



Notat

Kvalitetsskinker – olinemåling og sortering

Emne: Sammendrag af rapport med resultater fra arbejde udført i forbindelse med et praktikantophold

19. december 2019

Proj.nr. 2007064

Version 1

EVO/mt

<i>Opgaven</i>	Hovedopgaven bestod i at fastlægge kvalitetsegenskaber for fersk skinke med henblik på at kunne sortere skinker til de bedste anvendelser.
<i>Baggrund</i>	Praktikanten, Arnaud Joffe, ADIV (Clermont-Ferrant) har i perioden 27. maj – 26. juli 2019 assisteret med arbejde i relation til projektet <i>Kvalitetsskinker – olinemåling og sortering</i> . Praktikantens baggrund er en bred praktisk og teoretisk uddannelse indenfor fødevareteknologi. Den aktuelle opgave skulle blandt andet løses ved hjælp af instituttets katalog med CT-skannede slagtekroppe. Nærværende notat er et sammendrag af praktikantens afsluttende rapport.
<i>Skinkeproduktion, side 2-4</i>	Indholdsoversigt En oversigt over fremstillingsproces og kvalitetskrav for produktion af henholdsvis saltede, tørrede skinker og kogte skinker samt mulige olinemålemetoder.
<i>Subkutant fedt på slagtekroppen, side 4-5</i>	En analyse af sammenhængen mellem synligt fedt på snitfladen og den gennemsnitlige fedttykkelse på hele skinken for lang og kort skinke.
<i>Tjek af kød%, side 5-6</i>	Under antagelsen, at knogleandelen i en slagtekrop er relateret til kødmængden, kan kødmængden estimeres ud fra kendskab til volumen og vægt af slagtekroppen. Dermed kan kød%’en bestemmes. Metoden vil formentlig kunne påvise store fejlmålinger med AutoFOM.
<i>Online volumenmåling, side 7</i>	Ovenstående metode kan realiseres ved en opstilling med tre 3D-kameraer på slagtelinjen.
<i>Hvor er fedtet på en slagtekrop? Side 8</i>	På basis af data fra instituttets CT-katalog er det analyseret, hvor fedtet primært afsættes, når kød%’en aftager. Det meste fedt lagres på midterstykket. Skinkekød%’en aftager med en faktor 0,9, når totalkød% aftager.

Introduktion

Skinke kan forarbejdes til forskellige produkter, og bedst kendt er den kogte skinke og den saltede, tørrede skinke. Selvom de er lavet af de samme muskler, er disse produkter helt forskellige i processen, og de er således helt forskellige med hensyn til kvalitetskrav.

Det er en almindelig antagelse, at det ydre fedtlag og det inter- og intramuskulære fedt er vigtigt i produktionen af tørrede skinker i modsætning til i produktionen af kogt skinke.

Litteraturstudier

Historisk set blev tørrede skinker lavet af skinker med svær fra 9-10 måneder gamle svin på omkring 160 kg. I dag bliver PDO¹ Parma-skinker produceret af 6 måneder gamle og 80 kg tunge svin med lav kød%. Danske og franske grise anvendes også til at fremstille tørrede skinker, som fx Serrano-skinke. Den italienske og franske fremstillingsproces afviger fra den spanske, blandt andet ved at hoftebenet fjernes. Modningstemperaturerne er heller ikke ens. Tabel 1 sammenfatter de vigtigste forskelle mellem de to processer.

Tabel 2 og 3 giver en oversigt over generelle kvalitetsegenskaber og -krav samt muligheden for at måle egenskaberne online.

Tørrede skinker

Målet for de industrielle skinkeproducenter er konsistent kvalitet for kunderne. Derfor tilpasses processen til de rå skinker og deres variation med hensyn vægt, pH og fedtindhold (intramuskulær (IMF) og fedtlag).

