



Forord

Denne oppgaven avslutter en femårig mastergrad i matvitenskap ved Institutt for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap på NMBU. Den er utført i samarbeid med Orkla Foods Norge, deres Produktutviklingsavdeling på Mastemyr, og fabrikk på Råbekken i Fredrikstad.

Jeg vil først og fremst rette en stor takk til Edel Anita Westhagen og Knut Nåmdal for å ha gitt meg sjansen til å skrive denne oppgaven, det har vært utfordrende, morsomt og lærerikt.

Jeg vil også takke veileder Professor Elling-Olav Rukke ved NMBU for hans erfaring, entusiasme og motiverende evner, samt for mange hyggelige samtaler.

Takk til Gry Sofie Fahrendorff, min veileder i Orkla Foods Norge, for gode tilbakemeldinger, for å ha satt meg i kontakt med de menneskene jeg har trengt, og for trivelige møter.

Videre vil jeg takke Vegard Segtnan ved Råbekken for utmerket hjelp med planlegging av svinnforsøk, og behandling av resultater. Per Thorgersen ved Mastemyr og Råbekken for å ha hjulpet meg med å bli kjent på ProWok linjen, for å ha bidratt med råvarer og gjennomføring av forsøk på Råbekken og for alltid å være hjelpsom og tilgjengelig. Takk også til Urd Bente Andersen ved Mastemyr for hjelp med planlegging, gjennomføring og databehandling av sensorisk forsøk. Jeg vil takke Milena Bjelanovic ved NMBU for å ha hjulpet meg med Warner Bratzler tekstur målinger. Og takk til alle som jobbet på ProWok linjen på Råbekken for å ha holdt ut med meg, tråkkende rundt beina på de.

Tilslutt vil jeg takke mine venner og medstudenter for fem uforglemmelige år som student ved Universitetet i Ås.

Ås, 12.05.2014

Freddy Holt

Sammendrag

Denne masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Orkla Foods Norge. Orkla Foods Norge har investert omlag 30 millioner kroner i en helt ny ProWok prosesslinje på Råbekken i Fredrikstad. I dag produseres marinert pepperbiff til pizzatopping på linjen. Målet med denne oppgaven var å kartlegge svinnet på ProWok linjen, og se på mulighetene for å optimalisere kvaliteten på biffkjøttet med hensyn på smak, mørhet og saftighet. Videre var hensikt å undersøke mulighetene for produksjon av andre råvarer og middagsretter i ProWoken. Det ble gjort 4 forsøk: 1) Kartlegging av svinn (utført på ProWok prosesslinjen på Råbekken). 2) Effekt av forskjellige marinader på produktkvalitet (mørhet ble testet med Warner Bratzler texture analyzer, og vannbinding ble målt som endring i kjøttvekt etter marinering). 3) Sensorisk testing ved trent panel på Mastemyr av kjøttprøver med forskjellige marinader. 4) Testing av råvarer til fremtidig produksjon, dette ble utført på ProWoken på Råbekken.

Ved beregninger av hvilke faktorer som påvirket det usynlige svinnet på prosesslinjen viste det seg at det kunne være fordelaktig å slippe knivbladene i kutteren hver dag, men resultatene var ikke signifikante. Å bytte hullristen mellom ProWok og dampovn til rist med større hull kunne føre til mindre oppsamlinger av kjøttbiter i marinaderester. Dette kunne igjen gi en bedre produktflyt på linjen. For å unngå svinn på gulvet på pakkerommet er det viktig at operatør setter opp linjen riktig, og er oppvakt underveis i produksjonen for å unngå at f.eks inngangen til røntgenmaskin tettes av en klump med kjøtt. Målinger av kjernetemperatur i kjøttbiter etter steking viste at det er rom for å varmebehandle kjøttet noe mindre for å redusere vanntap.

Marinering av kjøtt viste at 3 timer ikke var tilstrekkelig til å påvirke mørhet i kjøttet. Marinering i 16 timer hadde derimot en signifikant effekt på mørhet. *Semitendinosus* var signifikant mørere enn *Biceps femoris*. Samtlige marinader hadde positiv effekt på kjøttets vannbindingsevne. Sensoriske tester av 4 forskjellige marinader med 6 forsøksfaktorer gav ingen signifikante resultater, men viste en tendens til at en økning av vann i marinaden gjør kjøttet saftigere. Økning av saltkonsentrasjon fra 1,11% til 1,35% viste en tendens til høyere total oppfattelse av prøven. Bruk av eddik viste en tendens til høyere bismak i prøvene. Ved testing av ulike råvarer i ProWok viste det seg at rent kjøtt i flere størrelser ble meget bra. Wokmixer av bare grønnsaker og tilsatt kjøtt gikk også svært godt.

Abstract

This master thesis is written in collaboration with Orkla Foods Norway. Orkla Foods Norway has invested about 30 million NOK in a new ProWok process line. Production so far consists of marinated pepper beef for pizza topping. The aim of this study was to document the opportunities for optimization of production in relation to waste and product quality, and also to look at the possibilities of processing other raw materials and dishes. This thesis consists of 4 experiments: 1) Mapping of waste (this was performed on the ProWok process line at Råbekken). 2) Effect of different marinades on product quality (tenderness was tested with Warner Bratzler texture analyzer, and water binding was measured as the change in meat weight before and after marinating). 3) Sensory testing of meat samples with different marinades by trained panel, was done at Mastemyr. 4) Testing of raw materials and dishes for future production (this was performed on the ProWok at Råbekken). The calculation of the factors that influenced the hidden waste in the process line, showed that it could be advantageous to grind the blades in the cutter every day, but the results were not significant. The sieve between the ProWok and the steam oven should be changed to a sieve with larger holes. This could lead to less accumulation of meat pieces blocked by marinade residues, and therefore provide a better product flow on the line. To avoid wastage on the floor in the package room, it is important that the operator sets up the line correctly. And also watches the production closely to avoid that for instance the entrance of the X-ray machine are sealed by lumps of meat. Measurements of core temperature in the meat samples after heat treatment, showed that there is possible to heat treat the meat slightly less, to reduce water loss.

Marinating of meat showed that 3 hours was not enough to affect the tenderness of the meat. Marinating for 16 hours, however, had a significant effect on tenderness. *Semitendinosus* was significantly more tender than *Biceps femoris*. And all marinades had a positive effect on meat water holding capacity. Sensory evaluation of 4 different marinades with 6 attributes yielded no significant results, but showed a tendency that increased water in the marinade lead to a juicier meat. An increase in salt concentration from 1,11% to 1,35%, showed a tendency to a higher overall perception of the sample. Use of vinegar showed a tendency to give the samples a higher off-flavour. Testing of various types of pure meat in different sizes in the ProWok gave very good results. And wok mixes of vegetables with or without meat also went very well.

Innhold:

1. Innledning.....	6
1.1. Orkla Foods Norge.....	6
1.2. Bakgrunn for oppgaven.....	7
1.3. Problemstilling.....	8
2. Teori.....	9
2.1. Beskrivelse av ProWok prosesslinje ved Orklas fabrikk på Råbekken, i Fredrikstad.....	9
2.1.1. Råvare.....	9
2.1.2. Kutter.....	9
2.1.3. Marineringsstank.....	11
2.1.4. Vakuumtromler.....	12
2.1.5. ProWok.....	13
2.1.6. Dampovn.....	14
2.1.7. Fryser.....	16
2.1.8. Røntgenmaskin.....	17
2.1.9. Vekt.....	18
2.1.10. Pakkemaskin.....	19
2.2. Produksjonsoptimaliseringer.....	20
2.2.1. Kartlegging av svinn.....	20
2.2.2. Warner Bratzler-Texture Analyzer.....	21
2.2.3. Marinerings.....	23
2.2.4. Sensorisk bedømmelse ved trent panel.....	23
2.3. Fremtidig utnyttelse av ProWok linjens potensiale.....	25
3. Materialer og metoder.....	27
3.1. Svinn på ProWok prosesslinje på Råbekken.....	27
3.1.1. Layout over ProWok-prosesslinje på Råbekken.....	27
3.1.2. Flytskjema for produksjon av marinert pepperbiff.....	28
3.1.3. Kartlegging av svinn.....	29
3.2. Vannbindingsevne og tekstur målinger.....	30
3.3. Sensorisk bedømmelse ved trent panel.....	33
3.4. Testing av råvarer til fremtidig produksjon.....	34
4. Resultater.....	37
4.1. Svinn på ProWok prosesslinje på Råbekken.....	37
4.1.1. Usynlig svinn.....	37
4.1.2. Svinnobservasjoner.....	40
4.1.3. Synlig svinn.....	43
4.1.4. Kjernetemperaturer av marinert pepperbiff etter varmebehandling.....	43

4.2. Marinering av biffkjøtt.....	45
4.2.1. pH-målinger av marinader.....	45
4.2.2. Warner Bratzler tekstur målinger av biffkjøtt med ulike marinader.....	46
4.2.3. Vannbindingsevne i kjøtt med ulike marinader.....	49
4.3. Sensorisk bedømmelse av marinert biffkjøtt ved trent panel.....	50
4.4. Testing av råvarer til fremtidig produksjon.....	52
5. Diskusjon.....	54
5.1. Svinn på ProWok prosesslinje på Råbekken.....	54
5.1.1. Usynlig svinn.....	55
5.1.2. Svinnobservasjoner.....	56
5.1.3. Synlig svinn.....	58
5.1.4. Kjernetemperaturer av marinert pepperbiff etter varmebehandling.....	59
5.2. Marinering av biffkjøtt.....	60
5.2.1. pH-målinger av marinader.....	60
5.2.2. Warner Bratzler tekstur målinger av biffkjøtt med ulike marinader.	61
5.2.3. Vannbindingsevne i kjøtt med ulike marinader.....	62
5.3. Sensorisk bedømmelse av marinert biffkjøtt ved trent panel.....	62
5.4. Testing av råvarer til fremtidig produksjon.....	64
6. Oppsummering og konklusjon.....	67
7. Litteraturliste.....	69
8. Fortrolig informasjon, gitt av Orkla Foods Norge.....	71
9. Vedlegg.....	72

1. Innledning

1.1. Orkla Foods Norge.

Orkla startet som et gruveselskap i Sør-Trøndelag allerede på 1600-tallet. Videre har de gradvis utviklet seg til å bli et av Nordens største merkevareselskaper. Orkla er delt inn i fem enheter; Orkla Home & Personal, Orkla Confectionery & Snacks, Orkla International, Orkla Food Ingredients og Orkla Foods. Orkla hadde ved årsskiftet 2013/14 som konsern, ca. 17000 ansatte og omsatte for omlag 33 milliarder kroner.

1. oktober 2013 fusjonerte Rieber & Søn og Stabburet til Orkla Foods Norge. Det nye selskapet har blitt Norges største matvareselskap. Orkla Foods Norge står i dag bak en lang rekke tradisjonelle merkevarer som Toro, Idun, Nora, Denja, Gøy, Vossafår, FUN Light, Vestlandslefsa, Stabburet leverpostei, Stabbur-makrell og Grandiosa.

Orkla Foods Norges fabrikk på Råbekken i Fredrikstad var ferdig bygd i årsskiftet 1965/66 (tilhørte da Stabburet). Fabrikken er mest kjent for produksjonen av Stabburet-leverpostei, og kjøttbaserte produkter. I dagens produksjon inngår foruten Stabburet-leverpostei, produkter som pølser, hamburgere, kjøttkaker og kjøttprodukter til pizzatopping (Orkla 2014).

1.2. Bakgrunn for oppgaven.

Orkla Foods Norge (da Stabburet) investerte i 2013 omlag 30 millioner kroner i en ProWok stekelinje på Råbekken i Fredrikstad. I første omgang var den ment å produsere prima-kvalitet biffkjøtt til pizza. Da dette var en meget stor investering, var det av stor interesse for produktutviklingsavdelingen (PU-avdelingen) i Orkla Foods Norge på Mastemyr å kartlegge andre bruksområder for prosesslinjen. Dette var utgangspunktet for denne oppgaven.

Siden ProWok linjen er nylig installert (ferdig tidlig oktober 2013), har det vært enkelte oppstartsutfordringer (en layout over ProWok linjen illustreres i figur 3.1.1). Transportskruen som var ment å frakte ferdig marinert biffkjøtt fra oppsamlingstank etter vakuumbromler, og videre til ProWoken var feildimensjonert fra produsent. På grunn av dette måtte biffkjøtt tilføres transportskruen manuelt fra 200 kgs transportbakker med et spesifikt tidsintervall og dosering istedenfor at kjøttet fraktes direkte fra vakuumbromler på bånd, og blir dosert ved hjelp av transportskruen. Videre produserte dampovnen så mye damp at produksjonslokalene ble fylt opp av damp; installert avtrekksvifte klarte ikke å få alt unna. Svinnet var også høyere enn ønskelig (svinn ble målt til mellom 40-50 % av totalvekt på kjøtt og marinade som blandes i tromlene). Kalkulert svinn ønskes ikke over 40 % (Thorgersen 2013).

Med bakgrunn i dette ønsket utviklingsavdelingen på Orkla Foods Norges fabrikk på Råbekken at det skulle gjøres et arbeid med å kartlegge svinnet, gjennom å observere og bli kjent med de ulike prosessene på ProWok-anlegget. Ved å kartlegge svinnet kan det gjøres aktive tiltak for å begrense det, og derfor øke fortjenesten på produksjonen.

ProWok-linjen på Råbekken er satt i sammen av firmaet BCH ltd, men inneholder også komponenter fra Günther, Treif, The Linde Group, Anritsu, Weighmaster og Multivac. Linjen går gjennom fire rom, og gjennom to forskjellige kvalitetssoner. Første sonen er for ubehandlede råvarer (hvit sone), hvor kjøttet kuttes, marineres, tromles, wokes og dampes. Den andre sonen er for ferdig varmebehandlet råvare (grønn sone), hvor kjøttet blir fryst (nedkjølt med nitrogen), scannet med røntgen for fremmedlegemer, veid og pakket. For å komme seg fra den ene sonen til den andre, må en gjennom en sluse, der skotøy og jakke byttes, og hender vaskes samt desinfiseres.

Da linjen er satt sammen av flere prosesstrinn, vil den i utgangspunktet selv begrense hvor mange ulike produkter som kan kjøres gjennom hele linjen. Det er mulighet for å bruke kun enkelte av prosesstrinnene, og potensialet blir da større. Eksempel på dette kan være bacon, der marinering og tromling ikke er nødvendig. Her vil da baconet bare kuttes, for deretter å blandes med olje og kjøres rett til ProWoken. Det kan også tenkes at en ikke ønsker å dampe baconet, og at en lenger kjøretid i woken er foretrukket. En kan da senke hastigheten på woken, noe som fører til en lenger varmebehandlingstid i der, og så kjøre baconet videre rett gjennom damperen uten noen varmebehandling, og videre til nedkjøling eller frysing. Under følger et flytskjema over ProWok prosesslinjen.



Figur 1.2: Flytskjema over ProWok prosesslinje fra råvarer til ferdig pakket produkt. De ulike boksene representerer de viktigste enhetsoperasjonene i produksjonen av marinert pepperbiff (Figur fra Fortrolig informasjon 1).

1.3. Problemstilling.

- Undersøk muligheter for optimalisering av dagens produksjon av marinert pepperbiff til pizzatopping i henhold til:
 1. Synlig og usynlig svinn
 2. Produktkvalitet (med fokus på mørhet, saftighet og smak)
- Katlegg fremtidig potensiale for ProWok linjen med hensyn på:
 1. Foredling av andre råvarer
 2. Foredling av hele middagsretter.

2. Teori

2.1. Beskrivelse av ProWok prosesslinje ved Orklas fabrikk på Råbekken, i Fredrikstad.

De største enhetsprosessene er kutting, marinering, tromling, steking, damping samt frysing som vist tidligere i figur 1.2. Men det er også en rekke mindre elementer som kan bidra til både svinn og kvalitetsforringing. Videre i kapittel 2.1 skal både de store og de mindre elementene beskrives, og mulighetene for optimalisering skal undersøkes.

2.1.1. Råvare.

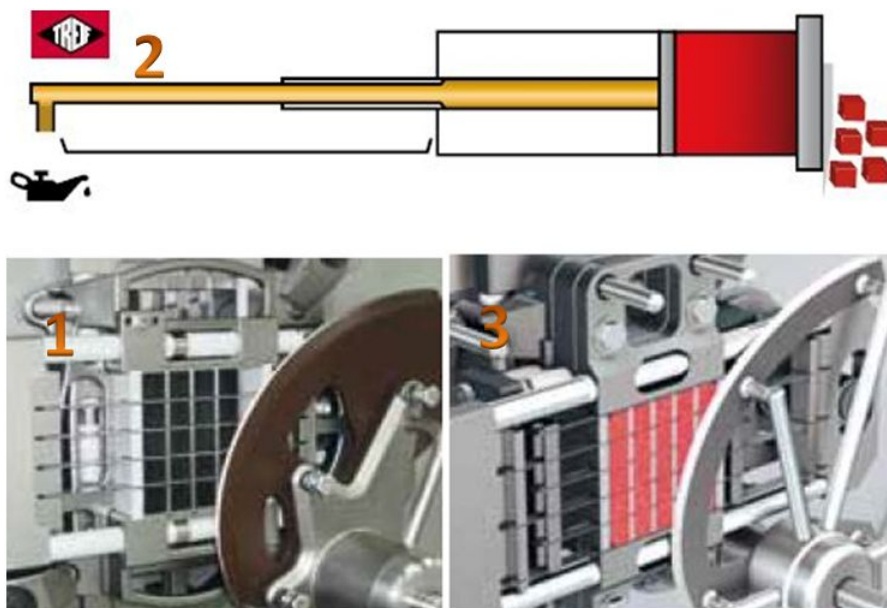
Mange faktorer påvirker råvarekvaliteten på biffkjøtt. Dyrets rase, kjønn, alder, slaktemetode (stress fører til seigere kjøtt), sløyting, nedkjøling av slakt, hengetid og modning er alle faktorer som påvirker biffkjøttes egenskaper (Warriss 2010a). I tillegg har forskjellige stykningsdeler på slaktet ulike egenskaper. Parametere kan være mørhet, fettprosent, hvor lite sener det er, sensoriske egenskaper, vannbindingsevne, pris og etikk i forhold til dyrehold og slakting. Orkla Foods Norge har valgt å bruke *Biceps femoris* (bankekjøtt) og *Semitendinosus* (lårtunge) av norsk storfe til marinert pepperbiff, med *Triceps brachii* (bogplomme) som alternativ dersom det ikke er nok å oppdrive av de andre to stykningsdelene. Et forsøk gjort av Nofima viste at av disse kjøttstortingene var *Triceps brachii* og *Semitendinosus* de møreste, mens *Biceps femoris* var en god del tøffere (Hildrum et al. 2009). Grunnen til at Orkla Foods Norge har valgt disse kjøttstortingene er i tillegg til pris og tilgang at de har hatt gode erfaringer med de fra tidligere bruk (Thorgersen 2013). Orkla Foods Norge har strenge krav til leverandørene på at musklene skal være ferdig mørnet, renskåret, og at det skal være minimalt med sener (sener gjør at kutteren ikke kan dele musklene like nøyaktig og de gjør at det blir tøffere å tygge) (Thorgersen 2013). Senere vil i tillegg føre til at knivbladene sløves raskere og må slipes oftere.

2.1.2. Kutter.

Kutting foregår ved at kjøttstykker av *Biceps femoris* og *Semintendinosus* blir kjørt gjennom en Treif Twister AT Vartronic kutter, der de ideelt sett skal kuttes i biter på 30x10x8 mm (Fortrolig informasjon 2). Dette gjøres ved at hele muskler blir presset gjennom to sett med kniver, der det ene knivsettet har flere kniver som ligger parallellt 30 mm fra hverandre. Ved å sette det andre

knivsettet som har 8 mm avstand mellom knivbladene, vinkelrett mot det første, vil det dannes et rutenett på 30x8 mm. Etter at muskelen er presset gjennom dette rutenettet av kniver, kommer det ut som strimler, og her vil en roterende kniv kutte musklene i lengder av 10 mm. For å få en jevn kvalitet er det viktig at bitene blir kuttet så like som mulig. Ettersom Orkla Foods Norge har et internt krav om at de største bitene må ha en kjernetemperatur på minimum 72 °C (Fortrolig informasjon 2), vil de minste bitene oppnå langt høyere kjernetemperatur, siden prosesslinjen varmebehandler alt kjøttet likt, uavhengig av størrelse.

Knivbladene i kutteren skal ifølge intern instruks slipes minst en gang i uka, men avvik kan forekomme. Det er derfor viktig å følge opp at knivene blir slipt ofte nok. Dette kommer av at skarpe kniver kutter kjøttet jevnere og mer presist enn sløve kniver. Knivsettet som sitter i kutteren kan taes ut, slipes og/eller byttes. Det finnes forskjellige knivsett med ulike avstander mellom knivbladene, slik at størrelse og fasong på det som kuttes kan endres. Dette gir rom for at kutteren også kan brukes til andre råvarer. I figur 2.1.2, kan en se en illustrasjon over hvordan kutteren presser muskelen gjennom knivsettet.



Figur 2.1.2: Illustrasjon av kutting med Treif Twister AT Vartronic. Figuren viser oppsettet av kniver i Treif-kutteren (1.), prinsippet bak hvordan muskelen presses frem til rutenettet av knivblader (2.), og hvordan kjøttet blir presset gjennom knivene, og frem til den roterende kniven som vil kutte muskelen i passe lengder (3.) (Foto; Treif (2014)).

2.1.3. Marineringstank.

Marineringsprosessen på ProWok linjen er en halvautomatisk prosess. Kjøttet blir transportert på bånd fra kutteren til en marineringstank hvor salt, krydder, vann og olje tilføres kjøttet manuelt. Videre blandes alt godt for at ikke det skal klumpe seg ved oppsug til tromler. For enkel tilførsel av vann og olje, er det et doseringssystem som opereres ved hjelp av et panel på veggen. Her vil vann/olje fraktes i hver sine rør fra lageret, og utløpene er plassert over marineringstanken. To 1000 liters tanker med olje er koblet til systemet, slik at en enkelt kan bytte fra den ene til den andre når den er tom (Fortrolig informasjon 3). Transport av kjøtt og marinade fra marineringstank til vakuumentromler, skjer ved oppsuging med vakuuim gjennom et rør fra bunnen av marineringstanken og til trommel. Figur 2.1.3 viser et fotografi av marineringstanken med oppkuttet kjøtt og litt marinade i bunnen av tanken.



Figur 2.1.3: Kutting av kjøtt, samt tilsetning av ingredienser til marinade i marineringstank. Figuren viser marineringstank, der oppkuttet kjøtt blandes med salt, krydder, vann og olje. Råvarene blir gradvis sugd opp i trommel med vakuuim. For å forhindre at noe klumper seg i bunn, blir salt blandet godt inn med kjøttet (Foto; F. Holt).

2.1.4. Vakuumtromler.

Marinering av biffkjøtt i en vakuumtrommel har en rekke fordeler. Ved å ødelegge strukturen i de ytre lagene av muskelen, vil vann og salt lettere kunne innkapsles i kjøttet og med det gi kjøttet økt vannbindingsevnen (Lachowicz et al. 2003). En rekke forsøk har demonstrert de positive effektene vakuumbehandling har på muskler. Lachowicz et al. (2003), Dzudie og Okubanjo (1999) og Rejt et al. (1978) kom alle fram til at vakuumbehandlet kjøtt av varierende slag, var mørere, hadde bedre vannbindingsevne og mindre varmebehandlingstap. Smith og Young (2007) derimot, mente at de i sitt forsøk på vakuumtromling av broilerbryst, at vakuumbehandlingen hadde liten effekt.

Lachowicz et al. (2003) viste ved et forsøk av ulike stykningsdeler av svin, at muskelsammensetningen var avgjørende for hvor lang vakuumbehandling muskelen trengte og tålte. De viste at *Biceps femoris* trengte lenger vakuumbehandlingstid enn *Semimebranosus* og *Quadriceps femoris*, og konkluderte med at det trolig skyldtes tykkere muskelfibere og en grovere kjøttstruktur. Musklene som hadde en skjørere fiberstruktur tålte mindre masseringstid, og fikk gradvis nedsatt vannbindingsevne dersom de ble vakuumbehandlet for lenge.

