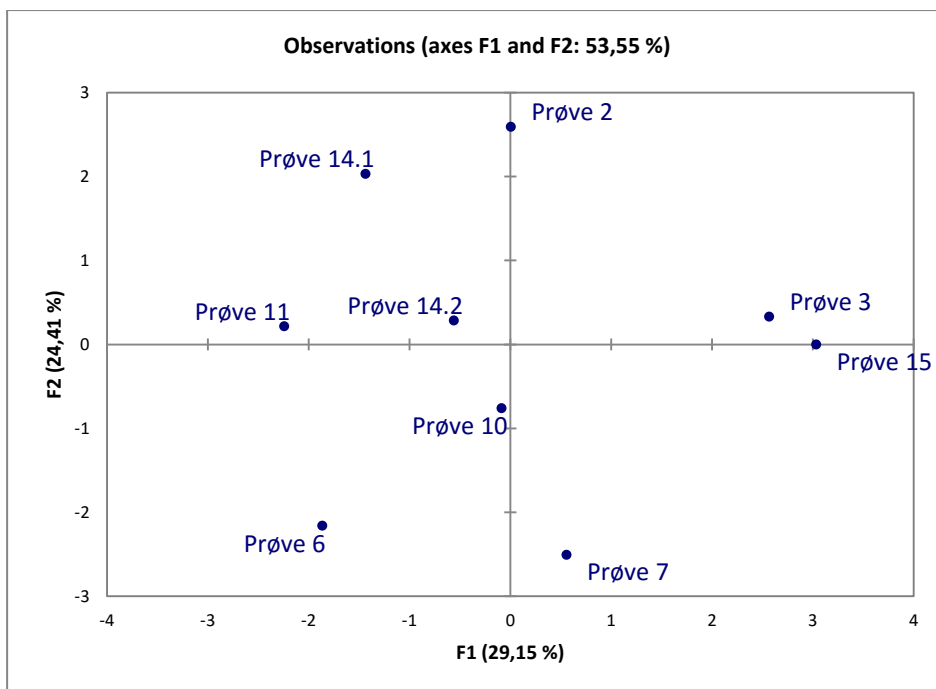
Figur 4-13 viser skåringsplot over hvordan prøvene plasserer seg langs det to-dimensjonale planet. Plottet viser at dommerne klarte å plassere kontrollprøven, prøve 8 nær hverandre. Forklaringsprosent i skåringsplotet på 63,27 % er noe lav, men allikevel godt forklart. Prøve 1 og 4 skåret høyest på bløthet mens prøve 13 var ansett på noe hard. Prøve 8 scoret høyest på egenskapen kornet. Prøve 9, 12 og 16 var nokså like hverandre. Jo tettere prøvene ligger hverandre, jo mer like er de.

Figur 4-14 og Figur 4-15 viser egenskaper i henhold til de ulike prøvene for lav fett.



Figur 4-14: MFA, ladningsplot over egenskaper innen konsistens til spekepølser i lav fett gruppe

Ladningsplotet viser hvordan egenskapene til lav fett prøvene plasserer seg i det to-dimensjonale planet. Forklaringsprosenten i ladningsplotet står for 53,55 % av all variasjonen. Prinsipalkomponent 1 beskriver en akse fra hard til fettete og noe myk. Viktige egenskaper til beskrivelse av prinsipalkomponent 2 er ganske myk til litt tørr og porøs.



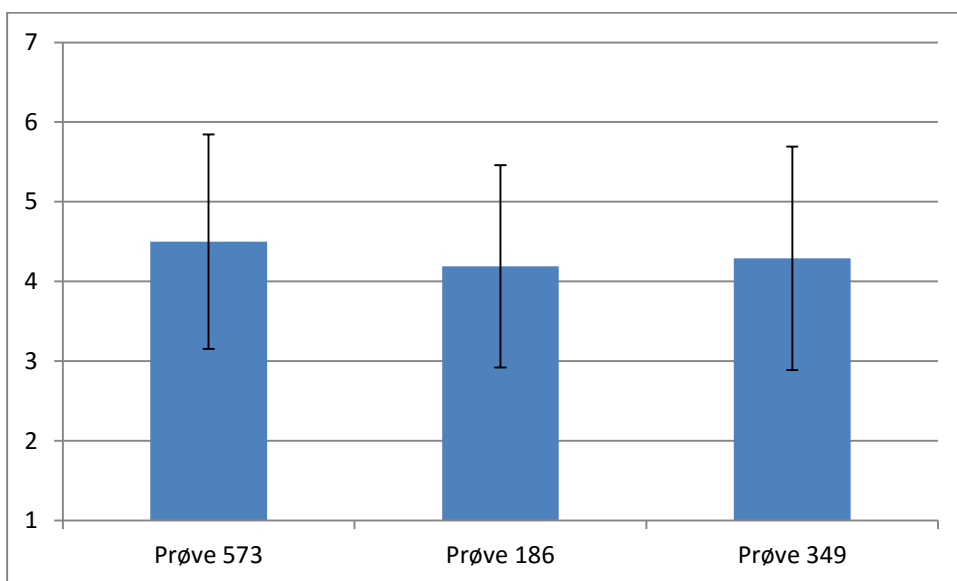
Figur 4-15: MFA, skåringsplot over prøver i lav fett gruppen i forhold til hverandre

Forklaringsprosenten i skåringsplotet viser mindre enn for høy fett på kun 53,55 %. Plottet viser at dommerne klarte å plassere kontrollprøven, prøve 14 nokså nær hverandre men litt lenger fra hverandre enn for høy fett gruppen. Prøve 11 scorer høyest på hardhet, mens 3 og 15 har høyest score på egenskapen fettete. Prøve 7 har høyest score på egenskapen ganske myk, mens prøve 2 har høyest scor på egenskapen litt tørr.

#### 4.5.2 Gjennomføring av forbrukerundersøkelse

Forbrukerne gjennomførte både liking og CATA for hver prøve i forbrukertesten. 100 forbrukere ble med i forbrukerundersøkelsen til dag 1 med høy fett og dag 2 med lav fett. Liking av prøvene var på skala fra 1-7. Egenskapene fra CATA er hentet fra egenskapene under screening til forbrukerundersøkelse.

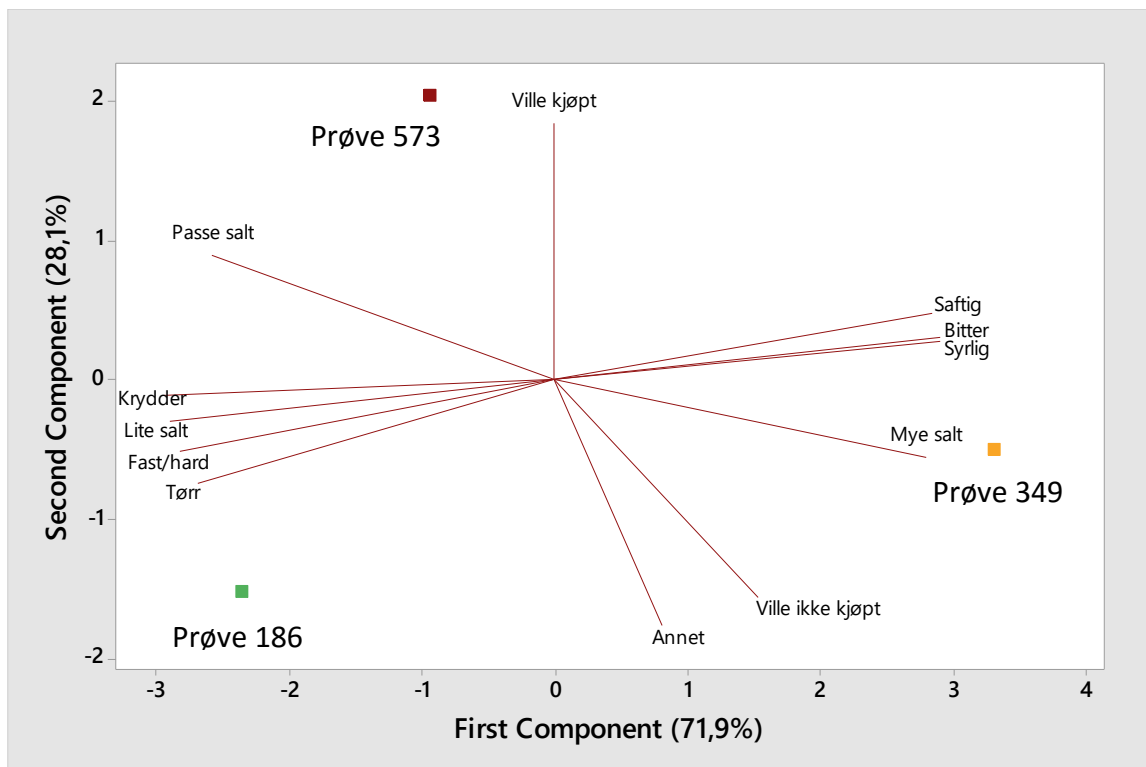
Prøve 12 og 13 ble tatt ut til forbrukerundersøkelsen til høy fett med en referanseprøve med 35 % fett og uten tilsatt fiber. Figur 4-16 illustrerer total liking med standardavvik for prøvene fra høy fett. Prøve 573 var prøve 12, prøve 186 var prøve 13 og prøve 349 var kommersiell salami med 35 % fett.



Figur 4-16: Liking av prøver fra høy fett gruppen

Prøve 573 (prøve 12) kom best ut på liking mens prøve 186 (prøve 13) fikk laveste score.

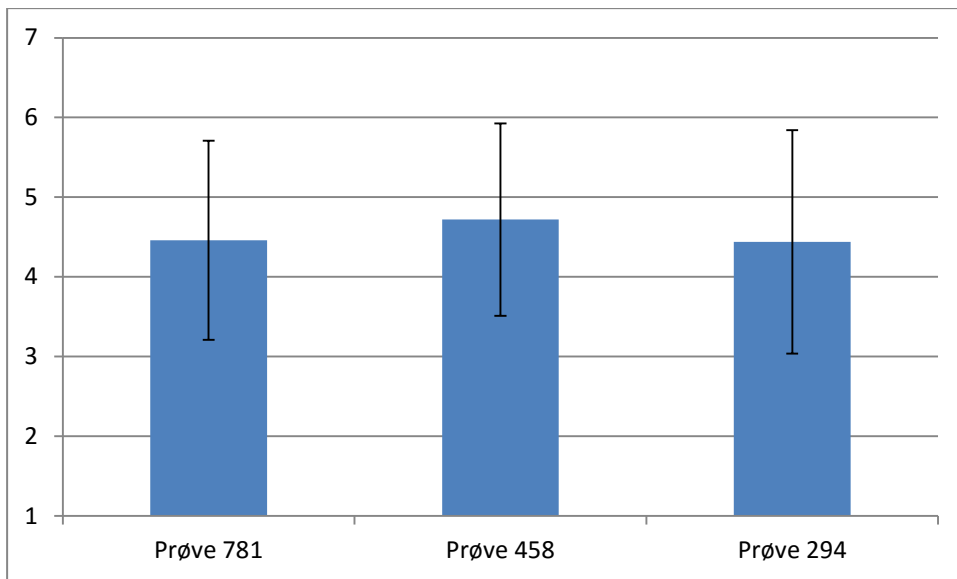
Figur 4-17 illustrer prøvene fra dag 1, høy fett i henhold til egenskapene som kunne krysses av i forbrukerundersøkelsen.



Figur 4-17: Biplot, PCA over egenskaper og høy fett prøver fra forbrukerundersøkelse

Biplotet viser hvordan prøvene og egenskapene har plassert seg i det to-dimensjonale planet. Første komponent beskriver en salt akse fra passe salt til mye salt. Prinsipalkomponent 2 beskriver kryddersmak, fast/hard og tørr til saftig, bitter og syrlig. Forklaringsprosenten er forklart uten feilledd fra Minitab. Forbrukerne har rangert prøvene ganske ulikt. Egenskapen salt er mest avgjørende for om forbrukerne vil kjøpe spekepølse. Mens kryddersmak, fasthet, saftig, bitter og syrlig er i mindre grad avgjørende for kjøp av disse spekepølsene. Den kommersielle prøven (349) blir beskrevet som mest salt av forbrukerne. Prøve 12 er prøven som forbrukerne helst ville ha kjøpt mens prøve 13 (186) er mest tørr. Forbrukerne har ofte andre kommentarer hvis de ikke ønsker å kjøpe produktet.