Tabel 1. Sammenligning af fremstillingsproces for saltede, tørrede skinker i Frankrig/Italien og Spanien

Faser	Frankrig/Italien	Spanien
Råmateriale	Uden hofteben og med svær	Med hofteben, og sværen er eventuelt trimmet i V-form
Saltning og køling	Temperatur: 1-3°C RH ² : 70-90% Individuel saltning	Temperatur: 1-3°C RH: >75% Batchsaltning (stabledede)
Lagring	Temperatur: <5°C RH: 75-80%	Temperatur: <5°C RH: 75-80%
Vask	Efter køling	Efter saltning
Dampbehandling	Efter vask	-
Tørring og modning	Temperatur: 12-16°C	Temperatur: 10-34°C
Smagsudvikling	Fedt+mel(?)+salt+peber	Intramuskulært fedt
Lagring	Temperatur: 12-16°C RH: 65-80%	Temperatur: 10-22°C RH: 65-80%

Vægt

Skinkens vægt bestemmer mængden af salt, så der opnås ens saltmængde i alle produkter. Derudover påvirkes saltdiffusionen, så køletrinnet er længere for store skinker. Fedtindholdet begrænser

¹ PDO (forkortelse af Protected Designation of Origin)

² RH, relative humidity, relativt vandindhold

saltdiffusionen, så det er vigtigt at udvide køletrinet, så saltindtrængningen når helt indtil knoglen. Ved afslutning af køleperioden skal produktet stabiliseres til et vandtab på omkring 18% og et fald i vandaktivitet (a_w) ved saltdiffusion i hele produktet. (a_w) er et mål for tilgængeligt vand, som er grundlaget for mikrobiologiske og kemiske reaktioner.

Fedtindhold

Fedt begrænser diffusion af salt, fordi salt kun kan diffundere i vand, og vandet findes i musklerne. Fedtindholdet påvirker vægttabet, jo mere fedt, jo mindre vand kan skinken miste, da vand er i de magre muskler. Men fedtindholdet er ansvarligt for smagen af tørrede skinker, fordi lipiderne i umættet fedt under hele processen i løbet af 8 til 24 måneder transformeres og genererer aromatiske forbindelser, som giver en nøddeagtig smag.

Til kogte skinker foretrækkes et minimum af fedt. Fedt forhindrer proteiner i at koagulere, hvilket er nødvendigt for at opnå sammenhængende skiver. Desuden foretrækker forbrugeren et produkt uden fedt.

pH

pH har indflydelse på vandbindingsevnen. pH tæt på det isoelektriske punkt reducerer proteinernes evne til at holde på vand, og det påvirker saltkoncentrationen, fugtigheden og a_w . Derfor er det nødvendigt, at skinkerne har en pH-værdi på 5,6-6,0. Ved produktion af tørrede skinker foretrækkes et lavt pH og for kogte skinker et højt pH. For lavt pH kan generere proteolysereaktioner og blød tekstur.

Derudover skal pH være over 5,6 for at have tilstrækkelig vandbindingsevne med henblik på høje teknologiske udbytter. Jo højere pH, jo bedre kan skinken holde saltopløsningen.

Table 2. Kvalitetskrav til saltede, tørrede skinker hhv. kogte skinker

Kvalitetskarakteristik	Saltede og tørrede skinker	Kogte skinker
Råvare	Kort eller lang skinke, med rundskåret svær, med eller uden tå, uden hul i skank	Udbenet, afsværet og affedt
Helhed	Intakt overflade, ingen svær- eller benskader, ingen blødninger	Ingen blødninger
Trimning	Ingen svær- eller skæreskader	Omhyggelig trimning uden rester af ben og fedt
pH	5,6 < pH < 6,0	5,7 < pH < 6,2
Subkutan fedt	> 15 mm	-
IMF	Så højt som muligt	-
Frosne råvarer	OK	Ikke anbefalet
Vægt	> 10 kg	-