Tromlene er hule inni, men har ”årer” som bidrar til bevegelse av kjøtt og marinade mens de roterer. Trommelen fylles fra marineringskaret ved hjelp av vakuum-oppsuging igjennom rør og holder kjøttet kjølig takket være en dobbel kappe som inneholder kjølevæske. Trommelen styres fra et panel på utsiden, der det kan lagres forhåndsinstilte programmer med forskjellig varighet, temperaturer, vinkel på trommel og trykkvarianser (Günther 2014). Orkla Foods Norges fabrikk på Råbekken har investert i to stk Günther GPS1250 K-H tromler med en kapasitet på 750 kg, men har utbyggingspotensiale for tre til. I figur 2.1.4 kan en se fotografier av tromlene, slik de ser ut på fabrikk.



Figur 2.1.4: Illustrasjon av Günther GPS1250 K-H tromler. Figuren viser ved fotografi 1 en trommel i oppfyllingsposisjon, og fotografi 2 i uttømmingsposisjon (Foto; Günther (2014)).

2.1.5. ProWok.

Etter tromling, blir det ferdig marinerte kjøttet transportert på bånd over til en oppsamlingstank som rommer 1000 kg. I denne tanken sitter det en fordelerskrue, som tilfører kjøtt i batcher à 2 kg til en BCH ltd. ProWok som er hovedmaskin i prosesslinjen. Fordelerskrua transporterer kjøttet til starten av ProWoken. Der vil en stor skrue med flere plastskraper frakte kjøttet mot den andre siden av ProWoken, mens kjøttet dras opp langs sidene og faller ned på midten igjen.

ProWoken varmebehandler kjøttet ved termisk konduksjon. Dette går ut på at et varmt materiale (Rustfritt karbonstål) overfører varme til kaldt materiale (marinert pepperbiff). Dette skjer ved at vibrerende molekyler i det varme materialet overfører vibrasjonene til det kalde materialet, som da varmes uten at noen molekyler overføres fra det ene materialet til det andre (Fellows 2009a).

ProWoken består av fire soner, hvor temperatur kan reguleres individuelt i hver sone. Den har også fire dyser i toppen, der olje tilføres. Temperaturen på oljen kan reguleres i forbindelse med tilføring, og mengde som tilføres kan stilles inn individuelt per dyse. Varmebehandlingstiden i woken er avhengig av hvilken hastighet transportskruen er satt til å holde. Målet med woken er at kjøttet skal få en jevn stekeskorpe og at kjøttet som kommer sammenklistret ut av trommelen skal skilles i single biter, med bruk av maksimalt 1 % olje (BCH 2014). Selv om dagens

produksjon bare består av marinert pepperbiff til pizza, opplyser leverandøren om at den også kan brukes til andre typer kjøtt, samt grønnsaker (BCH 2014). I figur 2.1.5 kan en se ProWoken i ulike stadier før og under produksjon.



Figur 2.1.5: Illustrasjon av ProWok, før og under produksjon. 1) Fotografi av hele maskinen før produksjon. 2) Nærbilde av transportskruen. En kan her se dysene over, som tilfører rapsolje og plastskrapene som frakter kjøttet langs veggen på woken. 3) Starten av woken, der rått kjøtt kommer inn. 4) Ferdig ”brunet”-kjøtt. En kan se at bitene er kommet bedre fra hverandre, og sitter ikke lenger like sammenklistret. (Foto; 1 & 2 Fortrolig informasjon 1, Foto; 3 & 4 F. Holt).

2.1.6. Dampovn.

Dampovnen er en BCH Linear Oven, som er spesialbygd for ProWok prosesslinjen på Råbekken. En dampovn etter woken gir høyere produksjonskapasitet ved at dampovnen tar unna ferdig brunet kjøtt fra woken og ferdigbehandler dette (ProWokens oppgave er i hovedsak å lage en jevn stekefarge og smak på kjøttet, samt separere de i single biter, varmebehandling kan skje etterpå). På denne måten vil linjen ha kapasitet til å prosessere mer kjøtt i timen.

Kjøttet som kommer ut av woken har en kjernetemperatur på ca. 50°C (Thorgersen 2013), dampovnen skal da øke kjernetemperaturen videre til 72°C som er minimumskravet for biffkjøtt satt av kvalitetsavdelingen på fabrikken (Fortrolig informasjon 2). Ovnene er en konveksjonsovn som er inndelt i tre uavhengige soner med hastighetsjusterbare vifter. I hver sone kan temperatur og dampinnsprøyting reguleres. Transportbåndet som går gjennom dampovnen er åpent, slik at luft og damp kan passere gjennom, og er konstruert av stål (Fortrolig informasjon 4). Hastigheten på transportbåndet kan reguleres for å bestemme hvor lang varmebehandlingstid kjøttet skal ha i ovnen.

Grunnen til det blir benyttet en dampovn, og ikke en vanlig konveksjonsovn basert på kun luft i bevegelse, er i hovedsak at det blir lavere vanntap fra kjøttet ved varmebehandlingen.

Vanndamp har også dobbelt så høy spesifikk varme som luft (1,005 kJkg⁻¹°C⁻¹ for luft og 2,09 kJkg⁻¹°C⁻¹ for vanndamp) (Fellows 2009b). Kjøttet utsettes derfor for varme halvparten så lang tid som ved bruk av luft. Dette resulterer i mindre vanntap samt større produksjonshastighet.

Figur 2.1.6 viser et fotografi av BCH Linear Oven i lukket modus, klar for produksjon.



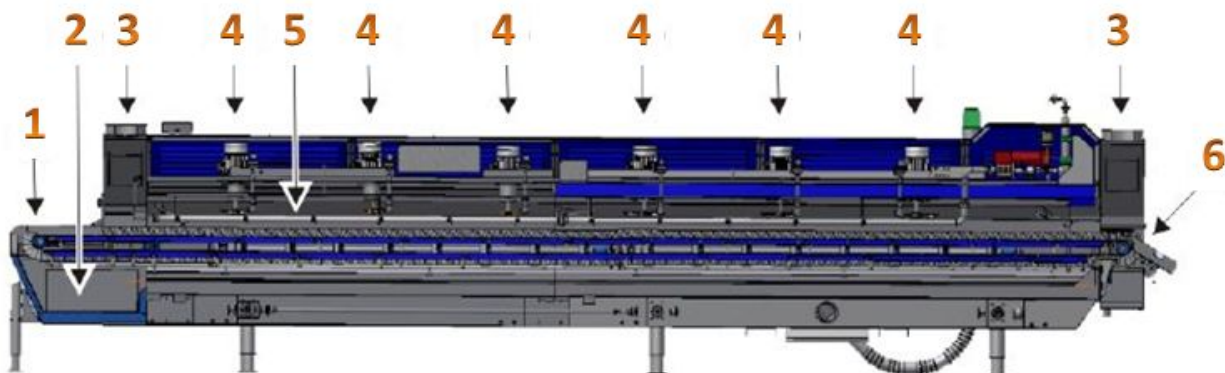
Figur 2.1.6: BCH Linear Oven. Fotografi av dampovnen på ProWok linjen. Produkt kommer inn fra ProWok på høyre side, går gjennom ovnen på et transport bånd av stål, og videre ut av ovnen på venstre side. Dørene kan åpnes ved hjelp av tilhørende kontrollpanel på veggen. (Foto; F. Holt)

2.1.7. Fryser.

Etter damping kjøres kjøttet gjennom en åpning i veggen, og går fra hvit sone til grønn sone. Her singelfryses det med flytende nitrogen i en Cryoline[®] CW 1250-8 (The Linde Group)- tunnel fryser. Fryseren er bygd opp av separat topp og bunn, der toppen kan heves elektrisk, for enkel tilgang og renhold. Fryseren sprayer kjølevæske over produktet rett etter det har kommet inn, for hurtig innfrysning. Videre vil 8 vifter som sitter parvis i moduler nedover fryseren sørge for at produktet blir ferdig fryst tvers gjennom. Transportbåndet som går gjennom fryseren er åpent, lagd av stål og hastigheten kan justeres for å tilpasses produkt samt produktfasong. Fryseren kan brukes både til å fryse og nedkjøle produkter, og både flytende nitrogen og karbondioksid kan brukes som kjølevæske (Fortrolig informasjon 5).

Fryseren har kapasitet til å fryse kjøtt på bare noen minutter, noe som er viktig da sen frysing medfører større vanntap ved tining. Grunnen til dette er at hurtig innfrysning danner små iskrystaller, mens sen innfrysning danner store iskrystaller. De store iskrystallene vil i større grad ødelegge proteinstrukturen i kjøttet, noe som fører til at vann som normalt sett er bundet til kjøttet vil frigis ved tining ved hjelp av osmotisk trykk. Kjøttet vil ikke kunne binde til seg dette vannet igjen, som er tapt for alltid (Warriss 2010b).

På grunn av at fryseren bruker flytende nitrogen som kjølevæske, vil væsken omdannes til gass etter å ha tatt varme fra kjøttet. Nitrogen er ikke en farlig gass i seg selv, men den kan erstatte oksygenet i lufta, og derfor føre til at det blir for lite oksygen i rommet. Fryseren har derfor avtrekk som skal fjerne nitrogen gjennom åpningene på hver side av maskinen (Fortrolig informasjon 5). På fabrikken er det i tillegg satt opp digitale oksygenmålere på veggen nær inn- og utgang på fryseren, slik at det er mulig å til en hver tid å kartlegge oksygenprosenten i rommet. I figur 2.1.7 kan en se en illustrasjon av fryseren fra siden.



Figur 2.1.7: Cryoline® CW 1250-8 tunnel fryser. Illustrasjon av fryseren fra siden. 1) Inngangen på fryseren. 2) Snøsamler, den skal samle snø som flytende karbondioksid omdannes til. 3) Avtrekk for gass. 4) Sirkulasjonsvifter. 5) Dyser for spraying av flytende nitrogen. 6) Utgangen av fryseren. (Figur hentet fra Fortrolig informasjon 5).

2.1.8. Røntgenmaskin.

Røntgenmaskinen på prosesslinjen er en Anritsu KD7416DRWZ DUAL X. Den skal kunne detektere biter av glass, bein, ståltråd og metall, for deretter å skille ut dette i en egen konteiner. Prinsippet bak røntgenmaskinen er at den bruker røntgenstråling til å analysere massetettheten på det som kommer gjennom. Dersom noe med for høy massetetthet kommer, vil den slippe ut dette, slik at det ikke blir med resten av kjøttet videre i linjen. Å ha en god røntgenmaskin er ekstremt viktig, da fremmedlegemer i maten kan være helt ødeleggende for en næringsmiddelproducents renommé. I figur 2.1.8 kan en se et fotografi av røntgenmaskinen fra ProWoklinjen på Råbekken.



Figur 2.1.8: Fotografi av røntgenmaskinen fra ProWoklinjen på Råbekken. Her vil kjøttet transporteres fra fryser og inn i røntgenmaskinen på høyre side. På skjermen kan en følge alt som går gjennom, og det tages foto av uønskede objekter. De uønskede objektene kastes ut i en beholder plassert nede på venstre side av maskinen. Kjøtt som er ok vil komme ut av maskinen på venstre side, og fortsette videre til oppsamlingstank før det veies og pakkes. (Foto; F. Holt)

2.1.9. Vekt.

Vekten som brukes er en Weighmaster Serie 15 med 3 vektskåler. Den består av en vibrerende buffertank på 300 liter, som skal samle opp kjøtt dersom det er stopp på linjen. Videre er det et transportbånd som frakter kjøttet fra buffertanken og opp til vekten. Vekten veier deretter opp kjøttet i batcher á 2,5 kg, og i alt 3 batcher droppes rett ned i et kammer i pakkemaskinen.

2.1.10. Pakkemaskin.

Pakking skjer ved hjelp av en Multivac Pro Selection R 530 dyptrekker. Her er formålet å pakke det ferdig fryste kjøttet i batcher på ca 7,5 kg. Dyptrekkeren pakker kjøttet ved at et lag med plast blir varmet opp til det blir elastisk, for så å bli trukket ned over en form og sugd ned i formen ved hjelp av vakuum. Plastikken blir deretter kjølt ned, og stivner i den fasongen som formen hadde (Eie 2007). Dette danner bunnen av emballasjen, som nå kan fylles med kjøtt. Etter tilføring av kjøtt legges et nytt lag med plast over og skjøtene sammenføres ved hjelp av varme. Formen som brukes i dyptrekkeren kan byttes for å tilpasse seg produksjonen, det er derfor også mulig å pakke produkter i helt andre formater enn det 7,5 kgs formatet som brukes til marinert pepperbiff. Figur 2.1.10 viser et fotografi av plastikkfilmen som kjøttet pakkes i, etter at den er blitt varmet og formet.



Figur 2.1.10: Fotografi av plastikkfilmen som har blitt smeltet og formet i dyptrekkeren. Til venstre i fotografiet kan en se den delen av vekten som tømmer oppveid mengde råvare ned i plastfilmen, før videre sammensmelting med øvre lag plast. (Foto; F. Holt)

2.2. Produksjonsoptimaliseringer.

2.2.1. Kartlegging av svinn.

Som tidligere nevnt har prosesslinjen historisk sett hatt et svinn på ca 40-50 %. Svinnet er da beregnet utifra det totale utbyttet på linjen dividert på mengden kjøtt, salt, krydder, vann og olje som er tilført tromlene. Med tanke på at kjøttet som brukes er rent, ferskt storfekjøtt med en innkjøpspris på 96,50 kr pr kg (Thorgersen 2013), utgjør dette store kostnadstap for bedriften. Som nevnt i avsnitt 1.2, ønskes ikke et svinn over 40 %. For en vakuumsrommel tilsvarer dette 351 kg, hvorav omlag 68,4 kg er rapsolje, 17,8 kg er løkpulver og 9 kg er pepper (det antas at vann og salt trekker inn i kjøttet). Trekker en fra disse tallene sitter en igjen med 255,8 kg svinn, hvor en stor del trolig er vanntap under varmebehandling. Dersom svinnet for en vakuumsrommel økes til 45 %, tilsvarer dette 395 kg og en oppgang på 44 kg svinn. Under de forutsetninger at varmebehandling skjer under de samme tids- og temperaturmessige forhold, kan en anta at dette ekstra svinnet stammer fra kjøtt som faller på gulvet. $44 \text{ kg} \times 96,50 \frac{\text{kr}}{\text{kg}} = 4246 \text{ kr}$ er altså tapt på kun en vakuumsrommel med marinert biffkjøtt. Ettersom dette er i forhold til innkjøpspris, kan det antas at utsalgspris er f.eks 125 % eller 150 % av dette, altså 5308 kr eller 6369 kr tapt fortjeneste. Dersom en hadde produsert tre slike vakuumsromler på en dag, er det et potensielt tap på 19107 kr for en dagsproduksjon.

Svinnet kan kategoriseres i tre hovedpunkter.

1. **”Uunnngåelig svinn”**: Oljen i marinaden vil i liten grad trekke inn i kjøttet, og vil derfor gå tapt i stekeprosessen. Denne oljen vil forsvinne i et eget sluk etter ProWoken, da kjøttet må over en ”sil” før det går videre på bånd til dampovnen. I tillegg vil krydder på utsiden av kjøttet løsne og falle av underveis. Kutteren vil også produsere kjøttbiter som blir for små til å komme over silen, dette havner i en oppsamlingstank. Dette kategoriseres som ”usynlig” svinn.
2. **Kjøtt som faller på gulvet**: Dette er et svinnpunkt som helst skal elimineres. I det første rommet, der kjøttet blir kuttet, marinert og tromlet er det svinn i form av blodtap ved kutting og i kjøtttembalasje. Det kan ligge igjen kjøttrester i kutter og det kan falle kjøtt på gulvet ved tømning av tromler. I neste rom der kjøttet tilsettes transportskruen som frakter kjøttet til ProWok, kan det falle kjøtt på gulvet fordi det manuelt blir matet fra 200

også produksjonsbakker til transportskruen. I rom nummer tre er det ikke så mye som kan falle på gulvet. Men det kan være interessant å se hvor mye som blir skilt ut av silen etter ProWoken. I fjerde og siste rom er det mye potensielt svinn på gulv. Grunnen til dette er at fra fryser til pakking skal kjøttet fraktes over mange forskjellige transportbånd. De er små og trange, og det er mange overganger. Røntgenmaskinen kan også kaste ut kjøtt, det er derfor viktig at den er finjustert slik at en kan begrense feil utkasting. Dette kategoriseres som ”synlig” svinn.

3. **Vanntap ved varmebehandling:** Svinn på grunn av vanntap ved varmebehandling kan ikke unngås, da varmebehandling over 60 °C fører til at myofibrillene i muskelen trekkes sammen (Offer & Trinick 1983). Kjøtt kan miste store deler av vekt i form av vanntap. Noe kan komme fra fordampning, mens mesteparten kommer av at varmebehandlingen bryter ned og trekker sammen proteinene. Dette fører til at de mister evnen til å innkapsle vann (Kondjoyan et al. 2013). Kjøttbitene som brukes i produksjonen kuttes i størrelser av 10x8x30 mm. Da bitene er små, har de stor overflate, og det skal lite til for at det blir vanntap ved varmebehandling. Det er derfor viktig at kjøttbitene skjæres likt, slik at en kan standardisere varmebehandlingen, for å få ned den totale tiden kjøttet utsettes for varme. Dette kategoriseres som ”usynlig” svinn.

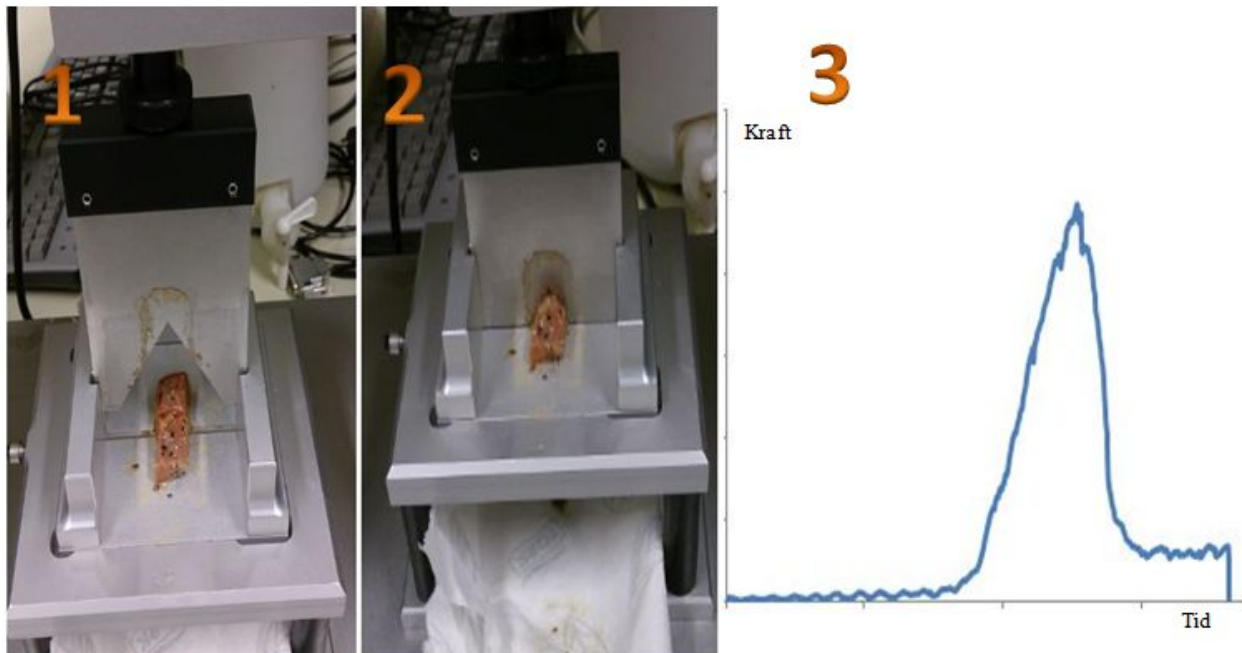
For å kunne begrense svinnet er det viktig å kartlegge hvilke områder det er mye svinn, og sette fokus på disse stedene.

2.2.2. Warner Bratzler-Texture Analyzer.

Avhengig av blant annet muskelsortering og kvalitet, kan storfekjøtt være seigt og tøft å tygge. Det er selvfølgelig ønskelig med et produkt som er så mørt og saftig som mulig, men dette kan være vanskelig å måle. Da sensorisk testing kan være utfordrende å sette tallverdier på, og sensorisk testing av mørhet eller tøffhet kan være offer for subjektive meninger, er det viktig å kunne beskrive disse faktorene i kjøtt ved en universiell metode som gir spesifikke tallverdier. På denne måten kan ulike kjøttprøver sammenliknes med hverandre uten å lide av subjektive meninger og ulike sammenlikningsgrunnlag. En slik test er Warner Bratzler-metoden som ble utviklet av K. F. Warner og L. J. Bratzler på 1930-tallet og beskrevet i sin endelige form av

Bratzler i 1949. Prinsippet bak testen er at et stykke kokt kjøtt blir skåret ut som en sylindrerform, deretter blir den kuttet ved hjelp av en trekant-formet kniv på tvers av muskelfibrene. Kreftene som skal til for å føre kniven gjennom kjøttstykket blir målt ved hjelp av en elektrisk motor som er koblet til en vekt (Warriss 2010c).

For å få de riktige resultatene bør alle prøver ha samme temperatur (vanligvis anvendes romtemperatur (20°C) men også kjøleskapstemperatur kan brukes (4°C)). Ved kjøleskapstemperatur vil prøvene være noe tøffere enn ved romtemperatur (Warriss 2010d). Det er viktig at prøver velges ut fra så varierende områder i muskelen som mulig, og at musklene kuttet nøyaktig i forhold til fiberretning. For å få et korrekt resultat er det viktig å ha nok observasjoner, Dransfield og Macfie (1980) anbefalte 10 repetisjoner for okse og lam, og 7 repetisjoner for svin. I figur 2.2.2, kan en se prøvetakning av tekstur ved hjelp av Warner Bratzler metoden.



Figur 2.2.2: Illustrasjon av muskel testet ved hjelp av Warner Bratzler-texture analyser. Figuren viser testing av mørhet fra en prøve med *Semitendinosus* ved hjelp av Warner Bratzler-texture analyser. Fotografi 1) viser hvordan knivbladet ser ut før/etter kutting av muskel. 2) viser kutting av muskel, og 3) viser en illustrasjon av hvordan en graf fra målinger apparatet tar, kan se ut. Den viser hvor mye kraft som er brukt i løpet av den tiden knivbladet har beveget seg mot og gjennom muskelen. (Foto; F. Holt).

2.2.3. Marinering.

Marinering av kjøtt ved hjelp av syre og/eller salter er en velkjent foredlingsmetode (Warriss 2010e). Det er flere fordeler ved marinering av kjøtt. For det første kan en forsterke den naturlige smaken i kjøtten, og/eller tilføre andre smaker. For det andre vil kjøttet bli saftigere, da marinering fører til økt vannbindingsevne. I følge Burke og Monahan (2003) skjer dette fordi marinade senker pHen i kjøttet til under dets isoelektriske punkt, en vil da få et overskudd av positivt ladede ioner. Dette fører til at proteiner med positive ladninger vil frastøte hverandre, noe som øker avstand mellom proteinene og muliggjør innkapsling av ekstra vann. For det tredje fører marinering til nedbryting av muskelfibere, som igjen gjør kjøttet mørere og lettere å tygge. Dette skjer ved at syrefølsomme kryssbindinger mellom muskelfibrene blir brutt, og en får derfor en løsere struktur (Aktas & Kaya 2001).

