

# Kødkvalitet fra Holstein x Dansk Blåkvæg (H x BLÅ) i kvier og tyre



Bachelorprojekt i Agrobiologi - Fødevarevidenskab

Caroline Laura Dam Christensen, 201706144

Vejleder: Margrethe Therkildsen

Medvejleder: Fie Følbæk Gravgaard

31-05-2020

*Titel:*

Kødkvalitet fra Holstein x Dansk Blåkvæg (H x BLÅ) i kvier og tyre

*Titel på engelsk:*

Meat quality from Holstein x Danish Blue (H x BLUE) in heifers and bulls

*Type:*

Bachelor projekt i Agrobiologi (15 ECTS-point) – Fødevarevidenskab

*Afdeling:*

Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer – Differentierede og biofunktionelle fødevarer

*Vejleder:*

Margrethe Therkildsen

*Medvejleder:*

Fie Følbæk Gravgaard

*Afleveringsdato:*

31-05-2020



AARHUS  
UNIVERSITY

## Abstract

In the Danish project, FutureBeefCross, the aim is to minimize the climate impact of calves and create a larger demand for veal by increasing the meat quality through breeding. Therefore the aim of this study was to investigate the meat quality of the crossbreed Holstein x Danish Blue (H x BLUE). 40 animals were tested, 20 heifers and 20 bulls, with samples taken from *M. longissimus thoracis* (LT), to investigate a potential difference in the sexes and if there is a link between the texture of the muscle, measured as Warner-Bratzler shear force (WBSF), and the amount of intramuscular fat (IMF). The meat quality of the crossbreed was good, and results found a significant difference in IMF %, WBSF, cook-loss %, muscle area of fillet, the fat and conformation class between sexes, with heifers having a higher IMF % and a lower WBSF. These results indicate that crossbreed heifers have a better meat quality compared to bulls and they showed no link between IMF % and texture. In addition, the results showed a link between pH and texture.

## Resumé

I projektet FutureBeefCross er målet at løfte den danske slagtekalvssektor gennem avlsarbejde, der skal minimere klimabelastningen af kalvene og øge efterspørgslen på kalvekødet ved at øge kødkvaliteten. Formålet med denne opgave er at undersøge kødkvaliteten af krydsningen Holstein x Dansk Blåkvæg (H x BLÅ). Der blev foretaget målinger på *M. longissimus thoracis* (LT) fra 40 dyr, 20 kvier og 20 tyre for at undersøge sammenhængen mellem mængden af intramuskulært fedt (IMF) og tekstur, målt som Warner-Bratzler shear force (WBSF), samt om der var forskel på kødkvaliteten mellem køn. Der blev foretaget målinger på forskellige slagte- og kødkvalitetskarakteristika, og resultaterne viste, at kødkvaliteten i krydsningen var god. Mellem køn var der signifikant forskel på IMF %, tekstur, kogesvind %, filetareal, slagteform og -fedme, hvor kvierne havde en højere IMF % og en lavere WBSF, hvilket indikerer, at kødkvaliteten er bedre hos krydsningskvierne. Derudover blev der ikke observeret en signifikant sammenhæng mellem IMF og tekstur, men resultaterne viste en sammenhæng mellem pH og tekstur.

## Forord

Dette bachelorprojekt er skrevet som den afsluttende opgave på bacheloruddannelsen Agrobiologi, med linjevalg i Fødevidenskab. Arbejdet har været foretaget på Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer – Differentierede og biofunktionelle fødevarer. Opgaven er skrevet som en underopgave til projektet FutureBeefCross, hvor Margrethe Therkildsen er projektleder. FutureBeefCross har til formål at øge kvaliteten af kød fra miljørigtige krydsningskalve, derfor har formålet med denne opgave været at undersøge kødkvaliteten af krydsningen Holstein x Dansk Blåkvæg.

Projektet er skrevet under vejledning af Margrethe Therkildsen og Fie Følbæk Gravgaard. En stor tak til begge for god vejledning og opbakning i projektets forløb. En speciel tak til Fie for at introducere mig i laboratoriet. En stor tak til alle der tog godt imod mig på instituttet, herunder en stor tak til laboranten Hanne Søndergård Møller for hjælpen i laboratoriet, hvor hun altid var klar med en klud, når der skulle tørres vand op fra gulvet. En tak til Kresten Johansen også for hjælp med de statistiske modeller i R.

Grundet ydre omstændigheder har forløbet været anderledes end oprindeligt planlagt. COVID-19 har været grund til en atypisk periode fra midt marts, som har begrænset adgangen til universitetet, og dermed har det praktiske arbejde i laboratoriet ikke kørt som forventet. Det har ført til, at jeg ikke selv har kunne foretage alle mine målinger, og at der måtte undværes en analyse i projektet.

Derudover har de efterfølgende møder været holdt online, hvilket heldigvis har været muligt og fungeret godt.

## Indholdsfortegnelse

Abstract .....	1
Resumé.....	1
Forord.....	2
Forkortelser .....	5
1. Introduktion .....	6
2. Teori.....	7
2.1 Racerne.....	7
2.1.1 Holstein .....	7
2.1.2 Dansk Blåkvæg .....	7
2.1.3 Krydsningen .....	7
2.2 Kød kvalitet .....	8
2.2.1 Tekstur .....	8
2.2.2 Intramuskulært fedt .....	9
3. Materiale og metode .....	11
3.1 Materiale.....	11
3.1.1 Dyrene.....	11
3.2 Metode.....	11
3.2.1 Filetareal.....	11
3.2.2 Klargøring af prøver.....	12
3.2.3 pH-værdi .....	12
3.2.4 Warner-Bratzler shear force .....	12
3.2.5 Kogesvind .....	13
3.2.6 Intramuskulært fedt .....	13
3.2.7 Statistiske beregninger .....	14
4. Resultater .....	15

4.1	Effekt af køn.....	15
4.2	Slagte- og kødkvalitetkarakteristikas sammenhæng med tekstur.....	16
5.	Diskussion.....	18
5.1	Forskel mellem kvier og tyre.....	18
5.2	Sammenhæng mellem tekstur og slagte- og kødkvalitetskarakteristika .....	20
5.2.1	Sammenhæng mellem tekstur og intramuskulært fedt.....	21
5.2.2	Sammenhæng mellem tekstur og pH .....	22
6.	Konklusion.....	23
7.	Litteraturliste.....	24

## Forkortelser

BB - Belgisk Blåhvid

BLÅ - Dansk Blåkvæg

H - Holstein

IMF - Intramuskulært fedt

LT - *Musculus longissimus thoracis*

WBSF - Warner-Bratzler shear force

## 1. Introduktion

I 2018 blev der i Danmark aflivet 22.000 tyrekalve, fordi efterspørgslen på kalvekød var så lav, at det ikke kunne betale sig for landmændene at fodre dem op til slagting (Mejeriforeningen, 2017). I et projekt hos Aarhus Universitet, kaldet FutureBeefCross, vil man gerne være med til at undgå slagtingen, samt løfte slagtekalvssektoren ved at mindske klimabelastningen fra kalvene og øge efterspørgslen ved at fremme kødkvaliteten (Aarhus Universitet, 2019). Produktionen af kalvene er nødvendig, da malkekvæg skal have en kalv om året for at kunne producere mælk (SEGES, 2016). Ved at inseminere de køer, som ikke skal indgå i det videre avlsarbejde, med sæd fra kødkvæg kan man udnytte kalvene ved at få fremavlet dem til at have en højere nettotilvækst samt bedre klassificeringer (VikingGenetics, 2012). Dette er med til at give højere priser for slagtekroppene ved afregning og dermed en højere indtægt hos landmændene. Dette bachelorprojekt, som er under FutureBeefCross, undersøger derfor krydsningen Holstein x Dansk Blåkvæg (H x BLÅ). Dette gøres ved at undersøge mængden af intramuskulært fedt (IMF) samt teksturen, fordi begge parametre har en indflydelse på, hvordan forbrugerne opfatter kvalitet af oksekød. Mængden af fedt påvirker blandt andet saftighed, mørhed og smag (Corbin et al., 2015), og de er indikeret til at være nogle af de vigtigste aspekter i kvalitetsvurderingen (Grunert, 1997).