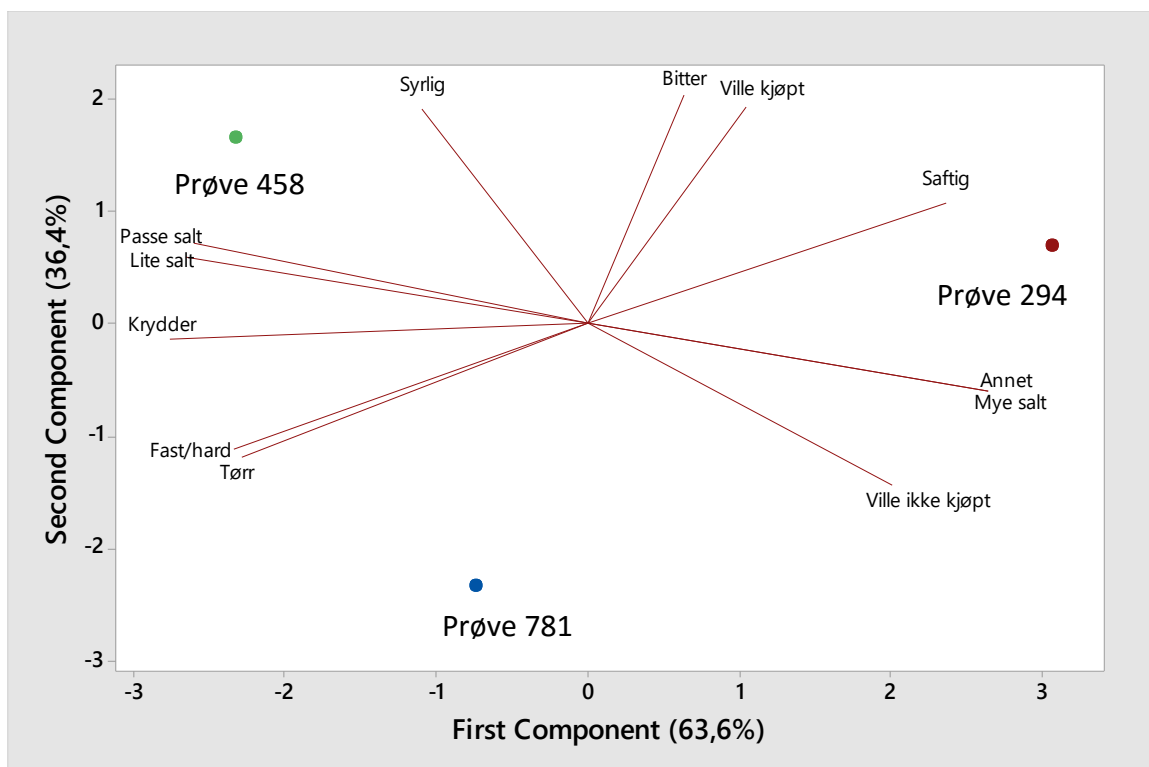
Prøve 10 og 15 ble tatt ut til forbrukerundersøkelsen til lav fett med en referanseprøve med fettprosent på 25 % og uten tilsatt kostfiber. Figur 4-18 illustrerer total liking med standardavvik for prøvene fra lav fett. Prøve 781 var prøve 10, prøve 458 var prøve 15 og prøve 294 var kommersiell salami med 25 % fett.



Figur 4-18: Liking av prøver fra lav fett gruppen

Forbrukerne likte prøve 458 (prøve 15) best. Prøve 781 (prøve 10) og prøve 294 (Kommersiell med 25 % fett) fikk nokså lik score.

Figur 4-19 illustrerer prøvene fra dag 2, lav fett i henhold til egenskapene som kunne krysses av i forbrukerundersøkelsen.



Figur 4-19: Biplot, PCA over egenskaper og lav fett prøver fra forbrukerundersøkelse

Biplotet viser hvordan prøvene og egenskapene har plassert seg i det to-dimensjonale planet. Forklaringsprosenten er forklart uten feilledd fra Minitab. Første komponent beskriver en «salt» akse fra lite/passe salt til mye salt. Andre komponent beskriver en akse fra fast/hard til

saftig. Prøve 15 (458) er passe salt, mens den kommersielle prøven (294) er mest salt. Det er mindre forklart variasjonen i egenskapene i andre komponent. Egenskapen salt er mest avgjørende for om forbrukerne vil kjøpe spekepølse. Prøve 10 (781) ligger litt utenfor egenskapene. Nærliggende egenskaper er fast/hard og tørr som kan være grunnen til lavest liking og plassert langt i fra de andre egenskapene.

Forbrukerne hadde mulighet til å skrive egen kommentar om prøvene. Andre kommentarer om høy fett og lav fett prøver er vist i vedlegg I.





## 5 Diskusjon

### 5.1 Forsøksdesign

Forsøksesignet ble fraksjonert istedenfor å sette opp forsøket som et fullfaktorielt forsøk. Dette ble gjort fordi det ikke ville være praktisk mulig å gjennomføre et fullfaktorielt forsøk. Rådet som ble gitt var å bruke en av de to likeverdige alternativer med +1 eller -.1 til oppsett av designet. Ved valg av kun et likeverdig alternativ ser man kun på hovedeffektene og interaksjonsleddet frossen andel og fettnivå fra designet.

Sogndal ble valgt som produksjonssted fordi Sogndal har bedre utstyr tilgjengelig og produksjon av pølser vil bli bedre i Sogndal enn om de hadde vært produsert på Løren. Under produksjon av forforsøket måtte pølsene flyttes underveis til et annet tørkeskap da det var noe galt med skapet. På grunn av små batcher stoppet på stort utstyr i Sogndal ble det et svinn på 136 kg som tilsvarer 46,8 %. Det burde isteden ha blitt brukt en liten stopper for å unngå så høyt svinn, men den er ikke tilgjengelig pr. dags dato.

Prøve 1 ble produsert to ganger. Den første batchen av prøve 1 ble for fint hakket. Prøve 1 ble dermed produsert to ganger, men med 2,8 kg frossent råstoff av storfe 10 % i prøve 1.2. Det var ikke nok ferskt råstoff igjen av storfe 10 % til flere hakker utover designet. Istedenfor å produsere prøve 1.2 på 15 kg, kunne batchen ha blitt produsert på 10 kg isteden. Det ble rett og slett ikke vurdert. Innholdet i prøve 1.1 og 1.2 er det samme og det hadde ikke hatt noen betydning for analysene om prøve 1.2 var av mindre batchstørrelse. Det hadde uansett vært nok prøvemateriale å analysere om prøve 1.2 hadde blitt laget i en batch på 10 kg. Det vil ta lenger tid å tørke prøve 1.1 fordi prøven ble for fint hakket og har ikke fått snitt i teksturen (Espung 2016a). Både prøve 1.1 og 1.2 måtte henge lengre til tørking enn det som er normalt. I tillegg til at en batch blir hakket for fint, vil det også være lettere å få et fint snitt om farsen er kald (Hagen 2016d). Spekepølsene burde ha vært ferdig etter 3 uker med tanke på at det ble benyttet en tarm på 70 mm som er mindre enn det som brukes til kommersiell salami. Kommersiell salami har tarm på 85 mm og tar ca 4 uker før ferdigstillelse (Hagen 2016a). Prøve 1.1, 1.2 og 4 og noen pølser av prøve 3 måtte henge en uke lengre enn antatt. I tillegg til 2/5 pølser fra prøve 3 og 4/5 pølser fra prøve 8. Pølser blir sortert ved ferdigstillelse nettopp fordi noen pølser må henge lengre på grunn av tilgangen på luft i skapet (Hagen

2016b). Prøve 1-4 er produsert med kun 25 % frossent råstoff og 5-8 med 50 % frossent råstoff. Når det sees bort i fra tilgang på luft i skapet kan det tyde på at andel frossent råstoff har noe å si for at disse prøvene måtte henge en uke lengre. I henhold til teorien vil pølser produsert med frossent råstoff åpne for at vannet trekkes raskere ut ved at cellene sprekker (Bañón et al. 1999).

Fiberen Sense Fi anbefales å blande ut i vann med et blandingsforhold på 1:20 (Sense fi: Vann) med kraftig og hurtig blanding. Dette er for å få fiberen til å bli aktivert og fibreene åpner seg (Nersten 2016). Siden det ikke er ønskelig med mer vann inn i et produkt som skal spekes ble det valgt og ikke blande ut Sense fi. Derfor ble Sense Fi tilsatt tørt sammen med Vitacel og krydderet.

## 5.2 Kvalitetskontroll av spekepølser

### 5.2.1 pH- målinger

pH- fallet gikk som normalt. Det ble derfor bestemt og ikke gjøre mikrobiologiske analyser av spekepølsene. Mikrobiologiske analyser ville kun ha gitt tall og ikke noen form for data til betydning. I tillegg viste farseprøven negativt resultat av *E.coli*. pH måles samme dag som produksjon av pølser. pH er stabil de to første dagene. pH kan også øke litt dag 2, men det varierer. pH i disse pølsene ble ikke målt før dag 1. Men dette har lite å si. Av og til kan det skje at enkelte pølser ikke er egnet som pH- pølse. Det vises ved at pH faller veldig raskt dag 3 (Hagen 2016c). Siden pH ikke ble målt før dag 1 vil dag 3 være dag 2. pH falt ganske raskt i pølse 1.1 og 9 fra pølsene med 35 % fett og i 2,3,7 og 14 av pølsene med 15 % fett. Det kan spekuleres i om at pølsene fra lav fett likevel var egnet som pH pølse og at pH rett og slett hadde en raskere pH nedgang på grunn av fettinnholdet. Flere studier har rapportert lignende hvor fettreduserte pølser ga en raskere pH nedgang. I studien til Olivares et al. (2010) var pH signifikant forskjellig i 9 dager av prosessen ( $p < 0,001$ ) og ved resten av modningstiden var det ingen forskjell blant batchene. Soyer et al. (2005) viste at pH var signifikant påvirket av interaksjon mellom fettnivå, modningstemperatur og modningstid. Modningstemperatur og fettnivå hadde en signifikant påvirkning på pH fall ( $p < 0,001$ ) Det var en raskere reduksjon i pH ved modningstemperatur på 24-26 °C enn ved 20-22 °C. pH nedgangen er avhengig av fermenteringsprosessen som kan være en grunn til at mange ikke har rapportert om effekten av en fettreduksjon og et raskt pH fall (Olivares et al. 2010). Muguerza et al. (2002) rapporterte ingen raskere pH nedgang i spekepølser som var fettreduserte og hvor fettet delvis var byttet ut med olivenolje i noen prøver.

### 5.2.2 Vannaktivitet og svinn

En høyere  $a_w$  ble observert ved bruk av mer ferskt kjøtt og i spekepølser med 15 % fett. Magre kjøttsorteringer inneholder mer vann og må derfor tørke lengre for å komme ned i kravet om vannaktivitet på  $<0,90$ . Det tar lenger tid før det frie vannet trekkes ut av cellene i ferskt kjøtt. Dermed vil det gi en noe høyere vannaktivitet ved bruk av ferskt råstoff (Bañón et al. 1999). Ved å se på vannaktiviteten mellom saltinnhold på 6,0 % og 4,7 % høy gir pølser produsert med 4,75 % salt en høyere vannaktivitet i denne produksjon. Forutsatt at man ikke tørker lengre ville vannaktiviteten endret seg. Salt er med på å binde vannet i produktet og bidrar til å redusere vannaktiviteten. Ved en reduksjon i tilsetning av salt vil det lenger tid før spekepølsene kommer ned i vannaktivitet enn ved et høyere saltinnhold. I henhold til en fettreduksjon og bruk av magre kjøttsorteringer hadde man kanskje forventet en vannaktivitet  $>0,90$ . Mellom fiber og vann finnes det hydrofobe interaksjoner som bidrar til å påvirke egenskapene til vann ved at fiber binder til seg vann (Chaplin 2003). Derfor har tilsetning av fiber bidratt til at vannaktiviteten kommer godt under kravet på  $a_w < 0,90$ .

