

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Forord

Tidlig i studiet fant jeg ut av avl var det jeg virkelig interesserte meg for og det var ingen tvil om at jeg skulle velge studieretningen avl og genetikk. Jeg ønsket å skrive en oppgave tett knyttet til husdyrnæringen og i samarbeid med min veileder Odd Vangen og Norsvin kom vi frem til en spennende problemstillingen.

Jeg vil takke til Norsvin ved Bjarne Holm for en meget spennende og lærerik oppgave. Jeg har satt stor pris på den store tilliten som jeg har fått, muligheten til å delta aktivt med mine meninger og jobbe selvstendig. En stor takk skal rettes til Marte Heieraas Evju for et fantastisk flott samarbeid og god støtte. Hvis jeg har lurt på noe har jeg alltid kunne spørre og fått gode svar og hjelp med mine spørsmål. Neste takk skal rettes til min kjære veileder, Odd Vangen, for å ha tro på meg, bidratt med fantastisk gode råd, og ikke minst hatt tålmodighet med meg. Takk for at du er engasjert og alltid gir ditt beste. Videre vil jeg takke alle de som har bidratt til å gjøre denne masteroppgaven mulig gjennom større og mindre bidrag. Det har vært kjekt å bli kjent og samarbeide med dere alle.

Mine fantastisk gode venninner skal det også rettes en stor takk til. Dere har virkelig vært der for meg med god motivasjon og støtte når det har gått litt trått. Mine gode venninner dere er PRICELESS. Sist men ikke minst skal mine kjære foreldre takkes for fantastisk god støtte opp gjennom alle årene på skolebenken. Uten dere hadde jeg nok aldri sittet her og skrevet forord til min masteroppgave.

Martine Karlsen, 15. Mars 2010

Sammendrag

Nortura og Norsvins slaktegris, kalt Edelgris, består av Landsvin* Yorkshire (LY) morhybrid og Landsvin*Druoc (LD) farhybrid. Hensikten med denne oppgaven var å se om Duroc (DD) som selvstendig farrase kunne konkurrere med LD-farrasen for produktivitet, effektivitet, slakte- og kjøttkvalitet. Alle purkene var en krysning av Landsvin og Yorkshire. Utprøvingen ble gjennomført over to år, hvor det ble brukt åtte råner fra hver farrase hvert år. To smågrisprodusenter og en slaktegrisprodusent deltok begge årene. Det ble selektert gris fra begge smågrisprodusentene til slaktegrisprodusenten. 163 kull og 1866 smågriser ble fulgt fra fødsel til avvenning, hvor 78 kull var etter LD-råner og 85 kull var etter DD-råner. Det ble registrert kullstørrelse, kullvekt, antall levendefødte, dødfødte, døde etter fødsel, antall avvenne og individuell vekt ved tre uker og avvenning. Etter avvenning ble det registrert vekt ved innsett i slaktegrisperioden, vekt midtveis og vekt før slakt for 1100 gris. Slakte- og kjøttkvalitets egenskaper ble registrert på 184 dyr (87 LD and 97 DD). Egenskaper som ble registrert var slaktevekt, slakteprosent, spekktykkelse, kjøttprosent, kjøttfarge, muskel pH og drypptap. Near Infrared Spectroscopy registrerte intramuskulært fett (IMF), protein, collagen- og vanninnhold. Avkom etter durocfarrasen var tyngre ved treukersalder ($p < 0,0001$) og avvenning ($p < 0,01$). For tilvekst i slaktegrisperioden var det ikke signifikant forskjell mellom farrasene. Det var fedrene uavhengig av farrase som forklarte størstedelen av variasjonen i datasettet med signifikansnivå $p < 0,0001$. For kjøttprosent var avkom etter LD-råner best med høyest kjøttprosent. For IMF, drypptap, vanninnhold var avkom etter durocråner best. For spekktykkelse, slakteprosent og pH var det ingen signifikante forskjeller mellom farrasene. Resultatene for denne utprøvingen antyder at Duroc som ren farrase er konkurransedyktig med LD-farrasen, hvis tilbakegangen i kjøttprosent er akseptabel.