Formålet med denne opgave er derfor at undersøge kødkvaliteten af krydsningen H x BLÅ, herunder undersøge sammenhængen mellem mængden af IMF og kødets tekstur, målt som Warner-Bratzler shear force (WBSF), samt eventuelle forskelle i kødkvaliteten mellem køn. I den forbindelse opstilles hypoteserne 1) kødkvaliteten fra H x BLÅ kvier er bedre end for H x BLÅ tyre, og 2) der er statistisk signifikant sammenhæng mellem mængden af IMF og kødets tekstur.



## 2. Teori

### 2.1 Racerne

#### 2.1.1 Holstein

I Danmark er 65 % af malkekøerne af racen Dansk Holstein, som stammer fra Jysk Kvæg, der er blevet krydset med andre importerede sortbrogede racer (SEGES, 2016). Racen er kendt for at have en høj mælkeydelse, og fælles avlsmål for de danske malkeracer er at fremme de egenskaber, som giver en høj mælke- og kødproduktion. Derudover ønsker man at mindske egenskaberne, der kan give høje omkostninger, hvilket i sidste ende fører til den mest produktionsøkonomiske ko (SEGES, 2016). Hos Viking avler man Holstein efter økonomiske, sunde og frugtbare køer, som skal have en høj produktion og et funktionelt eksteriør (VikingGenetics, 2016).

#### 2.1.2 Dansk Blåkvæg

Dansk Blåkvæg er en kødkvægsrace, som har dobbeltmuskulatur, hvilket fører til slagtekroppe med høj muskelfylde sammenlignet med andre kødkvægsracer (Dansk Blåkvæg - Danish Blues, 2019b). Derudover har racen et lavt foderforbrug pr. kg tilvækst, hvilket gør, at den har nogle gode egenskaber til at blive krydset over med malkekvæg (Dansk Blåkvæg - Danish Blues, 2019b). Generelt har dyr med en høj muskelmasse reducerede mængder af IMF (Hocquette et al., 2010), og Albrecht et al. (2006) fandt ingen signifikant ændring i mængden af IMF i Belgisk Blåhvid (BB) ved forskellige slagtealdre (2-24 måneder).

BLÅ stammer fra BB, men i Danmark har man over tid differentieret sig fra racen og ændret på avlsmålene, da man i Danmark ønsker harmoniske dyr, som selv kan kælte (Dansk Blåkvæg - Danish Blues, 2019a). Da der er få studier omkring BLÅ, vil der i denne opgave blive brugt studier omkring BB til sammenligning.

#### 2.1.3 Krydsningen

Anvendelsen af krydsninger imellem malkekvæg og kødkvæg giver gode muligheder i malkekvægsbesætninger, hvor landmanden får højt ydende køer, samtidig med at hans krydsningskalve scorer bedre i klassificeringerne ved slagting, og dermed får han samlet en øget indtægt (VikingGenetics, 2012). Dette har ført til en stigning i anvendelse af sæd fra kødkvæg, og i

Danmark bliver mere end 12 % af malkekøerne insemineret med sæd fra kødkvægstyre, hvoraf den mest anvendte race er Blåkvæg (VikingGenetics, 2018).

## 2.2 Kødkvalitet

Kødkvalitet er et begreb, som dækker over mange forskellige egenskaber, og det kan opfattes forskelligt afhængig af hvor i fødevarekæden, man befinder sig. I Europa havde man før 1975 ikke standardiserede metoder eller definitioner på kødstykkers kvalitet, og derfor kunne man ikke sammenligne det over grænser (Boccard et al., 1981). Efterfølgende blev man enige om, at når kødkvalitet skulle beskrives, skulle det være på baggrund af flere karakteristika. De forskellige karakteristika man som minimum skulle undersøge var farve, mørhed, IMF, saftighed og ultimativ pH (Boccard et al., 1981). Disse faktorer er vigtige, fordi de kan variere meget imellem kødstykker, samtidig med at de kan påvirkes af mange andre faktorer som genetik, håndtering af dyrene og det efterfølgende kød (Boccard et al., 1981). Udover de forskellige karakteristika har man også dannet et klassificerings system i Europa, som bedømmer kreaturenes slagteform og -fedme (Klassificeringskontrollen, 2010). Klassificeringerne foretages efter det europæiske handelsklasseskema, også kendt som EUROP-systemet, hvor klassificeringerne bliver anvendt som grundlag for afregning hos producenterne (Klassificeringskontrollen, 2010).

Det sidste led i fødevarekæden er forbrugerne, og deres opfattelse af kødkvalitet kan påvirkes af mange parametre såsom kultur, pris, oprindelse, næringsværdi osv. (Bekhit et al., 2014). I et studie foretaget af Grunert (1997) indikerede hans fokusgruppe, at de vigtigste aspekter i kødets vurdering var smag, mørhed og saftighed. Monson et al. (2005) observerede senere, at mørheden var et af de vigtigste kriterier for kødkvaliteten, og at forbrugerne var villige til at betale en højere pris for produktet, hvis de var sikret mørhed. Corbin et al. (2015) observerede, at accepteringen af mørheden var lavere end tidligere, hvilket de forklarede med en ændring i forbrugernes præference, fordi der nu er mere mørkt kød tilgængeligt på markedet.

### 2.2.1 Tekstur

Teksturen af en filet er et udtryk for hårdheden, hvor en lav hårdhed forbindes med en god tekstur, og vil i denne opgave være et udtryk for et mørkt stykke kød. Mørhed er en af de karakteristika, som man undersøger, når man skal vurdere kødkvaliteten, da det har stor betydning for forbrugernes

opfattelse af kvalitet. Der er mange forskellige faktorer, der kan påvirke mørheden helt fra undfangelsen til indtagelse, og Maltin et al. (2003) konkluderede, at *post mortem* faktorer som temperatur, pH-værdi, proteolyse og sacromerlængde var nogle af dem, som kunne påvirke teksturen mest. Fodersammensætning, race, stress og muskeltype er andre faktorer, som også kan have indflydelse på teksturen (Bekhit et al., 2014).

Teksturmålinger foretages på baggrund af, at man gerne vil have et mål for mørheden af en muskel. Ofte anvendes instrumentelle metoder, som kan estimere de fysiske egenskaber for kødet, og det vil typisk korrelere med et sensorisk panel, selvom det ikke giver det komplette billede af mørheden (Boccard et al., 1981). Dette gøres ved at måle kødstykkets hårdhed, hvilket kan gøres på forskellige måder. WBSF er en af de maskiner, hvor man kan efterligne de kræfter, der findes ved et bid og efterfølgende tygning (Honikel, 1998). Den maksimale kræft, udtrykt i newton (N), giver et udtryk for, hvor hård prøven er (Boccard et al., 1981), hvor en lav hårdhed er et udtryk for mørhed. Platter et al. (2003) fandt en moderat korrelation imellem forbrugernes mørheds vurderinger og WBSF-værdierne. Keady et al. (2017) observerede en negativ association mellem den målte WBSF-værdi og det trænedes sensoriske panel. Dette indikerer, at man ikke altid kan anvende WBSF som en troværdig indikator for mørhed eller som et udtryk for, hvordan mørheden opfattes hos forbrugerne. Selvom der er observeret forskellige sammenhænge mellem WBSF-værdier og sensoriske undersøgelser, så anvendes WBSF-værdien ofte alligevel som indikator for mørheden, fordi den er billigere at måle.

Miller et al. (2001) fandt at overgangen fra en mør til en sej bøf lå mellem 4,3 til 4,9 kg, målt som WBSF, svarende til 43 til 49 N, og i dette interval blev mørheden accepteret af 86 % af forbrugerne. Hvis værdien blev sænket til 4,0 kg (40 N), fandt de ud af, at der ville være 94 % af forbrugerne, som ville acceptere mørheden (Miller et al., 2001). I et senere studie fandt Corbin et al. (2015) en variation af, hvor accepteret mørheden var i tilberedte kødstykker, med  $WBSF < 33$  N, hvor forbrugerne i højere grad accepterede mørheden af kød med højere marmoringsgrad.