Spekepølser må bli tatt ut ved riktig grad av ferdigstillelse. Et for høyt svinn vil være økonomisk ugunstig og penger går tapt. Definisjonen på en «tørket» spekepølse er et vekttap på  $>30$  % (Hui et al. 2001). Lav fett pølsene hadde et høyere svinn enn høy fett. Som tidligere nevnt inneholder lav fett pølsene mer vann da det er tilsatt mer kjøtt i forhold til fett i disse. Kjøtt vil inneholde mer vann enn fett. Prøven med 25 % frossent, 15 % fett og 4,75 % salt har et signifikant lavere svinn enn de andre prøvene innen lav fett gruppen. Når svinnprosenten blir lavere enn beregnet, vil også salt og fettinnhold bli lavere og pølsene blir mykere (Tabell 4-4). Blandingsforholdet Vitacel: Sense Fi (2:1) viste et lavere svinn enn blandingsforholdet Vitacel: Sense Fi (3:1). Tilsetning av Sense Fi gir et økt utbytte som tilsier et lavere svinn (Nersten 2016). Ulike nivåer av salt ble da ikke signifikant. Saltinnholdet burde ha blitt signifikant da salt binder vann og gjør at vannaktiviteten reduseres raskere. Et lavere saltinnhold vil føre til lenger tid før  $a_w$  kommer  $<0,9$  og dermed gir et høyere svinn. En grunn til at saltinnholdet ikke ble signifikant kan være tilsetningen av Sense Fi og økt utbytte. F-verdien viser variasjonen som forklares av faktorene. F-verdien til fiber var mye høyere enn F-verdien til NaCl på henholdsvis 37,76 og 1,47. Det viser at fiber har en betydelig effekt på svinn i forhold til NaCl.

### 5.2.3 Sensorisk bedømmelse

Sensorisk bedømmelse av et produkt er en viktig oppgave. Produktene må være like hver gang de produseres. Sensoriske dommere har en viktig oppgave i å bedømme disse produktene og være mest mulig samstemte i sin bedømmelse. Dommerne i denne sensoriske bedømmelsen var godt trent på hvordan spekepølse skal være. De ble bedt om å bedømme produktene opp mot standard salami. Ingen av prøvene fikk veldig god poengsum sammenlagt. Dommerne er veldig kritiske ovenfor sensoriske avvik fra kommersielle salami. Sammenlagt var det ingen av prøvene som fikk veldig høy poengsum (vedlegg F). Dommerne ga nokså lav poengsum til alle spekepølsene. Det er ikke sikkert at dette hadde vært så lav poengsum på kommersielle salami som dommerne er trent på. Men at dommerne reagerte såpass på avvik fra standard salami antakelig på grunn av tilsetning av fiber og andel ferskt råstoff benyttet. Derfor bedømte dommerne prøvene nokså lavt i forhold til referansen (Albretsen 2016). At det er lettere å få et fint snitt i pølsene når farsen er kald gjenspeiles i poengsummen for «snitt». Pølser produsert med større andel ferskt kjøtttråstoff fikk lavere poengsum enn ved bruk av frossent kjøtttråstoff. Poengsummen øker noe med større andel frossent råstoff benyttet (vedlegg F). Dommerne ble bedt om å smake på prøvene i rekkefølgen 1-17 etter benyttet frossen andel i produkt og bruke standard salami som referanse. Istedenfor å smake i rekkefølge etter frossen andel råvare burde den sensoriske bedømmelsen ha blitt delt inn i grupper med høy fett- og lav fett prøver. Referansen til lav fett burde ha vært en salami med lavere fettinnhold og ikke salami med 35 % fett.

### 5.3 Kjemisk analyse

Hvor mye svinn pølsene oppnår er med på å bestemme innhold av fett, salt, protein og vann. Proteininnholdet var signifikant lavere i høy fett enn i lav fett pølsene. En reduksjon i vanninnhold vil øke protein- og fettinnhold. Magre kjøttsorteringer har et høyere proteininnhold i tillegg til et høyere vanninnhold enn i fete kjøttsorteringer. Vann i fettfri vare var signifikant høyere i pølser laget med 25 % frossent råstoff enn i pølser laget med 100 % frossent råstoff. Vannet i cellene i ferskt kjøtttråstoff vil bruke lenger tid på å trekke vannet ut før cellene sprekker (Bañón et al. 1999). Derfor vil det frie vanninnholdet være høyere med bruk av mer ferskt råstoff. Vanninnholdet i spekepølsene med 15 % fett var signifikant høyere på grunn av kjøttsorteringene inneholder mer vann. Dermed vil det ta lenger tid for å få ut det aktive vannet. Dette kan også sees på vannaktiviteten i produktet. Men ikke i dette forsøket, da tilsetningen av fiber vil være med på å binde vannet. I tillegg vil et høyt saltinnhold i

produkt være med på å binde vannet i produktet. Derfor har pølser laget med 6,0 % salt et signifikant lavere vanninnhold.

Råvarene kommer i 15 kg blokker hvor råvaren er standardisert til gitt fettprosent utenom storfe 10 % (Espung 2016b). Til en batch på 15 kg plukkes det fra hver blokk med kjøttråvare. Dette gjør det vanskelig å kontrollere fettnivået i sluttprodukt. Fettprosenten i høy fett ble lavere enn teoretisk beregnet. Det kommer av en lavere svinnprosent enn beregnet i tillegg til små batcher og plukking av råvarer fra blokk. Fiberen Sense Fi er en fetterstatter og vil gi en saftig konsistens (Nersten 2016). Pølser med blandingsforholdet 3:1 med Sense Fi ga et høyere fettinnhold med fiber som hovedeffekt. Dette fordi Sense Fi gir økt utbytte. Derfor vil pølser med lavest innhold av Sense Fi ha høyere fettinnhold og dermed også høyere svinn som stemmer med resultatene i Tabell 4-1.

Saltinnholdet i spekepølsene ble høyere enn forventet. Reseptene ble regnet til et saltinnhold på 6,0 % og 4,75 % i sluttprodukt. Saltet er det som tilsettes til slutt i prosessen og skal gå maks 5 runder før batchen er ferdig. Grunnen til et høyere saltinnhold kan være at det er vanskelig å fordele saltet rundt i en pilothakke. Det vil være lettere å fordele saltet ved store hakkestørrelser. I tillegg til at mindre salt inn fører det til at pølsene må tørke lengre for å få ned det aktive vannet og kommer ned i kravet om vannaktivitet  $<0,90$  (Espung 2016b). Nyere studier Safa et al. (2015) viste også at saltinnholdet er vanskelig å kontrollere i pilothakke med varierende mengder med magert kjøtt og fett.  $\text{Na}^+$  og  $\text{Cl}^-$  ioner er naturlig tilstede i kjøtt og sammen med tørkeprosessen vil saltinnholdet være vanskelig å beregne nøyaktig. Studien viste at faktisk saltinnhold var høyere enn teoretisk saltinnhold. Faktisk og teoretisk saltinnhold viste et avvik på 0,18- 0,52 % salt mellom de ulike batchene med ulik mengde fett- og saltinnhold. Saltinnholdet varierte avhengig av pølsene som ble laget og fra vekttapet av spekepølsene.

Det er mange studier gjort på saltreduksjon og problemer med smak og tekstur, mens færre ser på saltreduksjon knyttet til holdbarhet, smak og mattrygghet. Aaslyng et al. (2014) reduserte saltet med 25 % og 50 % i spekepølse for å se på hva saltreduksjon hadde å si for mikrobiologi, svinn, holdbarhet og sensorisk kvalitet. I salami viste det at populasjonen av bakterier var ikke påvirket av redusert saltinnhold. Det viser at bakteriefloraen består av stammer som ikke er sensitive til saltreduksjon. Det er kjent at ulike produksjonsanlegg med spekepølse har ulik bakterieflora. Dermed må bakteriefloraen tas i betraktning på hvert enkelt

produksjonssted i henhold til sensitive bakteriestammer og saltreduksjon. Sensoriske egenskaper påvirkes av saltreduksjon. Ved bare 25 % reduksjon av salt ble det sett endringer i sensorisk kvalitet. Teksturen ble sterkt påvirket av de ulike nivåene av saltreduksjon. Spekepølsene med 50 % redusert salt var mykest i konsistens. I tillegg til at intensiteten i rødfargen økte med reduserende saltinnhold. En økende rødfarge kan komme av råstoffet som ble benyttet til produksjonen. Test av holdbarhet på produkt ble gjort slik som en forbruker ville ha behandlet produktet hjemme. Forbrukere deltok ved å vurdere produktet hver dag. Når forbrukere fant produktet uakseptabelt stoppet de dermed å delta i forsøket. Fra dette ble det estimert en holdbarhet av salami. Holdbarheten viste seg å være lengre for prøvene som var 50 % saltredusert enn kontrollprøven og 25 % saltredusert. En forklaring til dette kan være at saltreduserte salami ble oppfattet som mer intens rød og dermed oppfattet som holdbar.

Når saltinnholdet reduseres må mikrobiell kvalitet tas i betraktning. Salt sammen med nitritt og andre prosessbetingelser hemmer aerobe og anaerobe mikroorganismer (Aune 2013). Ved en saltreduksjon vil det være ugunstig og både redusere nitritt og NaCl samtidig når det kreves minst 120 ppm nitritt for å hemme *C. botulinum* (Granum 2007).

## **5.4 Analyser på IKBM**

### **5.4.1 Lipidoksidasjon**

Prøvene ble analysert på IKBM 7 uker etter produksjon. Sensitive mennesker merker oksidasjon med MDA ekvivalenter  $> 0,5$  ppm (Zanardi et al. 2004). Sensitive mennesker kunne ha merket prøven med 25 % frossent, 35 % fett og 6,0 % salt. Denne hadde verdi  $>0,5$  ppm. Ingen av de andre prøvene hadde blitt oksidert. Det røde pigmentet som måles ved absorpsjon 530 nm viste et høyere innhold av MDA ved mer ferskt råstoff. Fryst råstoff vil hemme grad av lipidoksidasjon. I tillegg vil et høyt innhold av nitritt hemme grad av oksidasjon da nitritt hemmer opptak av oksygen (Marco et al. 2007). Ferskt råstoff vil inneholde mer bakterier enn frossent kjøttråstoff da frysing vil hemme vekst av mikroorganismer (Granum 2007). Blandingsforholdet på fiber var signifikant på oksidasjon. Prøvene med blandingsforholdet 2:1 (Vitacel: Sense Fi) hadde lavest verdi av oksidasjon. Om fiberen inneholder jern eller kopper ioner kan dette trenge igjennom fettfasen og øke lipidoksidasjonen (Min et al. 2010). Det er ikke tilfelle at fiberne som ble benyttet inneholdt jern eller kobber. Så derfor kan det tyde på at mengden uløselig fiber har noe å si for

lipidoksidasjon. Absorbans ved 450 nm viser neste steg i oksidasjonsprosessen, ved en lagringsperiode. Kun hovedeffektene frossent, salt og fiber er signifikant ved MDA 450. Pølser produsert med 25 % frossent er signifikant høyere fra de andre frossen nivåene ved MDA 450 nm på grunn av ferske råvarer benyttet som inneholder mer tilgjengelig vann. Saltinnholdet vil bidra til grad av lipidoksidasjon ved MDA 450 nm. Da vil pølser med høyest innhold av salt på 6,0 % ha signifikant høyere MDA enn 4,75 % salt. Det sies at NaCl som er en antioksidant og prooksidant kan aktivere og gjøre endringer i fettvevet som fører til at lipidoksidasjonen kan akselerere (Desmond 2006). Prøven med 25 % frossen, 15 % fett og 6,0 % salt var den eneste prøven med MDA verdi  $> 1,0$  ppm. Verdier  $> 1,0$  ppm vil alle mennesker merke harskning. Absorbansen ved 530 nm og 450 nm korrelerer godt. Det vil si at faktorer som er signifikante ved MDA 530 nm er ofte signifikante ved MDA 450 nm.