Abstract

Nortura and Norsvin's finishing pig, called Edelgris, consist of a Landrace * Yorkshire (LY) crossbred mother and Landrace*Duroc (LD) crossbred sire. The aim of this study was to examine whether Duroc (DD) as an alternative sire breed can compete with LD crossbred sires for the traits productivity, efficiency, and slaughtering and meat quality. Crossbred sires with the combination Landrace *Duroc were compared with purebred Duroc sires. All sows were Landrace* Yorkshire crossbreds. The experiment went over a two year period and there was used eight sires from each sire breed each year. 163 litters and 1866 piglets were examined from birth to weaning. 78 litters were after LD sires and 85 litters were after Duroc sires. From birth to weaning there were registered litter size, litter weight, number of pigs born alive, stillborn piglets, piglets dying from birth to weaning, litter size at weaning, individual weight at three weeks age and individual weight at weaning. After weaning 1100 piglets were selected to the finishing period were individual start weight, mid weight and live weight at slaughtering were recorded. 184 animals (87 LD and 97 DD) were examined for meat quality traits. They were analyzed for slaughtering weight, lean meat content, back fat, ultimate muscle pH and drip loss. Near Infrared Spectroscopy were used to record intramuscular fat (IMF), collagen, protein and water content. Duroc sire bred pigs were heavier at three weeks of age ($p < 0,0001$) and at weaning ($p < 0,01$). In the finishing period the variation in daily gain were not significantly different between the sire breeds. Therefore there was concluded that the sire breeds was equal for daily gain in the finishing period. LD sired pigs produced more lean meat. Duroc sired pigs had higher proportions of IMF and lower drip loss. Slaughtering percent, back fat and muscle pH were not significant different between the sire breeds. The result in this paper indicates that the Duroc as a sire breed can compete with the traditional crossbred LD sire, if the decrease in lean meat content is acceptable.

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	6
Norsk Duroc sin historie.....	8
Utviklingen av 3.rase.....	9
Etablering av durocpopulasjonen i Norge.	12
Markedsføring	12
Krysningsavl.....	15
Heterosis	15
Komplementaritet - summen av de additive geneffektene.	16
Krysningsystemer.....	17
Diskontinuerlig krysningsystem.....	18
Kontinuerlig krysningsystem	19
Kombinert kontinuerlig- og diskontinuerlig krysningsystem	21
Resultater fra vitenskapelige forsøk	22
Egenskaper i avlsmålet	25
Morsegenskaper.....	25
Slakte- og kjøttkvalitet.....	27
Spektykkelse	27
Kjøttprosent	27
Intramuskulært fett.....	27
Drypptap	28
Muskel pH	28
Farge	29
Material og metode.....	31
Datagrunnlaget.....	31
Datasettene.....	33
De registrerte egenskapene	34
Morsevne og kullstørrelse.....	34
Tilvekst	34
Slaktekvalitet	35
Kjøttkvalitet	36
Statistiske modeller.....	38

Resultater	42
Dyrematerialet	42
Kulldatasettet	44
Kullegenskaper	44
Smågristilvekst	44
Individdatasettet.....	45
Smågristilvekst	45
Slaktegristilvekst	46
Slakte - og Kjøttkvalitetsegenskaper	48
Diskusjon	53
Kullegenskaper	53
Smågristilvekst	54
Tilvekst i slaktegrisperioden.....	56
Slakte- og kjøttkvalitetsegenskaper	57
Modellene	61
Utfordringer	63
Konklusjon.....	65
Litteratur	66

Innledning

Norsvin er norske svineprodusenters avlsorganisasjon organisert som et samvirkeforetak. Norsvin utvikler den norske svinegenetikken gjennom moderne avlsarbeid slik at den norske svineproduksjonen alltid er konkurransedyktige både nasjonalt og internasjonalt. Norsk svinegenetikk er utbredt i hele verden, med hovedvekt i det nordiske og Nord-Amerikanske markedet. I Sverige og Finland slaktes det henholdsvis mellom 3,2 og 2,2 millioner slaktegris hvor 30 og 50 prosent av disse har den norske hybridrånen Landsvin*Duroc (LD) som far (Holm *et al.*, 2007). I 2009 ble det i Norge slaktet totalt 329 796 tonn kjøtt, hvor av 124 274 tonn utgjorde svinekjøtt fra 1 522 298 svin (Statistisk Sentralbyrå, 2010). Svinekjøtt utgjorde i 2009 37,7 prosent av den totale kjøttproduksjonen i Norge.

I dag driver Norsvin avlsarbeidet for Landsvin og Duroc, mens for Yorkshire drives avlsarbeidet av det svensk- og finskbaserte selskapet Nordic Genetics. Durocrasen er eid av Nortura BA, men forvaltes av Norsvin. I dag er Edelgris (Noroc) Norsvins hovedprodukt som består av 50 prosent Landsvin, 25 prosent Duroc og 25 prosent Yorkshire (LYLD). I avlsmålet til Landsvin er det fokusert på mor- og helseegenskaper med 66 prosent, mens i avlsmålet for Duroc er hovedfokuset rettet mot produksjon og slakte- og kjøttkvalitetsegenskaper (per oktober 2010).