### 2.2.2 Intramuskulært fedt

En anden karakteristika, som er vigtig for den samlede kødkvalitet, er det intramuskulære fedt (IMF). Det er det fedt, der findes inden i skeletmuskulaturen, hvilket også kan beskrives som et kødstykkets marmorering (Albrecht et al., 2006). Det ses typisk som hvide streger eller prikker, og det skyldes, at musklerne opbevarer triacylglycerol i adipocytterne i muskelvævet (Guo and

Dalrymple, 2017). Mængden af IMF kan variere meget, afhængig af hvilken race man vælger, og selv indenfor samme race og individ er der variation, afhængig af hvilke muskler og udskæringer der undersøges (Hocquette et al., 2010).

Afsætningen af fedt i musklerne er afhængig af balancen mellem optag, nedbrydning og syntesen af triacylglyceroler, og kan påvirkes af mange faktorer som race, genotype, vækstrate, alder, køn og ernæring (Hocquette et al., 2010). Ved anvendelse af de informationer i produktionen vil man sandsynligvis, kunne manipulere med mængden af IMF i dyrene og øge det. Dette kan blandt gøres ved at slagte ældre dyr, da der ofte er et højere indhold af IMF i dyr med en højere slagtealder, fordi der generelt aflejres mere fedt med alderen (Hocquette et al., 2010). I et studie lavet af Cafferky et al. (2019) fandt de, at farracen har en signifikant betydning for mængden af IMF, hvilket bekræfter, at racen har en indflydelse på fedtindholdet i kødet. Køn har også en betydning for fedtaflejring i kvæg, og ofte er mængden af fedt i kvier og stude større, og derfor har de højere mængder af IMF sammenlignet med tyre (Therkildsen et al., 2017).

Udover at mængden af IMF kan påvirkes af mange forskellige faktorer, så kan mængden af fedt også påvirke forskellige kødkvalitetskaraktistika i en muskel, som har betydning for kvaliteten af den. Corbin et al. (2015) har undersøgt kødstykker med samme mørhedsgrad, men med forskellige marmoreringer, og deres resultater indikerede, at fedtindholdet spiller en stor rolle, når det gælder de tre accepteringsfaktorer mørhed, saftighed og smag. De vurderede, at det var svært kun at måle på en af disse parametre uden at tage de andre i betragtning, fordi de har en stor indbyrdes sammenhæng (Corbin et al., 2015). Det er dog vigtigt at tage højde for, hvad forbrugerne ønsker, når man skal tilrettelægge ens kødproduktion, fordi de kan variere meget fra land til land. I Europa foretrækker man generelt mere magert kød (Park et al., 2018), hvilket gør et lavt indhold af IMF mere attraktivt. Derfor er der også forskel på, hvordan kvæg opdrættes og fodres, og der kan observeres en stor variation i mængden af IMF imellem dyr produceret i forskellige lande (Hocquette et al., 2010).

### 3. Materiale og metode

#### 3.1 Materiale

##### 3.1.1 Dyrene

Der blev foretaget målinger på 40 dyr af kvægkrydsningen H x BLÅ fordelt på 20 kvier og 20 tyre. Dyrene blev avlet ud fra avlsplaner lavet af VikingGenetics og opdrættet på Tranbjerg Østergaard hos Kristian Sørensen. Opstaldningen på gården bestod af tre anlæg, som hvert dækkede 2 stier af 23 kalve med seks tildelte foderkasser i hvert anlæg. Fodersammensætningen bestod af en hjemmeblanding, som indeholdt en blanding af hjemmedyrket korn, cellevægsblanding og Kalve T, som blev leveret af Hedegaard, og foderblandingen blev oprettet og tilrettet af landmanden selv. Alle dyr blev slagtet og udskåret hos Danish Crown i Holsted i perioden september 2019 til februar 2020, hvor slagteform og -fedme blev vurderet ud fra EUROP-klassificeringerne. En oversigt over slagtekarakteristika for dyrene er præsenteret i tabel 1.

Tabel 1: Oversigt over slagtekarakteristika for dyrene. Angivet er gennemsnit  $\pm$  standardafvigelse.

<b>Slagtealder</b> (dage)	279 $\pm$ 17
<b>Slagtevægt</b> (kg)	210,3 $\pm$ 14,1
<b>Slagteform</b> EUROP-klassificering	7,60 $\pm$ 1,19
<b>Slagtefedme</b> EUROP-klassificering	2,75 $\pm$ 0,44

Udskæringen som blev anvendt, var fra tykkammen, hvor der blev udskåret et kødstykke svarende til to ribben (minimum 7 cm og uden ben). Fra tykkammen blev musklen *Musculus longissimus thoracis* (LT) anvendt til målingerne, efter udskæringen havde modnet i 72 timer.

#### 3.2 Metode

##### 3.2.1 Filetareal

Inden modning blev der taget et billede af hele udskæringen fra slagteriet. Udskæringen blev lagt på en hvid bakke, med et målebånd placeret ved siden af, vist på figur 1. Billedet blev anvendt til at udregne filetarealet, foretaget med computeranalyseprogrammet til billeder IamgeJ Version 1.52u.



Figur 1: Udskæring med korrekt placering af målebånd, til udregning af filetareal.

### 3.2.2 Klargøring af prøver

Efter modning blev LT skåret ud fra tykkammen. Fra fileten blev der afskåret en skive på cirka 1 cm fra enden, der vendte mod halen. Skiven bloomede i 30 minutter, og blev derefter vakuumpakket og nedfrosset ved -18 °C, som senere blev anvendt til IMF-målingerne. Fra resterende filet blev der fra samme ende afskåret et stykke på omkring 5 cm, som blev brugt til WBSF-målingerne.

### 3.2.3 pH-værdi

Inden det afskårne stykke filet blev anvendt til WBSF-målingerne, blev der foretaget pH-målinger på det. pH-værdien blev målt i hver side af kødstykket (ikke for langt ude mod kanten) og aflæst, når værdien var stabil. pH-meteret blev skyllet i milli-Q vand og aftørret inden måling på et nyt filetstykke. Til målingerne blev der anvendt en spydspids elektrode og et pH-meter 826 pH Mobile fra Metrohm, produceret i Schweiz. Inden anvendelse blev der kalibreret med buffer opløsninger på 4,01 og 7,00 pH, produceret af Hach Lange GMBH i Tyskland.

### 3.2.4 Warner-Bratzler shear force

Efter klargøringen af fileterne blev de afvejet, vakuumpakket og lagt i vandbad i cirka 10 minutter ved 4 °C. Dette blev gjort for at sikre, at alle prøver som udgangspunkt havde opnået den samme kerntemperatur. Herefter blev de overført til et varmebad på 62 °C, hvor de blev varmebehandlet i 60 minutter. Efterfølgende blev prøverne kølet ned i vandbadet på 4 °C i 30 min. Inden målingerne blev filetstykkerne skyllet, efterfulgt af aftørring med papir for at fjerne overfladesmuds dannet ved tilberedningen. Herefter blev prøverne afvejet igen og opbevaret på køl (5 °C), indtil de blev skåret ud til teksturanalyse. Udskæringerne til teksturanalysen blev foretaget



Figur 2: Udskæring til teksturmåling.

ved først at identificere fiberretningen, herefter blev der skåret fire skiver á 1 cm på langs med fiberretninger, på en pålægsmaskine fra Krups electronic. Efterfølgende blev der fra hver kødskive udskåret en kødstrimmel, med en dobbeltskalpel, vist nederst i højre hjørne på figur 2, på langs med fiberretningen og med en bredde på 1 cm. Dermed var der 4 prøver af 1x1 cm fra hele fileten, som der blev foretaget teksturmålinger på med en Warner-Bratzler Shear Force FTC, TMS-Touch fra

Food Technology Corporation, produceret i USA, vist på figur 3. Hastigheden var sat til 25 mm/min, og klingerne der blev anvendt, var en plade med et firkantet hul med en bredde på 1 cm. De anvendte resultater var et gennemsnit af de 4 replikater.