Tabel 3. Online-måling af kvalitetsegenskaber

Kvalitetskarakteristik	Vigtighed	Relaterede målbare egenskaber	Online måleudstyr
Helhed	+++	Visuelt tjek af synlige defekter	Visionteknik
Trimning	+++	Visuelt tjek af bearbejdning	Visionteknik
pH	+++	pH er relateret til vandbindings- evne og fiberstruktur samt grupperingerne: PSE ³ og DFD ⁴	pH-meter ⁵ NIR-måling (MQM)
Subkutant fedt	+(+)	Relateret til kød% i hele slagte- kroppen og i skinken Volumen + vægt af slagtekrop	HAM-inspector, MeatMas- terII, Online CT, AutoFOM. Afregningsvægt + 3D-ka- meraer
IMF	+	Relateret til kød% i hele slagte- kroppen og i skinken	HAM-inspector, MeatMas- terII, (Online CT)
Vægt af skinke	+++	Volumen af skinke + vægt af slagtekrop	3D-kameraer før 3-delning, Vægt efter 3-delning

Dataanalyser

Introduktion

CT-skanning af slagtekroppe giver næsten fuld information om den faktiske slagtekrop, hvad angår kød- og fedtindhold samt fordeling. Data er anvendt til at vurdere mulighederne for at etablere onlinemålinger, som kan anvendes til sortering af skinker, enten før slagtekroppene føres i kølerum, altså medens slagtekroppen er hel (foretrækkes), eller efter tredeling.

Subkutant fedt på slagtekroppen

Ved måling af kød% opnås et gennemsnitsmål for kødindholdet i hele slagtekroppen. Det dækker over individuelle variationer, hvor enkelte slagtekroppe kan have federe skinker end forventet vurderet ud fra den gennemsnitlige vurdering af hele kroppen.

Definition af "skinkens fedt-tykkelse"

Den gennemsnitlige tykkelse af spæklaget over hele skinken er et robust referencemål. De enkelte spæktykkelser er bestemt for hver én cm i længde- og tværretningen.

Synlig spæktykkelse

Det tværsnit målt med CT-skanneren, som bedst svarer til tredelingspunktet for henholdsvis lang og kort skinke, er anvendt til at simulere en måling af synligt fedt efter tredeling. Det synlige fedt er defineret som gennemsnitlig fedttykkelse målt med cirka én cm afstand. I figur 1 vises relationen mellem synlig fedt og fedttykkelsen på hele skinken for lange skinker. I figur 2 vises den samme relation for korte skinker. Det fremgår, at det er lettere at vurdere hele skinkens spæktykkelse ved hjælp af synlig spæktykkelse for *korte* skinker end for lange.

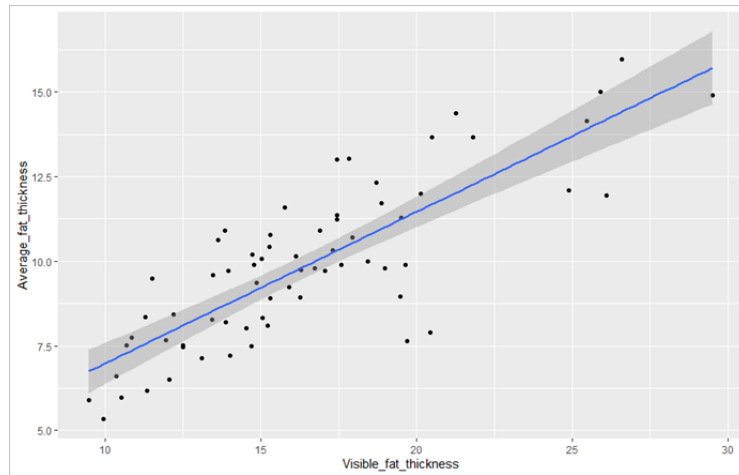
³ PSE: Pale, soft, exudative

⁴ DFD: Dark, firm, dry

⁵ Kravene vedrører "slut-pH", hvilket først indtræffer op til 24 timer efter slagtning, hvilket er efter, de fleste råvarer er håndteret.