#### 5.4.2 Teksturanalyse

Andelen fett defineres av fettinnholdet. Lavere fettinnhold ga hardere pølser. Når andel frossent råstoff øker, øker også hardheten i prøvene. Det er ingen signifikant forskjell mellom 75 % og 100 % frossent råstoff for pølsene med 35 % fett. Når svinnet er lavere vil pølsene bli mykere. Med et høyere saltinnhold vil pølsene bli signifikant mer hard. Saltet tar opp og binder vann og kohesjon og tekstur dannes. Sense Fi som er en fetterstatter ga signifikant mykere pølser i 2:1 blandingsforholdet sammenlignet med 3:1. Når prøvene økte i hardhet økte også arealet av prøven. Hardhet og areal er godt korrelert. Det vil si når prøven blir hardere må det brukes mer kraft for å kunne skjære/bite over prøven. Når hardhet og areal korrelerer blir de signifikante på mange av de samme faktorene. En mindre diameter på spekepølsene kan også ha vært avgjørende for store skjærkrefter i tekstur (Toldrá 2002). Eim et al. (2012) så på tilsetning av fiber fra gulrot i sammenheng med tørkeprosessen. Studien viste det var et eksponentielt forhold mellom masseoverføring (diffusjonskoeffisienten ( $D_{eff}$ )) og økende konsentrasjon av fiber ved redusert fettinnhold. Når innholdet av fiber økte varierte også den effektive vanddiffusjonen eksponentielt. Det vil si at når innholdet av fiber øker vil vannet bindes raskere under tørkeprosessen som fører til hardere spekepølser.

#### 5.4.3 Fargemåling

Både fett og modningstid vil påvirke fargen i spekepølsene. Fargemålingene viste ingen signifikans på  $L^*$  verdi mens  $a^*$  verdien kun er signifikant for frossen andel inn i produkt.  $b^*$  verdien viser at spekepølsene er mer gule ved 35 % fett enn ved 15 % fett. Tukey testen har

sortert  $b^*$  verdi og frossen andel i samme gruppe selv om  $p$ - verdien er  $< 0,05$ . Sannsynligheten for å gjøre en type 1 feil for mange grupper som sammenlignes samtidig er større enn for hver sammenligning alene. For å motvirke en større feilrate justerer Tukey konfidensnivået for hvert gruppeintervall slik at det endelige konfidensnivået er lik den verdien som er angitt (Minitab 2016).  $P$ - verdien viser at det er bevist at det er signifikant forskjell mellom  $b^*$  verdi og frossen andel råvarer, men Tukey mener det ikke er noe forskjell. Feilraten kan være at standardavviket for  $b^*$  verdiene er stort i forhold til  $L^*$  og  $a^*$  verdier. For å motvirke enda større feilrate blir konfidensnivået for frossen andel justert. På grunn av mye fett i spekepølse kan det være fettete som har ført til unøyaktige målinger.

Studien til Olivares et al. (2010) viste at fargen vil påvirkes av fettinnholdet på  $L^*$ - og  $a^*$ - verdier mens  $b^*$  bare var påvirket av modningstiden. En reduksjon i  $L^*$  verdi ble sett under modning og pølsene ble mørkere på grunn av vekttap. Et høyere fettinnhold i spekepølser ga en høyere  $L^*$  verdi enn de fettreduserte pølsene men også lavest  $a^*$  verdi.  $b^*$  verdien var kun påvirket av modningstiden og ble betydelig lavere utover i modningstiden.

#### 5.4.4 Flyktige komponenter

Dannelse av flyktige komponenter skjer gjennom modningstiden via kjemiske eller enzymatisk oksidasjon av umettede fettsyrer og interaksjoner med proteiner, peptider og aminosyrer (Toldrá 2002). Med en kombinert salt- og fettreduksjon kan proteolyse akselerere og lipolyse og oksidative mekanismer bremse. Dette kan negativt påvirke de sensoriske egenskapene i spekepølsene (Safa et al. 2015). Av 255 flyktige komponenter var det bare noen som ble signifikante. Om de flyktige komponentene virkelig forklarer den komponenten, må forsøket gjøres om igjen. Flyktige komponenter som ikke ble signifikante ( $p$ -verdi  $< 0,10$ ) er derfor ikke tatt med, men disse er allikevel komponenter til stede prøvene, men uten å differensiere mellom prøvene.

Flyktige komponenter assosiert med frossent andel råstoff viser smaksfrigivningen i ferskt råstoff er mindre enn fra frossent. Strecker reaksjonen danner kjøttaroma og involverer oksidativ deaminering og dekarboksylering av aminosyrer (Hui et al. 2001).

Pyruvat kan bli metabolisert gjennom mange veier fra melkesyrebakterier som i fravær av fermenterbare sukre kan og reoksidere laktat til pyruvat i tilstedeværelse av oksygen.



Montanari et al. (2016) rapportere om større mengder aceton i pølser med produsert med mindre diameter tarm. Igjen er det større mengder aceton i pølser produsert med 100 % frossent enn de andre frossen nivåene.

Smak kommer fra nedbrytning a karbohydrater, fett og proteiner gjennom mikrobielle og endogene enzymer. Karbohydratermenteringen er ansvarlig for den typiske skarpe og syrlige smaken hvor det dannes signifikante mengder av eddiksyre. Spekepølser laget med 75 % og 100 % frossent råstoff inneholder flest flyktige komponenter. En reduserende grad av frossent råstoff reduserer også mengden flyktige komponenter som illustrert i Figur 4-8. Salt og krydder som er tilsatt til farsen må også tas i betraktning til smak. Det kan dannes smaksforbindelser uten direkte enzymatiske reaksjoner gjennom autooksidasjon. (Hui et al. 2001).

I forhold til frossen andel råvare var det få forbindelser som var signifikante på fettnivå og blandingsforhold av fiber. 3 metyl- 1- butanol, stammer fra aminosyrekatabolismen og viser at fettinnhold og fiber er av betydning for denne flyktige komponenten. 3- buten- 1-ol, 3- metyl er smaksforbindelse fra karbohydratfermentering og disse var signifikant både på fett og fiber.

De signifikante flyktige forbindelsene på frossen andel, fett og fiber viser liten grad av lipidnedbrytning. Mange av forbindelsene har kommet fra krydder, fermenteringsprosessen og nedbrytning av protein. Selv om ikke forbindelsene er signifikante vil frossent råstoff være med på å fremme både lipolyse og proteinnedbrytning som fører til mer flyktige komponenter i frossent råstoff (Pérez-Palacios et al. 2010).

Salt- og fettreduksjon kan også fremskynde proteolyse og bremse lipolyse og oksidative mekanismer. Dette kan påvirke de sensoriske egenskapene av spekepølse negativt (Safa et al. 2015).

#### **5.4.5 Lysmikrokopi**

Selv om teksturen endrer seg ved fibertilsetning i spekepølse. Har fiber ingen effekt på mikrostrukturen. Hverken frossen andel kjøtttråvarer benyttet, eller fettnivå ga ingen åpenbare forskjeller i mikrostrukturen med hvordan fiberen la seg i spekepølsene. Alle prøvene som ble mikroskopert hadde stivelse lagt seg sammen med cellulose. I tillegg til flekker alene med

cellulose. Dette samsvarer med det Eim et al. (2012) fant. Sammenlignet med kommersiell spekepølse uten tilsatt fiber viser at fargingen av preparatene var vellykket. Figur 4-11i viser ingen røde flekker med cellulose eller blå-svarte prikker med stivelse.

## 5.5 Forbrukerundersøkelse

Til screening for forbrukerundersøkelse ble det valgt å kjøre to runder pr dag. Først skulle smak bedømmes, deretter konsistens. Dommerne syntes det var vanskelig å bedømme smak på produktet først. Konsistensen var så fremtredende og det gjorde det vanskelig å bedømme smak. Derfor ble det på dag 2 valgt at dommerne først skulle bedømme konsistens, deretter smaken på produktene. Resultatene fra napping viste en lav forklaringsprosent på MFA, spesielt på dataene fra lav fett. De fleste dommerne som var til stede under napping var utrente innen fagfeltet sensorikk. Dommerne hadde ingen trening i forkant på smak og konsistens av spekepølse. Napping som metode er ikke gitt at dommerne må trene før analysen (Studiegruppe 2015). Dette kan forklare en lav forklaringsprosent. I tillegg var det opptil hver enkelt dommer hvor mange ord de valgte å beskrive prøvene med.

Prøve 1 og 4 ble rangert sammen og langt i fra prøve 9, 12 og 16 med 75 og 100 % frossent råstoff. Prøve 13 skilte seg fra de andre prøvene med 75 % og 100 % frossent. Prøve 13 ble omtalt som saftig som er en god sensorisk egenskap brukt på spekepølse. Mye ferskt råstoff ga spekepølser som var løse og dvaske. Prøvene med minst frossent bløte i konsistensen. Det kommer av ferskt råstoff har mer langsomt vanntap og modningsprosess som gir mykere pølser (Bañón et al. 1999). Tørre og harde pølser kommer av tilsetning av fiber. Med en økende lufttilgang i skap og fiber som binder vann har det ført til en tørr konsistens. Enkelte prøver fikk tørkekant som kommer av for hard tørking.

Spesielt lav fett variantene ble omtalt av dommerne som for harde. Det er ingen samspill mellom prøvene fra lav fett og frossen andel råvarer. Når fettinnholdet reduseres blir tekstur og konsistens en utfordring (Olivares et al. 2010). De fleste lav fett prøvene ble omtalt som harde og tørre som kan ha gjort at dommerne videre ikke klarte å skille prøvene. Det kan også sees fra sensorisk bedømmelse i Figur 4-3 hvor prøvene i lav fett lå ganske samlet i biplotet.

Prøve 16 ble utelatt som prøve til forbrukerundersøkelse, selv om denne kom godt ut. Siden det ble bestemt at en referanseprøve skulle inngå i forbrukerundersøkelsen, ble prøve 16

utelatt som et alternativ til forbrukerundersøkelsen. Prøve 16 er den prøven som hadde vært mest lik referanseprøven. Det hadde vært lite hensiktsmessig å ta med prøve 16 når den er mest lik referanseprøven. Ved liking av prøvene kom prøve 12 best ut. Mange av tilbakemeldingene under forbrukerundersøkelsen var at den kommersielle var for salt, noe som kan ha ført til bedre liking av prøve 12 og 13. Prøve 12 og 13 hadde et saltinnhold på 5,7 og 5,4 % og referansen hadde 6,0 % salt. Forbrukerne har skilt prøve 12 og 13 fra høy fett gruppen ulikt, men ser ikke ut til at det har noe å si med mindre andel frossent råstoff. Da nærliggende egenskaper til prøve 12 og 13 angår hard konsistens og grad av salt. Forbrukerne mente prøve 13 var tørr, noe som også ble sagt av dommerne i napping. Valget «ville ikke kjøpt» er på samme side i plotet som den kommersielle prøven, antakelig fordi forbrukerne mener den var for salt.

Det samme gjelder liking av lav fett prøver som ved høy fett. Prøve 15 med et saltinnhold på 5,3 % ble best likt av forbrukerne mens den kommersielle hadde et saltinnhold på 6,0 %. Forbrukerne har ikke skilt prøve 10 og 15 på grunn av ulike andeler ferskt og frossen. Det ser ut til at prøvene er blitt skilt med egenskapen hard, tørr og grad av salt. At pølsene var harde og tørre har med tilsetning av fiber å gjøre og et mindre fettinnhold.