### 3.2.5 Kogesvind

Det blev foretaget to afvejninger af fileten i forbindelse med WBSF-klargøringen (se afsnit 3.2.4), som blev anvendt til beregning af kogesvindet.

Kogesvind % blev udregnet med formlen:

$$\frac{(Vægt \text{ efter tilberedning} - vægt \text{ før tilberedning})}{Vægt \text{ før tilberedning}} * 100.$$

### 3.2.6 Intramuskulært fedt

Klargøringen af prøverne startede med optøning ved stuetemperatur, hvorefter de blev eftersat og afpudset for sener og intermuskulært fedt.

Kødskiverne blev udskåret i mindre stykker, inden de kom i minihakkeren

Speedy Pro fra Krups electronic, og blev hakket til en ensartet masse. Det hakkede kød blev overført til 50 mL centrifugerør og opbevaret på køl (5 °C) i op til 48 timer, indtil analysen blev foretaget. Der blev anvendt omkring 10 gram kød til IMF-analysen, hvor det hakkede kød først kom i Hydrothermen, hvor prøvematerialet blev opsamlet i filtre, som skulle tørre i varmeskab (100 °C) i en time ca., indtil de var tørre. Ekstraktionsbægre blev afvejet, og efterfølgende kom prøvematerialet i dem, og blev kørt igennem Soxthermen, hvorefter de stod og dampede af i stinkskab. Efter afdampning blev bægerne overført til varmeskab for at sikre, at der kun var fedt tilbage, og til sidst blev de tørret i eksikator og derefter afvejet igen.

$$\text{IMF \% blev udregnet med formlen: } \frac{(Vægt \text{ af bæger efter analyse} - vægt \text{ af bæger før analyse})}{Vægt \text{ af prøven}} * 100.$$



Figur 3: Warner-Bratzler shear force fra Food Technology Corporation.

### 3.2.6.1 HYDROTHERM

Hydrothermen hydrolyserede kødprøverne ved at koge dem i 4 M saltsyre (HCl, 37 %), produceret af Fischer Scientific i UK, og derefter fortyndet og rensat med demineraliseret vand. Manualen (Operating instructions, HYDROTHERM HT6 ver. 2.2. 121, 9, en\_GB) blev fulgt (afsnit 7), hvor det afvejede kød blev overført til maskinens bæger, og der blev sat filtre i. I forsøget blev der anvendt to kaffefiltre per prøve. Hydrothermen var fra C. Gerhardt Analytical Systems, produceret i Tyskland, vist på figur 4, og til maskinen blev computerprogrammet C. Gerhardt HYDROTHERM Manager – V2.3.121.121 anvendt.



Figur 4: Hydrotherm fra C. Gerhardt Analytical Systems, tilkoblet til beholdere.

### 3.2.6.2 SOXTHERM

Soxthermen blev brugt til ekstrahering af fedt efter hydrolysen. Manualen (Soxtherm Multistat / SX PC, Sox 4xx, 16. Jan. 2009\_GB) blev fulgt (afsnit 9), hvor der blev anvendt 100 mL petroleumsæter som opløsningsmiddel, produceret af Fischer Scientific i UK. Pimpstenene var produceret af VWR International bvba i Belgien. Soxtherm maskinen var fra C. Gerhardt Analytical Systems, produceret i Tyskland, vist på figur 5, og til maskinen blev computerprogrammet C. Gerhardt SOXTHERM Manager v2.26.8 anvendt.



Figur 5: Soxtherm fra C. Gerhardt Analytical Systems.

### 3.2.7 Statistiske beregninger

Analyse af data blev foretaget med programmet R, version 3.5.2 (2018-12-20), hvor pakken R commander (Rcmdr) blev anvendt. Data blev analyseret ved brug af envejs-ANOVA og udregning af kovarians ved brug af lineære modeller med køn som en fixeret effekt.

Figureerne blev lavet i Microsoft® Excel® til Office 365, version 1908.



## 4. Resultater

I de 40 analyserede dyr, var der blandt kvierne en outlier for teksturmålingen, fordi WBSF-værdien var højere end tre standardafvigelser fra gennemsnittet ( $89,7 \text{ N} > 43,1 \pm 21 \text{ N}$ ). Outlieren blev fjernet fra analysen, dog blev de andre målinger fra kvien anvendt ved sammenligning mellem køn.

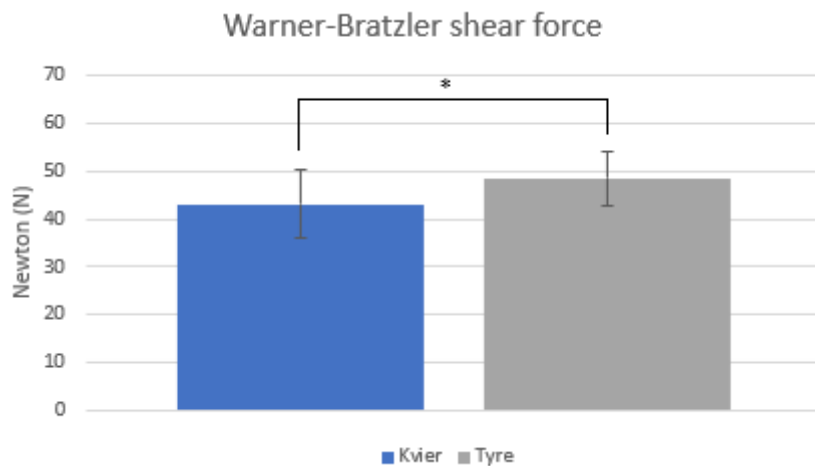
### 4.1 Effekt af køn

Slagte- og kødkvalitetskaraktistika for dyrene er præsenteret i tabel 2. Slagte kvaliteten viste, at der var signifikant forskel på slagteform- og fedme mellem køn, hvor slagteformen var lavest for kvierne, og slagtefedmen var lavest for tyrene. Der blev ikke observeret en signifikant forskel på slagtealder og -vægt. Kødkvalitetskaraktistikaene viste, at der var signifikant forskel på kogesvind % og filetareal mellem køn, hvor det lavere filetareal hos kvierne stemmer overens med, at de havde den mindste slagteform. Der blev ikke observeret en signifikant forskel på pH-værdi mellem kvier og tyre.

Tabel 2: Oversigt over slagte- og kødkvalitetskaraktistika afhængig af køn. Angivet er gennemsnit  $\pm$  standardafvigelse. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

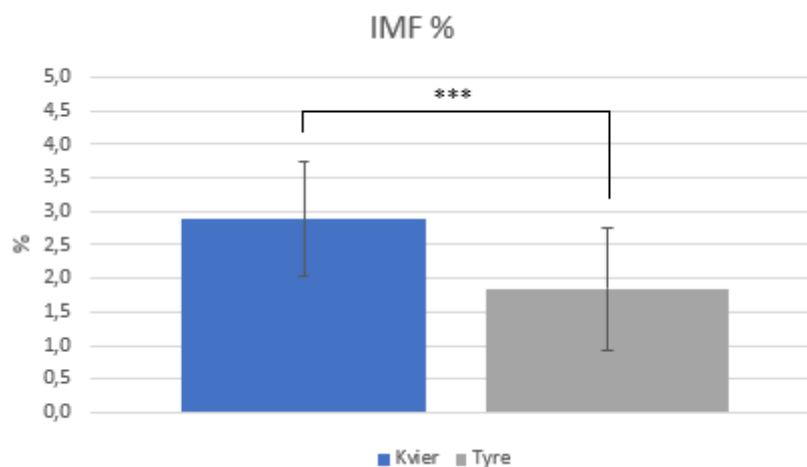
	<b>Kvier</b>	<b>Tyre</b>
<b>Antal dyr</b>	20	20
<b>Slagtealder (dage)</b>	$280 \pm 18$	$278 \pm 16$
<b>Slagtevægt (kg)</b>	$206,2 \pm 13,7$	$214,5 \pm 14,0$
<b>Slagteform *</b> EUROP-klassificering	$7,23 \pm 1,00$	$7,98 \pm 1,31$
<b>Slagtefedme **</b> EUROP-klassificering	$2,95 \pm 0,22$	$2,55 \pm 0,51$
<b>pH-værdi</b>	$5,62 \pm 0,07$	$5,64 \pm 0,04$
<b>Kogesvind % *</b>	$9,90 \pm 1,56$	$11,76 \pm 2,82$
<b>Filetareal (cm<sup>2</sup>) *</b>	$59,79 \pm 8,71$	$68,92 \pm 12,94$

Teksturen af fileten i kvier og tyre, målt som WBSF, er vist på figur 6. Der blev observeret en signifikant forskel mellem køn, hvor kvierne havde lavere WBSF-værdier.