Figur 1

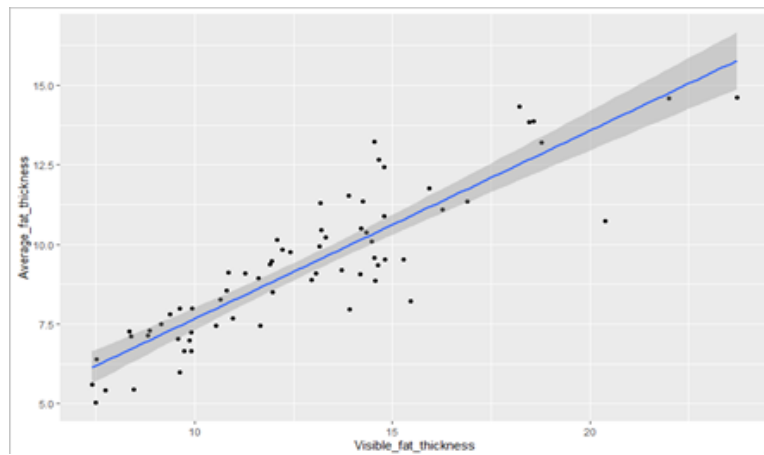
Relation mellem skinke-spæktykkelse og synligt fedt for lange skinker



Lineær relation: Spæktykkelse = 2,49 + 0,45 x synlig fedttykkelse
RMSE = 1,39 mm, $R^2 = 67\%$

Figur 2

Relation mellem skinke-spæktykkelse og synligt fedt for korte skinker



Lineær relation: Spæktykkelse = 1,76 + 0,59 x synlig fedttykkelse
RMSE = 1,11 mm, $R^2 = 78\%$

Tjek af kød%

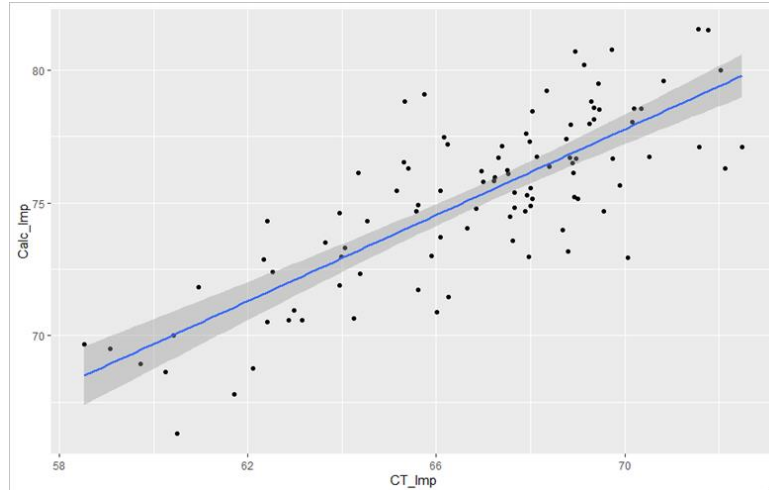
Det skønnes, at op til 2% af kød%-målingerne er så fejlbehæftede, at de påvirker den aktuelle sortering på slagterierne. En alternativ vurdering af kødindholdet kan opnås ved kendskab til slagtekroppens totale volumen og slagtevægten under antagelsen, at volumenet af ben-/knogleandelen er proportionalt med kødvolumenet.

To datasæt af CT-skanninger er anvendt til at beregne totalvolumenet af slagtekroppene. Det første er anvendt til at estimere konstanter, som omsætter volumen til vægt og kød%. Det andet datasæt er anvendt til at validere metoden ved at relatere beregnet kød% med "sand" kød% opnået med CT. Resultatet er vist i figur 3.

I figur 4 er relationen mellem AutoFOM-kød% og "sand" kød% for det samme datasæt (datasæt 2) vist.