En marinade består gjerne av salt, krydder/urter, syre, olje og eventuelt vann. Saltet fører til økt vannbindingsevne og har en positiv effekt på smak og aroma (Aktas & Kaya 2001). Krydder og urter er først og fremst for å tilføre smak, men kan også ha andre egenskaper som endring av farge, virke smaksforsterkende, påvirke pH avhengig av hva som brukes. Syre brukes av flere årsaker, det kan virke smaksforsterkende (Aktas & Kaya 2001), det bidrar til mørning av kjøttet og bidrar til økt vannbindingsevne (Aktas et al. 2003). Olje er først og fremst et medie for å overføre smaker fra marinaden til kjøttet, men kan også bidra til saftighet og smak. I tillegg gjør oljen at kaldt protein ikke brenner seg like lett fast ved kontakt med varmt metall (Fortrolig informasjon 6). Vann tilføres først og fremst for å øke volumet og saftigheten til kjøttet gjennom de vannbindende egenskapene marinaden har på muskelen.

2.2.4. Sensorisk bedømmelse ved trent panel.

Et trent sensorisk panel er et panel der dommerene har lang erfaring, og/eller har blitt trent opp til å bruke sansene til å bedømme næringsmidlers sensoriske egenskaper. Et trent panel skal brukes som et instrument, og skal ikke spørres ut om deres preferanser til produktet. Spørsmål som stilles skal altså kunne besvares objektivt, og ikke subjektivt (Andersen 2014).

Ved bruk av et trent sensorisk testpanel er det vanlig å bruke en QDA-test (Quantitative Descriptive Analysis). Ved en QDA-test kan en studere en rekke sensoriske egenskaper i et produkt, og egenskapene måles gjerne fra lite til mye, eller fra ingenting til mye. Ved å sette tall på skalaen, f.eks 1 til 3,5,7 eller 9, kan en få tallfestet hvilken grad av den studerte egenskapen som er til stede i produktet. I en QDA-test er det vanlig at det er en leder i panelet, som i motsetning til FP (Flavor Profile) og PAA (Profile Attribute Analysis)-tester ikke deltar i testing med resten av panelet. Lederen har ansvar for å sette opp øvingsforsøk der panelet smaker på forskjellige variasjoner av produktet for å bli enige om skaleringen av egenskapene som skal testes. Under selve testen vil medlemmene i panelet sitte hver for seg, og det er vanlig å følge normale prosedyrer som korrekt lyssetting, prøvekoding, spytteglass og vann til skylling av munnen. Under forsøket serveres paneldeltakerene randomiserte prøver, som evalueres på en skala etter hvilke egenskaper det spørres etter. Det er vanlig å ha med en egenskap tilslutt som kan hete ”annet” eller ”bismak”, der deltakerene kan skrive ned kommentarer. Grunnen til at dette er viktig er at det kan være en smak som går igjen, som forstyrrer uten å kunne beskrives ved hjelp av de egenskapene som det spørres etter. Dersom dette er tilfellet, kan en risikere at deltakerene vil la frustrasjonen gå utover en eller flere av de andre egenskapene. For å få flere resultater, samt kontrollere hvor pålitelige paneldeltakerene er, kan en gjøre gjentak. Gjentak innebærer å servere paneldeltakerene de samme produktene i flere runder. Det er da viktig å endre prøve-kode og rekkefølge (Lawless & Heymann 2010).

I henhold til optimalisering av marinert biffkjøtt som brukes på ProWok linjen, kan det være intressant å se på marinader med forskjellig syre og salt innhold. På denne måten kan en se om noen prøver vil ha signifikant høyere smaksintensitet enn andre. Det er også intressant å se om testing av prøver ved hjelp av trent sensorisk panel stemmer overens med resultater fra Warner Bratzler-tekstur prøver. Med tanke på begrensning av svinn er det også mulig å tilsette mer vann til en marinade for å se om resultatet blir et saftigere kjøtt, uten at det i noen stor grad påvirker smaksintensiteten på produktet.

2.3. Fremtidig utnyttelse av ProWok linjens potensiale.

Til å begynne med var formålet med prosesslinjen først og fremst å produsere marinert pepperbiff til pizzatopping. Men etterspørselen er foreløpig ikke stor nok til at linjen blir tatt i bruk hver eneste dag. Det er også mulig å ha et to-skift-system for operatørene på linjen, slik at produksjonen kan være i gang hele dagen, istedet for kun fra klokka ca. 07.00 til 13.00. Dette gir rom for muligheter til å produsere flere produkter, i tillegg til det som allerede eksisterer.

BCH sier at ProWoken kan brukes til å prosessere både rene råvarer og blandinger av kjøtt og grønnsaker (BCH 2014). I forkant av at ProWok linjen ble satt opp på Råbekken, ble muligheter og begrensninger for ProWoken diskutert mellom BCH og Orkla Foods Norge. En oversikt følger i Tabell 2.3.

Tabell 2.3: Potensielle muligheter og begrensninger for ProWok linjen på Råbekken.

Muligheter	Begrensninger
<ul style="list-style-type: none"> • Rent kjøtt, marinert eller coatet* (Terninger/ strimler/ biter, ca 2g - 30g) - Eksempel: Ekte biff- og kyllingbiter til ferdigretter og pizza • Sammensatt, forkokt kjøtt som ønskes stekt - Eksempel: Sammensatt (Hamlett) bacon • Stekt kjøttdeig - Gir god stekesmak (forutsetter forkoking før woksteking) 	<ul style="list-style-type: none"> • Panerte produkter - Eksempel: Kyllingnuggets • Sammensatte produkter som i utgangspunktet er rå - Eksempel: Kjøttboller, sammensatte biffbiter (f.eks. til BO Restaurant) • Rå kjøttdeig (steking av rå kjøttdeig blir ikke kornet, men større klumper) • Spare ribs (usikkert om det vil bli stekehinne på innsiden av spare ribs) • Større, hele stykker av kjøtt, f.eks. roastbiff (usikkert)

*dekket med olje og krydder.

Tabell 2.3 viser en oversikt over muligheter og begrensninger som ble diskutert mellom BCH og Orkla Foods i forkant av oppsetting av ProWok-prosesslinje (Tabell hentet fra Fortrolig informasjon 1).

Da det ikke er noe tilhørende pilot-anlegg til ProWok linjen, må eventuelle tester kjøres fullskala. Kjøtt og grønnsaker som brukes må kuttes for hånd, da kutteren foreløpig ikke har noen andre knivsett/formatdeler enn det som brukes til marinert pepperbiff. Tromlene blir også vanskelig å få brukt, siden de rommer 750 kg.

Til en fullskala produksjon av wok-grønnsaker på linjen, vil det være mulig å kutte alle grønnsaker i kutteren med et egnet knivsett. Deretter kan salt, pepper (evt andre krydder) og olje tilsettes i marineringsstanken. Etter dette kan enten alt blandes for hånd, eller det kan suges opp i trommel og blandes der. Bruk av vakuumbør vurderes nøye siden dette kan ødelegge strukturen i grønnsakene. Deretter kan grønnsakene stekes i woken og kjøres gjennom dampovnen uten videre varmebehandling (dette kan gjøre grønnsakene slappe og myke). Til slutt kan de enten fryses eller nedkjøles, avhengig av hvordan de skal distribueres/selges.

Til blandinger av grønnsaker og kjøtt kan det være fordelaktig å vakuumbehandle kjøttet noen timer først, og deretter tilsette grønnsaker. Da kan alt blandes i tromlene uten vakuumering etterpå.

Til annen ren kjøttproduksjon kan linjen benyttes som ved produksjon av marinert pepperbiff. En må da gjøre justeringer i forhold til knivsett, vakuumbtid i tromler, steketid i wok samt dampovn, og frysetid utifra størrelse og fasong på kjøttstykker.

Når det kommer til bruk av ProWok til å steke andre produkter enn de som var nevnt nå (f.eks kjøttdeig, spareribs, koteletter, kjøttboller, roastbiff og panerte produkter) er det viktig å tenke på at både vakuumbtromler og selve ProWoken utfører en hard mekanisk behandling. Foruten at vakuumbbehandlingen kan ødelegge strukturen i produktene, vil også produktene bli dratt oppover langs sidene på woken, med plastskraper, for så å slippes 30-40 cm ned i woken igjen. Bunnen av ProWoken er buet (U-formet), noe som gjør at produkter som inneholder bein (og derfor ikke er bøyelige) ikke vil formes etter bunnen. Da ProWoken bruker svært lite olje vil ikke oljen komme i kontakt med hele kjøttstykket, og en får ikke stekefarge.

Kjøttdeig/farseprodukter som er formet og forkokt vil dog trolig kunne stekes for å få en fin farge og god stekesmak. Dette kommer av at etter forkoking tåler produktene langt mer mekanisk behandling enn før.

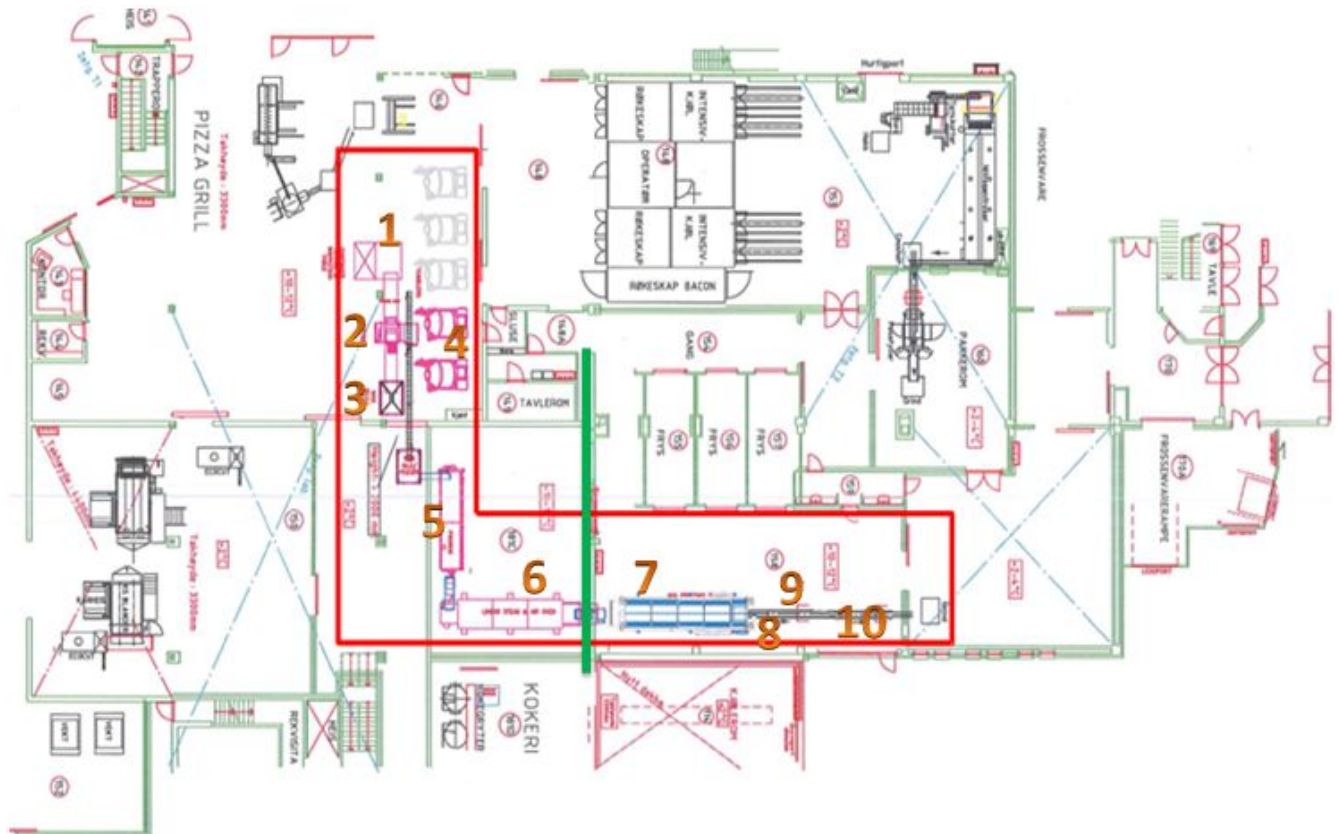
3. Materialer og metoder

3.1. Svinnet på ProWok prosesslinje på Råbekken.

En vesentlig del av denne masteroppgaven var å kartlegge svinnet på ProWok linjen slik at svinnet kan begrenses og profitten maksimeres. Svinnet i form av vanntap ved steking må medregnes, men kjøtt som f.eks. detter på gulv, bidrar til unødvendig svinnet.

3.1.1. Layout over ProWok prosesslinje på Råbekken.

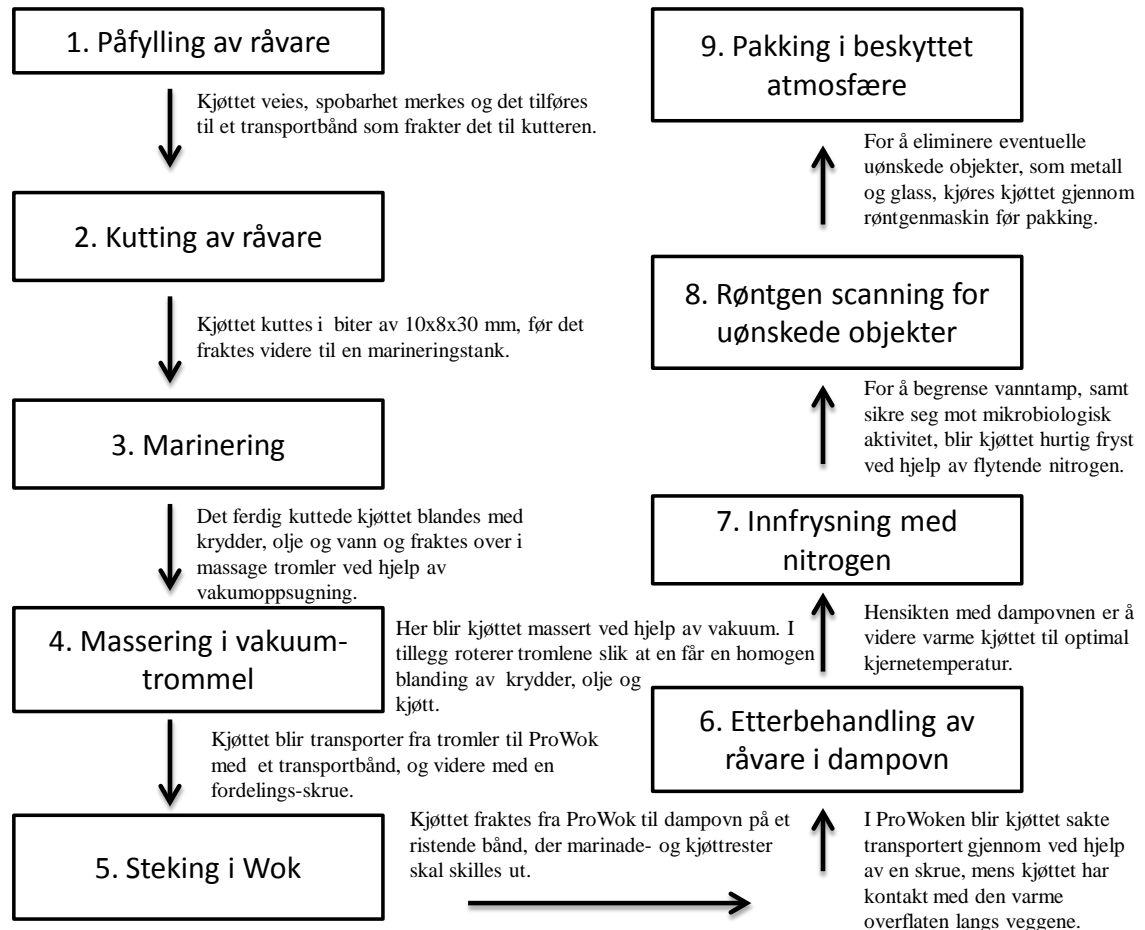
For å få et litt bedre inntrykk av hvordan ProWok prosesslinjen ser ut på fabrikk, kan en se en layout over etasjen der prosesslinjen ligger i figur 3.1.1.



Figur 3.1.1: Layout av ProWok-linjen på fabrikk. Den tykke røde linjen markerer sonen der prosesslinjen holder til. 1) Tilføring av råvare. 2) Kutter. 3) Marineringsstank, 4) Vakuumtromler (som en ser er det lagt opp til at 3 tromler til kan settes inn). 5) ProWok. 6) Dampovn. 7) Fryser. Mellom 6) og 7) er det en tykk grønn linje som indikerer skillet mellom hvit sone (venstre siden) og grønn sone (høyre siden). 8) Røntgenmaskin. 9) Vekt. 10) Pakkemaskin. (Figur hentet fra Fortrolig informasjon 1).

3.1.2. Flytskjema for produksjon av marinert pepperbiff.

I figur 3.1.2 kan en se et mer detaljert flytskjema over produksjonsprosessen av marinert pepperbiff.



Figur 3.1.2: Flytskjema for produksjonen av marinert pepperbiff på ProWoklinjen på Råbekken. 1) Starten av prosessen med ferskt storfekjøtt. 2) Kjøttet kuttes. 3) Marineringstank, der ferdig kuttet kjøtt blandes med olje, vann, salt og krydder. 4) Vakuums-tromler, der marinade skal blandes godt med kjøttet, som også skal mørnes ved massage. 5) Steking i ProWok. 6) Ettersteiking med damp. 7) Nedkjøling av kjøtt ved hjelp av flytende nitrogen. 8) Røntgenmaskin som ser etter uønskede objekter, som glass og metall. 9) Kjøttet veies og pakkes.

3.1.3. Kartlegging av svinn.

Over en periode på 10 produksjonsdager fra 13. februar 2014 til 1. april 2014 ble det gjort en rekke observasjoner og målinger for å kartlegge svinn på hele ProWok prosesslinjen. Målingene ble gjort av kjøtt etter behandling i vakuumbrommel (det vil si to produksjonsbatcher i følge resept fra figur 3.2.1). Kjøtt fra produksjon av i alt 23 vakuumbromler ble kartlagt. Temperaturer på kjøttprøver ble målt ved hjelp av et termometer (Comark limited N9094, Norwich U.K.). Videre ble kjøttet kuttet i strimler á 30x8x10 mm med en Treif Twister AT Vartronic kutter. Her ble det dokumentert hvor lenge det var siden sist knivbladene ble slipt. Det ferdig oppdelte kjøttet ble deretter marinert i en 1000 liter tank, og sugd opp i en trommel ved hjelp av vakuumbrommel. Etter endt tromling av kjøtt og marinade, ble temperatur av kjøtt igjen målt og kjøttsvinn på gulv, samt rester i trommel ble veid. Ferdig marinert kjøtt ble etter tromling fylt over i transportbakker og kjørt inn på neste rom der en transportskrue skulle frakte kjøttet over i ProWoken. Der ble kjøttet matet manuelt over i transportskrua, og kjøtttemperatur ble igjen målt. Etter endt mating til ProWok ble kjøttrester i bakker, i transportskrue og på gulv veid.

Før kjøttet ble matet til ProWoken, ble renholdet av den sjekket. Det ble undersøkt om woken ble oljet etter sist bruk og temperatur på ProWok ble registrert ved hjelp av tilhørende panel på veggen (standard innstilling var 225 °C i alle soner, og 30 % stekehastighet). Hvor lenge woken stod varm før produksjon, samt tidspunkt for oljepåfylling til woken i forhold til mating av kjøtt ble notert. Starttid for produksjon ble notert, og underveis ble kjøttfarge studert. Dersom det ble observert brente partikler ble tidspunkt notert. Det ble også målt kjernetemperaturer av kjøttet. Kjernetemperaturmålingene ble gjort ved å plukke opp kjøttbiter fra transportbåndet mellom dampovn og fryser. Det ble gjort målinger fra hver side, samt midten av båndet, og tre prøver ble tatt fra hvert sted. Tidspunktet for endt produksjon ble notert, og dersom det skulle kjøres flere batcher, ble det registrert hvor lenge woken stod, og hvilken temperatur den ble holdt ved. Kjøttrester i oppsamlingsdunken mellom ProWok og dampovn ble veid.

Etter endt varmebehandling ble kjøttet transportert videre til frysing. Her ble temperatur på fryser notert ved hjelp av interne målere og lest av på tilhørende datapanel (avtrekksskap ble studert for ising). For å begrense kjøttsvinn på gulvet ble det undersøkt om pakkelinjen var satt opp etter instruks fra Prosjektleder for utviklingsavdelingen på Råbekken. Eventuelle stopp på pakkelinjen ble notert, og svinn på gulvet ble veid og registrert. De stedene som ble fokusert på

var, før/etter fryser, det som ble kastet ut av røntgenmaskinen, det som falt på gulvet ved røntgenmaskinen, ved buffertanken og på gulvet under vekten. Dyptrekkeren pakket kjøttet i poser på 7,5 kg. Disse ble samlet i en bisonpall, som ble veid etter hvert som de ble fylt opp. På denne måten kunne en notere total mengde produkt ut, slik at det kunne brukes til svinnberegninger. Små mengder svinn (under to kg) ble etter beste evne målt med øyemål. Større svinnmengder ble veid ved hjelp av en Mettler Toledo IND429 gulvvekt.

Sjekklisten som ble brukt til å kartlegge svinnet på prosesslinjen følger som vedlegg 1.

3.2. Vannbindingsevne og tekstur målinger.

Det ble lagd fem forskjellige marinader ved blanding av ingrediensene som vist i tabell 3.2.2. Marinadene ble lagd i sterile fryseposer der løkpulver, salt, pepper, rapsolje, vann og/eller eddik ble målt så nøyaktig som mulig. Vekten (Ohaus, Pioneer™ PA2102, Ohaus corp. Pine Brook, NJ USA) som ble brukt kunne måle med ett milligrams nøyaktighet. For å få ulike mengder eddiksyre i marinadene, ble deler av vannet erstattet med eddik. En kontroll var lagd eksakt som i oppskriften, en marinade med 0,7% eddiksyre (10% av vannet i oppskriften var byttet med Iduun 7% klar eddik), en med 1,4% eddiksyre, en med 2,1% eddiksyre og en ekstrem marinade der alt vann er erstattet med 7% eddik. Det ble lagd fire marinader av hver av de fem variantene og pH-verdier ble målt av samtlige marinader ved romtemperatur, pH-meteret (Knick Portamess® 911 (X) Conductivity) ble kalibrert ved pH 4,0 og pH 7,0. Til forsøket ble det brukt både *Biceps femoris* og *Semitendinosus* av norsk storfe, da dette er kjøttsorteringer som blir brukt på ProWok-linjen til vanlig. Det ble lagd to paralleller av hver kjøttsortering til hver marinade. For at prøvene enklest mulig skulle kunne kuttes på tvers av fibre, ble de skåret slik at fibre gikk langs den tre cm lange siden. Kjøttet ble skåret i prøver av 10x8x30 mm og marinert i tre timer ved 4 °C (tilsvarer tiden Orkla Foods Norge marinerer kjøttet i trommel før steking i ProWoken). Deretter ble mørhet målt ved Warner Bratzler-metoden hvor muskelen ble kuttet i to på tvers av muskelfibre med knivblad (TA-HDi® Texture Analyzer, Stable Micro System, Vienna Court, Lammas road, Godalming, GU7 14L, UK. Knivblad: HDP/BSK med 25 kg lastcelle). Det ble tatt fem målinger av hver parallell, altså ti målinger per prøve.

Ettersom Orkla Foods Norge har mulighet til å marinere kjøttet i tromlene over natten, ble det også lagd prøver der *Biceps femoris* ble marinert i 16 timer. Det ble kjørt fire forskjellige prøver, der en var umarinert, en var marinert med Orkla Foods Norges standard oppskrift, en med 0,7% eddiksyre og en med 1,4% eddiksyre. Marinadene ble lagd etter oppskrift i tabell 3.2.2, og det ble målt pH av alle marinadene ved romtemperatur, samt en kontroll av springvann. Det ble lagd to paralleller av hver marinade, og kjøtt ble skjært opp i biter på 10x8x30 mm. Etter kutting ble kjøttet veid og marinert. Videre ble prøvene lagt kjølig ved 4 °C i 16 timer før de ble tatt ut, vasket, tørket med papir og veid. Etter dette ble de testet for mørhet ved hjelp av Warner Bratzler-texture analyzer. Det ble tatt ti målinger av hver parallell, altså tyve målinger per prøve.

Tabell 3.2.1: Resept på Orkla Foods Norges marinade (full skala, og tilpasset forsøket).