Figur 6: Gennemsnit og standardafvigelse for Warner-Bratzler shear force (WBSF) i hhv. kvier og tyre. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

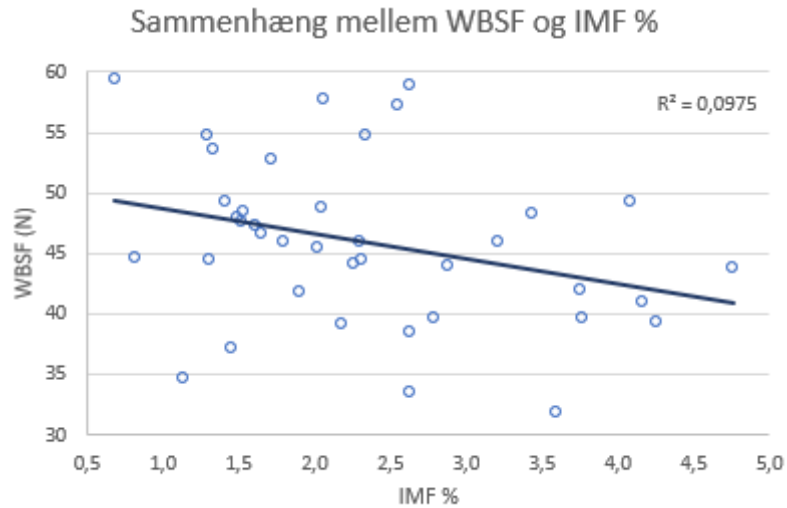
Mængden af IMF i fileter fra kvier og tyre er vist på figur 7. Der blev observeret signifikant forskel på mængden mellem køn, hvor kvierne havde en højere IMF %. Dette stemmer overens med den observerede slagtefedme, som også var signifikant højere hos kvierne.



Figur 7: Gennemsnit og standardafvigelse for intramuskulær fedt (IMF) % i hhv. kvier og tyre. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

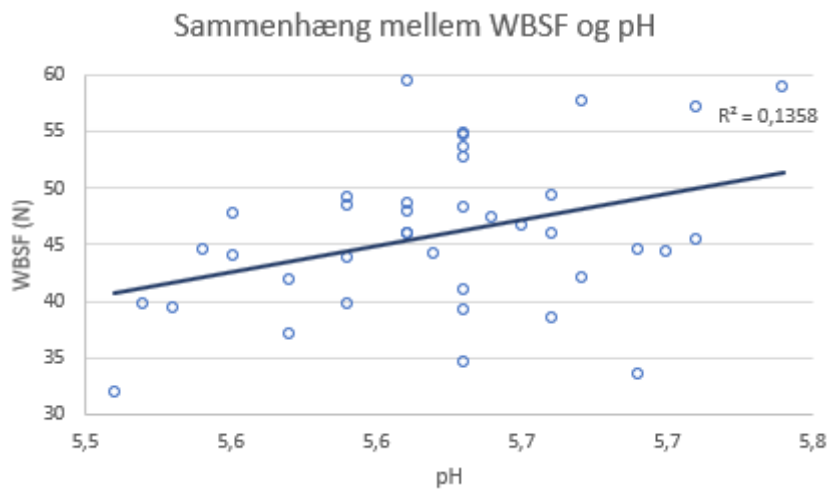
#### 4.2 Slagte- og kødkvalitetkarakteristikens sammenhæng med tekstur

Sammenhængen mellem tekstur, målt som WBSF, og IMF %, er vist på figur 8. Der blev ikke fundet en signifikant sammenhæng mellem de to egenskaber ( $p = 0,39$ ).



Figur 8: Lineær regression imellem Warner-Bratzler shear force (WBSF) og intramuskulær fedt (IMF) %.

Sammenhængen mellem WBSF og de andre målte karakteristika blev også undersøgt. Beregningerne viste en signifikant sammenhæng mellem pH og WBSF ( $p = 0,033$ ,  $R^2 = 0,14$ ), vist på figur 9. Fileter med en lav pH-værdi blev observeret til at have en lav WBSF. Der blev ikke fundet en sammenhæng imellem kogesvind %, filetareal, slagteform, -fedme, -alder og -vægt og WBSF.



Figur 9: Lineær regression imellem Warner-Bratzler shear force (WBSF) og pH.

## 5. Diskussion

### 5.1 Forskel mellem kvier og tyre

Resultaterne viste, at der var signifikant forskel på nogle af slagte- og kødkvalitetskarakteristikaene mellem køn. Der blev observeret en signifikant forskel på WBSF, IMF %, kogesvind %, filetareal, slagteform og -fedme. Det må antages, at resultaterne er uafhængige af slagtealder og -vægt, da der ikke var en signifikant forskel mellem køn ved slagtning.

BLÅ har en høj muskelmasse (Dansk Blåkvæg - Danish Blues, 2019b), hvilket i kvæg associeres med lavere mængder af fedt i slagtekroppen og dermed også mindre IMF (Hocquette et al., 2010). De lavere mængder af fedt i slagtekroppen er også observeret i forsøget, hvor slagtefedmen ligger mellem klassificeringerne 2 og 3, hvor 2 er ringe, og 3 er normalt talgdække (Klassificeringskontrollen, 2010). I forsøget blev det observeret, at kvierne havde en højere IMF % samtidig med, at de også havde en højere slagtefedme. Det er dog tidligere blevet indikeret, at fedmeklassificeringen ikke kan anvendes til forudsigelse af IMF i musklerne (Weglarz, 2010).

Cafferky et al. (2019) observerede, at krydsninger med BB var dem med den laveste IMF % (1,7 %) sammenlignet med andre krydsninger, hvor Angus havde den højeste (2,8 %). I vores forsøg ligger IMF % indenfor dette interval med et gennemsnit på 2,4 %. Forskellen mellem deres observation på BB og vores kan skyldes, at der er blevet anvendt forskellige krydsninger. Vores forsøg anvendte H x BLÅ, hvor Cafferky et al. (2019) anvendte køer, der bliver brugt til kødproduktionen krydset med BB. Dette kan have haft indflydelse på, at vi har observeret højere mængder IMF, fordi vores forsøg anvendte malkekvæg og ikke kødkvæg som morracen, hvor den høje muskelmasse hos kødkvæg kan føre til reduceret IMF (Hocquette et al., 2010). Forskellen kan også skyldes forskellige fodersammensætninger og management eller, at målingerne ikke er foretaget på samme sted fra musklen, hvor vores forsøg målte på LT, og Cafferky et al. (2019) målte på *M. longissimus thoracis et lumborum*. Selvom IMF % ikke er observeret høj i BLÅ og BB sammenlignet med andre kvægracer, er det ikke nødvendigvis negativt, da de europæiske forbrugere foretrækker mere magert kød (Park et al., 2018).