Forbrukere har ulike preferanser for egenskapen salt. For både forbrukerundersøkelsen for lav fett (Figur 4-19) og høy fett (Figur 4-17) viste egenskapen «passe salt» og «lite salt» på samme side mens egenskapen «mye salt» ligger i motsatt ende. Det tyder på at forbrukere som har sterk preferanse for salt mente at et redusert saltinnhold ga lite salt smak i forhold. Salterstatter kan brukes for å redusere mengden av NaCl. De sensoriske egenskapene ved kaliumklorid (KCl) som salterstatter vil påvirkes med reduksjon i smak og aroma ved bruk av store mengder (Corral et al. 2013). Et annet alternativ er å bruke smaksforsterkere som ikke har en salt smak, men kan forsterke saltsmaken i et produkt når det brukes i kombinasjon med salt (Desmond 2006).

Den kommersielle prøven var rangert som mest saftig både i ved høy fett og lav fett. Ved å tilsette fiber vil det gi harde og tørre spekepølser. Her må det til både prosess- og teknologiske endringer for å få spekepølser tilsatt fiber saftige.

Utvalget av salami er stort ute i butikk. Næringsmiddelindustrien ønsker å kunne merke sine produkter med ernærings- og helsepåstander slik at forbrukerne kjøper akkurat dette

produktet. En test gjort på salami i 2015 viste at gjennomsnitt av fett i spekepølser var på 34,30 %. Gjennomsnittet av saltinnhold lå på 4,8 % (Bramat.no 2015). En reduksjon på 25 % av saltinnholdet fører til at hverken spekepølser fra lav fett eller høy fett gruppen kan merkes med redusert innhold av salt. Saltinnholdet i alle spekepølsene var over 5,0 %. Derimot kan lav fett spekepølsene merkes med redusert innhold av fett. En reduksjon av fett på 30 % av salami tilsvarer 24,0 % fett. Alle spekepølsene kan merkes som en kilde til fiber da innholdet av fiber er 3 % (EU Kommissjonen 2016b)

## 6 Konklusjon

Kjøttbransjen har en stor oppgave fremfor seg både teknologisk og produksjonsmessig for å løse utfordringene med mindre salt, mettet fett og tilsetning av fiber. Saltet gir smak og sikrer mikrobiologisk kvalitet. Fett er nødvendig for egenskaper relatert til tekstur, saftighet og smak. Ved å kombinere salt- og fettreduksjon i spekepølser kan det påvirke sluttkvaliteten ved en mulig økende pH reduksjon, vannaktivitet og vekttap. En spekepølse med 35 % fett vil ikke bli like hard som en mager variant med 15 % fett. I spekepølser med 35 % fett vil det være lettere å redusere saltinnholdet på grunn av styring med svinn og vannaktivitet. Når spekepølser med 15 % fett tørkes lenge, vil det relative saltinnholdet øke og pølsa blir hardere. Om det tilsettes mindre salt, må det tørkes mer for å komme med i samme vannaktivitet uavhengig av fettprosent. Salt- og fettreduksjon kan også fremskynde og bremse proteolytiske og lipolytiske mekanismer. Dette kan påvirke de sensoriske egenskapene av spekepølse negativt. Det vil derfor være nødvendig med egne sensoriske studier av salt- og fettreduserte spekepølser for å se om forbrukerne vil godta produktet.

Det er ingen signifikant forskjell mellom 75 % og 100 % frossent råstoff på tekstur. Forbrukerne merket heller ingen forskjell på pølsene som var med i forbrukertesten. Skal man ta tekstur og flyktige komponenter i betraktning kan det ikke anbefales å gå noe lenger ned enn bruk av 75 % frossent råstoff og 25 % ferskt. Ved bruk av mer ferskt utover dette er det stor sjans for at dette kan gå utover den sensoriske kvaliteten og forbrukerne vil merke forskjell.

Ved bruk av lavere andel frossent råstoff og tilsetning av fiber ga Sense fi mykest pølser. Skal andelen frossent råstoff ned blir pølsene mykere og det må tilsettes en fiber som gir en hardere konsistens. Derfor kan ikke fiberen være en fetterstatter. Hvetefiber som er en ren fiber vil sammen med fosfat gi en hardere konsistens. Hvor fosfatet vil bidra til en hardere konsistens (Øystad 2016).

Under produksjonen av spekepølsene ble spekepølsene nokså harde utvendig. Derfor vil det være en mulighet og forøke å sette ned luftstrømmen under tørking når fibertilsetning i sluttprodukt er på 3,0 %. Her må det tas i betraktning at pølsene må dermed henge lenger og dette vil koste bedriften penger som gir et dyrere produkt.



## **7 Veien videre**

For videre forsøk med utvikling av en sunnere spekepølse med tilsatt 3 % fiber og mindre fett og salt anbefales det å gjøre et forsøk med å sette ned luftstrømmen under tørking. Dette for at spekepølsene ikke skal bli så harde. For å gå ned på andel frossent kjøtttråstoff inn i produkt må fiber tilsettes for å opprettholde den samme konsistensen. Produksjon av sunne spekepølser i 85 mm tarm kan gi positive utslag på skjærkrefter.

En  $a_w > 0,90$  bør vurderes i lav fett varianter tilsatt fiber for å unngå at spekepølsene skal bli så harde i konsistensen.

Saltmengden kan reduseres, men dette må gjøres gradvis. Et godt alternativ er å bruke smaksforsterkere som ikke har en salt smak, men kan forsterke saltsmaken i produkt.





## 8 Litteraturliste

- American Meat Science Association (AMSA) (2012). *AMSA Meat Color Guidelines 201*, East Springfield Avenue, Suite 1202, Champaign, Illinois USA 61820: American Meat Science Association.
- Aaslyng, M. D., Vestergaard, C. & Koch, A. G. (2014). The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, 96 (1): 47-55.
- Acree, T. A., H. (2004). *Flavournet*. Tilgjengelig fra: <http://flavornet.org/flavornet.html> (lest 14.04).
- Adams, M. R. & Moss, M. O. (2008). *Food Microbiology*. 3. utg. Cambridge: The Royal Society of Chemistry. 463 s.
- Albretsen, K. H. (2016). *Sensorisk bedømmelse av spekepølse*: Nortura Sogndal (Skype møte, presentasjon av resultater 08.04.2016).
- Aune, T. (2013). *Næringsmiddel toksikologi*. 2. utg. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Bañón, S., Cayuela, J. M., Granados, M. V. & Garrido, M. D. (1999). Pre-cure freezing affects proteolysis in dry-cured hams. *Meat Science*, 51 (1): 11-16.
- Bramat.no. (2015). *Bramat tester salami*. Tilgjengelig fra: <http://bramat.no/kosthold/tester/1470-bramat-tester-salami-2015> (lest 11.05).
- Chaplin, M. F. (2003). Fibre and water binding *Proceedings of the Nutrition Society*, 62 (01): 223-227.
- Corral, S., Salvador, A. & Flores, M. (2013). Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat Science*, 93 (3): 776-785.
- Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74 (1): 188-196.
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) (2010). Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 8(3): 77.
- Eim, V. S., Simal, S., Rosselló, C. & Femenia, A. (2008). Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). *Meat Science*, 80 (2): 173-182.
- Eim, V. S., García-Pérez, J. V., Rosselló, C., Femenia, A. & Simal, S. (2012). Influence of the Addition of Dietary Fiber on the Drying Curves and Microstructure of a Dry Fermented Sausage (Sobrassada). *Drying Technology*, 30 (2): 146-153.
- Espung, P. (2016a). *Produksjon av spekepølse* (Telefonsamtale 20.01.2016).
- Espung, P. (2016b). *Spørsmål* (Mail 26.04.2016).
- European Commission. (2016a). *Fresh Meat of domestic and wild ungulates*. Tilgjengelig fra: [http://ec.europa.eu/food/animals/animalproducts/freshmeat/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/animals/animalproducts/freshmeat/index_en.htm) (lest 01.05).
- European Commission. (2016b). *Nutrition claims*. Tilgjengelig fra: [http://ec.europa.eu/food/safety/labelling\\_nutrition/claims/nutrition\\_claims/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/nutrition_claims/index_en.htm) (lest 19.04).
- Farnworth, E. R. (2008). *Handbook of fermented functional foods* 2. utg.: CRC Press 581 s.
- Forskningsrådet. *Reduksjon av fett og salt i norske næringsmidler* Tilgjengelig fra: <https://www.forskningsradet.no/prosjektbanken/#!/project/244403/no> (lest 22.02.).
- García, M. L., Dominguez, R., Galvez, M. D., Casas, C. & Selgas, M. D. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60 (3): 227-236.
- Granum, P. E. (2007). *Matforgiftning Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner*. 3. utg.: Høyskoleforlaget. 406 s.

- Hagen, M. (2016a). *Betydning av frossent råstoff i spekepølse* (Muntlig i Sogndal 10.02.2016).
- Hagen, M. (2016b). *pH og svinn i spekepølser* (Mail 27.04.2015).
- Hagen, M. (2016c). *pH utvikling* (Muntlig 27.01.2016).
- Hagen, M. (2016d). *Under produksjon av hovedforsøk* (Muntlig 19.01.2016).
- Helsedirektoratet. (2014). *Anbefalinger om kosthold, ernæring og fysisk aktivitet*
- Helsedirektoratet. (2015a). *Næringsstoffanbefalinger – energi, karbohydrater, fett, protein, vitaminer, mineraler* Tilgjengelig fra: <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/kosthold-og-ernering/neringsstoffanbefalinger-energi-karbohydrater-fett-protein-vitaminer-mineraler> (lest 30.04).
- Helsedirektoratet. (2015b). *Salt og saltpartnerskapet* Tilgjengelig fra: <https://helsedirektoratet.no/Sider/Salt-og-saltpartnerskapet.aspx> (lest 21.01.).
- Herrero, A. M., Ordóñez, J. A., de Avila, R., Herranz, B., de la Hoz, L. & Cambero, M. I. (2007). Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77 (3): 331-338.
- Honikel, K.-O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78 (1–2): 68-76.
- Hui, Y. H., Nip, W. K., Rogers, R. W. & Young, O. A. (2001). *Meat Science and Applications* New York Marcel Dekker, Inc. 710 s.
- journal, T. E. (2003). Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the commission related to the effects of nitrites/nitrates on the microbiological safety on meat products. 14: 1-31.
- KLF et al. (2015). *Den norske kjøttbransjens retningslinje av 22.10.2014 for trygg produksjon av spekevarer (Trygge spekevarer)*
- Konica Minolta Sensing, I. (2003). *Precise Colour Communication*. Tilgjengelig fra: <http://www.konicaminolta.eu/en/measuring-instruments/learning-centre/colour-measurement/precise-colour-communication.html> (lest 22.03.2016).
- Marco, A., Navarro, J. L. & Flores, M. (2006). The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73 (4): 660-673.
- Marco, A., Navarro, J. L. & Flores, M. (2007). The sensory quality of dry fermented sausages as affected by fermentation stage and curing agents. *European Food Research and Technology*, 226 (3): 449-458.
- Martín-Sánchez, A. M., Chaves-López, C., Sendra, E., Sayas, E., Fenández-López, J. & Pérez-Álvarez, J. Á. (2011). Lipolysis, proteolysis and sensory characteristics of a Spanish fermented dry-cured meat product (salchichón) with oregano essential oil used as surface mold inhibitor. *Meat Science*, 89 (1): 35-44.
- Mattilsynet. (2012). *Hva er ernærings- og helsepåstander?* Tilgjengelig fra: [http://www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/merking\\_av\\_mat/ernarings\\_og\\_helsepaastander/hva\\_er\\_ernaerings\\_og\\_helsepaastander.1711](http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/merking_av_mat/ernarings_og_helsepaastander/hva_er_ernaerings_og_helsepaastander.1711) (lest 11.05).
- Mattilsynet. (2013). *Veileder til påstandsforskriften og påstandsforordningen*. 66.
- Min, B., Cordray, J. C. & Ahn, D. U. (2010). Effect of NaCl, Myoglobin, Fe(II), and Fe(III) on Lipid Oxidation of Raw and Cooked Chicken Breast and Beef Loin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (1): 600-605.
- Nordic Council of Ministers (2014). *Nordic Nutrition Recommendations 2012- Integrating nutrition and physical activity* 5utg. Copenhagen: Narayana Press 87 s.
- Minitab. (2016). *What is Tukey's method for multiple comparisons?*: Minitab. Tilgjengelig fra: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/multiple-comparisons/what-is-tukey-s-method/> (lest 29.04).