Ingrediens:	Original oppskrift (Kg):	Tilpasset oppskrift (g):
Biffkjøtt fra storfe	370	100
Rapsolje	38*	9,24
Vann	17*	4,6
Løkpulver	8,9	2,4
Grovkvernet sort pepper	4,5	1,2
NaCl	4,5	1,2

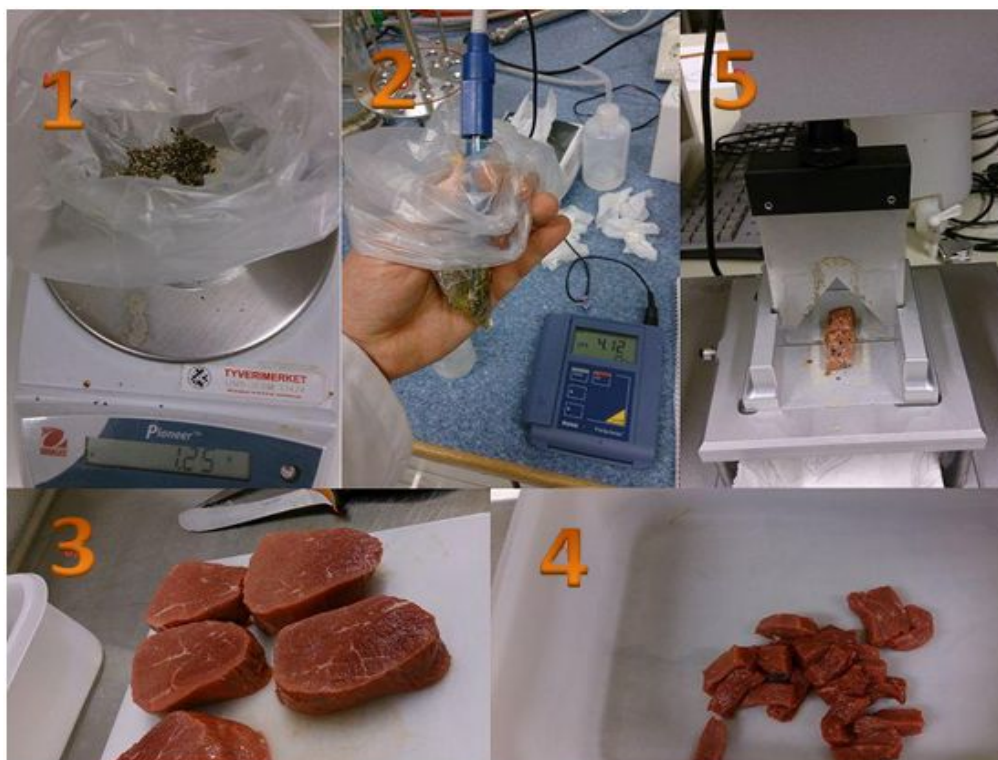
*verdiene til rapsolje og vann var egentlig i liter, men ble gjort om til gram i forsøket for å kunne bruke vekt til å måle alle ingrediensene. Det er gått utifra at rapsolje har en massetetthet på 900 kg/m³ ved 20°C (Fellows 2009c).

Tabell 3.2.1 viser resepten på marinaden som brukes til marinert pepperbiff på ProWok-linjen. En vakuumsrommer rommer to batcher av resepten. Til venstre er resepten slik den ble oppgitt fra Orkla Foods Norge, og til høyre er den nedskalert for å passe til forsøket.

Tabell 3.2.2: Resept på marinader brukt til testing av mørhet.

Ingrediens (g):	Marinade 1	Marinade 2	Marinade 3	Marinade 4	Marinade 5	Marinade 6
Biffkjøtt fra storfe	100	100	100	100	100	100
Rapsolje	0	9,24	9,24	9,24	9,24	9,24
Vann	0	4,6	4,14	3,68	3,22	0
Løkpulver	0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Grovkvernet sort pepper	0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
NaCl	0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Eddik (7%)	0	0	0,46	0,92	1,38	4,6

Tabell 3.2.2 viser resepter på marinadene som ble anvendt til marinering av kjøttprøver for tekstur analyse ved Warner Bratzler metoden. Marinade 1 var egentlig ingen marinade, men bare ubehandlet kjøtt, og marinade 2 var en nedskalert versjon av den originale marinaden som Orkla Foods Norge bruker til marinert pepperbiff på ProWok linjen på Råbekken.



Figur 3.2: Illustrasjon fra testing av *Semitendinosus* mørhet ved marinering med eddiksyr. Figuren viser forskjellige stadier i forsøket. 1) Tilveiing av ingredienser til marinade. 2) pH-måling av marinade. 3) *Semitendinosus* kuttet i tre cm tykke stykker. 4) Ferdig oppskåret *Semitendinosus* i 10x8x30 mm stykker, klare til marinering. 5) Testing av mørhet ved Warner Bratzler-metoden (kniven måler hvor mye kraft som må til for å dele muskelen i to på tvers av muskelfibrene). (Foto; F. Holt).

3.3. Sensorisk bedømmelse ved trent panel.

Et sensorisk forsøk med et trent panel fra PU-avdelingen til Orkla Foods Norge ble gjennomført over to dager på Mastemyr. Den første dagen ble brukt til å kalibrere testpanelet etter smak- og teksturmålinger som var interessante for forsøket. Dette ble gjort ved å kutte, krydre og steke noen kjøttbiter, for deretter å be testpanelet smake på disse og diskutere tekstur og smak i plenum. Det ble brukt to typer kjøtt til dette, *Semimembranosus* og *Gluteus medius* av norsk storfe. Målet med det var at panelet skulle skille mellom to kjøttprøver, der den ene var ansett som mør (*Gluteus medius*), og den andre mindre mør (*Semimembranosus*).

For å forberede selve forsøket som var dag to, ble prøvene preparert første dagen.

Semitendinosus av norsk storfe ble kuttet i stykker av 30x8x10 mm, og deretter blandet godt sammen for å eliminere lokale mørhetsvariasjoner internt i muskelen. Deretter ble kjøttstykkene delt i fire like porsjoner og marinert etter reseptene i tabell 3.3.

Tabell 3.3: Resepter på marinader brukt i sensorisk testing av *Semitendinosus* ved trent panel.

Ingrediens (g):	Marinade 1	Marinade 2	Marinade 3	Marinade 4
<i>Semitendinosus</i>	287	284	285	285
Rapsolje	26,6	26,3	26,3	26,3
Vann	13,2	11,8	11,8	33,4
Løkpulver	6,9	6,9	6,9	6,9
Grov sort pepper	3,5	3,5	3,5	3,5
NaCl	3,5	3,5	4,2	4,6
Eddik 7%	0	1,3	1,3	1,3

Tabell 3.3. viser reseptene over de fire marinadene som ble brukt til å marinere *Semitendinosus* ved testing av tekstur og smak ved trent sensorisk panel. I den venstre kolonnen er ingrediensene som ble brukt, alle målt i gram. Marinade 1 var en nedskalert versjon av den originale pepperbiff marinaden som ble brukt på ProWok linjen på Råbekken. I marinade 2 var noe vann erstattet med eddik, slik at den totale eddiksyren tilsvarte 0,7% av marinaden. I marinade 3 var det brukt samme mengde eddik som i marinade 2, i tillegg til at saltmengden var økt. Marinade 4 var tilsatt eddik, saltmengden var økt, og i tillegg var vannmengden økt.

Ingrediensene til marinadene ble veid med en Mettler Toledo PG5002-S DeltaRange® (Mettler-Toledo AS, Ulvenveien 92B, 0581 Oslo) bordvekt. Deretter ble alle ingrediensene blandet godt sammen, dekket med plastfolie og satt på kjølerom i 24 timer. På dag to ble rommet der prøvesmakingen skulle foregå gjort klart. Alle smakere fikk utdelt et glass med vann, kulepenn, spytteglass med lokk, serviett, et skjema med beskrivelser av de egenskapene som skulle måles (vedlegg 2) og et numerert skjema for hver av de fire prøvene (vedlegg 3). Egenskapene som

skulle måles var mørhet, saftighet, smaksintensitet, saltsmak og bismak. I tillegg fikk panelet beskjed om å gi sin subjektive totaloppfattelse av prøven. Alle målinger var bedømt på en skala fra 1 til 9. Smakerene satt i ”båser”, som var lagd ved at skillevegger var satt opp på bordet. Det var i alt åtte båser, og fjorten smaker. Det ble derfor gjort to runder med smaking, en klokka 12.00 med seks smaker, og en klokka 13.00 med åtte smaker.

De fire prøvene ble delt i to før den første smakingen, slik at smakerene i begge rundene fikk servert varme prøver. De fire prøvene ble stekt samtidig i en Rational ClimaPlus Combi (Rational GmbH, D-86899 Landsberg a.Lech, Germany) konveksjonsovn. Prøvene ble stekt ved 225 °C (uten damp) til en kjernetemperatur på 72°C. Deretter ble de dekket med aluminiumsfolie, og servert en og en. Hver smaker fikk servert tre kjøttbiter av hver prøve, og fikk beskjed om å smake på alle tre, og bedømme de etter et gjennomsnitt av egenskapene. Dette var for å eliminere variasjoner i enkelte kjøttbiter. I runde to ble prøvene servert i motsatt rekkefølge av runde en, i tilfelle de siste prøvene som ble servert var kaldere enn de første, og derfor gav en annen smaksoppfattelse.

3.4. Testing av råvarer til fremtidig produksjon.

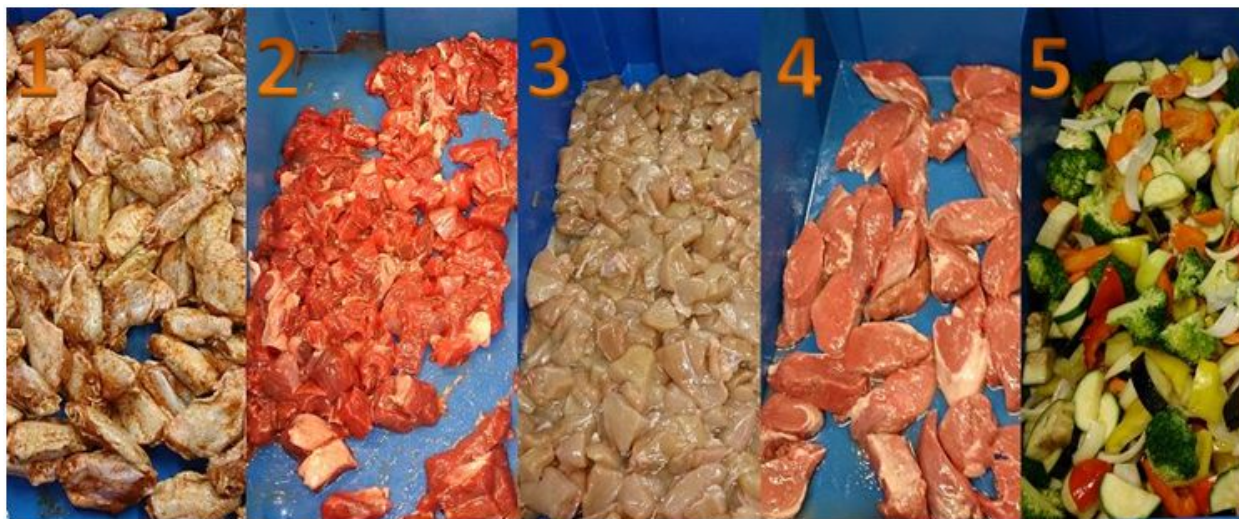
For å studere videre potensiale av ProWoken, ble 5 ulike produkter/råvarer forsøkt stekt i den. Stekingen ble foretatt etter endt dagsproduksjon på anlegget, og kun ProWok-delen (BCH ltd ProWok) av linjen ble brukt. I tabell 3.4 vises hvilke råvarer som ble testet, og hvilken hastighet de ble stekt på. Råvarene ble kuttet på plastfjøl med en kjøttkniv, og deretter coatet med olje, salt og pepper i en blå plastbakk. Kyllingvingene som var ferdig marinerte ble kun helt over i en blå plastbakk fra sin originale emballasje. Deretter ble alle råvarene dekket med plast, og oppbevart på kjølerom fram til steking.

Tabell 3.4: Oversikt over råvarene som ble testet i ProWok i dette arbeidet.

Råvare:	Stekehastighet:*	Ingrediensliste:
Kyllingvinger	10%	Kyllingvinger ferdig marinert og krydret fra Prior
Lam til gryterett	20%	Lammekjøtt av lår, skåret i terninger og tilsatt salt, pepper og rapsolje
Svinebiff	15%	Svin indrefilet, skåret i 1,5 cm tykke skiver og tilsatt salt, pepper og rapsolje
Wokmix med kyllingkjøtt	20%	Paprika, kepaløk, squash, aubergine, brokkoli og gulrøtter skåret i grove biter, kyllingfilet skåret i terninger. Tilsatt salt, pepper og rapsolje
Wokmix	30%	Paprika, kepaløk, squash, aubergine, brokkoli og gulrøtter skåret i grove biter, tilsatt salt, pepper og rapsolje

*Stekehastighet er hastighet på transportskruen i ProWoken angitt som prosent av maksimal hastighet. Høyere prosent vil si at skrua går fortere, og råvare fraktes hurtigere fram, altså kortere steketid.

Tabell 3.4 viser innholdet av de forskjellige produktene som ble testet i ProWoken, samt hastighetsinnstillingen på ProWok, og tilslutt hvilke ingredienser som ble brukt. Alle råvarene ble stekt fra rå tilstand.



Figur 3.4: Illustrasjon av råvarene fra tabell 3.4 før steking i ProWok, ferdig kuttet og marinert. Fotografi av alle prøvene etter kutting og marinering. 1) Kyllingvinger. 2) Lammekjøtt. 3) Kyllingfilet. 4) Svinebiffer. 5) Wokmix av grønnsaker. Alle produktene ble skåret opp og marinert to dager før steking. Produktene ble tilsatt i starten av transportskruen og stekt ved 225°C i den stekehastigheten som vises i tabell 3.4. Etter å ha blitt transportert gjennom ProWoken ble produktet samlet i en blå plastbakk på andre siden. (Foto; F. Holt).



Figur 3.4: Steking av grønnsaker i ProWok. Fotografiet viser transport av wokmix med grønnsaker gjennom ProWoken. Skruen beveger seg rundt med en hastighet som er forhåndsprogrammert. Plastikkskraper langs skruen transporterer grønnsakene fra den varme oljen og opp langs veggene i woken, og ned i neste rom i skruen. (Foto; F. Holt).

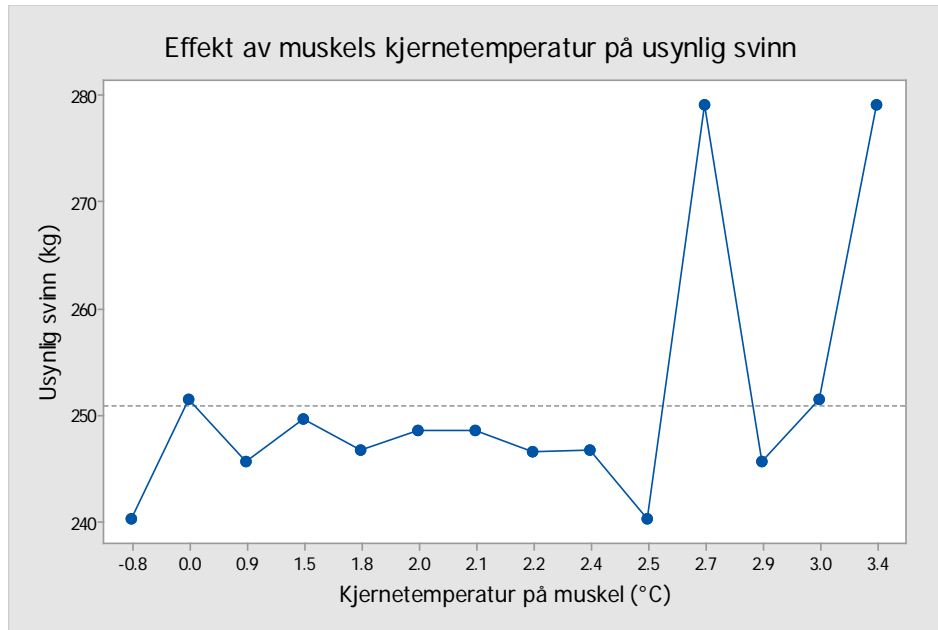
4. Resultater

Resultatene fra de ulike forsøkene har for enkelhetsskyld blitt delt inn i fire hovedkapitler. Det første omhandler svinn på ProWok linjen med både synlig og usynlig svinn. Det andre handler om manipulering av kjøttegenskaper ved hjelp av marinader. Det tredje omhandler om sensorisk bedømming av kjøtt marinert med forskjellige marinader, og hvordan det påvirker sensorisk oppfattelse av tekstur og smak. Det fjerde kapitlet går på steking av ulike råvarer i ProWok for å kartlegge fremtidig potensiale. Prosjektleder i Utviklingsavdelingen på Råbekken ønsket at det ble gjort observasjoner av oksygenprosent i pakkerommet. Da dette ikke anses som relevant for problemstillingen i oppgaven, følger resultatene som vedlegg 4.

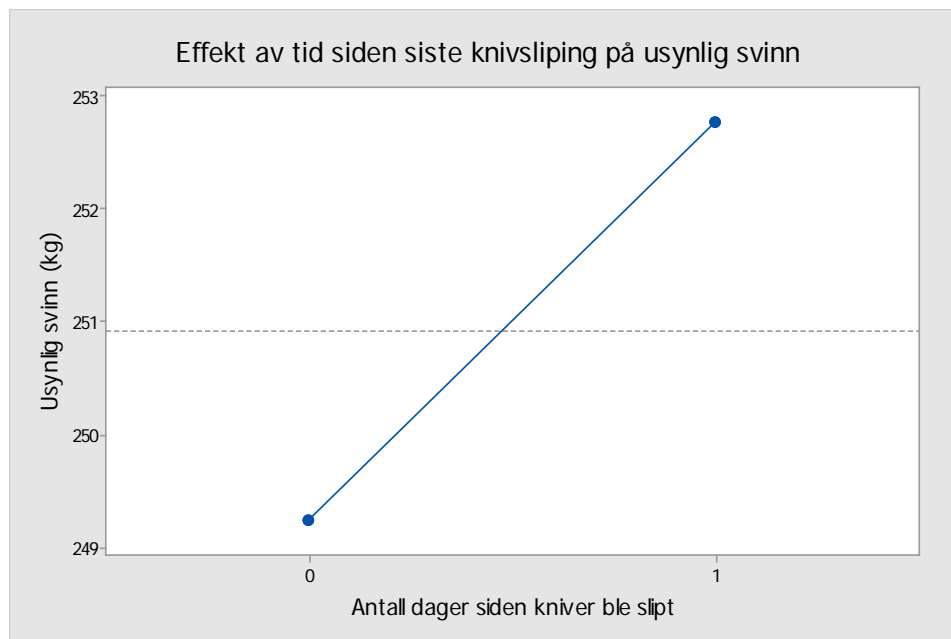
4.1. Svinn på ProWok prosesslinje på Råbekken.

4.1.1. Usynlig svinn.

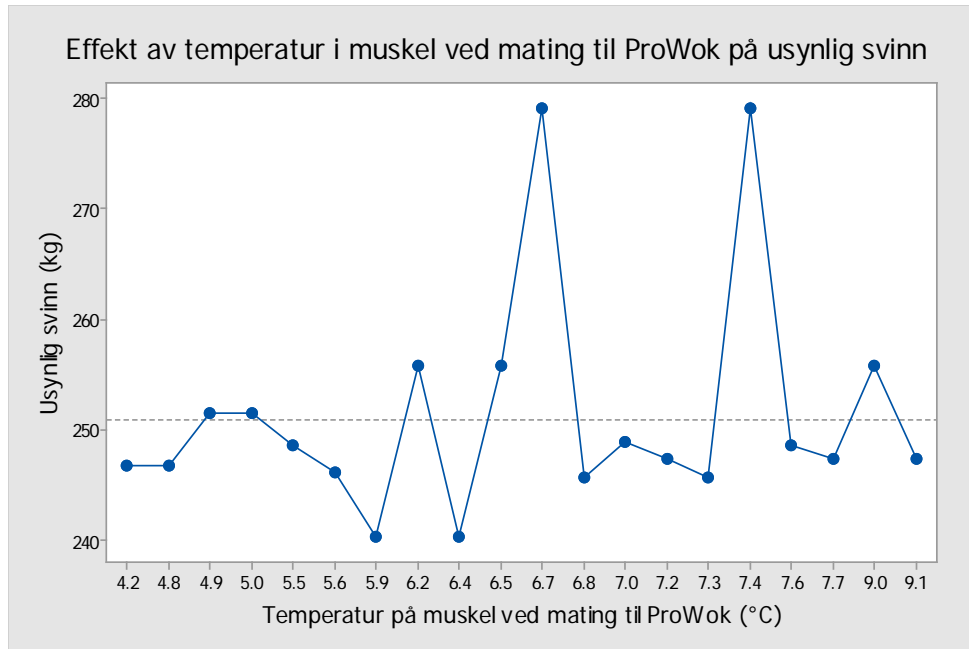
En stor del av svinnet under produksjon av marinert pepperbiff på ProWok linjen er vanskelig å registrere. Dette kan være vanntap fra kjøtt under varmebehandling, eller ”grums” som krydder og små kjøttbiter som blir liggende på mange ulike steder underveis på linjen. For å kartlegge dette svinnet ble derfor alt synlig svinn trukket fra den totale mengden kjøtt og marinade. Deretter trekkes mengden rapsolje fra, da denne vil forsvinne under steking, og den totale produksjonsmengden ut. Enkelte faktorer som potensielt kunne påvirke det usynlige svinnet ble derfor analysert, og resultatene følger i figurene 4.1.1.1, 4.1.1.2, 4.1.1.3 og 4.1.1.4.



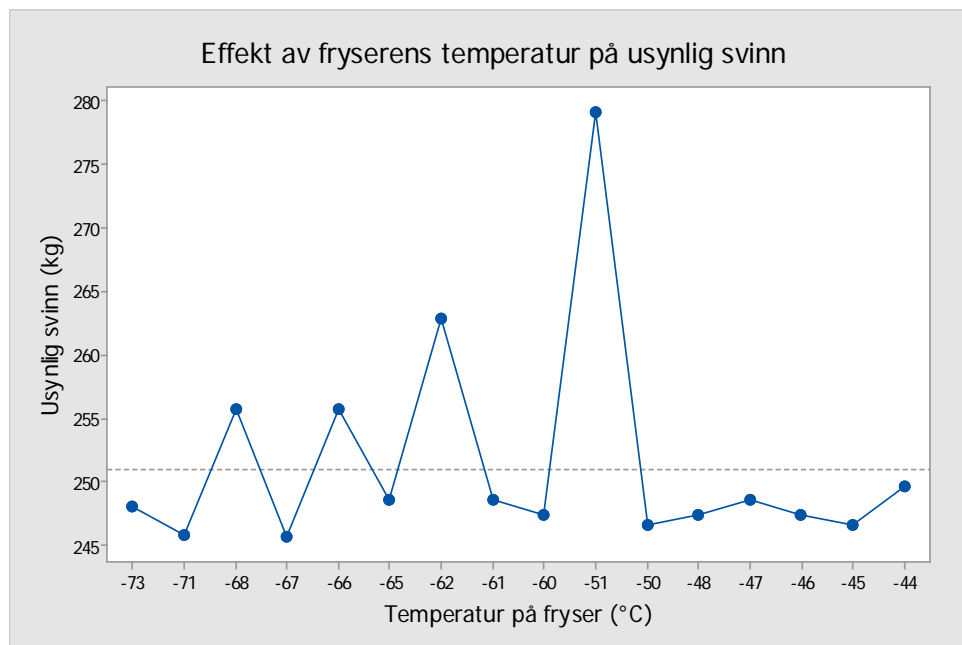
Figur 4.1.1.1: Effekt av muskels kjernetemperatur på usynlig svinn. Figuren viser sammenhengen mellom usynlig svinn i kg (y-aksen) og økt temperatur i °C på muskel ved kutting (x-aksen). Utifra grafen kan svinnet se ut til å øke ved temperaturer over 2,5 °C.