En tredje rase i krysningsavlen har vært tiltenkt siden starten av krysningsavlen i 1974. Prosjekt ”Tredje rase i norsk svineavl” ble gjennomført fra 1984 til 1988 hvor Duroc og Hampshire ble testet som aktuelle farraser. Ved endt utprøving ble det satset på durocrasen. Duroc skulle inngå sammen med Landsvin som far til Edelgrisen ettersom Duroc den gang var for saktevoksende og fet. I avlsarbeidet er Duroc hovedsakelig blitt selektert for kjøttprosent, tilvekst, fôrforbruk, slakte- og kjøttkvalitet. Det har vært fokusert på å beholde de gode kjøtt- og slaktekvalitetsegenskapene, samtidig som man ønsket en effektiv gris som kunne fungere som selvstendig farrase. Det ble i 2005 satt som et oppnåelig mål å kunne bruke Duroc som selvstendig farrase innen 2010. I forbindelse med dette målet ble det satt i gang en utprøving i 2009 som sammenliknet

farrasene Landsvin*Duroc (LD) og Duroc (DD). Denne utprøvnings ble forlenget med en tilsvarende utprøving i 2010. Disse utprøvingene er grunnlaget for datamaterialet i denne oppgaven. Oppgaven har bestått av fire deler; utarbeiding av forsøksdesign, gjennomføring av forsøk, innsamling av data og analyse av dataene. For forsøket i 2010 er alle ledd gjennomført av undertegnede, mens for forsøket i 2009 ble rådataene mottatt fra Norsvin.

Hensikten med denne oppgaven var å se nærmere på om Duroc som selvstendig farrase kan konkurrere mot LD-farrasekrysningen for slaktegrisen. Det er ønskelig å benytte Duroc som selvstendig farrase fordi den blant annet har meget gode kjøttkvalitetssegenskaper. Tidligere har det ikke vært mulig å benytte Duroc som ren farrase fordi den har vært for saktevoksende og fet som har resultert i for lav kjøttprosent. Det er nå ønskelig å se om Duroc er blitt effektiv nok for tilvekst- og slaktekvalitetssegenskapene til å kunne konkurrere med LD-farrasen, samt om den har beholdt sine gode kjøttkvalitetssegenskaper. Forsøksgjennomføringen foregikk i en purkering hvor to smågrisprodusenter deltok. Purkene ble inseminert med likt antall av hver farrase for å oppnå et mest mulig balansert forsøk. Smågris fra disse to produsentene ble sendt til en slaktegrisprodusent for videre forsøksgjennomføring i slaktegrisperioden. Ved slakt ble 100 dyr hvert år sendt til nedskjæring for slakte- og kjøttkvalitetsanalyser. Farrasekombinasjonene blir sammenliknet for produktivitet, effektivitet, slakte- og kjøttkvalitetssegenskaper. Det blir sett på smågriseegenskaper, tilvekstegenskaper og slaktesammensetning. Det blir også sett på effekten av farrase i forhold til variasjonen mellom fedrene *innen* farrasene.

Norsk Duroc sin historie

Siden 1974 har det vært drevet krysningsavl med to raser i Norge, organisert av slaktesamvirket (Nortura) og Norsk Svineavlslag (Norsvin). Denne krysningen ble kalt Norhybrid og var en krysning mellom Landsvin(L) og Yorkshire(Y). Morrasen var LY og farrasen var Landsvin (Jensen, 2008). Med et slikt krysningssystem får man maksimal heterosis, også kalt krysningsfrodighet, hos mordyrene. Morhybridene tilbakekrysses med landsvinrâner som gir noe lavere direkte heterosis hos slaktegrisene. Å benytte seg av et krysningssystem med tre raser var målet siden starten av krysningsavlen for å maksimere utbytte av heterosis. I et krysningssystem med tre raser skulle det brukes en torasekrysning som morlinje og en tredje rase som farrase. Hybridpurken skulle representere fruktbarhet og morsegenskaper, mens farrasen skulle representere produksjonsegenskapene; tilvekst, fôrforbruk og slaktekvalitet (Hoff, 1986a). I mangel på en tredje rase ble Norhybrid sett på som den beste løsningen ved oppstarten av krysningsavlen. Senere ble dansk Landsvin testet som aktuelt bidrag til Norhybriden, men var ikke tilfredsstillende for tilvekst og fôrforbruk i forhold til norsk Landsvin.

I begynnelsen av 1980- tallet ble det av flere årsaker behov for endringer innen svineproduksjonen. En av årsakene var for lavt salg av svinekjøtt i forhold til kjøtt fra andre arter. I tillegg var ikke kjøttkvaliteten tilfredsstillende som ble lagt frem i rapporten ”Duroc i norsk Svinekjøttproduksjon” (Norsvin, 1990). En tredje årsak var distribusjonen av svinekjøttet. På begynnelsen av 1980-tallet var det hovedsakelig frossent svinekjøtt på markedet og behovet for ferskvare var voksende. Den nye husholdningen hadde behov for mat som var enkel og rask å tilberede. Salget til storhusholdningen gikk dårlig da kjøttet opplevdes som smakløst, seigt, tørt og av dårlig farge. Storhusholdningen mente også at svinekjøttet var for magert og tapte for mye væske under steking. På den positive siden ble svinekjøttet med suksess markedsført som det sunne, fettfrie kjøttproduktet slik det fremdeles gjøres i dag. Det var behov for fornying av norsk svinekjøtt og rette fokus mot svinekjøtt via god markedsføring og merkevarebygging (Norsvin, 1990). Nortura driver markedsføringen av Edelgrisen gjennom Gilde- merket og markedsfører svinekjøttet som det sunne og magre kjøttet. I tillegg driver opplysningskontoret for egg og kjøtt (OEK) merkenøytral markedsføring for svinekjøtt noe som også har bidratt til økningen i forbruket av svinekjøttet. I senere tid ble matprat.no opprettet som driver

aktivt med formidling av kunnskap og inspirasjon til å lage matretter med egg og kjøttprodukter (Halsan, 2011).