- Montanari, C., Bargossi, E., Gardini, A., Lanciotti, R., Magnani, R., Gardini, F. & Tabanelli, G. (2016). Correlation between volatile profiles of Italian fermented sausages and their size and starter culture. *Food Chemistry*, 192: 736-744.
- 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.
- Nersten, B. (2016). *Informasjon om Sense Fi*: Borregaard (Telefonsamtale om Sense Fi 13.04.2016).
- Olivares, A., Navarro, J. L., Salvador, A. & Flores, M. (2010). Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. *Meat Science*, 86 (2): 251-257.
- Pérez-Palacios, T., Ruiz, J., Barat, J. M., Aristoy, M. C. & Antequera, T. (2010). Influence of pre-cure freezing of Iberian ham on proteolytic changes throughout the ripening process. *Meat Science*, 85 (1): 121-126.
- Rahman, M. S. (2007). *Handbook of food preservation*. 2. utg.: CRC Press. 1068 s.
- Roseiro, L. C., Santos, C., Sol, M., Borges, M. J., Anjos, M., Gonçalves, H. & Carvalho, A. S. (2008). Proteolysis in Painho de Portalegre dry fermented sausage in relation to ripening time and salt content. *Meat Science*, 79 (4): 784-794.
- Safa, H., Gatellier, P., Lebert, A., Picgirard, L. & Mirade, P. S. (2015). Effect of Combined Salt and Animal Fat Reductions on Physicochemical and Biochemical Changes During the Manufacture of Dry-Fermented Sausages. *Food and Bioprocess Technology*, 8 (10): 2109-2122.
- Soyer, A., Ertaş, A. H. & Üzümcüoğlu, Ü. (2005). Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science*, 69 (1): 135-141.
- Sensorisk Studiegruppe (2015). *Sensorikk måling med menneskelige sanser* Oslo: Kopinor Pensum. 266 s.
- Tabilo-Munizaga, G. & Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering*, 67 (1-2): 147-156.
- Toldrá, F. (1998). Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 49, Supplement 1: S101-S110.
- Toldrá, F. (2002). *Dry-cured meat products* Trumbull, Connecticut 06611 USA: Food & Nutrition Press, Inc. 244 s.
- Toldrá, F. (2010). *Handbook of meat processing* Vignolo, G., Fontana, C. A. & Fadda, S. (red.). Semidry and dry fermented sausage, 22. Iowa, USA: Wiley Blackwell. 379-398 s.
- Vidal, L., Cadena, R. S., Antúnez, L., Giménez, A., Varela, P. & Ares, G. (2014). Stability of sample configurations from projective mapping: How many consumers are necessary? *Food Quality and Preference*, 34: 79-87.
- Vitenskapskomiteen for Trygg Mat (VKM). (2007). *Tørket krydder som smittekilde for tarmpatogene bakterier* Tilgjengelig fra: [http://www.vkm.no/eway/default.aspx?pid=277&trg=Content\\_6498&Main\\_6177=6498:0:31,2303&6555=6566:3&Content\\_6498=6187:1655367::0:6566:17:::0:0](http://www.vkm.no/eway/default.aspx?pid=277&trg=Content_6498&Main_6177=6498:0:31,2303&6555=6566:3&Content_6498=6187:1655367::0:6566:17:::0:0) (lest 30.04).
- Warriss, P. (2010). *Meat science an introductory text*. 2. utg. Cambridge: CAB International 234 s.
- Yalınkılıç, B., Kaban, G. & Kaya, M. (2012). The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical and sensorial properties of sucuk. *Food Microbiology*, 29 (2): 255-259.

Zanardi, E., Ghidini, S., Battaglia, A. & Chizzolini, R. (2004). Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Science*, 66 (2): 415-423.

Øystad, R. (2016). *Fiber i spekepølse* (Mail 19.04.2016).

## 9 Vedlegg

	Sidetall
A. Resepter til hovedforsøk	II
B. Innstillinger Tekstur Analyser	IV
C. Programmering TDGCMS	V
D. Spørreskjema til forbrukerundersøkelse	VI
E. Analyser på pølser laget i forforsøk	VIII
F. Skjema for sensorisk bedømmelse	IX
G. Ikke signifikante data med p- verdi $> 0,05$ og $\leq 0,10$ fra TDGCMS	X
H. MFA, ladnings- og skåringsplot for smak	XII
I. Andre kommentarer fra forbrukerundersøkelse	XIV

## Vedlegg A: Resepter til hovedforsøk

Tabell I. 1: Resepter med 35 % fett

Ingrediens	Prøve							
	1 (kg)	4 (kg)	5 (kg)	8 (kg)	9 (kg)	12 (kg)	13 (kg)	16 (kg)
Storfe 10 %	0	0	1,575	2,130	5,057	5,558	8,552	9,012
Storfe 10 % fersk	8,552	9,012	6,977	6,909	3,495	3,450	0	0
Svin 6 %	0	0	1,907	1,350	1,907	1,350	1,907	1,350
Svin 6 % fersk	1,907	1,350	0	0	0	0	0	0
Spekk	3,495	3,455	3,495	3,455	3,495	3,455	3,495	3,455
Vakuumsalt	0,117	0,151	0,117	0,151	0,117	0,151	0,117	0,151
Nitrittsalt	0,351	0,453	0,351	0,453	0,351	0,453	0,351	0,453
Krydder	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098
Glukose	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057
Vitacel ME 102	0,315	0,281	0,315	0,281	0,315	0,281	0,315	0,281
Sense Fi	0,105	0,140	0,105	0,140	0,105	0,140	0,105	0,140
Startkultur	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036
Vann	0,050	0,141	0,050	0,141	0,050	0,141	0,050	0,141
Sum	15,05	15,14	15,05	15,14	15,05	15,14	15,05	15,14

**Tabell I. 2: Resepter med 15 % fett**

Ingrediens	Prøve							
	2 (kg)	3 (kg)	6 (kg)	7 (kg)	10 (kg)	11 (kg)	14 (kg)	15 (kg)
Storfe 10 %	0	0	0,195	0,216	3,645	3,701	7,095	7,184
Storfe 10 % fersk	7,095	7,184	6,900	6,968	3,450	3,480	0	0
Storfe 5 %	0	0	3,030	3,015	3,030	3,015	3,030	3,015
Storfe 5 % fersk	3,030	3,015	0	0	0	0	0	0
Svin 6 %	2,745	2,779	2,969	3,032	2,968	3,032	2,968	3,032
Svin 6 % fersk	0,224	0,253	0	0	0	0	0	0
Spekk	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705
Vakuumsalt	0,151	0,117	0,151	0,117	0,151	0,117	0,151	0,117
Nitrittsalt	0,453	0,351	0,453	0,351	0,453	0,351	0,453	0,351
Krydder	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098	0,098
Glukose	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Vitacel ME 102	0,315	0,281	0,315	0,281	0,315	0,281	0,315	0,281
Sense Fi	0,105	0,140	0,105	0,140	0,105	0,140	0,105	0,140
Startkultur	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036
Vann	0,321	0,223	0,321	0,223	0,321	0,223	0,321	0,223
Sum	15,32	15,22	15,32	15,22	15,32	15,22	15,32	15,22

## Vedlegg B: Innstillinger Texture Analyser

Texture Analyser Settings Version : 07.13 Load Cell : 25 Kg

Test Mode and Option	
Measure Force in Compression	
Return to Start	

Parameters	
Pre Test Speed:	10.0 mm/s
Test Speed:	4.0 mm/s
Post Test Speed:	10.0 mm/s
Rupture Test Dist.:	4.0 mm
Distance:	75.0 mm
Force:	0.98 N
Time:	5.00 sec.
Count:	5
Load Cell:	25 Kg
Temperature:	25 °C

Trigger	
Type:	Auto
Force:	0.50 N
Delay Acquisition	<input type="checkbox"/>
Stop Plot at:	Final
Auto Tare	<input checked="" type="checkbox"/>

Units	
Force:	Newtons
Distance:	Millimetres

Break	
Detect:	Off
Sensitivity:	0.49 N

Information	
T.A. Calibrated:	12/06/07
T.E. Calibrated by:	ADMIN
on:	Tue Mar 01 18:24:26 2016

Save...  
Load...  
Help  
Cancel  
Update

Figur II. 1: Innstillinger til Texture Analyser



## Vedlegg C: Programmering av TDGCMS

- Oppkonsentrering av flyktige komponenter på adsorbenttrør: 50 °C i 20 minutter og N<sub>2</sub> flow på 50 ml/min
- Automatisk termisk desorpsinstrument: Prøven ble desorbert fra røret ved 280 °C, 10 minutter og N<sub>2</sub> flow på 30 ml/min over på en elektrisk kjølefelle som holdt 10 °C
- Fra kjølefella (Peltier cell) økte temperaturen fra 100 °C/s til 280 °C med en holdetid på 3 minutter, split 10 ml/min til kolonnen.
- Kolonnen har en lengde på 30 meter med en indre diameter på 0,25 mm og filmtykkelse på 0,5 µm
- GC temperatur program:  
35 °C, 3 min; med en økning med 5 °C pr min til 40 °C, 2 min; økning med 15 °C pr minutt til 70 °C, 2 min; økning med 10 °C pr min til 130 °C, økning med 10 °C pr minutt til 160 °C, 3 min; økning med 30 °C pr minutt til 200 °C, 15 min.

## Vedlegg D: Spørreskjema til forbrukerundersøkelse

### Ulike varianter av salami

Det utføres forbrukerundersøkelse med ulike varianter av salami.

Smak på prøvene i den rekkefølgen som står oppført på skjema og drikk vann mellom hver prøve. Kryss av for det svaralternativet som passer best og beskriv hver prøve med ord.

Takk for at du deltar!

Hvor godt liker du denne prøven? Prøve \_\_\_\_\_

Liker ikke i	1	2	3	4	5	6	7	Liker veldig
det hele tatt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	godt

Hvilke ord/beskrivelse syntes du passer best til prøven?

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Mye salt   | <input type="checkbox"/> Ville ikke kjøpt denne |
| <input type="checkbox"/> Saftig     | <input type="checkbox"/> Fast/hard              |
| <input type="checkbox"/> Tørr       | <input type="checkbox"/> Ville kjøpt denne      |
| <input type="checkbox"/> Syrlig     | <input type="checkbox"/> Bitter                 |
| <input type="checkbox"/> Lite salt  | <input type="checkbox"/> Kryddersmak            |
| <input type="checkbox"/> Passe salt | <input type="checkbox"/> Annet:                 |

*Snu arket*

Prøve \_\_\_\_\_

Hvor godt liker du denne prøven?

Liker ikke i	1	2	3	4	5	6	7	Liker veldig
det hele tatt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	godt

Hvilke ord/beskrivelse syntes du passer best til prøven?

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Mye salt   | <input type="checkbox"/> Ville ikke kjøpt denne |
| <input type="checkbox"/> Saftig     | <input type="checkbox"/> Fast/hard              |
| <input type="checkbox"/> Tørr       | <input type="checkbox"/> Ville kjøpt denne      |
| <input type="checkbox"/> Syrlig     | <input type="checkbox"/> Bitter                 |
| <input type="checkbox"/> Lite salt  | <input type="checkbox"/> Kryddersmak            |
| <input type="checkbox"/> Passe salt | <input type="checkbox"/> Annet:                 |

Prøve \_\_\_\_\_

Hvor godt liker du denne prøven?