Figur 4.1.1.2: Effekt av tid siden siste knivsliping på usynlig svinn. Figuren viser sammenhengen mellom usynlig svinn i kg (y-aksen) og hvor mange dager det er siden sist knivene i kutteren ble slipt (x-aksen). Verdiene på y-aksen er et gjennomsnitt av målingene. 0 betyr at knivene var nyslipte før produksjon den dagen, og 1 betyr at knivene er brukt en dag siden sist de ble slipt.



Figur 4.1.1.3: Effekt av temperatur i muskel ved mating til ProWok på usynlig svinn. Figuren viser sammenhengen mellom usynlig svinn i kg (y-aksen) og muskeltemperatur i °C ved mating til ProWok (x-aksen). Grafen viser ingen lineær økning eller nedgang i svinn utifra temperatur.



Figur 4.1.1.4: Effekt av fryserens temperatur på usynlig svinn. Figuren viser sammenhengen mellom usynlig svinn i kg (y-aksen) og økende temperatur i °C i fryseren (x-aksen). Det ser ut til å være større variasjoner i usynlig svinn ved lavere frysetemperaturer.

4.1.2. Svinnobservasjoner.

Mye av det synlige svinnet kommer av enkelttilfeller under produksjon, og er derfor vanskelig å utføre statistikk på. For å vise eksempler på dette følger noen illustrasjoner i form av figur 4.1.2.1, 4.1.2.2 og 4.1.2.3.



Figur 4.1.2.1: Illustrasjon av klumpdannelse på ProWok linjen. Fotografiene viser klumpdannelser som kan oppstå dersom ProWoken ikke har klart å løse opp kjøttet godt nok. Slike klumper følger hele veien fra ProWoken og til røntgenmaskinen, der de gjerne setter seg fast på vei inn. 1) Her kommer kjøttet ut av ProWok, og skal transporteres videre til dampovn. I en røde sirkelen observeres en klump med kjøtt som ikke har blitt separert ordentlig i ProWoken. 2) Denne klumpen med kjøtt er plukket ut før den har kommet inn i fryseren (den er altså ferdig varmebehandlet). 3) Her er den samme klumpen som i bilde 2), en ser at kjøttet i midten fortsatt er ”rått”. 4) Flere slike klumper har blitt plukket ut av denne produksjonen. (Foto; F. Holt).



Figur 4.1.2.2: Illustrasjon av synlig svinn på ulike steder i produksjonen. 1) Transportbånd mellom røntgenmaskin og buffertank er ikke satt opp korrekt, pilen viser en glipp på omlag en cm som kjøttet kan falle gjennom. 2) Kjøtt har falt på gulvet foran røntgenmaskin på grunn av glippen fra bilde 1. 3) Kjøtt faller på gulvet ved flytting fra buffertank til transportbånd før vekt. 4) Kjøtt som har falt på gulvet foran røntgenmaskin. 5) Her har klumper med kjøtt satt seg fast ved inngang til røntgenmaskin. Båndet mellom fryser og røntgenmaskin har derfor fylt seg opp, og kjøttet faller på gulvet (eller i blåbakker) etter fryser. 6) Kjøtt som har falt på gulvet ved manuell mating til ProWok etter marinering i vakuumentromler. (Foto; F. Holt).



Figur 4.1.2.3: Illustrasjon av oppsamling av marinaderester etter ProWok. Figuren viser hvordan oppsamling av marinaderester kan føre til at kjøttet blir liggende for tett på transport bånd, og derfor ikke blir tilstrekkelig varmebehandlet. 1) Hullristen som skal skille ut marinaderestene og annet ”grums” etter ProWoken slipper for mye forbi, det samler seg derfor opp på andre siden, og kjøttet setter seg fast i det. 2) Mye kjøtt ligger her stille i ”grumset” fra marinaden istedet for å transporteres videre til dampovn i jevnflyt. Når kjøttet på båndet får nok samlet masse vil det bevege seg videre, og legge seg som en stor haug på transportbåndet gjennom dampovn. 3) Transportbåndet gjennom dampovn. Her ser en at det har landet en haug med kjøtt på den bortre delen av båndet, mens delen av båndet nærmest er nesten tom for kjøtt. 4) Transportbånd mellom dampovn og fryser. En kan her observere at hauger med kjøtt som går inn i dampovn, kommer også ut på samme måte. (Foto; F. Holt).

4.1.3. Synlig svinn.

Alt svinn som befant seg på gulvet under og etter produksjon ble veid. Dette var viktig å gjøre, både for å få kartlagt mengdene, men også for å beregne hvor mye usynlig svinn det var.

Resultatene fra det synlige svinnet følger i tabell 4.1.3.1 og 4.1.3.2.

Tabell 4.1.3.1: Produksjonssvinn fra ulike steder på ProWok linjen.

Område:	Gjennomsnitt (kg)	Median (kg)
På gulv etter tømning av vakuumbrommel	0,4	0,3
På gulv ved manuell mating til ProWok	0,7	0,8
På gulv foran og bak fryser	4,3	1,0
I konteiner for utkast fra røntgenmaskin	8,7	7,0
På gulv under røntgenmaskin	1,9	1,5
På gulv ved oppsamlingstank	1,8	1,0
På gulv under vekten	3,3	0,5

Tabell 4.1.3.1 viser produksjonssvinn fra ProWok linjen. Tabellen viser resultatene som gjennomsnitt samt median av alle 23 tromlene. En ser at det kan være store forskjeller mellom disse. Grunnen til dette er at høye enkeltmålinger kan forstyrre gjennomsnittet dersom det ikke er nok observasjoner.

Tabell 4.1.3.2: Totalt synlig svinn registrert for hver dag på ProWok linjen.

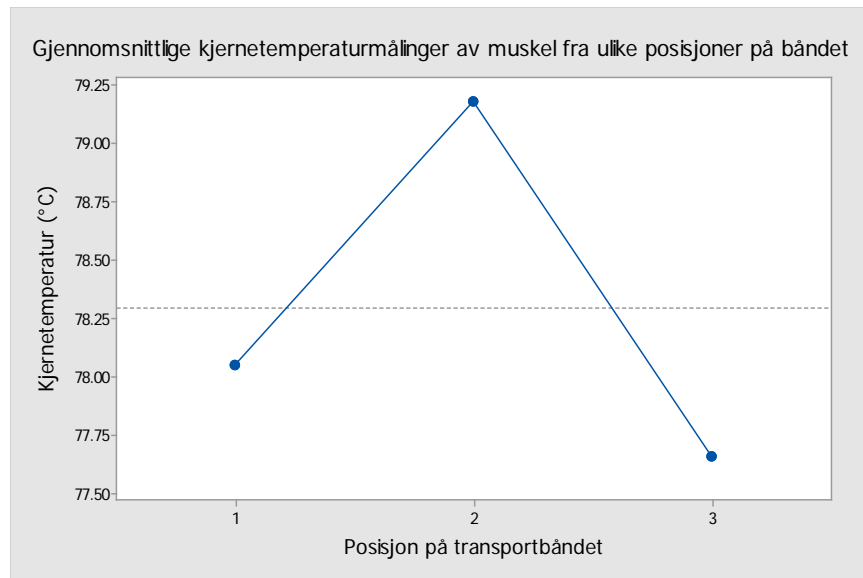
Dato:	13.02	14.02	17.02	18.02	21.03	24.03	25.03	27.03	31.03	01.04
Antall tromler:	3	3	2	2	4	2	2	2	1	2
Totalt synlig svinn (kg):	83,3	45,4	92,1	20,1	56,8	51,4	40,5	71,3	10,2	13,6
Totalt synlig svinn per trommel (kg):	27,8	15,1	46,1	10,1	14,2	25,7	20,3	35,7	10,2	6,8
Synlig svinn i forhold til total produksjon (%):	3,2	1,7	5,3	1,2	1,6	2,9	2,3	4,1	1,2	0,8

Tabell 4.1.3.2 viser antall tromler produsert per dag, det totale synlige svinnet, totalt synlig svinn per trommel samt synlig svinn i prosent i forhold til den totale vekten av marinert kjøtt fra en trommel (878,2 kg). Tabellen viser at det synlige svinnet som oftest lå på litt over 1 %, og de to siste dagene hadde lavest. Den 17. februar og 27. mars ser en at det er meget høye verdier med 5,3 % og 4,1 %.

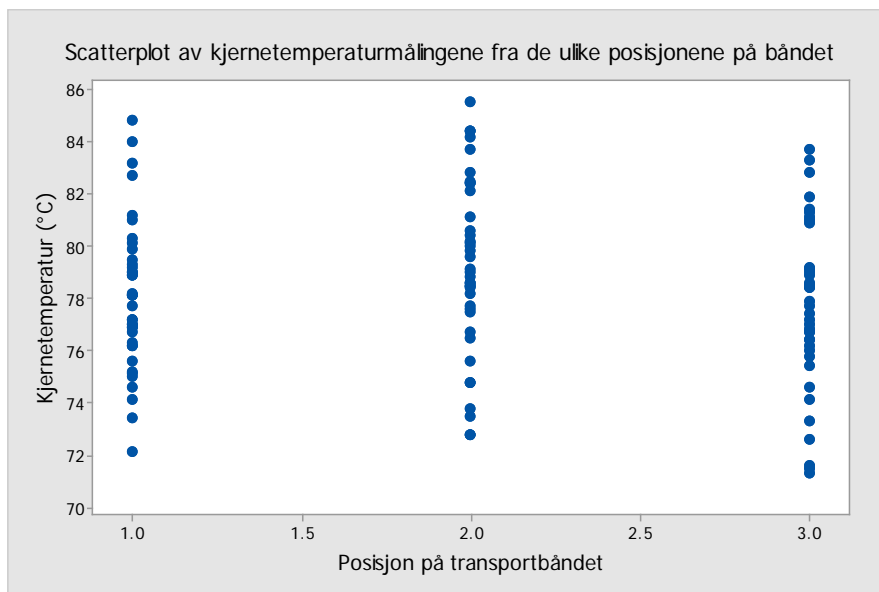
4.1.4. Kjernetemperaturer av marinert pepperbiff etter varmebehandling.

Målinger av kjernetemperatur på kjøttet etter varmebehandling er viktig å gjennomføre av to grunner. Det første er for å se til at kjøttet er mikrobiologisk trygt å spise og det andre er for å kunne optimalisere varmebehandlingstid og temperatur for å minske vanntap fra kjøttet i

produksjonen. Målingene som har blitt tatt av kjernetemperatur vises i figur 4.1.4.1 og 4.1.4.2 på neste side.



Figur 4.1.4.1: Gjennomsnittlige kjernetemperaturmålinger av muskel fra ulike posisjoner på båndet. Figuren viser kjernetemperatur i gjennomsnitt på kjøttprøvene (y-aksen) sett i forhold til hvor på transportbåndet prøven befant seg (x-aksen). 1 er venstre side av transportbåndet, dersom en ser i den retningen linjen går. 2 er midten, og 3 er høyre side av transportbåndet.



Figur 4.1.4.2: Scatterplot av kjernetemperaturmålingene fra de ulike posisjonene på båndet. Figuren viser et scatterplot av alle kjernetemperaturer som ble tatt av kjøttprøvene (y-aksen) sett i forhold til hvor på transportbåndet prøven befant seg (x-aksen). 1 er venstre side av transportbåndet, dersom en ser i den retningen båndet går. 2 er midten, og 3 er høyre side av transportbåndet.

4.2. Marinering av biffkjøtt.

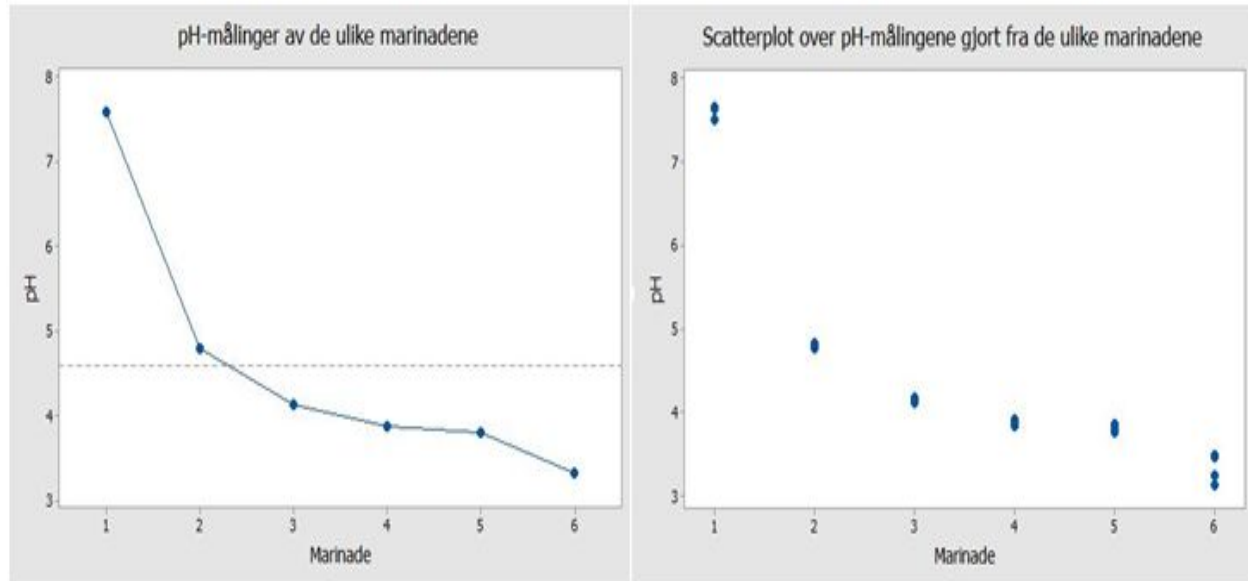
4.2.1. pH-målinger av marinader.

For å se på effekten eddiksyre hadde på syrligheten til marinaden ble det gjort pH-målinger av alle marinadene i forsøket. Resultatet fra målingene vises i tabell 4.2.1 og figur 4.2..

Tabell 4.2.1: pH-målinger av marinadene samt vannet.

Marinade:	pH (gjennomsnittlig):	Standardavvik (\pm):
Kontroll (Vann)	7,60 (n=4)	0,06 (0,79%)
Marinade 2 (0% eddiksyre)	4,79 (n=4)	0,03 (0,63%)
Marinade 3 (0,7% eddiksyre)	4,13 (n=4)	0,02 (0,48%)
Marinade 4 (1,4% eddiksyre)	3,90 (n=4)	0,01 (0,26%)
Marinade 5 (2,1% eddiksyre)	3,80 (n=4)	0,05 (1,32%)
Marinade 6 (7% eddiksyre)	3,33 (n=4)	0,13 (3,90%)

Tabell 4.2.1 viser pH-målinger av marinadene i forsøket. Det ble gjort fire målinger av hver marinade (n=4). En ser utifra tabellen at pH synker med økende bruk av eddiksyre. I tillegg har marinade 2 som ikke er tilsatt eddik har signifikant lavere pH enn vannet som er brukt i den (P=0,000, vedlegg 10). Dette tyder på at det er en annen komponent i marinaden som bidrar med H⁺-ioner. Standardavviket viser at det er små variasjoner i de fire målingene som ble gjort av hver marinade. Prosent av standardavvik er utregnet ved å dividere standardavvik på pH og multiplisere med 100.



Figur 4.2.1: Main effect og scatter plot av pH-målingene gjort for marinadene. Figuren viser marinadenes effekt på pH-målinger. Til venstre er en main effect plot, der utviklingen av pH (y-aksen) er vist som gjennomsnittsverdier for hver marinade (x-aksen). Til høyre er et scatterplot som i utgangspunktet viser det samme, men her kan en se spredningen av de ulike målingene for hver marinade. Som en ser var det lavt standardavvik på pH-målingene av alle marinader, men spredningen var noe større på marinade 1 (som bare var vann) og marinade 6. Se tabell 3.2.2 for resept på de ulike marinadene.

4.2.2. Warner Bratzler tekstur målinger av biffkjøtt med ulike marinader.

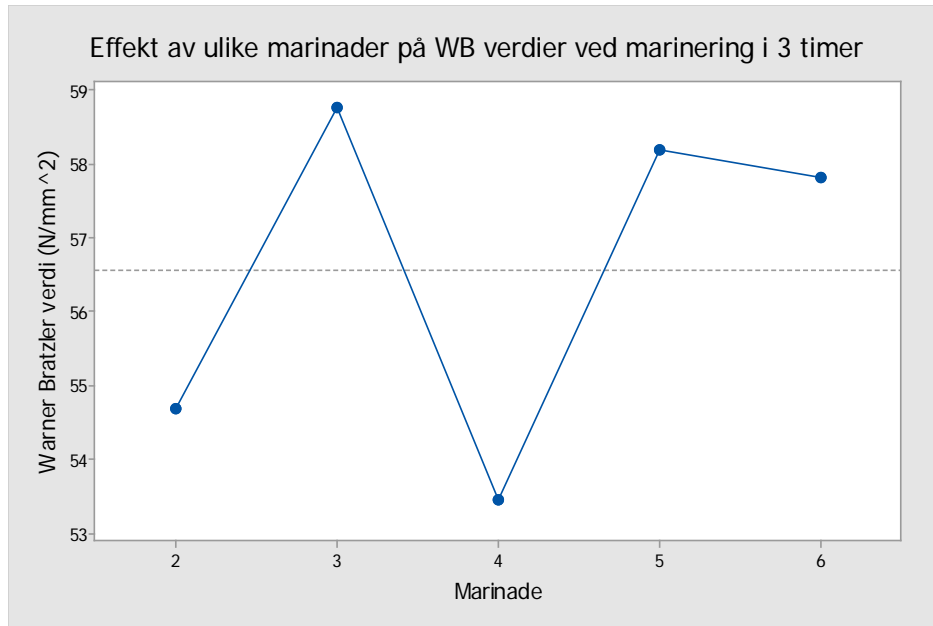
Det ble gjort Warner Bratzler tekstur målinger av alle prøvene, både de som var marinert i tre timer og seksten timer. Resultatene følger i tabell 4.2.2.

Tabell 4.2.2: Warner Bratzler tekstur målinger.

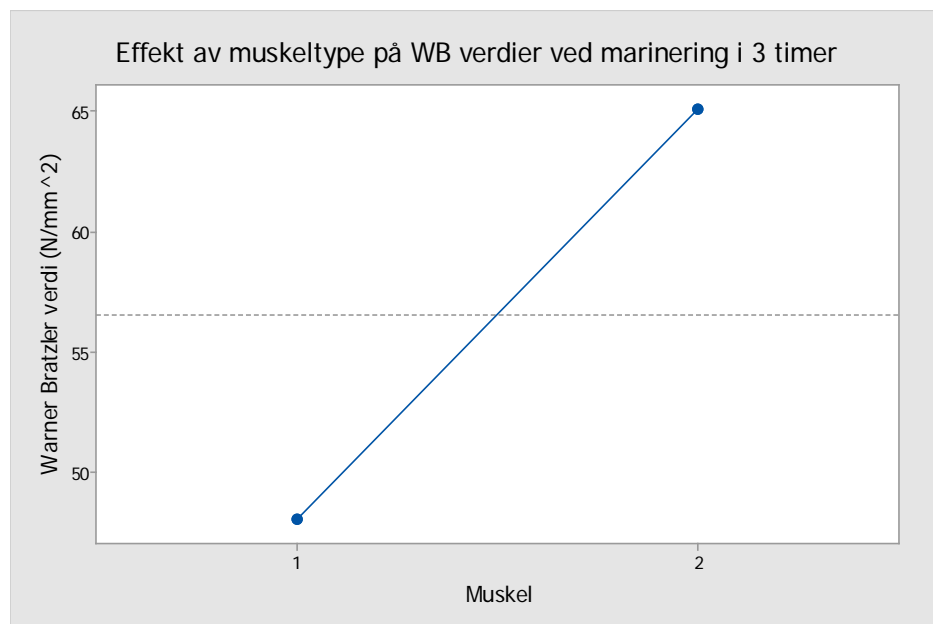
Kjøttsortering	Marinade	Maineringstid (timer)	WB (N/mm ²)	Standardavvik (±)
<i>Semitendinosus</i>	2	3	46,35 (n=10)	11,32 (24,42 %)
<i>Semitendinosus</i>	3	3	45,14 (n=10)	8,81 (19,52 %)
<i>Semitendinosus</i>	4	3	46,25 (n=10)	9,45 (20,43 %)
<i>Semitendinosus</i>	5	3	49,13 (n=10)	12,47 (25,38 %)
<i>Semitendinosus</i>	6	3	53,44 (n=10)	13,07 (24,46 %)
<i>Biceps femoris</i>	2	3	63,00 (n=10)	22,79 (36,18 %)
<i>Biceps femoris</i>	3	3	72,35 (n=10)	40,98 (56,64 %)
<i>Biceps femoris</i>	4	3	60,63 (n=10)	29,73 (49,04 %)
<i>Biceps femoris</i>	5	3	67,21 (n=10)	31,82 (47,34 %)
<i>Biceps femoris</i>	6	3	62,18 (n=10)	26,49 (42,60 %)
<i>Biceps femoris</i>	1	16	55,00 (n=20)	27,94 (50,80 %)
<i>Biceps femoris</i>	2	16	47,01 (n=20)	19,13 (40,69 %)
<i>Biceps femoris</i>	3	16	37,98 (n=20)	14,74 (38,81 %)
<i>Biceps femoris</i>	4	16	41,25 (n=20)	18,36 (44,51 %)

Tabell 4.2.2 viser kjøttsortering, marinaden som ble brukt, hvor mange timer prøvene var marinert, hvilket trykk som måtte til for å skjære gjennom kjøttprøven på tvers av muskelfibere (Warner Bratzler-shear force), et gjennomsnitt av ti eller tyve målinger er vist. Og tilslutt standardavviket, som viser hvor store differanser det var mellom målingene. Resultatene av tre timers marinerings av *Semitendinosus* indikerer at prøvene marinert i 0,7 % eddiksyre er noe mørere enn de uten eddik, mens prøver med mer eddiksyre blir tøffere og tøffere. Det er et høyt standardavvik på samtlige prøver. Målingene fra tre timers marinerings av *Biceps femoris* viser ingen sammenheng av mengde eddiksyre i forhold til mørhet og standardavviket er ekstremt høyt. Resultatene fra målingene av *Biceps femoris* marinert i 16 timer ved 4 °C tilsier at marinerings uten eddiksyre mørner kjøttet noe, og marinaden med 0,7 % mørner vesentlig mer. Prøvene som var marinert med 1,4 % eddiksyre ser dog ut til å bli noe tøffere igjen. Også her er det et høyt standardavvik. Resept på de ulike marinadene er vist i tabell 3.2.2.

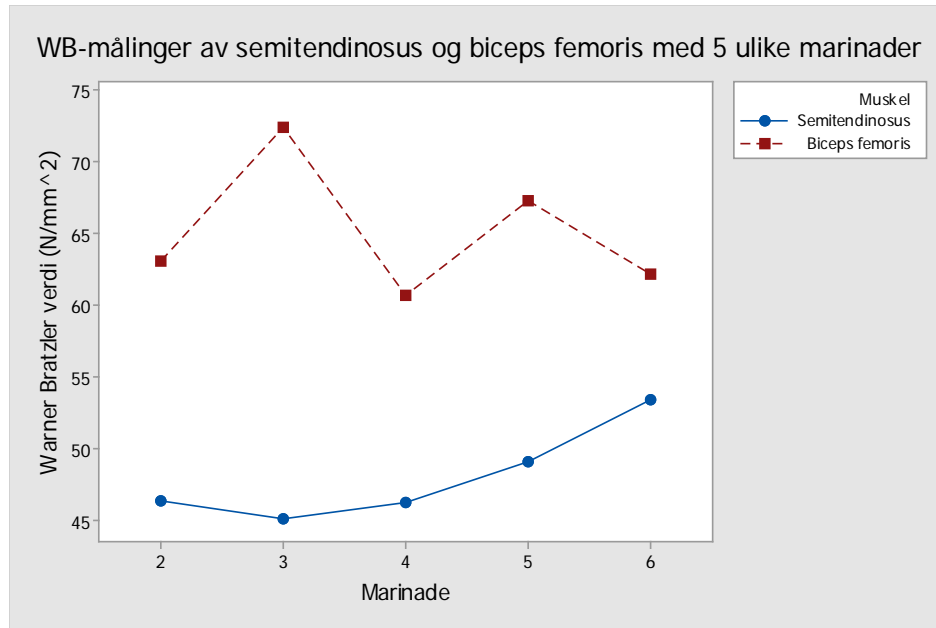
Hvilken effekt marinade, muskeltype og marineringsstid hadde på Warner Bratzler tekstur målinger blir demonstrert i figurene 4.2.2.1, 4.2.2.2, 4.2.2.3 og 4.2.2.4.