Ettersom dansk Landsvin viste seg å være uaktuell var neste steg å teste ut de fargede rasene Hampshire og Duroc. Ønsket var å undersøke om disse rasene kunne bidra med positive egenskaper til norsk hybridavl. Forbedret kjøttkvalitet og økning i heterosis var hovedmålsetningene ved bruk av en farget rase. I 1984 begynte forsøkene med en tredje rase. Prosjekt ”Tredje rase i norsk svineavl” i regi av Norges Landbrukshøyskole (NLH) og Norsvin på oppdrag fra Norsk Kjøtt varte frem til 1988. Ved endt utprøving ble det bestemt at Duroc var den aktuelle rasen ettersom den oppnådde høyest kjøttkvalitet. Det var også vanskelig å finne Hampshire besetninger som oppfylte helsekravene for import av livdyr (Jensen, 2008). Etter endt utprøving ble det konkludert med at det var to aktuelle alternativer; å ta i bruk 25 prosent Duroc som tredje rase i kryssningsavlen eller sortering av dagens svinekjøtt i forskjellige kvalitetsklasser. Det første alternativet ble valgt fordi man mente at dette tiltaket hadde størst troverdighet. I Danmark var kvalitetsinndelingen mislykket, mens i Sverige hadde de hatt suksess med bruk av en tredje rase. Testlansering ble planlagt og gjennomført fra 1990 til 1992 (Lund *et al.*, 1992). Norsk Edelgris ble rikslansert i 1994 med 25 prosent innslag av Duroc.

Utviklingen av 3.rase

Utprøvingen prosjekt ”Tredje rase i norsk svineavl” bestod av flere del utprøvinger fra 1984 til 1988. I tillegg til Hampshire (H) og Duroc (D) som ren farrase ble farrasekombinasjonene LH og LD testet. Resultatene viste at overlevelsessevnen var signifikant forskjellig ved bruk av Hampshire og Duroc fedre i forhold til Landsvin fedre, men det ble ikke påvist forskjeller mellom de fargede rasene. Avkom etter fedre av Hampshire og Duroc kom best ut for diaré, livskraft, appetitt og defekter. Det var antydning at det var effekten av heterosis som påvirket overlevelsessevnen i positiv retning. Ved bruk av Hampshire og Duroc ble det en økning i antall levendefødte og antall grisunger ved treukers alder som var signifikant større enn for Norhybriden. Ved bruk av 50 eller 25 prosent Duroc ble tilveksten betydelig lavere enn for Norhybrid ved appetittfôring, men ved normfôring klarte durokryssningene å konkurrere for tilvekst. Totalt sett var det ikke signifikante forskjeller for tilvekst og fôrforbruk ved 25 prosent Duroc eller

Hampshire i forhold til Landsvin for appetittfôring. Resultatene for Hampshire var mer usikre enn for Duroc på grunn av begrenset datamateriale. Totalt sett gav 50 prosent Duroc betydelig lavere tilvekst og fôrutnyttelse, men når innslaget ble redusert til 25 prosent kunne Duroc konkurrere med Landsvin som farrase. I prosjektet kom det fram at ved valg av en farget rase som tredje rase ville man få en gris med noe annerledes proporsjoner og et annet preg. Lengden på slaktet ble noe kortere og spekktykkelsen økte. Avkom etter durocråner hadde 5,3 cm kortere slaktet enn avkom etter landsvinråner. Det var ingen indikasjoner på at slakteprosenten ville bli signifikant lavere ved bruk av Hampshire eller Duroc, verken med 25 eller 50 prosent innslag. Kjøttprosenten og spekktykkelsen ville derimot bli signifikant negativt påvirket. Spekktykkelsen ville øke og da mest for durocrasen. Slaktegriser med 50 prosent Duroc innslag hadde en økning i spekktykkelsen på 3-5mm som var uaktuelt å produsere for det norske markedet. Dermed var det klart at ved valg av Duroc måtte innslaget reduseres til 25 prosent som gav akseptabel økning i spekktykkelsen. Ved bruk av Hampshire ville man få minst økning i spekktykkelsen og bedre klassifiseringer enn ved bruk av Duroc uansett prosentvis innslag av rasene. I den positive retningen kunne man forvente at spekkkvaliteten vil bli bedre og innholdet av intramuskulært fett bli høyere med de fargede rasene. For disse to egenskapene var det Duroc som kom best ut uavhengig av prosentvis innslag. Duroc gav også en mørkere kjøttfarge. Forsøkene gav ingen indikasjoner på at ryggmuskelen vil minke i størrelse for noen av rasene eller rasekombinasjonene. Resultatene viste at det var uaktuelt å benytte seg av de fargede rasene som ren farrase fordi den negative påvirkningen på slaktesammensetningen kunne ikke veies opp av økt kullstørrelse ved fødsel. Rapporten fra NLH gav ingen entydige svar på hvilken rase det var best og satse på, men det fremgikk en trend som favoriserte Duroc fremfor Hampshire (Vangen *et al.*, 1989).