Liker ikke i	1	2	3	4	5	6	7	Liker veldig
det hele tatt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	godt

Hvilke ord/beskrivelse syntes du passer best til prøven?

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Mye salt   | <input type="checkbox"/> Ville ikke kjøpt denne |
| <input type="checkbox"/> Saftig     | <input type="checkbox"/> Fast/hard              |
| <input type="checkbox"/> Tørr       | <input type="checkbox"/> Ville kjøpt denne      |
| <input type="checkbox"/> Syrlig     | <input type="checkbox"/> Bitter                 |
| <input type="checkbox"/> Lite salt  | <input type="checkbox"/> Kryddersmak            |
| <input type="checkbox"/> Passe salt | <input type="checkbox"/> Annet:                 |

## Vedlegg E: Analyser på pølses laget i forforsøk

Tabell I. 3: Vannaktivitet og svinn fra pølses laget i forforsøket

Prøve	Salt (%)	A <sub>w</sub>	Svinn (%)
1	6,0	0,968	36,146 <sup>a</sup>
2	4,5	0,973	34,803 <sup>b</sup>

Tabell I. 4: Teksturmålinger, hardhet (N) og areal (Ns) fra pølses laget i forforsøket

Prøve	Salt (%)	Hardhet (N)	Areal (Ns)
1	6,0	9,990 <sup>a</sup>	55,310 <sup>c</sup>
2	4,5	6,511 <sup>b</sup>	37,909 <sup>d</sup>

Tabell I. 5: Lipidoksidasjon i MDA ekvivalenter målt ved absorpsjon 450 nm og 530 nm fra pølses laget i forforsøket

Prøve	Salt (%)	MDA (530)	MDA (450)
1	6,0	0,532 <sup>a</sup>	1,334 <sup>a</sup>
2	4,5	0,481 <sup>b</sup>	1,050 <sup>b</sup>

Tabell I. 6: Fargemålinger gjort med Minolta på pølses laget i forforsøket

Prøve	Salt (%)	L*	a*	b*
1	6,0	55,227	12,773	8,19
2	4,5	56,740	12,123	8,043

Tabell I. 7: Protein, vann, fett og salt målt i pølses laget i forforsøket

Prøve	Salt (%)	Protein (%)	Vann i fettfri vare (%)	Målt fett (%)	Målt salt (%)
1	6,0	23,75	50,37	15,0	5,4
2	4,5	23,68	51,03	15,8	4,9

## Vedlegg F: Skjema for sensorisk bedømmelse

Tabell I. 8: Sammenlagt poengsum for snitt, konsistens, lukt/smak på spekepølser

Prøve nr	Varetype	Partinr	Snitt	Konsistens	Lukt/smak	Helhet
1	Salami	1.1	2,0	2,0	2,3	2,1
2	Salami	1.2	2,3	2,0	2,3	2,2
3	Salami	2	3,3	3,3	3,5	3,3
4	Salami	3	3,5	3,5	4,3	3,7
5	Salami	4	4,3	3,0	4,3	3,8
6	Salami	5	5,5	3,5	3,8	4,4
7	Salami	6	3,5	3,5	4,0	3,6
8	Salami	7	4,0	3,5	3,8	3,8
9	Salami	8	6,0	4,3	5,3	5,2
10	Salami	9	5,5	4,8	5,5	5,2
11	Salami	10	3,3	3,3	4,5	3,5
12	Salami	11	3,8	3,5	4,0	3,7
13	Salami	12	8,3	6,3	6,3	7,1
14	Salami	13	6,8	5,3	4,8	5,8
15	Salami	14	3,0	2,8	3,5	3,0
16	Salami	15	5,0	3,8	4,0	4,3
17	Salami	16	6,8	7,5	7,0	7,1

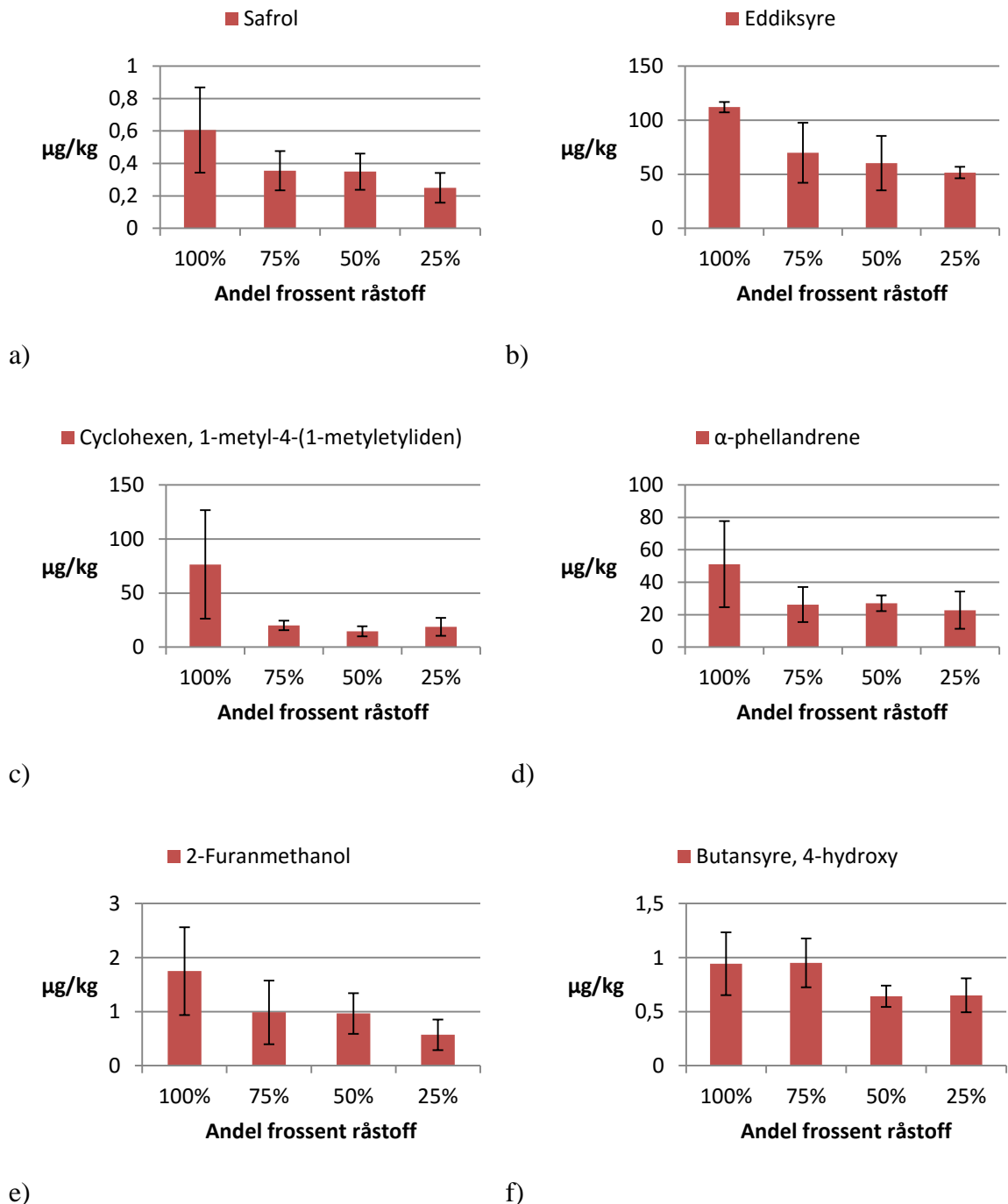
1-3: Vesentlige feil

4-6: Mindre vesentlige feil

7-9: Uvesentlige feil

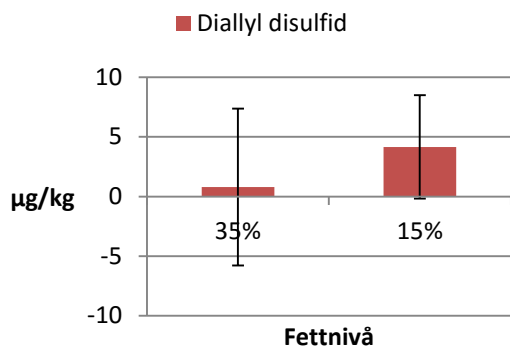
## Vedlegg G: Ikke signifikante data med p-verdi > 0,05 og ≤ 0,10 fra TDGCMS

### Frossen

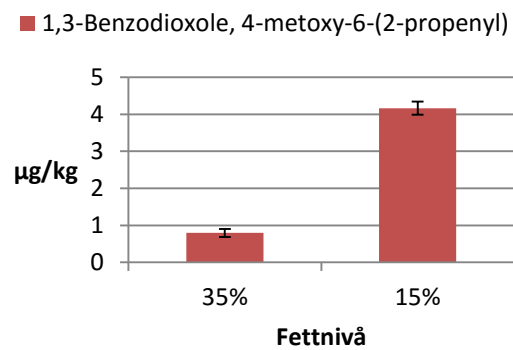


Figur V. 1: Flyktige forbindelser som funksjon av frossen andel råvarer. a) Safrol b) Eddiksyre c) Cyclohexen, 1-metyl-4-(1-metyletylidene) d) α-phellandrene e) 2-Furanmethanol f) Butansyre, 4-hydroxy-

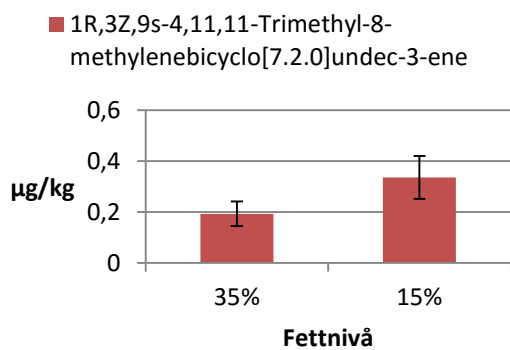
## Fett



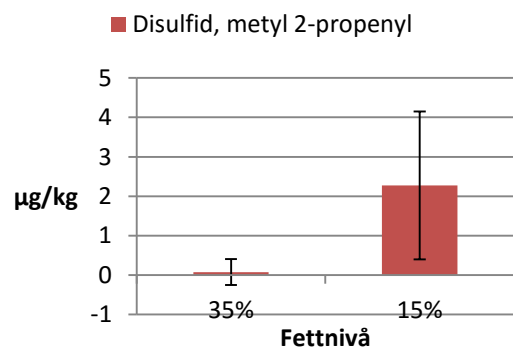
a)



b)



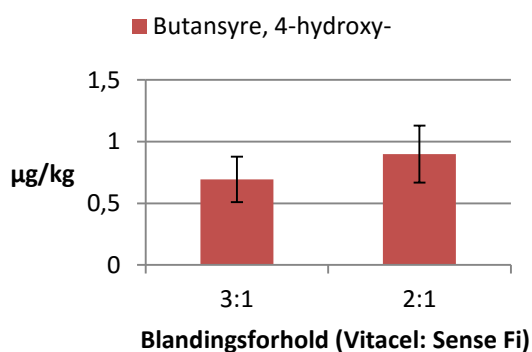
c)



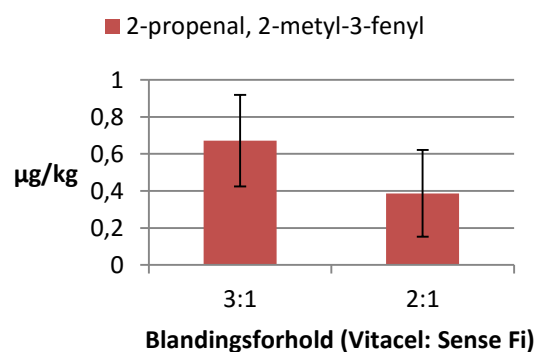
d)

Figur V. 2: Flyktige forbindelser som funksjon av ulikt fettnivå. a) Diallyl disulfid b) 1,3-Benzodioxole, 4-methoxy-6-(2-propenyl)- c) 1R,3Z,9s-4,11,11-Trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-3-ene d) Disulfid, metyl 2-propenyl