Resultaterne viste, at IMF % i kvierne er omkring 1 % højere end tyrene. Det er plausibelt, at forskellen skyldes køn, fordi dyrene er blevet opfostret ens, mht. foder og management, samt at de har haft samme alder og vægt ved slagtning. Hocquette et al. (2011) fandt i sit forsøg, at smag og mængden af IMF kun var positivt korreleret, når IMF lå i intervallet omkring 10 mg/g - 25 mg/g (~ 1 - 2,5 %). Fileternes IMF % fra vores forsøg lå omkring intervallet, og derfor ville der ved en

sensorisk analyse sandsynligvis blive observeret en forskel i smag mellem køn. Det er dog ikke sikkert, at forskellen ville kunne detekteres af forbrugere. Udover at IMF kan påvirke smagen, så fandt Wood et al. (2008), at mængden af IMF i en muskel også ofte har betydning for mørheden og saftigheden af den tilberedte filet. Tilsvarende fandt Choi et al. (2019) en positiv korrelation imellem marmoringsgraden af en filet og de sensoriske kvalitetsparametre mørhed, saftighed og smag. Derudfra kunne man forvente, at muskler med lavere mængder af IMF havde mindre smag, samt var mindre møre og saftige, hvilket forringer kødkvaliteten, fordi de er nogle af de egenskaber, som påvirker accepteringen af kvaliteten mest (Monson et al., 2005). Dog er forskellene i slagte- og kødkvalitetskaraktistikaene mellem køn ikke så store i vores forsøg, hvilket kan have betydning for, om forbrugere ville kunne opfatte de forskelle, som er blevet målt.

I vores forsøg blev kvierne observeret til at have den laveste WBSF-værdi i gennemsnit. Cafferky et al. (2019) observerede en signifikant forskel på IMF %, WBSF og kogesvind mellem køn, hvor der blev målt på stude og tyre. Weglarz (2010) observerede også en signifikant forskel på mørhed i kvier og tyre, hvor kvierne var mest møre. Weglarz (2010) forklarer forskellen med kviernes højere niveau af IMF og deres lavere diameter af muskelfibrene. Overgangen fra en mør til en sej bøf er tidligere blevet observeret til at ligge mellem 43-49 N, og at der vil være en 96 % accept af mørheden ved WBSF < 40 N (Miller et al., 2001). Resultaterne i dette forsøg ligger i overgangen mellem en mør og en sej bøf, hvilket gør at værdierne ligger på grænsen i forhold til, hvad forbrugere ville acceptere som mørt nok. Det anvendte kød har dog kun modnet i 72 timer, hvilket blev gjort for at opnå den største forskel mellem dyrene, men Monson et al. (2005) observerede en signifikant forskel i opfattelsen af mørhed ved 1, 3 og 7 dages modning. Proteolysen, som også har en betydning for mørheden, finder ofte først sted 3 til 14 dage *post mortem* (Maltin et al., 2003). Derfor ville en længere modning, kunne have ført til et lavere gennemsnit for WBSF (< 40 N), hvilket ville have sikret en højere accept hos forbrugerne, og krydsningen ville dermed have opnået en tilfredsstillende mørhed.

Ud fra resultaterne er det observeret, at kød fra kvier adskiller sig fra kød fra tyre. I kvierne blev der observeret en højere IMF %, en lavere WBSF-værdi, lavere kogesvind og mindre filetareal, som tyder på, at det vil være fordelagtigt at vælge kød fra kvier frem for tyre, når man kigger på spisekvalitetssegenskaber. Tidligere studier har også vist, at kvier er mere saftige, og har en bedre sensorisk kvalitet end tyre, samtidig med at deres kød opfattes mere mørt (Venkata Reddy et al., 2015). Hvis man i fremtiden vil forbedre spisekvaliteten af tyre, kunne kastrering være en mulighed. Ved kastrering af tyre er det tidligere blevet observeret, at det kan have en signifikant

effekt på nogle af spisekvalitetssegenskaberne, da det er blevet indikeret, at stude havde mere mørt og saftigt kød sammenlignet med tyre (Cafferky et al., 2019). Dette indikerer, at køn har en effekt på spisekvaliteten af kød.

## 5.2 Sammenhæng mellem tekstur og slagte- og kødkvalitetskarakteristika

Resultaterne viste en signifikant sammenhæng mellem tekstur, målt som WBSF, og pH. Der blev ikke fundet en signifikant sammenhæng mellem teksturen og IMF %, kogesvind, filetareal, slagteform, -alder, -vægt og -fedme. Forsøget har derfor ikke kunne bekræfte, at man kan bruge nogle af slagte- og kødkvalitetskarakteristikaene til at forklare WBSF i en filet. Dette kan skyldes for lidt dyremateriale, hvilket gør, at dataet ikke er repræsentativt nok.

BLÅ har en høj kødprocent på grund af dobbeltmuskulaturen (Dansk Blåkvæg - Danish Blues, 2019b), hvilket fører til gode klassificeringer ved afregning af slagtekroppen. I tidligere studier er der blevet undersøgt for sammenhænge mellem kødkvalitetskarakteristika og slagtekarakteristika. Bonny et al. (2016) observerede en sammenhæng mellem EUROP-klassificeringer og MQ4, som var en kombination af de sensoriske egenskaber mørhed, saftighed, hvor godt forbrugerne kunne lide smagen og kødet overordnet, i to muskler (*M. gluteus medius* og *M. longissimus thoracis et lumborum*) ud af 17. Det samme blev observeret for fedmeklassificeringerne, hvor der i tre muskler (*M. biceps femoris*, *M. gluteus medius* og *M. psoas major*) ud af 17 blev fundet en sammenhæng mellem talgdækket og mørheden, dog blev mørheden forklaret helt, når marmoringsgraden blev taget med i betragtningen. De observerede ingen sammenhænge mellem fedmeklassificeringen i de andre muskler og de andre sensoriske egenskaber (saftighed, hvor godt forbrugerne kunne lide smagen og kødet overordnet). Guzek et al. (2016) konkluderede også, at forskelle i form- og fedmeklassificeringen hos dyrene ikke påvirkede kødkvaliteten i sådan en grad, at det blev opfattet hos forbrugerne. Derfor kunne det i fremtiden være relevant at overveje, om der skulle ændres på det europæiske handelsklasseskema, da den klassificering der bliver afregnet efter nu, kun tager højde for muskelfylden og ikke spisekvaliteten af musklerne. Ved at opdrætte BLÅ i produktionen sikrer man en høj afregning ved slagtning, men hvis producenterne skal øge spisekvaliteten af kødet, så kræver det ekstra arbejde, og det vil kræve, at der kom en ekstra afregning før, at det vil kunne betale sig for dem. Det kunne være en ekstra afregning i form af et tillæg til EUROP-klassificeringen, hvis spisekvaliteten var over en vis standard. Den ekstra afregning ville gå til det ekstra arbejde, der vil blive gjort for at undersøge

hvilke racer eller krydsninger, der ville være mest attraktive til formålet. Herunder kunne det være at finde den helt rette mængde af IMF eller finde ud af hvilke parametre, der påvirker mørheden mest og tage højde for dem i sin produktion.

Der er også blevet undersøgt for sammenhænge mellem tekstur og kogesvind, hvor Cafferky et al. (2019) og Silva et al. (1999) begge observerede en positiv korrelation imellem kogesvind % og WBSF. I vores forsøg blev der ikke observeret en sammenhæng imellem de to kødkvalitetskarakteristika, men resultaterne strider ikke imod, hvad der tidligere er blevet observeret, da tyrene havde den højeste kogesvind % samt den højeste WBSF-værdi i gennemsnit.