Da valget var tatt om å satse på Duroc som tredje rase ble det bestemt at man skulle satse på en krysning mellom Landsvin og Duroc (LD) som farrase. Landsvin var et naturlig valg, da Landsvin ble brukt som farrase i Norhybriden. Den nye slaktegrisen ble bestående av rasekombinasjonen LYLD og fikk navnet Noroc. Økonomisk ville Noroc gi 22kr mindre utbetalt per slaktegris for slaktegrisprodusenter. Kombinertbesetninger ville oppnå likt eller bedre økonomisk resultat med Noroc på grunn av bedre smågrisresultater. Det ble estimert at den dårligere klassifiseringen Noroc oppnådde i utprøvingen ville

kunne rettes relativt raskt gjennom avlsarbeid (Norsvin, 1990). For å ha muligheten til å lykkes med Noroc i markedet måtte produktet selges som et kvalitetsprodukt av høy kjøttkvalitet. Neste steg ble å teste forbrukernes holdning og innstilling til kjøttkvalitet i forhold til pris.

Noroc (LYLD) ble testlansert under merkenavnet KingHam i Tønsberg gjennom Vetsfold-Buskerud slakteri A/L i 1991 og rikslansert i 1994 under navnet Edelgris (Jensen, 2008). Noroc-kjøttet inneholdt høyere nivå av fett, proteiner og mindre vann enn norsk Landsvin. Kjøttprosenten og klassifiseringen av Noroc var dårligere enn for Norhybrid, men sidekvaliteten var like god for Noroc som for ordinær gris (Norhybrid eller ren Landsvin) når de hadde lik kjøttprosent. Det var ingen signifikante utslag for kullstørrelse, men Noroc hadde lavere kullstørrelse som jevnet seg ut til en minimal forskjell ved avvenning (Lund *et al.*, 1992). Dette er noe motstridene resultater i forhold til utprøvingen fra 1984 til 1988. Positive tilbakemeldinger kom fra produsentene som deltok testlanseringen av KingHam-kjøttet. Produsentenes oppfatning var at Noroc grisen var sterkere og mer robust enn Norhybriden (Lund *et al.*, 1992). Ved endt utprøvingen ble det anbefalt kjøttssamvirket og fortsette med Norhybrid som fremtidens gris, mens Gildegruppen burde lansere KingHam merkevaren til industri og forbruker som det saftige svinekjøttet av høy kvalitet (Lund *et al.*, 1992).

I 2001 hadde Norhybrid-grisene bedre tilvekst, lavere fôropptak som gav bedre fôrutnyttelse og høyere kjøttprosent enn hos Noroc-grisene. Norhybriden var 6,5 dag yngre ved 100kg og forbrakte mindre fôr for å oppnå denne vekten. For kjøttkvalitetssegenskapene var Noroc best både for teknologiske og sensoriske kvaliteter. Noroc hadde flere levendefødte og avvente smågris enn Norhybriden. Norhybrid var bedre totalt sett økonomisk, hvis man så bort i fra tillegg som ble gitt for å levere Noroc til slakt (Eik-Nes, 2001).

Rapporten ”Avelsstrategi norsk Duroc 2005-2010, (Norsvin testmodell)” baserer seg på å forbedre Duroc avlsmateriale slik at Duroc kan oppnå like gode resultater for tilvekst, forforbruk og kjøttprosent som Landsvin, samtidig som rasen beholde sine gode egenskaper for kjøttkvalitet. Det kom frem i denne rapporten at de siste årene med

satsning på Duroc hadde ført rasen i riktig retning og norsk Duroc var under utvikling til en moderne rase med meget god kjøttkvalitet. Det ble satt som et oppnåelig mål å forbedre durocpopulasjonen ytterligere slik at ren Duroc som farrase kunne tas i bruk innen 2010.



Figur 1 Oversikt over rasene som har deltok i utprøvingen ”Tredje rase i norsk svineavl”. Fra venstre Yorkshire, Landsvin, Duroc og Hampshire. Kilde: (Norsk Landbrukssamvirke 2011).

Etablering av durocpopulasjonen i Norge.

Norsk svineavlslag i samarbeid med Norges Kjøtt og Fleske sentral (NKF) importerte i 1984 fem Duroc og fem Hampshire råner fra Sverige som skulle benyttes i krysningsforsøket som startet i 1984. I 1986 ble det importert like mange hampshire- og durocråner som i 1984 og i tillegg ble det importert 25 durocpurker. Disse purkene dannet grunnlaget til etablering av den norske durocpopulasjonen. Disse purkene produserte råner til testing på teststasjonen Bjørke (Delta) som videre skulle inn i seminavl (Hoff, 1986b). I 1986 var den første Duroc besetning etablert på Stolpestad i Hedmark (Lund *et al.*, 1992). I 1995 bestemte man seg for å utvide durocpopulasjonen fra 200 til 400 purker i løpet av 1996 (Almlid, 1995). I 2001 ble igjen durocpopulasjonen utvidet fra 600 til 700 purker (Jensen, 2008).