Figur 3

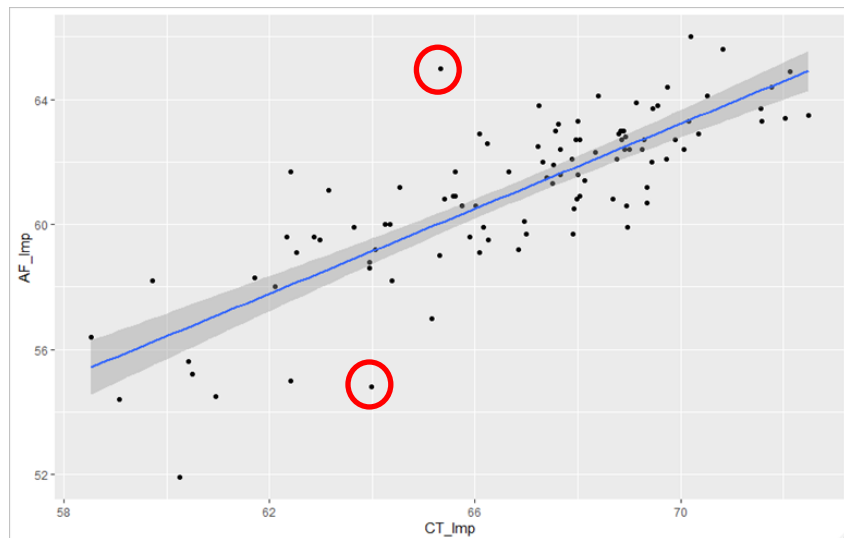
Relation mellem beregnet kød% fra volumen og vægt samt den "sande" kød% bestemt med CT.



Lineær relation: $\text{Kød\%}(\text{volumen, vægt}) = 21,17 + 0,81 \times \text{"sande" kød\%}$
RMSE = 1,97 kød%, $R^2 = 62\%$

Figur 4

Relation mellem AutoFOM-kød% og den "sande" kød% bestemt med CT.



Lineær relation: $\text{Kød\%}(\text{AutoFOM}) = 15,63 + 0,68 \times \text{"sande" kød\%}$
RMSE = 1,54 kød%, $R^2 = 66\%$

Kommentar

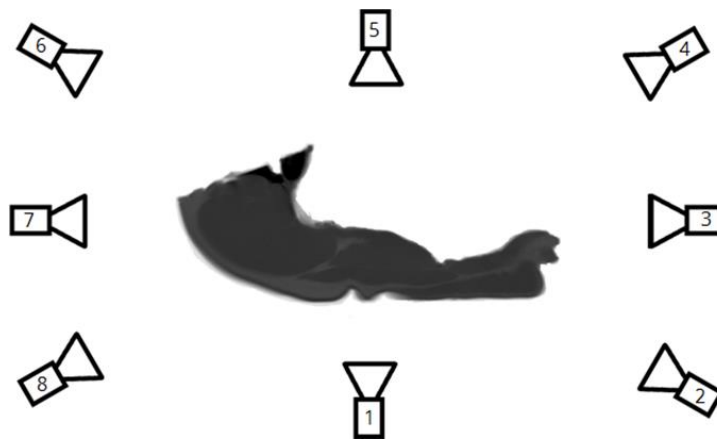
Prediktionsfejlen (RMSE) er større for Volumen-metoden sammenlignet med AutoFOM. De to mærkede AutoFOM-målinger i figur 4 vil muligvis kunne "afsløres" med en ideel volumenmåling. Men der vil også være målinger, som fejlagtigt vil blive markeret.

Online volumenmåling

Ovenstående er baseret på ideel volumenmåling. I praksis kan volumen måles med 3D-kameraer. Simulerede data fra en opstilling med 8 kameraer, se figur 5, er anvendt til at vurdere det nødvendige antal kameraer og præcisionen af målingen.

Figur 5

Skitse af en opstilling af kameraer med henblik på volumenmåling.