### 5.2.1 Sammenhæng mellem tekstur og intramuskulært fedt

Resultaterne viste ingen sammenhæng mellem tekturen, målt som WBSF, og IMF % i dyrene. Dette kan skyldes det lille dyremateriale på 40 dyr, hvor dyrene har været meget ens ved slagtning. Derudover er der kun blevet foretaget målinger på LT i krydsningen H x BLÅ, hvor der ved inddragelse af andre krydsninger, muskler eller et større dyremateriale ville kunne komme noget mere variation i datasættet. Christensen et al. (2011) observerede en signifikant effekt af race i IMF-indholdet, hvor der blev undersøgt 15 forskellige europæiske racer. Ved at øge antallet af racer ville man med større sikkerhed kunne sige, om der er eller ikke er, en sammenhæng imellem tekturen og IMF %. Choi et al. (2019) observerede en positiv korrelation imellem mørhedsegenskaber af tilberedt oksekød og IMF-indhold. Cafferky et al. (2019), Platter et al. (2003) og Christensen et al. (2011) observerede alle en negativ korrelation imellem WBSF og IMF, hvor et højt fedtindhold blev associeret med en lav WBSF. Hocquette et al. (2010) opsummerede, at der i kvæg var en gennemsnitlig positiv korrelation imellem IMF og mørhed, samt en negativ korrelation mellem IMF og WBSF. Silva et al. (1999) observerede, ligesom i vores forsøg, ingen korrelation imellem IMF og mørhed. Wood et al. (2008) opsummerede, at mængden af IMF i en muskel ofte har betydning for mørheden og saftigheden af en tilberedt filet, men at styrken af sammenhængen varierer mellem studier. Sammenhængene kan være påvirket af, om der blev lavet objektive målinger, som WBSF eller sensorisk analyse, eller om der blev anvendt et forbrugerpanel, som er subjektive. Et forbrugerpanel kan påvirkes af mange egenskaber i en bøf, og hvis de skal bedømme mørheden, er det ikke sikkert, at de kan adskille egenskaberne fra hinanden, som fx mørhed og saftighed. Corbin et al. (2015) observerede, at fileter med højere marmorering blev accepteret mere af forbrugerne, selvom de havde reduceret variationen af WBSF. Corbin et al. (2015) observerede også en

korrelation mellem mørhed og fedtprocent, samt korrelationer mellem saftighed, smag og mørhed og saftighed, smag og fedtprocent. Resultaterne indikerer, at fedtindholdet påvirker de tre kødkvalitetsegenskaber, som ofte er indbyrdes afhængige, og derfor vil et forbrugerpanel kunne have svært ved at vurdere mørheden selvstændigt. Derfor kan mængden af IMF påvirke hvordan spisekvaliteten, herunder mørheden, opfattes af et forbrugerpanel, og sammenhængen kan derfor observeres til at være forskellig. Derudover har forbrugere ofte forskellige indtryk af, hvad en god tekstur er, og derfor vil det også være svært at sætte et præcist udtryk for, hvad et mørkt kød er.

Selvom der ikke nødvendigvis er sammenhæng imellem de to kødkvalitetskarakteristika, betyder det ikke, at de ikke stadig vil kunne anvendes til at forudsige kvaliteten af en filet. Mateescu et al. (2016) fandt de to karakteristika til at være de bedste til at forudsige spisekvaliteten, og de mente, at de to objektive målinger indirekte burde bruges til at udtrykke spisekvalitet. 97,2 % af variationen i spisekvaliteten var forklaret af de to karakteristika i deres bedste model, hvilket kan være relevant, hvis man i fremtiden skal nytænke afregningen af oksekød.

### 5.2.2 Sammenhæng mellem tekstur og pH

Forsøget viste, at der var en signifikant sammenhæng imellem pH-værdien og tekturen, hvor fileterne med en lavere pH-værdi havde en lavere WBSF. Selvom resultaterne har vist, at pH-værdien kan anvendes til at forklare WBSF, så er den ikke særlig beskrivende, fordi  $R^2$  ikke er tæt på 1. Christensen et al. (2011) fandt også en positiv korrelation imellem ultimativ pH og WBSF, men hvor pH-værdien kun forklarede 4 % af variationen i WBSF-målinger. Modsat observerede Silva et al. (1999), at mørheden steg lineært med øget ultimativ pH, altså at en lavere pH-værdi førte til en højere WBSF. Cafferky et al. (2019) observerede ingen korrelation imellem WBSF og den ultimative pH. De forskellige resultater kan skyldes, at målingerne er foretaget på forskellige racer og køn, eller at datasættene ikke har været store nok, men grundet de forskellige observationer i studierne kan det være svært at sige, om pH-værdien vil kunne bruges til at forklare WBSF i muskler. Weglarz (2010) mener dog, at pH-målinger er en af de vigtigste indikatorer for oksekøds-kvalitet.

Den observerede sammenhæng i vores resultater, kan skyldes den manglende variation i datasættet. Hvis der havde været større variation i pH-værdierne, er det ikke sikkert, at man ville have observeret en signifikant sammenhæng. Dette skyldes, at den ultimative pH-værdi i en muskel, 24 timer *post mortem*, typisk ligger i intervallet 5,4-5,7 (Maltin et al., 2003), og det er også i det



interval, vi har observeret de fleste af vores pH-værdier (men målt efter 72 timer). Hvis pH-værdien ikke var faldet til det interval, og i stedet havde ligget på over 6,3, ville det have resulteret i mørkt, hårdt og tørt kød, som tidligere er blevet observeret til at være mere mørt (Silva et al., 1999). Hvis det derimod var faldet længere ned end intervallet, så ville det have haft negativ effekt på spisekvaliteten, fordi den lave pH-værdi gør, at de proteolytiske enzymer i musklerne bliver inhiberet (Maltin et al., 2003), og dermed ville man have fået en højere WBSF-værdi. Derfor er det vigtigt, at pH-værdien ikke bliver for lav, da det kan påvirke aktiviteten og stabiliteten af de proteolytiske enzymer (Bhat et al., 2018), hvilket kan påvirke den endelige tekstur i den modnede muskel. Man ønsker dog heller ikke en for høj pH-værdi, selvom kødet er observeret til at være mere mørt, så har det også en mørkere farve, samt det er mere udsat for mikrobiel fordærv og har en reduceret smag (Silva et al., 1999). Man ønsker derfor at pH-værdien ligger i det interval, hvor vi har observeret vores værdier, fordi det er hverken for højt eller lavt til at have en stor negativ påvirkning på kødkvaliteten, men det kan være svært at vurdere om det altid kan bruges til at forklare WBSF.

## 6. Konklusion

Resultaterne fra dette forsøg indikerer, at kødkvaliteten fra H x BLÅ krydsningen er god, fordi mørheden er acceptabel, og der er en passende mængde IMF i forhold til, at det stadig har en indflydelse på smagen. Resultaterne indikerer også en forskel mellem kvier og tyre, da der blev observeret en signifikant forskel på IMF %, WBSF, kogesvind %, filetareal, slagteform og -fedme. Da kvierne havde den højeste IMF % og den laveste WBSF-værdi, støtter det hypotesen om, at kødkvaliteten hos krydsningskvierne er bedre end hos tyrene. Derudover blev der observeret en signifikant sammenhæng mellem pH og tekstur, men der blev ikke observeret en signifikant sammenhæng mellem IMF % og tekturen, og den anden hypotese kan derfor ikke bekræftes. Hypotesen kan heller ikke afvises, da vores forsøg har haft for få forsøgsdyr til endeligt at kunne sige, at der ikke er en sammenhæng imellem de to egenskaber.