Markedsføring

Målet med Noroc var at salget av ferskvarer skulle økes med 50 prosent og at alle Gildes ferske stykningsdeler skulle være KingHam. Kjøttkvaliteten og prisen skulle heves slik at det ble to typer svinekjøtt; det dyrere ferske svinekjøttet av høyere kvalitet og det frosne svinekjøttet til en lavere pris og lavere kvalitet. Målsetningene var å etablere Norsk KingHam (Noroc) som merkevare over hele landet i forhold til industri og forbruker. Satsningen på ferskt svinekjøtt som merkevare i butikkene ble begrunnet med økende etterspørsel etter ferskvarer som var enkle å tilberede. Ved satsning på ferskvarer og

merkevarebygning mente man at mulighetene for økt forbruk av svinekjøtt og holdningsendring hos forbruker var tilstede. Dersom satsningen ble en suksess ville dette øke preferansen for norsk svinekjøtt og gi økte markedsandeler i kjøttmarkedet (Lund *et al.*, 1992).

Det store fokuset på markedsføring under testlaseringen av KingHam i 1992 gav stor suksess. I en markedsundersøkelse kjente 12 prosent av spurte forbrukere til merket og 45 prosent kjente til merket når de fikk noe informasjon. Forbrukerne svarte at de var villige til å betale 1-2 prosent høyere pris for KingHam enn for umerket fersk gris. Dette var i 1992 en prisøkning på fem til ti kroner (Lund *et al.*, 1992). Etter denne testlaseringen ble det bestemt å gjennomføre en landsdekkende lansering i samarbeid med slakteriene som var tilknyttet til en stor andel svineproduksjon (Lund *et al.*, 1992). I dag er denne merkevaren kjent som Edelgris og har hatt det navnet siden rikslanseringen i 1994 (Jensen, 2008).

I Norge hadde man hatt suksess med Edelgrisen (25 prosent Duroc) og oppnådd økt etterspørsel, samt flere markedsandeler. I rapporten "Avelsstrategien norsk Duroc 2005-2010 (Norsvin testmodell)" ble strategien for en ytterligere intensivering og forbedring av Duroc avlsmaterialet utarbeidet. Internasjonalt ble durocrasen sett på som en ledende farrase og derfor var det et sterkt behov for å satse på Duroc som farrase. Denne avlsstrategien bygget på Gilde Norsk Kjøtts langtidsplan med fokus på økt konkurransekraft og overføring av satsningsstrategier som har vært grunnlaget for utvikling av Landsvin over til Duroc. Målet med denne avlsstrategien var at Duroc skulle oppnå like stor suksess i det nasjonale og internasjonale markedet som Landsvin. Produktkvalitet var en viktig parameter med stort fokus i planleggingen av avlsarbeidet for Duroc. Målet med avlsstrategien var å lage en ny type Edelgris bestående av 50 prosent Duroc innen 2010. En større andel av Duroc skulle forbedre smågris overlevelsen, helse, dyrevelferd, effektiviteten, kjøttkvaliteten og slaktekvaliteten ytterligere.

”Norsk Duroc - verdens beste farrase med suveren produktkvalitet” (Husabø *et al.*, 2005) oppsummerer visjonen og målsetningen til Norsvin for den norske durocpopulasjonen. Målsetningene skulle oppnås ved å utvikle avlen i samarbeid mellom Norsvin og Gilde Norsk Kjøtt. Avlsfremgangen skulle oppnås gjennom å effektivisere testsystemene, teste flere dyr, ta i bruk ny teknologi (CT) og kunnskap. Denne økte satsningen skulle delfinansieres gjennom salg av Duroc avlsmateriale internasjonalt. Satsingen for Landsvin var å utnytte dens kapasitet som morrase til å få store kull og høy melkeytelse. Store kull gir små grisunger ved fødsel og da er man avhengige av sterk livskraft, egen evne til å overleve og skaffe seg mat. Det er her Duroc kommer inn i bildet som farrase og det ble forutsett at kombinasjonen LYDD kunne gi et meget godt resultat.

Interessen for norsk Duroc internasjonalt var den gang størst i Norden og da spesielt i Sverige og Finland. USA, Øst- og Mellom-Europa ble også sett på som potensielle markeder for norsk Duroc i fremtiden. Både Finland og Sverige hadde vist stor interesse for den norske durocpopulasjonen. På grunn av god helse og lavt smittepress var den norske durocpopulasjonen foretrukket i Sverige og Finland. Usikkerheten i å bruke norsk Duroc baserer seg på om den er produksjonseffektiv nok til å passe inn i disse landene.