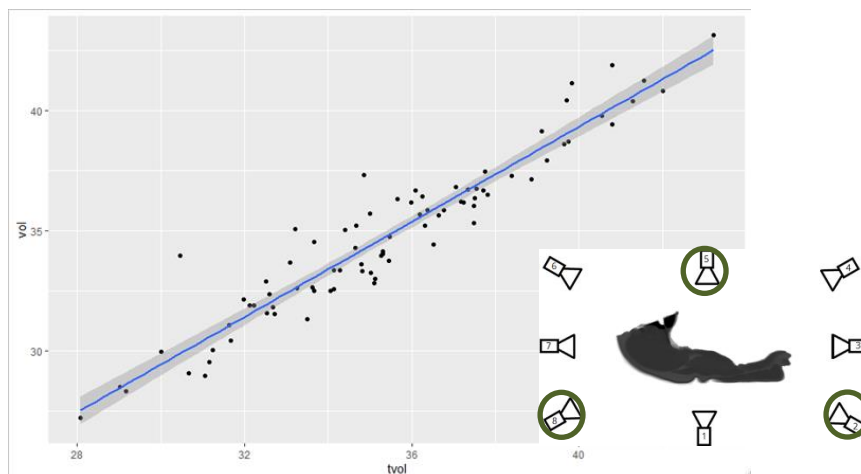


I figur 6 er relationen mellem simuleret volumen med tre kameraer, nr. 2, 5 og 8, og det faktiske volumen vist.

Det vurderes, at det vil være muligt at etablere en kameraopstilling på slagtelinjen, som fastlægger volumen af slagtekroppen med god sikkerhed.

Figur 6

Relation mellem volumen af hele slagtekroppen bestemt med tre 3D-kameraer og det "sande" volumen



Lineær relation: $\text{Online volumen} = -0,22 + 0,99 \times \text{"sand" volumen}$
RMSE = 1,05 , kød% , $R^2 = 91\%$

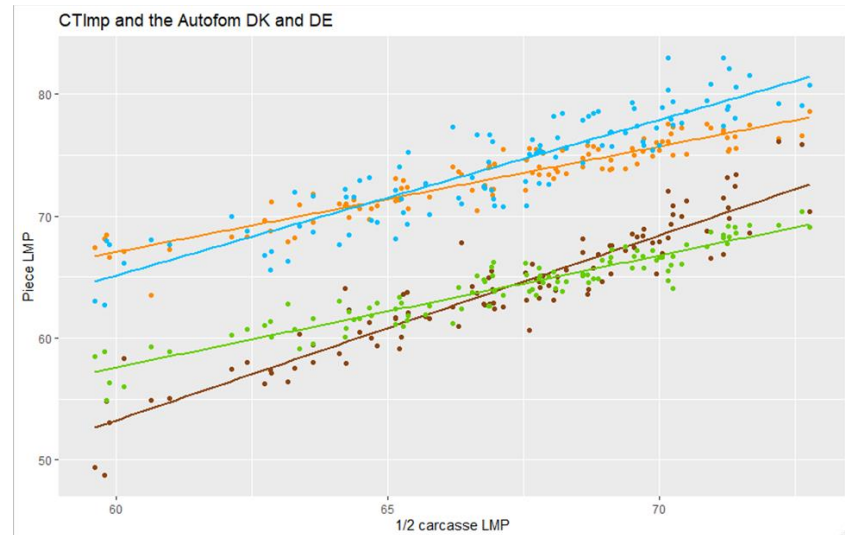
Hvor er fedtet på en slagtekrop?

En supplerende analyse blev udført med henblik på at belyse, hvor fedtet er placeret på slagtekroppe med variende kød%. Datagrundlaget er data fra "firdelte CT-skanninger", hvor kød% i de fire delstykker er kendt tillige med kød% i hele slagtekroppen. Resultatet af analysen er vist i figur 7.

Figur 7

Relationer mellem kød% i delstykker og kød% i hele slagtekroppen (hædningskoefficient)

Blå: kam (1,28)
Orange: skinke (0,87)
Grøn: forende (0,92)
Brun: brystflæsk (1,52)



Kommentar

Kød% i forende og skinke aftager langsommere end kød% i kam og især i brystflæsk med aftagende kød%. Sagt på en anden måde: Når kød%’en aftager, så lagres mest fedt i brystflæsket, som dermed bliver relativt federe end hos magre grise. Skinke-kød%’en aftager med en faktor 0,87, når totalkød% aftager.