

3 Abstract

Yield within the meat industry refers to the ratio and weight of tissues from the carcass. Carcass classification gives each carcass grades that determine the price paid for the carcass. Two aspects are especially important in regard to classification; that the grades given are objective, in the sense of being affected as little as possible by human influence, and that the grades accurately reflect the yield. If these two aspects are not well executed producers or abattoirs could potentially suffer a biased or unprecise carcass grading, resulting in an unfair system. Yield has previously been measured by the amount of lean meat in the carcass, both for bovine and porcine carcasses. As other aspects of the carcass affect the value of the carcass, new yield variables are needed to account for the variation that lean meat cannot. A new, objective method of classification has partially replaced the previous method of classification by expert human classifiers. The intent of this thesis is to compare the objective classification method for bovine carcasses to expert human classifiers, as well as examine the relationship between classification and yield variables more complex than previous literature for both bovine and porcine carcasses.

The first study examined the relationship between human classification for conformation and fat cover of bovine carcasses and classification from the objective method implemented in Norway since 2019. The new objective method used length measurement of the carcass as well as carcass traits to predict the classification. This method would be cheaper than other popular objective methods within the industry, and thus be of particular interest to smaller abattoirs. The results showed high correlations and low biases for conformation classification, which indicates that the objective classification method functioned well compared to human classifiers. The model functioned poorly when predicting fat cover. The increase in precision when breed information was added was marginal for predicting conformation, but larger for fat.

The second study examined the relationship between classification and yield from bovine carcasses. Compared to previous studies, this study used a more complex measurement of yield that, in addition to ratio of fat and bone to carcass weight, included a separation of meat into trimmings of different fat percentages and cuts

that can be used without further processing. This analysis also included breed groups consisting of breeds with similar traits. The average percentage residual per breed group was calculated to examine breed as a confounding factor. The analyses in this study would be of particular interest to the producers of the various breeds of cattle, abattoirs and breeding companies. Classification was shown to explain the majority yield variation, and breed had an effect on yield outside of the variation explained by classification.

The third study developed a method of statistically classifying crossbred pigs based on single nucleotide polymorphism (SNP) data. The method used partial least squares (PLS) with SNP data from purebred (PB) pigs as training data. The PLS scores and known aspects of the multivariate normal distribution were used in Partial Least Squares - Quadratic Discriminant Analysis (PLS-QDA) to statistically classify crossbreed (CB) pigs based on their SNP data. The predicted crossbreed combinations were used in Paper IV as independent variables.

The fourth study examined the relationship between classification and yield from finishing pigs. Classification was done using the optical probe HGP7, Hennessy Grading Probe 7 (Hennessy Grading Systems, Auckland, New Zealand. Web page: hennessy-technology.com), with a subset of the sample also classified using the Autofom III (FrontMatec, Kolding, Denmark. Web page: frontmatec.com). The yield variables used as a response were lean meat, fat, and bone percentage, as well as percentage primal cuts. As primal cuts are often sold without further processing, this would be of particular interest to breeding companies and the meat industry as a whole. This study also included cross breed information based on genetic data in the model. The combination of breed information based on genetic data and percentage primal cuts as the response is a novelty within the literature. The results showed that classification explains variation in lean meat and fat to a degree in line with previous literature, but poorly explains variation in primal cut percentages. Breed varied in its significance in regard to the various yield measurements used in the study.

4 Norsk sammendrag

Utbytte innenfor kjøttindustrien refererer til ratioen og vekt mellom vevstyper fra slaktet. Klassifisering av slakt gir hvert slakt karakterer som bestemmer prisen på slaktet. To aspekt er spesielt viktige ved klassifisering; at karakterene som gis er objektive, i den forstand at de er minst mulig påvirket av menneskelig innflytelse, og at karakterene så nøyaktig som mulig representerer utbytte som kommer fra slaktet. Hvis disse to aspektene ikke er oppnådd så kan klassifisering muligens gi en systematisk fordel til enten produsentene eller slakteriene, som gjør at systemet ikke er rettferdig. Utbytte, både hos storfe og gris, har tidligere blitt målt basert på kjøttprosent. Ettersom det er andre aspekt ved slaktet som påvirker slaktets verdi, trengs nye mål på utbytte som klarer å beskrive variasjonen som ikke forklares av kjøttprosent. En ny, objektiv metode for klassifisering har delvis erstattet den tidligere metoden, altså klassifisering utført av godkjente menneskelig klassifisører. Målet med denne avhandlingen er å sammenligne den objektive metoden for storfe klassifisering med klassifisering gjort av ekspert klassifisører, og analysere forholdet mellom klassifisering og utbytte variabler som er mer komplekse enn tidligere studier, både for storfe- og griseslakt.