## Fiber



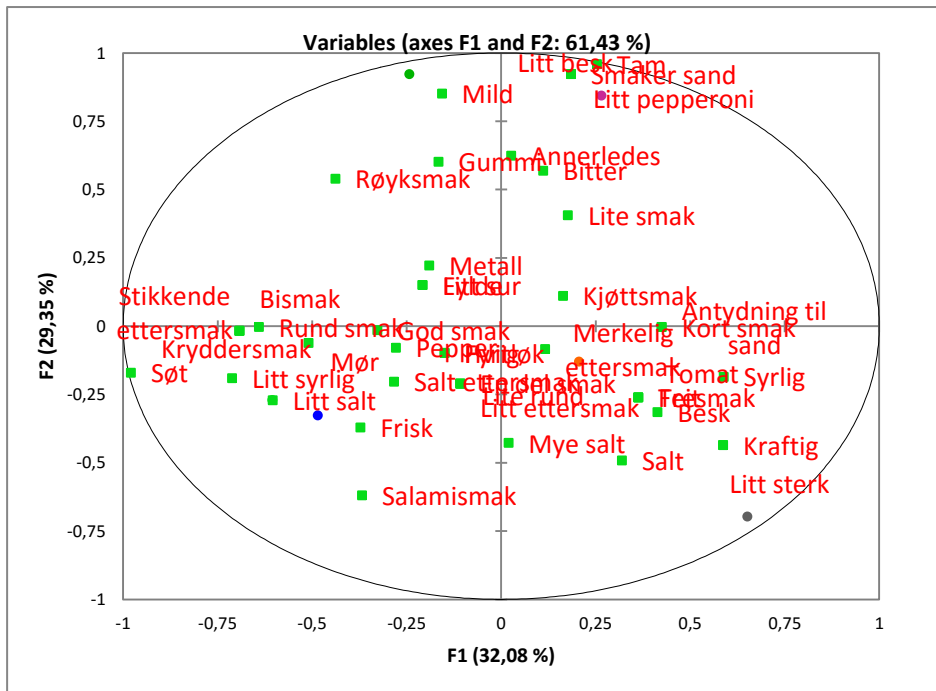
a)



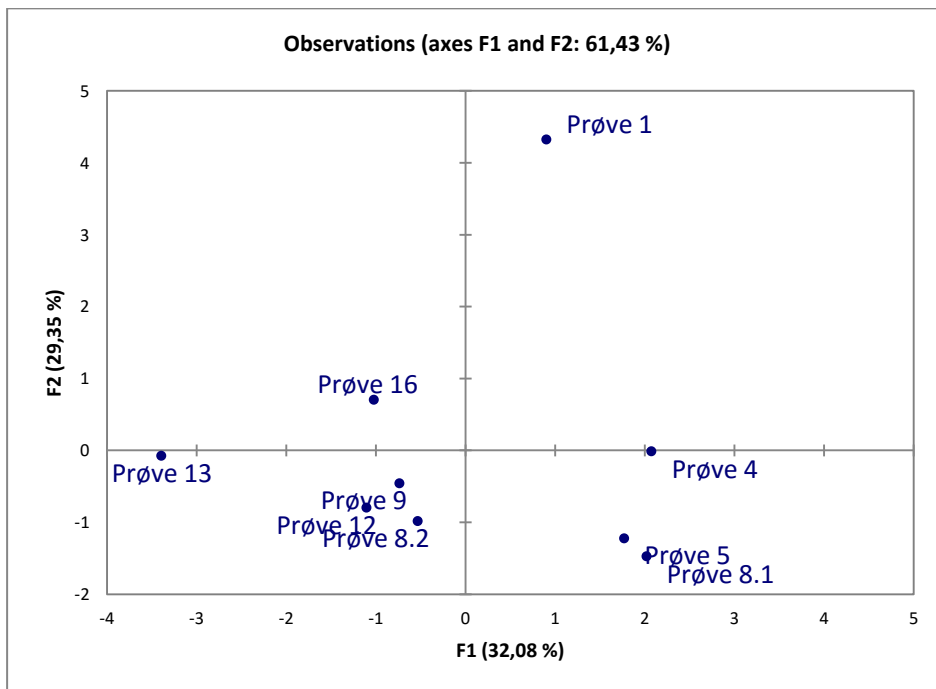
b)

Figur V. 3: Flyktige forbindelser som funksjon av blandingsforhold av fiber. a) Butansyre, 4-hydroxy-b) 2-propenal, 2-metyl-3-fenyl

## Vedlegg H: MFA, ladnings- og skåringsplot for smak

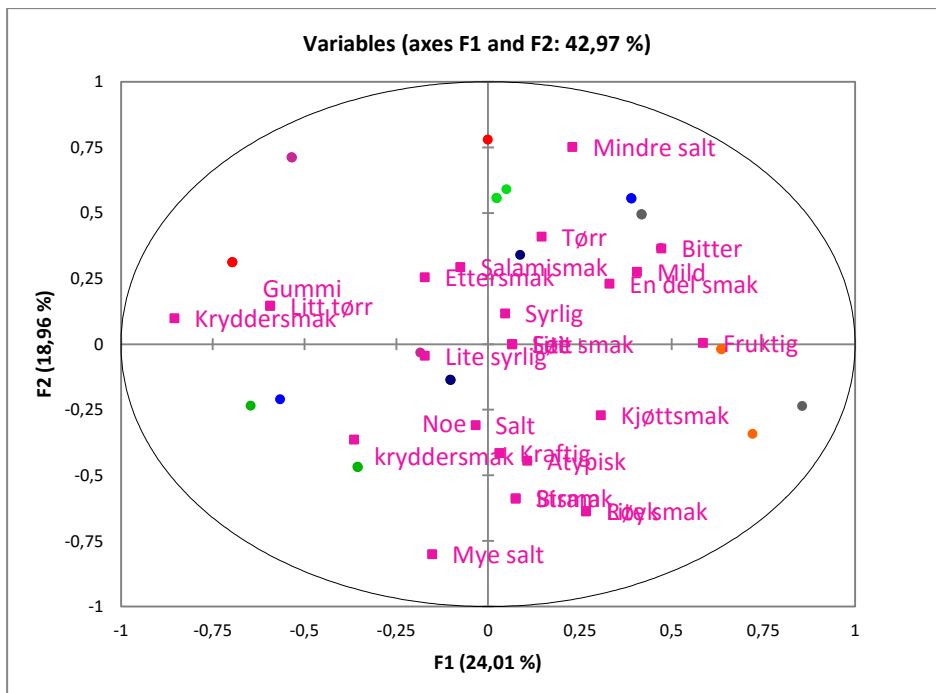


Figur V. 4: MFA, ladningsplot over egenskaper innen smak til spekepølser i høy fett gruppe

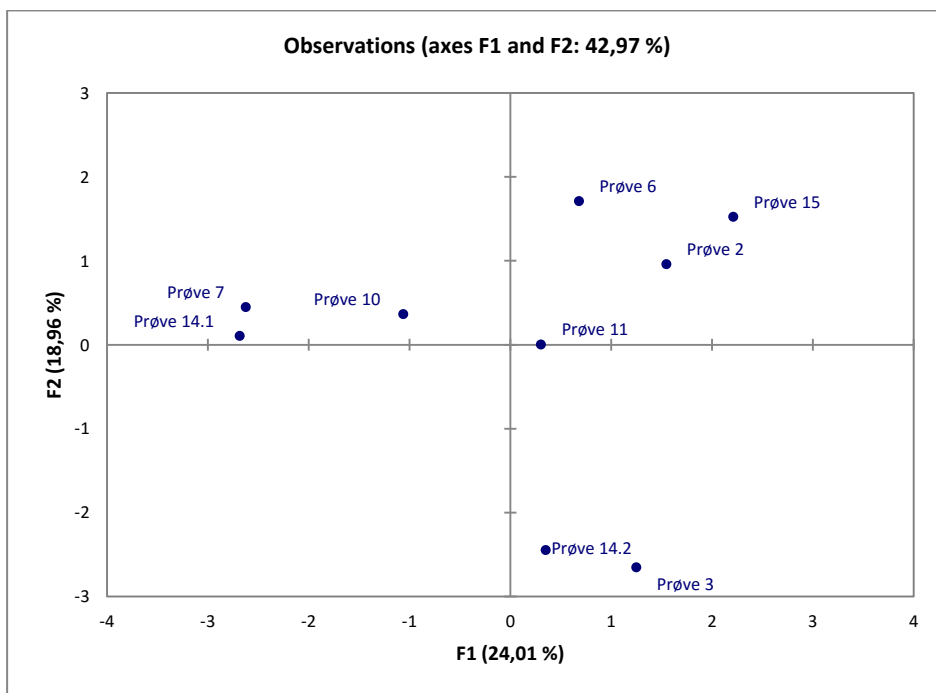


Figur V. 5: MFA, skåringsplot over prøver i høy fett gruppen i forhold til hverandre





Figur V. 6: MFA, ladningsplot over egenskaper innen smak til spekepølser i lav fett gruppe



Figur V. 7: MFA, skåringsplot over prøver i lav fett gruppen i forhold til hverandre

## Vedlegg I: Andre kommentarer fra forbrukerundersøkelse

Tabell I. 9: Andre kommentarer fra forbrukere om høy fett prøver

<b>Egenskaper 573</b>	<b>Egenskaper 186</b>	<b>Egenskap 349</b>
Veldig røkt smak	Ganske lik prøve 573	Feit
Mild	Mest salt	"mye" fett"
Litt mye fett (men bedre enn de andre)	Lang ettersmak	Metallisk
Kjedelig	Smuldrene	For fettete
Litt tørr i kanten, ellers veldig god	Røyksmak	Lite smak
Helt grei, svært tam smak, god og saftig	Litt hard	Fett
God ettersmak	Røyksmak	Den smaken jeg forbinder med "vanlig salami"
Noe litt uvant	Kunne hatt en anelse mer smak	Fettete
Rar konsistens, lite fasthet	Greit med smak, passe saftig	Kjedelig
Hint av blod	Smakløs	For "fettete" samt litt fårete smak
Fastere konsistens enn de to andre men ikke for fast heller	Røyksmak	Saftig, men mild
Smaker fårepølse	Søt	Kjedelig, lite smak
Mye fett	Mye fett	Røyksmak
Noe hardt som knuste, ikke godt, nesten som stein	Myk konsistens	Litt mye salt, men god smak
God smak	Litt kjedelig	Fettete, legger seg som en hinne i ganen
Litt lite smak	En mellomting mellom saftig og tørr	En anelse harsk? "Fettete"
		De andre var bedre
		Føler denne ble veldig svett/mye fett

Tabell I. 10: Andre kommentarer fra forbrukere om lav fett prøver

<b>Egenskaper 781</b>	<b>Egenskaper 458</b>	<b>Egenskaper 294</b>
Litt smakløs	Smakfull	Rar smak
Mørkere i smak	OK. Litt rar bismak	Litt rar smak
Ganske god. Bra at de hvite flekkene" ikke er så store	Pris?	Ikke så spesiell, litt krydder
Fast/hard- det er godt! Pris?	Litt kjedelig	Mest saftig
Mer nøytral	Litt lite smak	Nesten litt smakløs, fettete
Knudrete	Lite smak, nøytral	Mye fett på utsiden
Litt tørr	God, men litt lite krydder kanskje. Ok saftighet, nøytral og grei smak. Kunne med fordel være litt sprekere	Altfor salt for min smak
Godt krydra, men litt hard. Litt for salt. Sitter igjen med salamismak litt for lenge		Ikke så hard/tørr som 781
Bedre smak enn 294		For mye fett
Lite smak		Smakte gammelt
Tendens til mye salt		Feit
		Myk, god. Foretrekker litt mer krydder, men absolutt god!
		Smakfull
		Minner om salami av utseende
		Litt sterk/mye smak
		Lite smak



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)