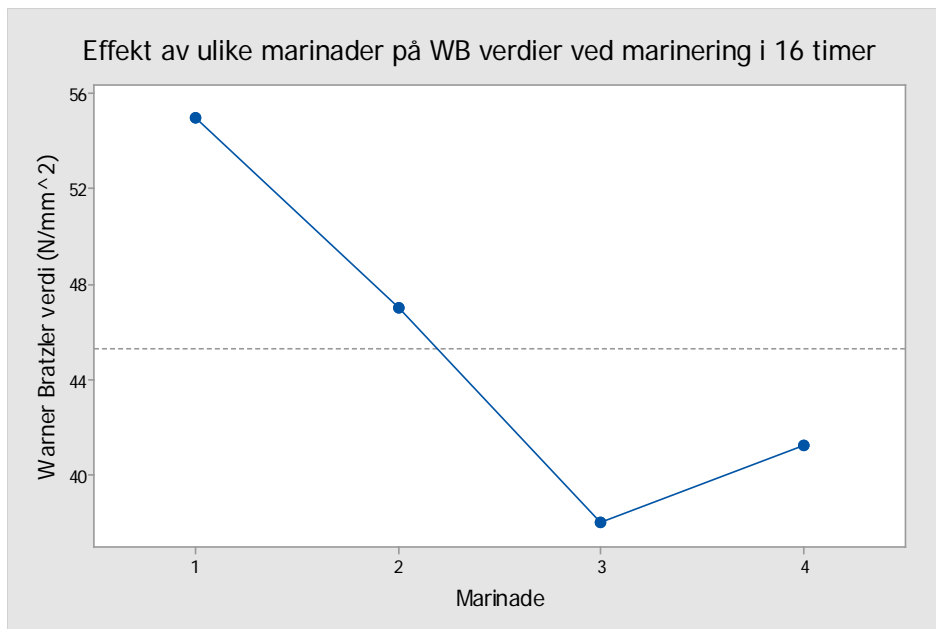
Figur 4.2.2.1: Effekt av ulike marinader på WB verdier ved marinering i 3 timer. Figuren viser hvilken effekt de ulike marinadene (x-aksen) hadde på Warner Bratzler tekstur målinger (y-aksen). Som en ser fra figuren er det ingen klar tendens mellom marinadene. Forskjellen på marinadene er beskrevet i tabell 3.2.2.



Figur 4.2.2.2: Effekt av muskeltype på WB verdier ved marinering i 3 timer. Figuren viser hvilken effekt muskeltype (x-aksen) hadde på Warner Bratzler tekstur målinger (y-aksen). Muskel 1 er *Semitendinosus* og muskel 2 er *Biceps femoris*. Figuren viser at Muskel 1 er mørere enn Muskel 2 (har lavere WB-verdier).



Figur 4.2.2.3: WB-målinger av *Semitendinosus* og *Biceps femoris* med 5 ulike marinader. Figuren viser korrelasjonen mellom de ulike marinadene (x-aksen), og muskeltypene (blå for *Semitendinosus* og rød for *Biceps femoris*) i forhold til Warner Bratzler tekstur målinger (y-aksen). Forskjellen på marinadene er beskrevet i tabell 3.2.2.



Figur 4.2.2.4: Effekt av ulike marinader på WB verdier ved marinerings i 16 timer. Figuren viser hvilken effekt de ulike marinadene (x-aksen) hadde på Warner Bratzler tekstur målinger (y-aksen). Forskjellen på marinadene er beskrevet i tabell 3.2.2. Figuren viser at marinade 3 har de laveste WB-verdiene.

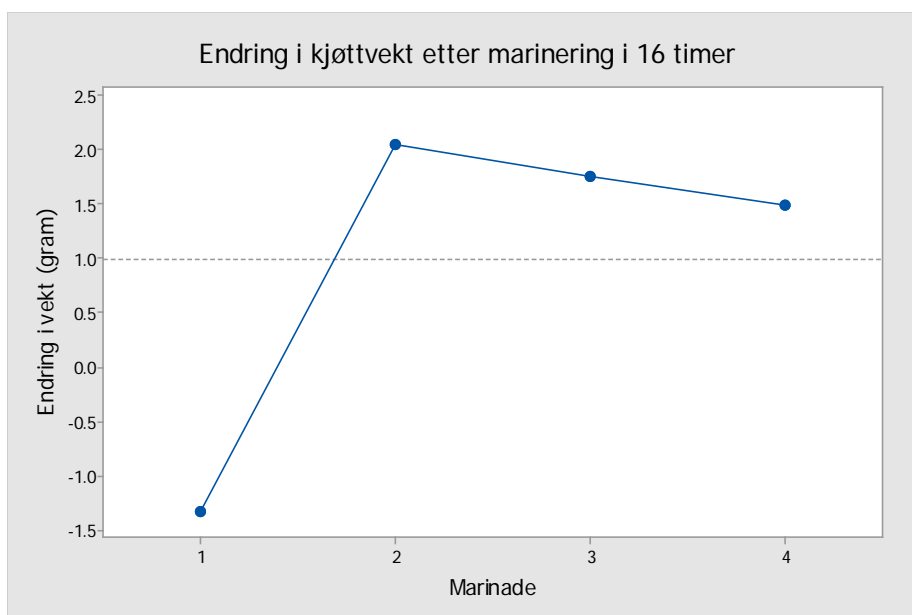
4.2.3. Vannbindingsevne i kjøtt med ulike marinader.

For å se om marinaden har noen effekt på kjøttets vannbindingsevne, og om eddiksyre er en avgjørende komponent i marinaden med hensyn på dette, ble *Biceps femoris* marinert i seksten timer veid før marinering, samt vasket, tørket og veid etter marinering. Resultatene følger i tabell 4.2.3 og figur 4.2.3.

Tabell 4.2.3: Endring i kjøttvekt før og etter marinering.

Prøve:	Vekt før marinering (g)	Vekt etter marinering (g)	Endring i vekt (g)	Endring i vekt (%)
Kontroll (uten marinade)	201,48	198,87	-2,61	-1,3
Marinade 2	201,01	205,12	4,11	2,04
Marinade 3	200,79	204,32	3,53	1,76
Marinade 4	200,01	202,99	2,98	1,49

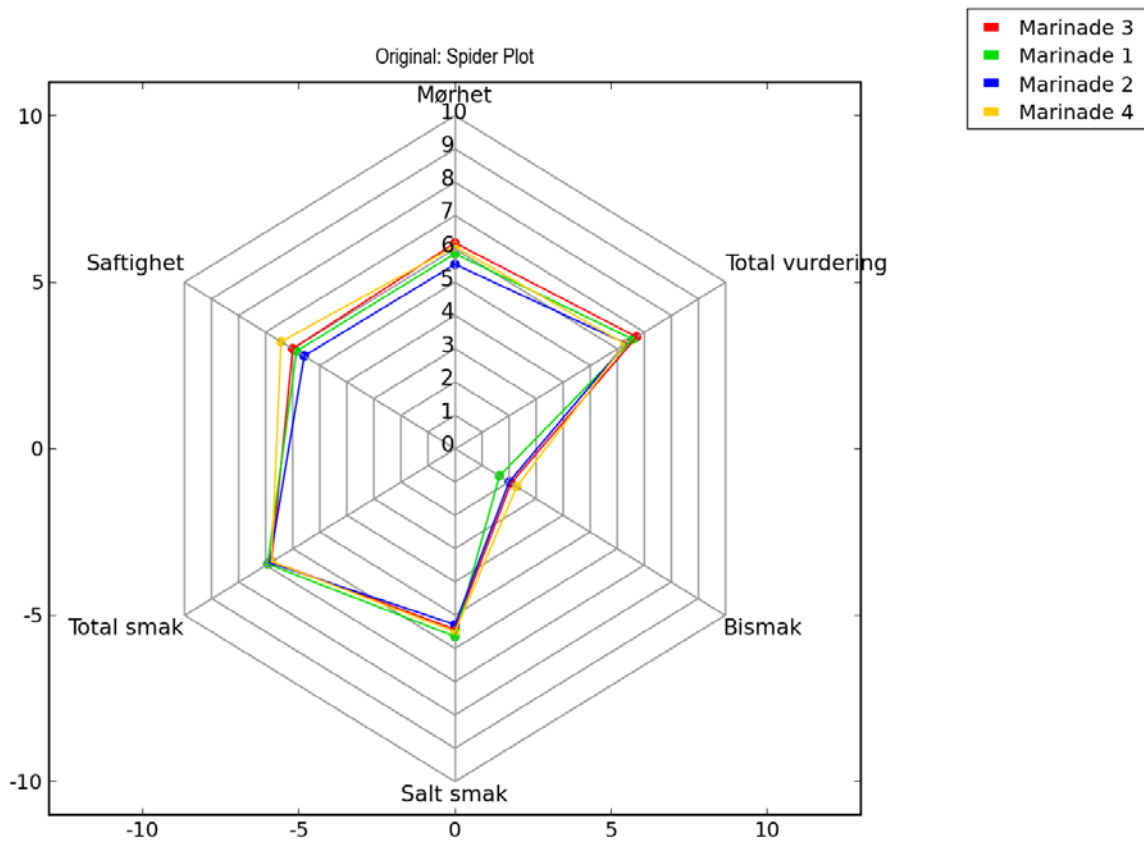
Tabell 4.2.3 viser endring i kjøttvekt før og etter marinering i seksten timer (gjennomsnitt av to paralleller). Tabellen viser vekt av prøve før marinering, etter marinering, differanse i gram samt i prosent. En kan se at prøven uten marinade veide mindre etter å ha ligget kjølig i 16 timer, mens samtlige prøver med marinade økte i vekt. Prøven i marinade uten eddiksyre økte mest i vekt.



Figur 4.2.3: Endring i kjøttvekt etter marinering i 16 timer. Figuren viser endring i kjøttvekt (y-aksen) etter 16 timers marinering med fire ulike marinader (x-aksen). Forskjellen på marinadene er beskrevet i tabell 3.2.2. Som en ser hadde den umarinerte prøven negative verdier, mens samtlige marinerte prøver hadde positive verdier.

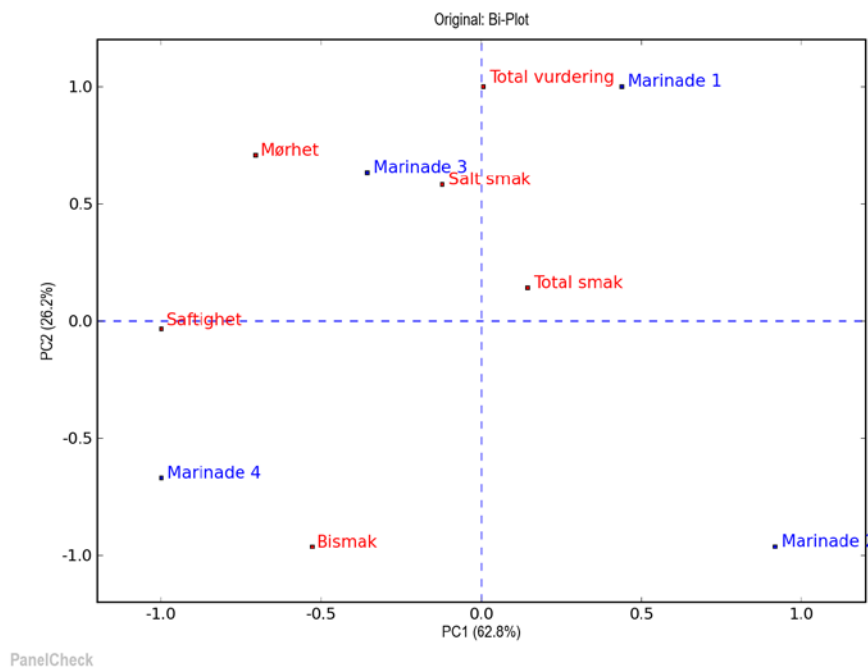
4.3. Sensorisk bedømmelse av marinert biffkjøtt ved trent panel.

Semitendinosus av norsk storfe ble marinert med fire forskjellige marinader og testet sensorisk av et trent panel bestående av 14 smakere. Faktorene som ble vektlagt var mørhet, saftighet, total smaksintensitet, salt smak, bismak og i tillegg ble de bedt om å gi sin subjektive mening om prøven. Marinade 1 var den som ble brukt på Råbekken til marinert pepperbiff. Marinade 2 var 10% av vannet erstattet med 7% eddik. Marinade 3 var tilsatt samme mengde eddik som marinade 2 og 22% mer salt. Marinade 4 var tilsatt samme mengde eddik som marinade 2 samt 33% mer salt og 153% mer vann. Resultatene fra forsøket følger i figur 4.3.1, 4.3.2 og 4.3.3.

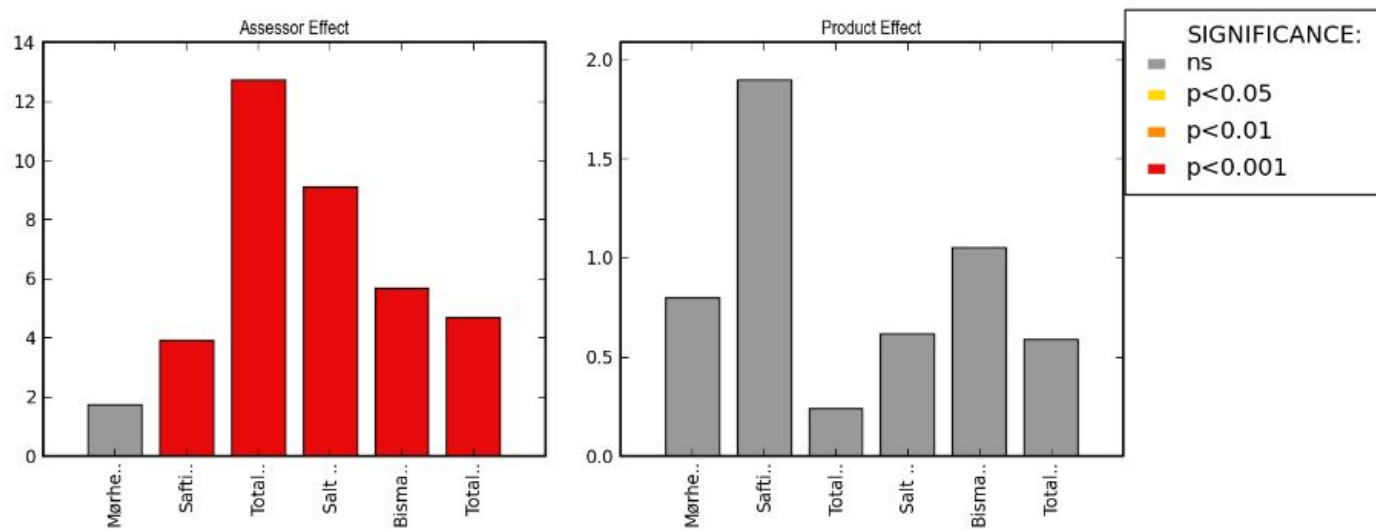


PanelCheck

Figur 4.3.1: Spider plot over smakerenes vurdering av de seks forsøksfaktorene for de fire marinadene. Figuren viser at gjennomsnittskaracteren for de 14 smakerene er relativt jevne for alle marinadene og alle forsøksfaktorene. Marinade 4 ser ut til å score noe bedre på saftighet, og marinade 1 scorer noe lavere på bismak.



Figur 4.3.2: PCA Bi-Plot figur av forsøksfaktorene og marinadene. Figuren viser sammenhengen mellom egenskapene og de marinerte kjøttprøvene. En kan se her at marinade 3 og marinade ligger nærmest de ønskede egenskapene. Marinade 4 ligger nærmest saftighet, men også klart nærmest bismak. Marinade 2 ligger lengst unna, og har derfor scoret lavest på de ønskede egenskapene.



Figur 4.3.3: Signifikansmålinger av smakerne (venstre) og forsøksfaktorene (høyre). Figuren viser hvilken konfidensintervall resultatene fra de sensoriske testene av marinert *Semitendinosus* hadde. Gråe stolper vil si ingen signifikans, og røde er signifikans med et konfidensintervall på 99,9 %. Forsøksfaktorene på x-aksen er (fra venstre til høyre) mørhet, saftighet, total smak, salt smak, bismak og total vurdering.

4.4. Testing av råvarer til fremtidig produksjon.

Ulike kjøtt og grønnsaker ble stekt i ProWoken for å se på fremtidige potensiale og muligheter for den. Resultatene presenteres som fotografier i figur 4.4.1, 4.4.2 og 4.4.3 som følger.



Figur 4.4.1: Steking av kyllingvinger i ProWok. Fotografier fra steking av kyllingvinger i ProWoken. 1) Steking, en kan se at det er mye sot og aske i ProWoken, da den er blitt brukt til produksjon av marinert pepperbiff først. 2) Kyllingvinger etter steking. Vingene måtte skylles i rennende vann for å kunne fjerne sot til fotografiet. 3) Oversiden av en ferdigstekt kyllingvinge. 4) Undersiden. (Foto; F. Holt).



Figur 4.4.2: Steking av svin og lammekjøtt i ProWok. Fotografier tatt etter steking av svinebiffer og lammekjøtt til gryterett i ProWok. 1) Svinebiff etter steking. 2) Fotografi av kjernen til svinebiffen etter steking. 3) Lammekjøtt til bruk i gryteretter etter steking i ProWok. 4) Kjernen til lammekjøttet etter steking. (Foto; F. Holt).



Figur 4.4.3: Steking av wokmix, med og uten kylling i ProWok. 1) WokMix med grønnsaker og kylling, stekt i ProWok. 2) Wokmix med kun grønnsaker stekt i ProWok. Begge wokmixene hadde krispi og fin konsistens, og hadde blandet seg godt i ProWoken. (Foto; F. Holt).

5. Diskusjon

5.1. Svinn på ProWok prosesslinje på Råbekken.

Produksjonssvinn er et tema hos alle næringsmiddelprodusenter, da unødvendig høyt svinn fører til store tap av potensiell inntekt. Et av målene med denne oppgaven var å kartlegge svinnet på ProWok linjen på Råbekken. Ved å få en oversikt over hvor mye svinn det er, og hvor svinnet kan lokaliseres, kan en lettere jobbe med å begrense det. Noe av svinnet er lett å registrere, som hvor mye som faller på gulvet, eller det som kastes ut av røntgenmaskinen. Annet svinn kan være vanskeligere, som vanntap ved varmebehandling. For å beregne vanntapet må en derfor få oversikt over det andre svinnet. En annen utfordring ved å måle svinnet på ProWok linjen var at mye krydder fra marinaden, samt kjøttbiter som ble for små, hadde en tendens til å spre seg utover hele linjen slik at det ble vanskelig å registrere.

Ved beregninger av svinn er det viktig å kunne skille inn prosessen i batcher. I denne sammenhengen var det enklest å kalle en full vakuumsrommel med marinert pepperbiff for en batch. Grunnen til det, var at produksjon på en dag varierer med alt fra 1 til 4 vakuumsromler. En kan derfor ikke gå utifra en dagsproduksjon når en ser på resultater. I tillegg kan det på en dag der det produseres tre romler være to som var gjort klare dagen før, mens en var marinert og romlet samme dag. Det kan derfor være forskjellig temperatur på kjøttet før kutting, og det kan være varierende antall dager mellom knivsliping på de forskjellige romlene. Det synlige svinnet kan også variere stort mellom batchene. Ved å behandle resultatene fra en og en rommel kan en derfor ha mindre variasjon i forsøksparameterene. Det viste seg likevel å være en utfordring med å skille mellom batchene underveis, ettersom produksjonen er kontinuerlig. Spesielt hvor mye kjøtt som lå i oppsamlingstanken mellom røntgenmaskinen og vekten kunne påvirke hvor lang tid kjøttet brukte fra start til slutt. Dersom oppsamlingstanken var nesten tom tok det lenger tid enn om det var mye kjøtt i den. For å klare å beregne produksjonsmengden fra hver batch ble derfor den totale dagsproduksjonen addert med det totale synlige svinnet fra denne dagen. Dette ble dividert på antall batcher og så ble det synlige svinnet fra hver enkel batch trukket fra.

$$PB = \left(\frac{TP + TS}{AB} \right) - SB$$

Der PB er produksjonsmengde på den aktuelle batch, TP er den totale dagsproduksjon, TS det totale synlige svinnet for dagen, AB er antall batcher og SB det synlige svinnet for den aktuelle batchen.

Det usynlige svinnet kan da beregnes utifra dagsproduksjonen og det synlige svinnet. Svakheten med å beregne produksjonen fra en batch på denne måten, er at den eneste usikkerheten en har eliminert i forhold til å bare dele den totale dagsproduksjonen på antall batcher, er synlig svinn. Det usynlige svinnet vil bli likt for alle batcher på en dag, og dette fører til usikkerheter i resultatene.

5.1.1. Usynlig svinn.

Det var fire faktorer som ble valgt ut som potensielle utslagsgivere på usynlig svinn.

Kjernetemperatur i muskel før kutting, antall dager siden sist knivene i kutteren ble slipt, effekt av muskeltemperatur ved mating til ProWok og temperatur på fryser.

Kjernetemperatur i muskel før kutting kan påvirke i den grad at jo kaldere muskelen er, jo fastere vil den være, og vil derfor i mindre grad endre fasong når den utsettes for ytre påkjenninger ved kutting (Fellows 2009d). På denne måten kan en få jevnere kutt, istedet for at bitene som var utsatt for trykk utvider seg eller trekker seg sammen etter å ha kommet ut av kutteren. I følge statistiske beregninger hadde temperatur i muskel en signifikant effekt på det usynlige svinnet ($P=0,013$, vedlegg 5). Men som en ser fra figur 4.1.1.1 er det ingen lineær graf, og selv om den tendenserer mot at høyere temperatur fører til mer usynlig svinn, kan dette også være to store avvik.

Effekten av tid siden sist sliping er en veldig interessant faktor. Dersom knivbladene er sløve vil dette føre til ujevne kutt, og spesielt sener i musklene vil føre til at kniven drar kjøttet av senen istedet for å kutte den. Per dags dato slipes knivene annenhver produksjonsdag, og det var derfor ønskelig å se om det ville være økonomisk forsvarlig å øke frekvens på sliping til hver dag. Som en kan se i figur 4.1.1.2 fører nyslippede kniver til litt over 1% (tilsvarer ca. 3,5 kg per vakuumbrommel) mindre usynlig svinn enn kniver som var slipt dagen før, men resultatene er ikke signifikante (vedlegg 6). Dette kan komme av den naturlige usikkerheten som ligger i

forsøket, grunnet vanskeligheten med å få en korrekt og eksakt oversikt over det usynlige svinn for hver enkelt trommel.

I figur 4.1.1.3 kan en se effekten av temperatur i det ferdig marinerte biffkjøttet ved mating til ProWok i forhold til usynlig svinn. Figuren viser stor spredning, uten at den har noen lineær retning. Dette kan tolkes på to måter, enten har temperaturen ingen effekt, og det er andre faktorer som har påvirket resultatet. Eller så har det en effekt, men de optimale resultatene ligger hverken ved de kaldeste eller varmeste temperaturene. Null hypotesen kan her avkreftes ($P=0,002$, vedlegg 7). Dette er trolig fordi det er stor variasjon mellom resultatene for usynlig svinn, til tross for at det ikke er noe lett synlig tendens.

At det er en effekt av temperatur på fryser i forhold til usynlig svinn er i utgangspunktet ikke så sannsynlig. Frysetap måles i større grad ved opptining enn ved innfrysning. Likevel viste figur 4.1.1.4 en tendens til at det ble lavere usynlig svinn ved varmere temperaturer på fryser. Men resultatene var ikke signifikante (vedlegg 8).