## 7. Litteraturliste

- ALBRECHT, E., TEUSCHER, F., ENDER, K. & WEGNER, J. 2006. Growth- and breed-related changes of marbling characteristics in cattle. *Journal of Animal Science*, 84, 1067-1075.
- BEKHIT, A. E. A., CARNE, A., HA, M. & FRANKS, P. 2014. PHYSICAL INTERVENTIONS TO MANIPULATE TEXTURE AND TENDERNESS OF FRESH MEAT: A REVIEW. *International Journal of Food Properties*, 17, 433-453.
- BHAT, Z. F., MORTON, J. D., MASON, S. L. & BEKHIT, A. E. A. 2018. Role of calpain system in meat tenderness: A review. *Food Science and Human Wellness*, 7, 196-204.
- BOCCARD, R., BUCHTER, L., CASTEELS, E., COSENTINO, E., DRANSFIELD, E., HOOD, D. E., JOSEPH, R. L., MACDOUGALL, D. B., RHODES, D. N., SCHON, I., TINBERGEN, B. J. & TOURAILLE, C. 1981. PROCEDURES FOR MEASURING MEAT QUALITY CHARACTERISTICS IN BEEF-PRODUCTION EXPERIMENTS - REPORT OF A WORKING GROUP IN THE COMMISSION-OF-THE-EUROPEAN-COMMUNITIES (CEC) BEEF-PRODUCTION RESEARCH-PROGRAM. *Livestock Production Science*, 8, 385-397.
- BONNY, S. P. F., PETHICK, D. W., LEGRAND, I., WIERZBICKI, J., ALLEN, P., FARMER, L. J., POLKINGHORNE, R. J., HOCQUETTE, J. F. & GARDNER, G. E. 2016. European conformation and fat scores have no relationship with eating quality. *Animal*, 10, 996-1006.
- CAFFERKY, J., HAMILL, R. M., ALLEN, P., O'DOHERTY, J. V., CROMIE, A. & SWEENEY, T. 2019. Effect of Breed and Gender on Meat Quality of *M. longissimus thoracis et lumborum* Muscle from Crossbred Beef Bulls and Steers. *Foods*, 8, 10.
- CHOI, Y. M., GARCIA, L. G. & LEE, K. 2019. Correlations of Sensory Quality Characteristics with Intramuscular Fat Content and Bundle Characteristics in Bovine Longissimus Thoracis Muscle. *Food Science of Animal Resources*, 39, 197-208.
- CHRISTENSEN, M., ERTBJERG, P., FAILLA, S., SANUDO, C., RICHARDSON, R. I., NUTE, G. R., OLLETA, J. L., PANEA, B., ALBERTI, P., JUAREZ, M., HOCQUETTE, J. F. & WILLIAMS, J. L. 2011. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science*, 87, 61-65.
- CORBIN, C. H., O'QUINN, T. G., GARMYN, A. J., LEGAKO, J. F., HUNT, M. R., DINH, T. T. N., RATHMANN, R. J., BROOKS, J. C. & MILLER, M. F. 2015. Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. *Meat Science*, 100, 24-31.
- DANSK BLÅKVÆG - DANISH BLUES. 2019a. *AVLSMÅL* [Online]. Available: <https://blaadk.dk/avlsmaal/> [Accessed 29/03 2020].
- DANSK BLÅKVÆG - DANISH BLUES. 2019b. *OM BLÅKVÆGS RACEN* [Online]. Available: <https://blaadk.dk/om-blaakvaegs-racen/> [Accessed 29/03 2020].
- GRUNERT, K. G. 1997. What's in a steak? A cross-cultural study on the quality perception of beef. *Food Quality and Preference*, 8, 157-174.
- GUO, B. & DALRYMPLE, B. P. 2017. Transcriptomics of Meat Quality. In: PURSLOW, P. P. (ed.) *New Aspects of Meat Quality From Genes to Ethics*. Woodhead Publishing, 260-261.

- GUZEK, D., GLABSKA, D., GUTKOWSKA, K. & WIERZBICKA, A. 2016. Effect of carcass fat and conformation class on consumer perception of various grilled beef muscles. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 53, 3778-3786.
- HOCQUETTE, J. F., GONDRET, F., BAEZA, E., MEDALE, F., JURIE, C. & PETHICK, D. W. 2010. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*, 4, 303-319.
- HOCQUETTE, J. F., MEURICE, P., BRUN, J. P., JURIE, C., DENOYELLE, C., BAUCHART, D., RENAND, G., NUTE, G. R. & PICARD, B. 2011. The challenge and limitations of combining data: a case study examining the relationship between intramuscular fat content and flavour intensity based on the BIF-BEEF database. *Animal Production Science*, 51, 975-981.
- HONIKEL, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, 447-457.
- KEADY, S. M., WATERS, S. M., HAMILL, R. M., DUNNE, P. G., KEANE, M. G., RICHARDSON, R. I., KENNY, D. A. & MOLONEY, A. P. 2017. Compensatory growth in crossbred Aberdeen Angus and Belgian Blue steers: Effects on the colour, shear force and sensory characteristics of longissimus muscle. *Meat Science*, 125, 128-136.
- KLASSIFICERINGSKONTROLLEN. 2010. *Kreaturer* [Online]. Available: <https://klassificeringskontrollen.dk/kreaturer> [Accessed 16/04 2020].
- MALTIN, C., BALCERZAK, D., TILLEY, R. & DELDAY, M. 2003. Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 337-347.
- MATEESCU, R. G., OLTENACU, P. A., GARMYN, A. J., MAFI, G. G. & VANOVERBEKE, D. L. 2016. Strategies to predict and improve eating quality of cooked beef using carcass and meat composition traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*, 94, 2160-2171.
- MEJERIFORENINGEN. 2017. *Kan man undgå at kalve aflives ved fødslen?* [Online]. Available: <https://mejeri.dk/produkter/produktion/dyrevelfaerd/kan-man-undgaa-at-kalve-aflives-ved-foedslen> [Accessed 28/04 2020].
- MILLER, M. F., CARR, M. A., RAMSEY, C. B., CROCKETT, K. L. & HOOVER, L. C. 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science*, 79, 3062-3068.
- MONSON, F., SANUDO, C. & SIERRA, I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*, 71, 471-479.
- PARK, S. J., BEAK, S. H., JUNG, D. J. S., KIM, S. Y., JEONG, I. H., PIAO, M. Y., KANG, H. J., FASSAH, D. M., NA, S. W., YOO, S. P. & BAIK, M. 2018. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31, 1043-1061.
- PLATTER, W. J., TATUM, J. D., BELK, K. E., CHAPMAN, P. L., SCANGA, J. A. & SMITH, G. C. 2003. Relationships of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef strip loin steaks. *Journal of Animal Science*, 81, 2741-2750.

- SEGES. 2016. *Fakta om mælkeproduktion* [Online]. Available: <https://www.seges.dk/fagomraader/kvaeg/tal-og-fakta-om-kvaegproduktion/maelkeproduktion> [Accessed 31/03 2020].
- SILVA, J. A., PATARATA, L. & MARTINS, C. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science*, 52, 453-459.
- THERKILDSEN, M., SPLETH, P., LANGE, E. M. & HEDELUND, P. I. 2017. The flavor of high-quality beef - a review. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 67, 85-95.
- VENKATA REDDY, B., SIVAKUMAR, A. S., JEONG, D. W., WOO, Y. B., PARK, S. J., LEE, S. Y., BYUN, J. Y., KIM, C. H., CHO, S. H. & HWANG, I. 2015. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. *Animal Science Journal*, 86, 1-16.
- VIKINGGENETICS. 2012. *Krydsning - Malkekvaeg med kødracer* [Online]. Available: <http://www.vikinggenetics.dk/racer/krydsning/krydsning-koedkvaeg> [Accessed 31/03 2020].
- VIKINGGENETICS. 2016. *Holstein* [Online]. Available: <http://www.vikinggenetics.dk/racer/holstein> [Accessed 31/03 2020].
- VIKINGGENETICS. 2018. *Kødkvæg til krydsning* [Online]. Available: <http://www.vikinggenetics.dk/racer/koedkvaeg/koedkvaeg-til-krydsning> [Accessed 31/03 2020].
- WEGLARZ, A. 2010. Quality of beef from semi-intensively fattened heifers and bulls. *Animal Science Papers and Reports*, 28, 207-218.
- WOOD, J. D., ENSER, M., FISHER, A. V., NUTE, G. R., SHEARD, P. R., RICHARDSON, R. I., HUGHES, S. I. & WHITTINGTON, F. M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358.
- AARHUS UNIVERSITET. 2019. *Kvalitetskød fra miljørigtige krydsningskalve* [Online]. Available: [https://pure.au.dk/portal/da/projects/kvalitetskoed-fra-miljoerigtige-krydsningskalve\(48285903-cf1e-43da-97c1-2e68b36fbc66\).html](https://pure.au.dk/portal/da/projects/kvalitetskoed-fra-miljoerigtige-krydsningskalve(48285903-cf1e-43da-97c1-2e68b36fbc66).html) [Accessed 23/04 2020].