Den første studien utforsket forholdet mellom klassifisering av konformitet og fettgruppe for storfeslakt utført av menneskelig klassifisører og klassifisering utført av den objektive metoden implementert i Norge i 2019. Den nye objektive metoden brukte lengdemåling og andre egenskaper ved slaktet til å predikere konformitet og fettgruppe. Den objektive metoden er billigere enn andre populære objektive metoder og burde være av interesse for mindre slakterier. Resultatene viste høye korrelasjoner og liten forventningsskjevhet for konformitet, som indikerer at den objektive metoden fungerte bra sammenlignet med menneskelige klassifisører. Prediksjonsmodellen fungerte dårlig til å predikere fettgruppe. Økningen i presisjon når rase informasjon var inkludert i modellen var marginal for konformitet, men større for fettgruppe prediksjon.

Den andre studien utforsket forholdet mellom klassifisering og utbytte fra storfeslakt. Sammenlignet med tidligere studier brukte denne studien et mer komplekst mål på utbytte. Utbytte ble målt ved fettprosent, beinprosent, og kjøttprosent ble delt i fire grupper. Tre sorteringsgrupper hvor mengde fettprosent

skilte gruppene fra hverandre, og en gruppe med kjøtt som ikke trengte videre foredling. Denne analysen inkluderte også rasegrupper, hvor hver gruppe besto av raser med lignende egenskaper. Den gjennomsnittlige statistiske feilen per rasegruppe ble regnet ut for å utforske rase som en konfunderende variabel. Analysene i denne studien er muligens av interesse for storfe produsenter, slakterier og avlsselskaper. Klassifisering ble vist å forklar majoriteten av utbyttevariasjon, og rase hadde en effekt på utbytte utover det som kunne forklares av klassifisering.

Den tredje studien utviklet en metode for å statistisk klassifisere slaktegris, som er kryssningsraser, basert på SNP data. Metoden brukte partial least squares (PLS) sammen med SNP data fra renraset griser som treningsdata. PLS scorene og kjente aspekt ved den multivariate normal fordeling ble brukt i Partial Least Squares - Quadratic Discriminant Analysis (PLS-QDA) til statistisk klassifisering av kryssningsraset slaktegris basert på deres SNP data. De predikerte kryssningsrase kombinasjonene ble brukt i artikkel IV som uavhengige variabler.

Den fjerde studien utforsket forholdet mellom klassifisering og utbytte fra slaktegris. Klassifiseringen ble utført ved bruk av HGP7-instrumentet (Hennessy Grading Systems, Auckland, New Zealand. Web page: hennessy-technology.com), mens et subsett av utvalget også ble klassifisert av Autofom III (FrontMatec, Kolding, Denmark. Web page: frontmatec.com). Utbyttevariablene som ble brukt som respons i modellen var kjøtt-, fett-, og beinprosent, og andel stykningsdeler. Ettersom stykningsdeler er ofte solgt uten videre foredling, kan dette være av interesse for avlsselskaper og kjøttindustrien generelt. Denne studien brukte også rasekombinasjon informasjon basert på SNP data i modellen. Kombinasjonen av rasekombinasjon informasjon basert på SNP data som forklaringsvariabel og andel stykningsdeler som respons i modellen er ikke tidligere gjort i litteraturen. Resultatene i studien viste at klassifisering forklarer variasjon i kjøtt- og fettprosent som var på linje med det som tidligere har blitt forsket på, men at variasjon i stykningsdeler var dårlig forklart. Om effekten av rase var signifikant var avhengig av hvilken utbytte variabel det gjaldt.