På grunn av de store usikkerhetene som ligger i dette forsøket, ville det vært opportunt med et langt høyere antall observasjoner. Det ble her foretatt målinger av 23 batcher, men det kan være ideelt å ha minst 100. I såfall kan det innføres et system for loggføring av faktorene på linjen, slik at operatørene kan fylle inn disse daglig over en lengre periode. Skjemaet i vedlegg 1 kan brukes, men bør da forenkles til færre kontrollpunkter. I tillegg bør det deles opp i to skjemaer, ett for hvit sone, og ett for grønn sone.

5.1.2. Svinnobservasjoner.

Ettersom ProWok linjen er en kompleks prosesslinje med mange elementer og potensielle feilkilder, ble det utført en del observasjoner som er vanskelig å dokumentere statistisk.

I figur 4.1.2.1 kan en se fire fotografier av klumpdannelse av kjøttbiter under produksjon. Grunnen til at de dannes er at ProWoken ikke klarer å separere de fra hverandre til single biter, i løpet av den tiden de prosesseres. Dette skaper problemer da en ikke får jevn stekefarge rundt alle kjøttbitene. I tillegg vil det bli mindre varmebehandling av de innerste bitene.

Transportbrettet mellom ProWok og dampovn, som er et vibrerende fluid bed klarer ikke å riste

klumpene fra hverandre, som igjen fører til at de innerstebitene ikke vil få tilstrekkelig varmebehandling i dampovnen heller. Klumpene vil da fortsette inn i fryseren, og fryses som hele klumper med rå kjerne. Disse klumpene må fjernes fra produksjon, og fører til svinn. Røntgenmaskin vil som regel skille disse klumpene ut, men svinn øker ved at også annet kjøtt slippes ut med klumpene når luken for utkastning åpnes. I tillegg kan klumpene, dersom de er store nok, tette åpningen inn i røntgenmaskinen. Dette fører til en oppsamling på båndet mellom fryser og røntgenmaskin, som i værste fall fører til at kjøttet begynner å ramle på gulvet. En er derfor avhengig av operatør følger med, og fjerner klumpene før dette skjer. Hvorfor klumpene dannes er usikkert, og det var ingen signifikante resultater på dette. Det kan ha med at det ferdig marinerte kjøttet ligger for lenge i 200 kgs produksjonsbakker før mating til ProWoken, og at det derfor blir presset mer kompakt. En annen mulighet kan være at den som tilsetter det til ProWoken ikke løser det opp nok med hendene. En tredje mulighet er at kjøttet har for lav temperatur. Dette kan føre til at rapsoljen blir mer viskøs, og det kreves en større kraft for å flytte den (Fellows 2009e). I såfall kan det tenkes at kjøttbitene vil binde seg bedre sammen.

Figur 4.1.2.2 viser seks fotografier av observasjoner der det har falt mye kjøtt på gulvet:

1. Fotografi 1 viser transportbåndet mellom røntgenmaskin og oppsamlingstank. Dette båndet var ikke alltid satt riktig sammen på linjen. Det ble derfor en glippe som kjøttet kunne falle gjennom.
2. Fotografi 2 viser at glippen har ført til at kjøtt faller gjennom.
3. Fotografi 3 viser kjøtt som faller på gulvet etter oppsamlingstanken. For å unngå dette kan det undersøkes om oppsamlingstanken kan flyttes litt nærmere vekten.
4. Fotografi 4 og 5 viser kjøttbiter som har falt på gulvet på hver side av transportbåndet mellom fryser og røntgenmaskin. Begge tilfeller kommer av at inngangen til røntgenmaskinen har blitt tettet av en eller flere klumper med kjøtt.
5. Fotografi 6 viser kjøtt som har falt på gulvet under mating til ProWok. Dette skal egentlig ikke være en manuell prosess, og vil derfor trolig ikke bli et problem etter transportskruen til ProWoken er blitt utbedret.

I figur 4.1.2.3 kan en se fire fotografier som demonstrerer oppsamling av marinaderester etter ProWoken. Kjøttbitene og marinaderester fraktes her på et vibrerende fluid bed til transportbåndet som går gjennom dampovnen. Her må kjøttet og marinaderestene over en hullrist som skal skille ut marinaderester og partikler. Hullene i hullristen er så små, at mye marinaderester blir med videre. På fotografi 1 og 2 kan en se oppsamling av kjøttbiter, som stopper i marinaderestene helt til den totale kjøttmengden får stor nok masse til at alt begynner å flytte på seg. Dette fører til oppsamlinger av kjøtt gjennom dampovn og frem til fryser. Dette er ikke fordelaktig, da det kan påvirke varmebehandlingen i dampovnen. For å unngå dette kan det være greit med en hullrist der hullene er noe større. På denne måten vil mer av marinaderestene, samt kjøttgrums bli skilt ut her i stedet for å følge med videre på linjen. På denne måten kan en også enklere få oversikt over den delen av det usynlige svinnet som ikke er vanntap, da alt dette vil samles i tanken under hullristen, istedet for å spres over hele linjen. Årsaken til at det er ønskelig å skille ut de små kjøttbitene, er at de kan bli overstekt i prosessen og derfor oppfattes som harde å tygge.

5.1.3. Synlig svinn.

Det synlige svinnet bestod av svinn som hadde falt på gulvet eller ble kastet ut av røntgenmaskinen. I tabell 4.1.3.1 kan en se en oversikt over hvor mange kg som befant seg på hvert sted, både som et gjennomsnitt av alle 23 målinger, og median. Grunnen til at medianen er med, er at ofte førte spesielle tilfeller (stopp på linjen, tekniske feil osv.) til at det ble stort svinn på et enkelt sted. Disse tilfellene trakk derfor opp gjennomsnittet.

På gulv etter tømning av vakuumsrommet kan en se at gjennomsnitt og median er relativt like, henholdsvis 0,4 og 0,3 kg. Dette svinnet kan neglisjeres, både fordi det er så lavt. Men også fordi det trolig forsvinner når transportskruen til ProWoken er utbedret, og kjøttet ikke må mellomlagres i transportbakker. Det samme gjelder på gulvet ved mating til ProWok. Her er svinnet litt høyere, men vil også her forsvinne. På gulv foran og bak fryser er det 4,3 kg i gjennomsnitt, og 1,0 kg i median. Grunnen til at variasjonen mellom gjennomsnitt og median er så stor, er som nevnt i avsnitt 5.1.2 at kjøttklumper kunne blokkere inngangen til røntgenmaskinen. Det ble derfor en oppsamling av kjøtt på transportbåndet, som til slutt falt på

gulvet. Utkast fra røntgenmaskin hadde relativt likt gjennomsnitt og median (8,7 og 7,0 kg). Dette er den høyeste svinnposten som er registrert. For å få ned svinnet her er det viktig at kjøttklumper ikke forekommer, da disse ofte blir skillt ut. Det er også viktig å ha finkalibrert følsomheten på røntgenmaskinen slik at den kaster ut minst mulig unødig, men samtidig kaster ut det som ikke skal være der. Svinnet under røntgenmaskin stammet i hovedsak fra glipper i transportbåndet mellom røntgenmaskin og oppsamlingstank som nevnt i avsnitt 5.1.2. Svin fra gulv ved oppsamlingstank gjelder i hovedsak en litt liten buffersone der kjøttet faller ned på transportbånd, som nevnt i avsnitt 5.1.2. Svin på gulv under vekten var sjeldent veldig stort. Dette ser en på forskjellen mellom gjennomsnitt og median i tabell 4.1.3.1. De gangene det var mye svin kom det av tekniske problemer med vekten.

I tabell 4.1.3.2 kan en se den totale mengden registrert synlig svin per dag. Jevnt over ligger svinnet på 1-2 %, men en kan se at det var 5,3% den 17. februar, og 4,1 % den 27. mars. Begge disse tilfellene kom av at klumper av kjøtt tettet åpningen inn til røntgenmaskinen, og dette førte til oppsamling av kjøtt som falt på gulvet. Et svin på 5,3% per trommel i løpet av en dag, er som en ser fra tabell 4.1.3.2 uvanlig høyt. Men når det skjer tilsvarer det et svin på 4449 kr per trommel denne dagen (etter innpris, altså enda mer i tapt salg fortjeneste). De siste dagene av forsøket var det mindre synlig svin, og 1. april var det nesten ingenting. Da var det i hovedsak kun det som hadde vært kastet ut av røntgenmaskinen.

5.1.4. Kjernetemperaturer av marinert pepperbiff etter varmebehandling.

Det ble gjort tre kjernetemperaturmålinger av kjøttbiter fra tre forskjellige posisjoner på transportbåndet mellom dampovn og fryser per batch. Målet med dette var å se om det var forskjeller på kjernetemperatur utifra hvor på båndet kjøttbitene befant seg. Luft og damp sirkulasjonen i ovnen kan føre til at det er varmere enkelte steder enn andre, dette er ikke ønskelig. Det var også viktig å tilse at kjøttbitene hadde kjernetemperaturer over kravet på 72 °C. Og om det var rom for å senke varmebehandlingstiden i dampovn for å begrense vanntap fra kjøttbitene.

Som en kan se i figur 4.1.4.1 har plassering på båndet en viss effekt på kjernetemperatur (P=0,086, vedlegg 9) men gjennomsnittstemperaturene varierer mellom 77,7 °C og 79,2 °C.

Differansene er derfor så små at de er neglisjerbare. Figur 4.1.4.2 viser et scatter plot av alle målingene for de tre posisjonene på transportbåndet. En kan se at ingen av målingene er under 72 °C, og mange er over 80 °C. Siden alle målinger er tatt av de største kjøttbitene som var, kan en gå utifra at de fleste bitene hadde enda høyere kjernetemperaturer enn de som var målt. I tillegg vil så små kjøttbiter ha så stor overflate, at temperaturen synker hurtig etter de kommer ut av dampovnen. Det er derfor mulig at de egentlige temperaturene var enda høyere enn målt. På grunnlag av dette er det mulig å kjøre en mer forsiktig damping av kjøttbitene i dampovnen. Dette kan gjøres enten ved å senke temperaturen i den, eller øke hastigheten på transportbåndet som går gjennom. Det er da viktig å ta mye kjernetemperatur målinger for å forsikre seg om at kjøttet får tilfredsstillende varmebehandling.

5.2. Marinering av biffkjøtt.

Endring av resept på marinade er en enkel måte å kunne optimalisere produksjonen av marinert pepperbiff, dersom endringene faktisk fører til forbedringer. Da syrlighet i marinader kan bidra til mörning av kjøtt, samt øke vannbindingsevne, var det interessant å se på effekten ulike mengder eddik i marinaden hadde på akkurat disse egenskapene.

5.2.1. pH-målinger av marinader.

For å se hvilken effekt ulike mengder eddik hadde på pH i marinadene ble det gjort pH-målinger for alle marinader, samt en måling av vannet som ble tilsatt marinadene. Det ble gjort fire pH-målinger av hver marinade, da det ble lagd to paralleller til hver muskeltype. I tabell 4.2.1 kan en se gjennomsnittspH-verdiene fra alle marinadene, samt standardavviket. Det var et lavt standardavvik på alle marinadene noe som tilsier at det var liten variasjon i pH for hver enkelt marinade. I figur 4.2.1 kan en se en graf over gjennomsnittsmålingene, og et scatter plot over alle målingene for hver marinade. Som en ser har eddik en signifikant effekt på pH i marinaden ($P=0,000$, vedlegg 11). Det som kan være verdt å nevne, er at marinade 2 som ikke var tilsatt noe eddik hadde en pH på 4,79. Dette er mye lavere enn vannet som ble brukt i marinaden. Dette

kommer trolig av at løkpulveret som tilsettes i marinaden inneholder fenoler (Wiley-Blackwell 2014), og fenoler er svake syrer (Hart et al. 2007).

5.2.2. Warner Bratzler tekstur målinger av biffkjøtt med ulike marinader.

For å undersøke effekten eddiksyre innholdet i marinaden hadde på mørheten i kjøttet ble det kjørt analyser ved hjelp av Warner Bratzler metoden. Dette er en velkjent teknikk, som brukes over hele verden for å teste tekstur på kjøtt.

I tabell 4.2.2 kan en se en fullstendig oversikt over resultatene utifra hvilken kjøttssortering, marinade og marineringstid som ble brukt. Den viser også standardavviket, som er meget høyt. For *Semitendinosus* er det 20-25%, og for *Biceps femoris* hele 40-50%. Grunnen til dette høye standardavviket er at det er store lokale variasjoner i mørhet internt i en muskel. Dersom det er en sene i prøven vil dette også påvirke resultatet. I tillegg kan muskeltemperatur og størrelse påvirke resultatet. Tradisjonelt sett skal WB-analyser gjøres på varmebehandlet kjøtt, dette kunne muligens gjort standardavviket noe lavere. Men målet i dette forsøket var å ta tester av prøver som var samme størrelse som de som brukes under produksjon av marinert pepperbiff på ProWok linjen. Da disse kjøttbitene er så små kan det være en utfordring og få en lik varmebehandling på alle prøvene. I såfall ville dette potensielt sett føre til en ekstra feilkilde i forsøket. Ved testing av prøvene som var marinert i 16 timer, ble antall prøver som ble målt økt fra de anbefalte 10 til 20. Dette var for å få bedre og mer klare gjennomsnittsverdier.

I figur 4.2.2.1 kan en se resultatene fra WB-analyser av gjennomsnittsverdiene for alle prøvene som var marinert i tre timer. Det ser ikke ut til å være en sammenheng mellom marinade og mørhet ved marinering i 3 timer. I figur 4.2.2.2 kan en se sammenhengen mellom muskelsortering og mørhet ved WB-analyse. Her kan en se at det er en signifikant sammenheng mellom mørheten i *Semitendinosus* og *Biceps femoris* ($P=0,000$, vedlegg 13), der *Semitendinosus* var klart mørere enn *Biceps femoris*.

Figur 4.2.2.3 viser individuelle grafer for de to kjøttssorteringene. En ser her at prøvene for *Semitendinosus* har den samme tendensen som prøvene for *Biceps femoris* som var marinert i 16

timer. Dette kan tyde på at *Semitendinosus* trenger kortere marineringstid enn *Biceps femoris*, men resultatene var trolig tilfeldige.

Resultatene fra marinering av *Biceps femoris* i 16 timer kan sees i figur 4.2.2.4. Det var tett opp mot signifikante forskjeller mellom marinadene i dette forsøket ($P=0,057$, vedlegg 14). Den umarinerte prøven hadde høyest WB-verdi på 56 N/mm^2 , marinade 2 hadde nest høyest med 47 N/mm^2 , marinade 3 hadde lavest med 37 N/mm^2 . Dette vil si at marinade 3 var mørest. Marinade 4 hadde 42 N/mm^2 . Dette indikerer at dersom pH blir for lav vil kjøttet bli mindre mørt. Dette kan ha en sammenheng med at muskelfibrene blir så brutt opp at de mister evnen til å holde på vann.

5.2.3. Vannbindingsevne i kjøtt med ulike marinader.

I følge litteraturen skal marinering med eddiksyre øke vannbindingsevnen til muskelen (Aktas et al. 2003). For å teste dette ble prøver av kjøtt veid før marinering i 16 timer. Deretter ble marinaden skyllet bort i vann, kjøttet ble tørket med papir og veid på nytt.

I tabell 4.2.3 kan en se vekt før marinering, etter marinering og endring i vekt i gram og prosent for de ulike prøvene. Alle verdiene er gjennomsnitt av de to parallellene, som ble brukt videre i forsøket WB-verdier for marinering av *Biceps femoris* i 16 timer. I figur 4.2.3 er de samme resultatene fremstilt grafisk. Marinering av kjøttprøvene hadde en signifikant effekt på vekten etter marinering i 16 timer ($P=0,001$, vedlegg 15). En ser her at prøvene som ikke var marinert sank i vekt. Mens samtlige prøver som ble marinert hadde steget i vekt. Marinade 2 som ikke var tilsatt eddiksyre hadde høyest vannbindingsevne, deretter sank det med økt mengde eddiksyre. Forskjellen i vannbindingsevne mellom de tre marinadene var dog ikke signifikante (vedlegg 16). Det kan derfor ha vært tilfeldig, og variasjonene var små.

5.3. Sensorisk bedømmelse av marinert biffkjøtt med trent panel.

Målet med et sensorisk forsøk var først og fremst å se på om teksturforskjellene tilsvarte de fra WB-analysene. Men det var også en god anledning til å teste ut forskjellige variasjoner av marinaden. Det var det ønskelig å se på om tilsetning av mer vann ville føre til saftigere kjøtt,

eller om kjøttet ikke klarte å ta det opp. Det var også interessant å se på om eddiken vil bli for fremtredende og om mer salt i marinaden ville føre til at kjøttet ble oppfattet for salt.

Figur 4.3.1 er et spiderplot over gjennomsnittskarakterene fra alle smakerne på hver prøve med hensyn til de seks forsøksfaktorene. På saftighet scoret marinade 4 høyest foran marinade 3. Marinade 4 var tilsatt over dobbelt så mye vann som de andre prøvene, så det er som forventet. På mørhet scoret marinade 3 høyest foran marinade 4. Marinade 3 inneholdt ekstra mye salt, og begge inneholdt eddik. På total smaksintensitet var det så og si helt likt mellom alle prøvene, men marinade 1 er noe høyere. Her hadde en kanskje forventet at marinade 3 skulle score høyest da den var tilsatt mer salt i tillegg til at den i motsetning til marinade 1 inneholdt eddik. På saltsmak scoret ingen av prøvene mer enn midt på skalaen, som tilsier at ingen av de var for salte. På bismak scoret marinade 4 litt høyere enn de andre, og marinade 1 scoret lavest. Marinade 1 var den eneste marinaden uten eddik, så det tyder på at smakerne kunne oppfatte eddiksmaken. Dette betyr ikke nødvendigvis at eddiksmaken var negativ, men det var ingen av deltakerne som ble fortalt at enkelte prøver var tilsatt eddik. Da det ikke var en forsøksfaktor som het syrlighet, ble bismak brukt. På den totale vurderingen av prøvene, som var subjektiv, så marinade 3 ut til å score høyest. Deretter kom marinade 1, marinade 2 og tilslutt marinade 4. Alle resultatene var meget jevne.

På figur 4.3.2 kan en se en PCA (Principal component analysis) bi-plot figur av sammenhengene mellom forsøksfaktorene og prøvene. Disse resultatene ser veldig ekstreme ut sammenlignet med spiderplotet. Det er fordi at sammenhengene blir strukket ut til endene av x- og y-aksene istedenfor å samles på midten. Dette gjør det lettere å sammenlikne marinadene. En kan se at marinade 1 ligger nærme total vurdering og saltsmak. Marinade 2 ligger langt unna de aller fleste forsøksfaktorene. Marinade 3 ser her ut til å ligge best an, da den ligger mellom mørhet, saftighet, salt smak og relativt nært både total smak og total vurdering. Marinade 4 ligger nærmest saftighet, men også nærmest bismak.

Figur 4.3.3 er en signifikansanalyse av de 14 deltakerne og de seks forsøksfaktorene. Som en ser her har deltakerne signifikans på alle forsøksfaktorer utenom mørhet. Dette betyr at mørhet var den eneste forsøksfaktoren som deltakerne var enige om. De fem resterende forsøksfaktorene ble det observert store variasjoner mellom deltakere i panelet. Dette kan komme av at bare fem av de fjorten deltakerne var med på øvingsforsøket. På denne måten ble

de ikke tilstrekkelig ”kalibrert” for forsøket. Signifikansanalysen for forsøksfaktorene viser at ingen av de var signifikante. Dette innebærer at gjennomsnittsverdiene fra alle deltakerene for hver prøve er relativt like for alle seks forsøksfaktorer. Deltakerene brukte heller ikke alltid hele skalaen fra en til ni, det kan derfor tenkes at alle prøvene burde vært servert samtidig, istedet for en og en. På denne måten kunne de lettere ha sammenliknet prøvene opp mot hverandre.

Til oppsummering kan det se ut til at tilsetning av litt mer vann i marinaden vil føre til et produkt som oppfattes saftigere. I tillegg vil dette trolig føre til et høyere produksjonsutbytte på ProWok linjen. Prøven med ekstra salt gjorde det generelt best, og det kan derfor også være fordelaktig med litt mer salt i marinaden. Dette fører i tillegg til bedre vannbindingsevne. Dersom eddiksmaken oppfattes som negativ bør denne utelukkes. Men da eddiken, i følge WB-analysen, av *Biceps femoris* marinert i 16 timer viste en positiv effekt på mørhet, kan det være fordelaktig å benytte den. Eventuelt kan blank eddik erstattes med sitronsaft, rødvinseddik eller epleeddik da disse tilfører mer smak, og kan oppfattes mindre skarpe. Resultatene var dog ikke signifikante, det bør derfor gjøres videre forsøk før en eventuell endring.

5.4. Testing av råvarer til fremtidig produksjon.

For å se på potensiale for ProWoken med hensyn på fremtidig produksjon av middagsretter og tilbehør til middagsretter, ble det kjørt et forsøk der fem forskjellige råvarer/ råvareblandinger ble stekt i ProWoken. Det var et par utfordringer med dette forsøket. Det første var at siden Orkla Foods Norge ikke har en pilotversjon av ProWoken, måtte forsøket kjøres fullskala. En måtte derfor ha en betydelig mengde råvare. For det andre ble forsøket kjørt etter at dagsproduksjonen av marinert pepperbiff var over, slik at vaskepersonalet ikke skulle behøve og vaske ProWoken en ekstra gang. Dette førte til at det ble mye sot og askedannelse i maskinen, fra gjenværende marinaderester etter produksjonen. Ettersom at det ble opphold mellom produksjonen av marinert pepperbiff, og før råvarene som skulle testes ble stekt. Grunnen er trolig at den kontinuerlige tilførselen av kjøtt, kjøler ned stålet i ProWoken under produksjon. Alle råvarene som ble stekt i dette forsøket måtte derfor skylles i rennende vann før fotografering.

I figur 4.4.1 kan en se fotografier fra steking av marinerte kyllingvinger i ProWoken. Kyllingvingene fikk en fin stekeskorpe, og var saftige og gode. Som en kan se i tabell 3.4 ble kyllingvingene stekt med en stekehastighet på 10 %. Dette innebærer en steketid på 12-15 minutter og ProWoken kan dermed ikke produsere mer enn anslagsvis 2-300 kg i timen. Dersom kyllingvingene etterbehandles i dampovn kan produksjonsmengde per time trolig økes. En reell utfordring ved behandling av produkter som tar mye tid er at det kan bli opphopning av produkt enkelte steder på linjen. Dette kommer av at prosesslinjen er skreddersydd for produksjon av små biter som krever kort varmebehandlingstid. Dersom kyllingvingene krever lang tid i dampovn, kan dette føre til at de blir liggende for tett på transportbåndet. Dette forsøket kan derfor bare si at steking av kyllingvinger i ProWoken gav et bra resultat, men det må kjøres gjennom hele linjen før en vet sikkert at det vil la seg gjøre.

Figur 4.4.2 viser fotografier fra steking av lammekjøtt og svinebiffer i ProWoken. Resultatet fra begge var bra, men svinebiffene burde ha fått noe lenger steketid. Lammekjøttet av lårstykket var skåret i terninger og tenkt til bruk i gryteretter. Det var derfor intressant å undersøke om kjøttet ville oppfattes som mørt nok etter steking i ProWok uten noen form for langtidstrekking i gryte. Lammekjøttet var fint brunet etter steking, og var ferdig varmebehandlet gjennom. Kjøttet var ikke seigt, men smeltet heller ikke i munnen på samme måte som kjøtt i en tradisjonelt behandlet lammegryte. Her kan det dog være potensiale for å mørne kjøttet i vakuumbromlene før steking i ProWoken.

Svinebiffene var møre og saftige, og hadde en fin stekefarge. Utfra fotografiene i figur 4.4.2 kan en se at de trolig hadde trengt noe lenger steketid. Dette kan oppjusteres ved hjelp av enten lenger steketid i ProWoken eller ved videre varmebehandling i dampovnen. Ettersom svinebiffene var større stykker som krever litt varmebehandlingstid, kan noen av de samme utfordringene gjelde her som for kyllingvinger.