Krysningsavl

Seleksjon gjøres for å øke en populasjons andel av ønskelige gener i fremtidige generasjoner, mens målet ved å bruke krysningsavl er å benytte seg av heterosis, også kalt krysningsfrodighet, og utfyllende additive egenskaper. I dag benyttes ofte begge elementene for å maksimere utbytte av krysningsavl (Bourdon, 2000). Seleksjon benyttet sammen med krysningsavl innen en art er et meget effektivt verktøy for moderate til lavt arvbare egenskaper. En får da benyttet seg av forbedringen i den additive genetikken og økning i prestasjon gjennom heterosis (Warwick *et al.*, 1979). Dette er den eneste måten å forbedre hybriddyrenes prestasjoner, siden heterosis ikke er arvelig og kan dermed ikke selekteres for. Definisjonen på krysningsavl er i følge Bourdon (2000): ”Krysningsavl er når man krysser et hanndyr av en rase eller rasekombinasjon, med et hunndyr fra en annen rase eller rasekombinasjon”. En annen måte å oppnå den ønskelige effekten av krysningsavl innenfor en rase er ved å krysse to innavlede linjer (Warwick *et al.*, 1979). Bakgrunnen for at krysningsavl har blitt utbredt i husdyrnæringen er økte prestasjoner hos hybriddyrene som gir en forbedring i økonomien i produksjonen utover det man ville oppnådd uten krysningsavl. Andre årsaker for å bruke krysningsavl er å unngå innavl og hindre dødelige eller skadelige recessive sykdommer å komme til uttrykk (Bourdon, 2000).

Heterosis

Bourdon (2000) definerer heterosis slik; ”definisjonen på heterosis er den økning i prestasjonen hos hybriddyr som overgår de renavlede dyrenes prestasjoner”. Heterosis oppstår på grunn av dominans, overdominans og epistasi. Ved å benytte seg av heterosis øker man antallet genkombinasjoner i populasjonen gjennom økt antall heterozygote alleler (Lasley, 1972). For å få størst mulig heterosis bør dyr med minst mulig felles genkombinasjoner krysses. Slik får man en populasjon med et høyt antall av ulike genkombinasjoner (Bourdon, 2000). Additiv genetikk blir nedarvet uavhengig av heterosis, men for lavarvbare egenskaper er det bevist at heterosis har en positiv effekt. Eksempler på lavarvbare egenskaper er fruktbarhet, lynne, dødelighet og overlevelsessevne. Det er forventet at egenskaper som viser heterosis er de egenskapene som blir påvirket mest negativt av innavl (Lasley, 1972; Warwick *et al.*, 1979). Lasely (1972) kom frem til at heterosis kommer mest til uttrykk for egenskaper tidlig i livsfasen

som overlevelse og tilvekst før avvenning. Egenskaper som fruktbarhet og kullstørrelse hos gris er i stor grad er påvirket av heterosis.

Heterosis deles inn i individuell, maternal og paternal heterosis. Den direkte heterosisen, også kalt individuell heterosis, er den forbedring i avkomets prestasjon som avviker fra middelet til foreldrene. Maternal og paternal heterosis er den heterosisen som uttrykkes hos mor- og fardyret og måles på samme måte som den individuelle heterosisen.

Eksempler på slike egenskaper fra mor er morsadferd, kullstørrelse og melkemengde. Fra den paternale siden er sædkvalitet en egenskap som påvirker prenatalt. Individer som består av en fire- rasekryssing vil oppnå maksimal individuell, paternal og maternal heterosis (Bourdon, 2000). Et eksempel kan være en morhybrid som består av rasene kalt A og B, hvor farhybriden består av rasene C og D. Da blir avkommet ABCD. Ved en slik firerasekryssing oppnås det 100 prosent direkte, maternal og paternal heterosis. Heterosis for enkeltegenskaper kommer som regel til uttrykk som noe bedre enn renrasede individer, men ofte oppnås ikke statistisk signifikans. Derimot når man summerer alle egenskapene hvor heterosis kommer til uttrykk vil ofte hybriddyrene prestere signifikant bedre for den totale produksjonen. Dette vil gi en bedre økonomi for produsenten når man ser på hele produksjonen under ett (Warwick *et al.*, 1979). Derfor er det viktig å fokusere på helheten og ikke på enkeltegenskaper. Miljøforholdene varierer og det kan ofte være vanskelig å sammenligne heterosis på tvers av besetninger og land. Andre årsaker til variasjon i observert heterosis kan være variasjon mellom rasene som gir spesifikke kombinasjonsevner (Sellier, 1976).

Komplementaritet - summen av de additive geneffektene.