I figur 4.4.3 kan en se fotografier av ferdig stekt wokmix av grønnsaker, og wokmix av grønnsaker sammen med små stykker av kyllingfilet. Steking av disse produktene gikk veldig fint, og er mest sannsynlig gode produkter for salg i frysedisk. Blandingen kan da stekes ferdig i ProWok, uten noen etterdamping, og fryses direkte etter steking. Grønnsakene hadde fine farger, var krispi i konsistens og hadde god tyggemotstand. Det er viktig å ta hensyn til råvare ved

kutting, alle råvarer i en slik blanding bør ha samme steketid, eksempelvis bør da gulrot kuttes i mindre biter enn squash.

Ved produktutvikling på ProWok prosesslinje er det viktig å ta hensyn til den mekaniske behandlingen som skjer underveis. Råstoff som f.eks fisk vil trolig gå i oppløsning underveis. Enkelte sammensatte produkter kan være mulig å steke i ProWok for å få en fin stekeoverflate, men de bør da være forbehandlet. Skal kjøttboller stekes bør disse trolig være dampet på forhånd, kjøttdeig bør også være for dampet og kuttet opp. Det er også veldig lite olje i ProWoken, da den er formet slik at oljen renner ut på den siden som det ferdige produktet går ut. Det kan derfor være viktig at det som stekes former seg etter sidene og bunnen, slik at det kommer i kontakt med oljen. Middagsretter med saus vil ikke kunne prosesseres i ProWok, eksempelvis gryteretter og sauser. Dette kommer av at all væske renner ut av ProWoken, ettersom den heller svakt nedover for at olje skal renne ut. Eventuelt kan sauser fryst i blokker/terninger tilsettes grønnsaker og kjøtt som er stekt i ProWok etter de er fryst.

Vakuumbehandling av biffkjøtt i tromlene på Råbekken kan være en potensiell inntektskilde ved ProWok linjen, ettersom kjøttsorteringer som er ansett mørere enn andre gjerne er dyre. Eksempler på dyre kjøttsorteringer er *Psoas major* (indrefilet), *Longissimus dorsi* (ytrefilet) og *Gluteus medius* (mørbrad). Ved vakuumtromling kan kjøttsorteringer som f.eks. *Semitendinosus* og *Biceps femoris* hvilke er vesentlig rimeligere, bli tilnærmet så møre som de førstnevnte kjøttsorteringene. Pizzarestauranter og gatekjøkken som allerede kjøper hamburgere og kebabkjøtt av Orkla Foods Norge, som samtidig ønsker strimlet rått kjøtt kan være potensielle kunder. Rimelige kjøttsorteringer kan etter vakuumbehandling i tromler selges til lavere pris enn de dyre sorteringene med "samme kvalitet". Markedet for dette må selvfølgelig kartlegges gjennom markedsundersøkelser.

6. Oppsummering og konklusjon

Undersøk muligheter for optimalisering av dagens produksjon av marinert pepperbiff til pizzatopping i henhold til;

- Synlig og usynlig svinn.

For å begrense unødvendig svinn, slik som svinn i form av kjøtt som faller på gulv på pakkerom, må operatør har satt sammen delene på linjen riktig, og være observant underveis. Det er også viktig at røntgenmaskin er finkalibrert. Denne typen svinn kan i værste fall føre til opp mot 4500 kr tapt i innpris per vakuumbrommel som stekes. Observasjoner gjort underveis i forsøket viste at det kan være fordelaktig å bytte hullristen på fluid bed etter ProWok med en rist med litt større hull.

Dersom knivene i kutteren på ProWok linjen var slipt samme dag, så dette ut til å minske svinnet i forhold til om det var lenger tid siden. Resultatene var dog ikke signifikante. Temperatur på kjøtt ved kutting, og temperatur på ferdig marinert kjøtt ved mating til ProWok hadde begge signifikante effekter på usynlig svinn, men figurene viser ingen lineær sammenheng mellom temperatur og antall kg usynlig svinn. Det kreves derfor flere observasjoner for å kunne dra en slutning.

Kjernetemperaturmålinger av kjøttbitene etter varmebehandling, viste at det var en forskjell i temperatur utifra hvilken plassering de hadde på transportbåndet. Men forskjellene var så små at de var neglisjerbare. Målingene viste også at det er rom for å gjøre videre forsøk med å senke varmebehandlingstiden, for å redusere vanntap under steking.

- Produktkvalitet, med fokus på mørhet, saftighet og smak.

Forsøk med ulike marinader viste at tre timers marinering ikke hadde en signifikant effekt på Warner Bratzler tekstur målinger. Marinering i 16 timer hadde derimot en signifikant effekt på observert mørhet. Forsøket viste at *Semitendinosus* var signifikant mørere enn *Biceps femoris*. Og at alle marinadene hadde en signifikant effekt på vannbindingsevnen til kjøttet. Det var derimot ikke signifikante forskjeller i vannbindingsevne mellom marinadene.

Sensorisk forsøk av kjøttprøver med ulike marinader, viste at ingen av marinadene gav kjøttet signifikante forskjeller. Det var tendenser til at marinaden tilsatt ekstra mye vann ble oppfattet som saftigere. Marinaden tilsatt ekstra salt scoret best i forhold til de fleste andre forsøksfaktorer på PCA bi-plot. Det var signifikante forskjeller mellom smakerene på alle forsøksfaktorer utenom mørhet. Dette kan tyde på at smakerene i panelet ikke var godt nok ”kalibrert” for forsøket.

Kartlegg fremtidig potensiale for ProWok linjen i henhold til;

- Produksjon av andre råvarer.

Testing av råvarer til fremtidig prosessering i ProWok viste at alle benløse kjøttslag med en diameter opptil 10 cm, og en tykkelse opptil 2 cm var ideelt. Eksempel på dette kan være svinebiffer, kyllingfileter eller mindre biter av oppskåret kjøtt. Råvarer som er ømfintlige for mekanisk arbeid vil trolig ikke kunne behandles optimalt i ProWoken. Stykker av fisk vil gå i oppløsning, og farseprodukter bør være forkokt dersom de skal tåle den mekaniske påkjenningen.

- Produksjon av hele middagsretter.

Det var ideelt å steke blandinger av grønnsaker, samt blandinger med grønnsaker sammen med kjøttbiter. Middagsretter som inneholder saus vil ikke kunne prosesseres i ProWok, men det kan tenkes at saus som er fryst i terninger kan tilsettes etter at grønnsaker/kjøtt er stekt i ProWok og fryst. Da det ikke fins et pilotanlegg å teste råvarer og produkter ved, var det litt begrenset hvor mye som lot seg prøve.

7. Litteraturliste

- Aktas, N. & Kaya, M. (2001). The influence of marinating with weak organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory properties of beef. *European Food Research and Technology*, 213 (2): 88-94.
- Aktas, N., Aksu, M. I. & Kaya, M. (2003). The effect of organic acid marination on tenderness, cooking loss and bound water content of beef. *Journal of Muscle Foods*, 14 (3): 181-194.
- Andersen, U. B. (2014). *Personlig meddelelse*. Fagsjef Sensorikk, Mastemyr: Orkla Foods Norge.
- BCH. (2014). <http://www.bchltd.com/wp-content/uploads/2012/04/ProWok.pdf> (lest 22/04-14).
- Burke, R. M. & Monahan, F. J. (2003). The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade. *Meat Science*, 63 (2): 161-168.
- Dransfield, E. & Macfie, H. J. H. (1980). Precision in the Measurement of Meat Texture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31 (1): 62-66.
- Dzudie, T. & Okubanjo, A. (1999). Effects of rigor state and tumbling time on quality of goat hams. *Journal of Food Engineering*, 42 (2): 103-107.
- Eie, T. (2007). *Emballering av næringsmidler bind 1, Kapittel 5: Plast*. Ås: Matforsk. 37 s.
- Fellows, P. J. (2009a). *Food processing technology, Principles and practice*. 3 utg.: Woodhead publishing limited. 346-347 s.
- Fellows, P. J. (2009b). *Food processing technology, Principles and practice*. 3 utg.: Woodhead publishing limited. 340 s.
- Fellows, P. J. (2009c). *Food processing technology, Principles and practice*. 3 utg.: Woodhead publishing limited. 36 s.
- Fellows, P. J. (2009d). *Food processing technology, Principles and practice*. 3 utg.: Woodhead publishing limited. 131 s.
- Fellows, P. J. (2009e). *Food processing technology, Principles and practice*. 3 utg.: Woodhead publishing limited. 37 s.
- Günther. (2014). <http://www.guenther-foodtech.de/en/images/stories/pdf%20produktedetails/Produktinfo%20GPS%201250-2500.pdf> (lest 22/04-14).

- Hart, H., Craine, L. E., Hart, D. J. & Hadad, C. M. (2007). *Organic Chemistry A Short Course*. 12 utg., b. 1. Boston & New York: Houghton Mifflin Company. 214 s.
- Hildrum, K. I., Rodbotten, R., Hoy, M., Berg, J., Narum, B. & Wold, J. P. (2009). Classification of different bovine muscles according to sensory characteristics and Warner Bratzler shear force. *Meat Science*, 83 (2): 302-307.
- Kondjoyan, A., Oillic, S., Portanguen, S. & Gros, J. B. (2013). Combined heat transfer and kinetic models to predict cooking loss during heat treatment of beef meat. *Meat Science*, 95 (2): 336-344.
- Lachowicz, K., Sobczak, M., Gajowiecki, L. & Zych, A. (2003). Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. *Meat Science*, 63 (2): 225-233.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. 2 utg. Food Science Text Series. New York: Springer. 234-236 s.
- Offer, G. & Trinick, J. (1983). On the Mechanism of Water Holding in Meat - the Swelling and Shrinking of Myofibrils. *Meat Science*, 8 (4): 245-281.
- Orkla. (2014). www.orkla.no (lest 22/04-14).
- Rejt, J., Kubicka, H. & Pisula, A. (1978). Changes of physical and chemical properties and of histological structure of meat subjected to massage under vacuum. *Meat Science*, 2: 145-153.
- Smith, D. P. & Young, L. L. (2007). Marination pressure and phosphate effects on broiler breast fillet yield, tenderness, and color. *Poultry Science*, 86 (12): 2666-2670.
- Thorgersen, P. (2013). *Personlig meddelelse*. Produkt Utvikler, Mastemyr/Råbekken: Orkla Foods Norge.
- Treif. (2014). http://www.treif.de/treif/media-cache/3720413d4cf34bd0854d54ed5eae5f6/VK_Maschinen_Flyer_TWISTER_AT_4S_eng_NEU_end.pdf (lest 22/04-14).
- Warriss, P. D. (2010a). *Meat Science, 2nd Edition An Introductory Text*. 2 utg. UK: CABI. 77-120 s.
- Warriss, P. D. (2010b). *Meat Science, 2nd Edition An Introductory Text*. 2 utg. UK: CABI. 144-145 s.

- Warriss, P. D. (2010c). *Meat Science, 2nd Edition An Introductory Text*. 2 utg. UK: CABI. 195-196 s.
- Warriss, P. D. (2010d). *Meat Science, 2nd Edition An Introductory Text*. 2 utg. UK: CABI. 197 s.
- Warriss, P. D. (2010e). *Meat Science, 2nd Edition An Introductory Text*. 2 utg. UK: CABI. 125-126 s.
- Wiley-Blackwell. (2014). <http://www.answers.com/topic/commercial-preparations-of-lime-oil> (lest 22/04-14).

8. Fortrolig informasjon, gitt av Orkla Foods Norge

1. Litt bakgrunn om wokstekerlinjen.doc (Tilsendt av Gry Sofie H. Fahrendorff, PU-Direktør Middag)
2. 9-34840 - Annex 3.2 - URS - User Requirement Specification.pdf (Tilsendt av Christian Rödström, Prosjektleder Utviklingsavdelingen, Råbekken).
3. 9-34840 - Annex 3.5 - Marinade Dosing Station.pdf (Tilsendt av Christian Rödström, Prosjektleder Utviklingsavdelingen, Råbekken).
4. 9-34840 - Annex 3.8 - Linear Oven.pdf (Tilsendt av Christian Rödström, Prosjektleder Utviklingsavdelingen, Råbekken).
5. Manual_Cryowave_GB_rel1-3_20120420 approved.pdf (Tilsendt av Christian Rödström, Prosjektleder Utviklingsavdelingen, Råbekken).
6. 9-34840 - Annex 3.7 - ProWok System.pdf (Tilsendt av Christian Rödström, Prosjektleder Utviklingsavdelingen, Råbekken).

9. Vedlegg

Vedlegg 1. Sjekkliste for svinn på Wok-linje:

Dato:

Batch nummer (trommel nr):

1. Kutting, marinering og tromling.

- 1.1. Vekt på innveid råvare (blå dunk):
- 1.2. Kjøtt temperatur før kutting (av øverste lag, både kjerne og ytre):
- 1.3. Antall dager siden forrige knivsliping:
- 1.4. Mål de største bitene (10 stk pr batch):
- 1.5. Kjøtt temperatur etter tromling:
- 1.6. Vekt på kjøtt som havner på gulvet utenfor tromler:
- 1.7. Kjøtt temperatur ved mating til Wok:
- 1.8. Vekt på kjøtt som ligger på gulvet ved transportskrue:

2. Woking og damping.

- 2.1. Er wok tilstrekkelig vasket? (ja/nei):
- 2.2. Har woken blitt oljet etter sist bruk? (ja/nei):
- 2.3. Når startet oljepåfylling i forhold til kjøttmating?:
- 2.4. Hvor lenge står woken varm før kjøttet mates? (temp. i hver sone):
- 2.5. Start tid:
- 2.6. Hvordan ser kjøttet ut? (stekefarge, brente partikler osv):
- 2.7. Sjekk kjernetemperaturer på kjøttet (front/mid/bak på båndet):
- 2.8. Når blir det fastbrente partikler i woken?:
- 2.9. Ferdig tid:
- 2.10. Vekt på det som ligger i oppsamlingsdunk etter woken:

3. Frysing og pakking.

- 3.1. Er pakkelinjen satt opp etter instruks fra Prosjektleder i Utviklingsavdelingen?:
- 3.2. Korrekt temperatur på fryser? Ising i avtrekksskap?:
- 3.3. Oksygennivå i rommet?
- 3.4. Noen stopp på maskin ved pakking? (I såfall når?):
- 3.5. Vekt på kjøtt på gulvet foran fryser:
- 3.6. Vekt på kjøtt ved utkast fra x-ray:
- 3.7. Vekt på kjøtt på gulvet under x-ray:
- 3.8. Vekt på kjøtt på gulvet ved oppsamlingstank:
- 3.9. Vekt på kjøtt på gulvet under vekten:
- 3.10. Totalvekt ut (blir dette registrert på linjen hver dag?):

Vedlegg 2.

Sensorisk løb

BEDØMMELSE AV MARINERT KJØTT egenskapsforklaring

TEKSTUR

Mørhet Hvor lenge kjøttet må tygges før det er klar for svelging
Ingen intensitet = ingen mørhet (klarer ikke svelge kjøttet)
Tydelig intensitet = tydelig mørhet (kjøttet smelter i munnen og svelges etter få tygg)

Saftighet Hvor mye fuktighet/vann kjøttet avgir når det tygges
Ingen intensitet = ingen saftighet (ingen fuktighet)
Tydelig intensitet = tydelig saftighet (mye fuktighet)

SMAK

Total smak Summen av alle smaker i kjøttet
Ingen intensitet = ingen smak
Tydelig intensitet = tydelig smak

Salt smak Relateres til grunnsmaken salt (NaCl)
Ingen intensitet = ingen salt smak
Tydelig intensitet = tydelig salt smak

Bismak Utypisk smak - ofte uønsket og negativ smak
Ingen intensitet = ingen bismak
Tydelig intensitet = tydelig bismak

Vedlegg 3.

Sensorisk løb

Profilering av marinert kjøtt

Tekstur

1) Mørhet

1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ingen intensitet Tydlig intensitet

2) Sørlighet

1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ingen intensitet Tydlig intensitet

Smak

3) Total smak

1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ingen intensitet Tydlig intensitet

4) Salt smak

1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ingen intensitet Tydlig intensitet

5) Bismak

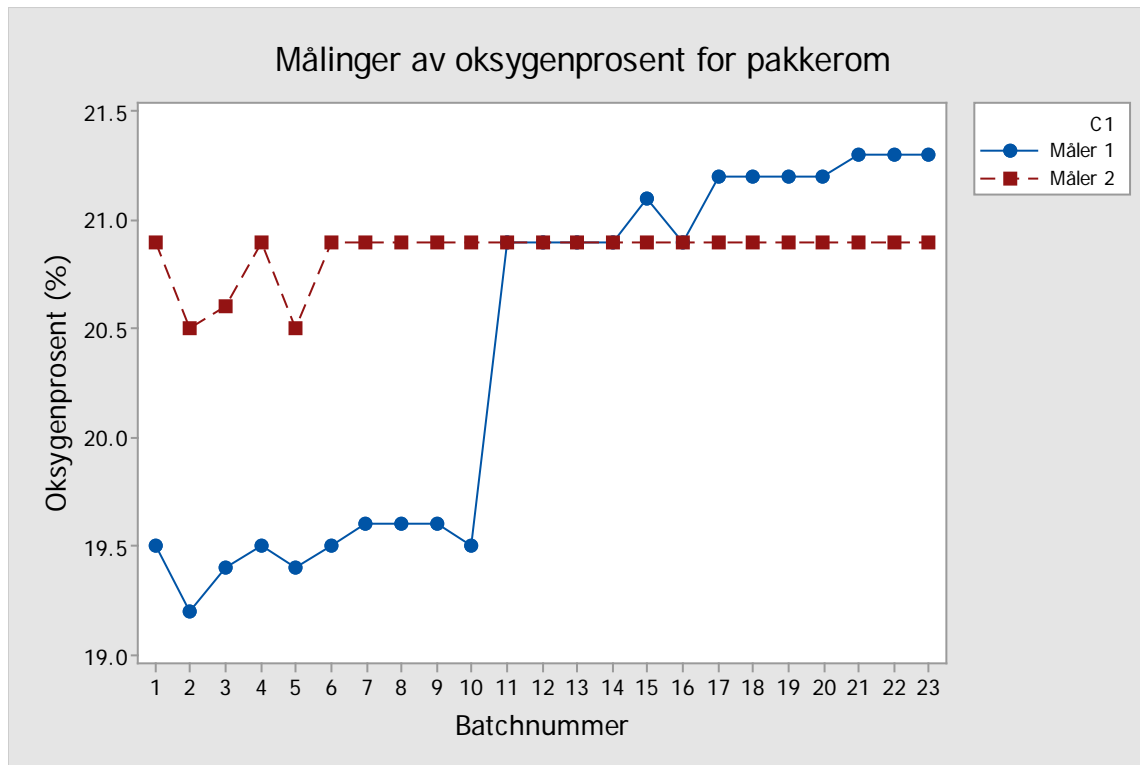
1 2 3 4 5 6 7 8 9
Ingen intensitet Tydlig intensitet

I så fall hva smaker det.....

Hvor godt liker du prøven totalt sett etter en skala fra 1-9
Sett X i kolonnen for poenggivelse

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Totalvurdering	Svært dårlig	Meget dårlig	Dårlig	Litt dårlig	Verken god el. Dårlig	Litt god	God	Meget god	Svært god

Kommentarer

Vedlegg 4.

Vedlegg 4 viser en figur med målinger av oksygenprosent for pakkerommet. Det var to målere, en på veggen ved inngangen til fryseren (blå graf), og en på veggen ved utgangen av fryseren (rød graf). Det ble gjort en avlesning for hver batch (trommel) med marinert pepperbiff som ble produsert. X-aksen viser batchnummeret i kronologisk rekkefølge, (batch 1 var fra 13. februar, batch 23 fra 1. april). Y-aksen viser hvilken oksygenprosent måleren viste. Som en kan se var samtlige målinger over 19%. Måler 1, ved inngangen til fryseren viste en betydelig økning etter batch 10 (fra og med 21. mars). Måler 2 var stabil for alle batcher.

Vedlegg 5.

One-way ANOVA: Totalt usynlig svinn versus Kjøtttemperatur før kutting

Source	DF	SS	MS	F	P
Kjøtttemperatur før kutti	13	1961,48	150,88	74,40	0,013
Error	2	4,06	2,03		
Total	15	1965,54			

S = 1,424 R-Sq = 99,79% R-Sq(adj) = 98,45%

Vedlegg 6.

One-way ANOVA: Totalt usynlig svinn versus Dager siden sist sliping

Source	DF	SS	MS	F	P
Dager siden sist sliping	1	71,0	71,0	0,74	0,399
Error	21	2013,3	95,9		
Total	22	2084,4			

S = 9,792 R-Sq = 3,41% R-Sq(adj) = 0,00%

Vedlegg 7.

One-way ANOVA: Totalt usynlig svinn versus Kjøtttemperatur ved mating

Source	DF	SS	MS	F	P
Kjøtttemperatur ved matin	19	2080,43	109,50	82,97	0,002
Error	3	3,96	1,32		
Total	22	2084,39			

S = 1,149 R-Sq = 99,81% R-Sq(adj) = 98,61%

Vedlegg 8.

One-way ANOVA: Totalt usynlig svinn versus Fryser temp

Source	DF	SS	MS	F	P
Fryser temp	15	1358	91	0,87	0,613
Error	7	726	104		
Total	22	2084			

S = 10,19 R-Sq = 65,15% R-Sq(adj) = 0,00%

Vedlegg 9.

One-way ANOVA: Temperatur versus Plassering på båndet

Source	DF	SS	MS	F	P
Plassering på båndet	2	48,78	24,39	2,50	0,086
Error	114	1111,60	9,75		
Total	116	1160,38			

S = 3,123 R-Sq = 4,20% R-Sq(adj) = 2,52%

Vedlegg 10.

One-way ANOVA: pH mar 1 & 2 versus Marinade 1 & 2

Source	DF	SS	MS	F	P
Marinade 1 & 2	1	15,79220	15,79220	6672,76	0,000
Error	6	0,01420	0,00237		
Total	7	15,80640			

S = 0,04865 R-Sq = 99,91% R-Sq(adj) = 99,90%

Vedlegg 11.

One-way ANOVA: pH versus Marinade

Source	DF	SS	MS	F	P
Marinade	5	47,99098	9,59820	1440,33	0,000
Error	18	0,11995	0,00666		
Total	23	48,11093			

S = 0,08163 R-Sq = 99,75% R-Sq(adj) = 99,68%

Vedlegg 12.

One-way ANOVA: WB måling 3 t versus Marinering 3 t

Source	DF	SS	MS	F	P
Marinering 3 t	4	444	111	0,19	0,945
Error	95	56903	599		
Total	99	57348			

S = 24,47 R-Sq = 0,77% R-Sq(adj) = 0,00%

Vedlegg 13.

One-way ANOVA: WB måling 3 t versus Kjøtt sortering

Source	DF	SS	MS	F	P
Kjøtt sortering	1	7235	7235	14,15	0,000
Error	98	50112	511		
Total	99	57348			

S = 22,61 R-Sq = 12,62% R-Sq(adj) = 11,72%

Vedlegg 14.

One-way ANOVA: WB måling 16 t versus Marinering 16 t

Source	DF	SS	MS	F	P
Marinering 16 t	3	3339	1113	2,62	0,057
Error	76	32311	425		
Total	79	35650			

S = 20,62 R-Sq = 9,37% R-Sq(adj) = 5,79%

Vedlegg 15.

One-way ANOVA: Endring i vekt versus Marinade

Source	DF	SS	MS	F	P
Marinade	3	14,7808	4,9269	72,84	0,001
Error	4	0,2705	0,0676		
Total	7	15,0514			

S = 0,2601 R-Sq = 98,20% R-Sq(adj) = 96,85%

Vedlegg 16.

One-way ANOVA: Endring i vekt mar 2-4 versus Marinade 2-4

Source	DF	SS	MS	F	P
Marinade 2-4	2	0,3193	0,1597	4,43	0,127
Error	3	0,1081	0,0360		
Total	5	0,4274			

S = 0,1898 R-Sq = 74,71% R-Sq(adj) = 57,85%



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

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