I teorien for kryssingsavl skilles det mellom heterosis og additiv effekt. Den additive effekten er de egenskapene som nedarves fra foreldrene. Når det skal velges raser til kryssingsavl er det viktig å ha fokus på at rasene har ulike additive egenskaper som kan utfylle hverandre. Dette kan benyttes i tillegg til heterosis for å få maksimalt utbytte av kryssingsavl. Det er kjent at ulike raser har forskjellig kombineringssevne som gir ulikt resultat for kryssingsavlen. Enkelte raser egner seg bedre som morraser enn farraser og omvendt (Gaugler *et al.*, 1984; Johnson, 1981; McLaren *et al.*, 1987a; Schneider *et al.*, 1982; Sellier, 1976). Dermed er det viktig for resultatet i kryssingsavlen at det velges

raser som har hovedvekt av de riktige additive egenskapene i forhold til om de skal brukes som mor eller farrase. Dette kalles for komplementaritet som betyr utfyllende. Når man benytter seg av komplementaritet benytter man seg av to eller flere raser som har additive egenskaper som utfyller hverandre for å øke prestasjonene til avkommene. På denne måten oppnås det at hybridene presterer bedre enn foreldrene på generell basis (Bourdon, 2000). Den klassiske formen for komplementaritet er å krysse en spesialisert morrase med en spesialisert farrase. Spesialiserte mor- og farrase brukes ofte i forbindelse med et diskontinuerlig kryssingssystem for å få maksimalt utbytte av kryssingsavlen. Landsvin, Yorkshire og Duroc er tre raser som har egenskaper som utfyller hverandre. Duroc(D) er god på produksjonsegenskaper og Landsvin(L) og Yorkshire(Y) er god på ulike mor egenskaper. Ved å bruke kryssinger mellom disse får man en hybrid med gode produksjonsegenskaper og avkom som drar nytte av gode morsegenskaper hos mordyret.

Kryssingssystemer

I kryssingsavl har man flere forskjellige systemer. Det skilles mellom diskontinuerlige, kontinuerlige og kombinasjons- kryssingssystemer. Det diskontinuerlige systemet er det vanligste systemet, hvor seleksjon for genetisk fremgang foregår i de renrasede populasjonene. I det diskontinuerlige systemet brukes ikke hybridavkommene som avlsdyr. Renrasede raser krysses for å danne hybriddyr som blir slaktedyrtil markedet. Ved bruk av hybriddyr som mor- og farlinjer vil prosessen bli ett trinn lengre med produksjon av mor og farhybrider før produksjon av slaktedyrtil markedet som er illustrert i figur 2. Det følges en oppbygning av kryssingssystemet for å produsere hybrider til produksjon av slaktedyrtil markedet som er illustrert i figur 2. Denne prosessen kan være fra ett til tre trinn avhengig av hvilken oppbygning man benytter seg av. I kontinuerlige kryssingssystemer vil seleksjonen for den genetiske fremgangen foregå på selve hybridindividene, dette systemet rekrutterer nye avlsdyr fra hybridavkommene. Kombinasjons- kryssingssystemer er en kombinasjon av kontinuerlige og diskontinuerlige kryssingssystemer. Hvilke system man velger og hvor mange raser som deltar i kryssingssystemet påvirker effekten av heterosis (Johnson, 1981; Kuhlert *et al.*, 1994a; Kuhlert *et al.*, 1994b). Tabell 1 viser oversikt over diskontinuerlige og kontinuerlige kryssingssystem med tilhørende forventet teoretisk heterosis.

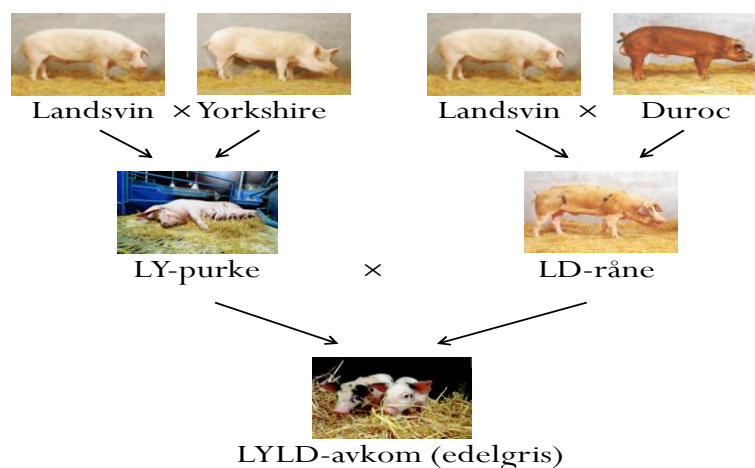
Diskontinuerlig krysningssystem

I diskontinuerlige krysningssystem er det flere varianter hvor det kan benyttes tilbakekrysning, spesialiserte mor- og farraser, resiproke krysninger, linjekrysning, gjennomført krysning eller kombinasjonskrysning. Spesialiserte mor- og farraser er ikke en hybridavlsmetode, men ett tiltak som kan benyttes i den diskontinuerlige krysningen for å effektivisere avlsfremgangen i de renrasede populasjonene. I denne oppgaven er det tilbakekrysning og spesialiserte mor- og farraser som er aktuelle varianter av det diskontinuerlige krysningssystemet og derfor vil de bli beskrevet i oppgaven.

Det diskontinuerlige systemet forandrer seg ikke over tid. Dette systemet er modellert slik at det er minst to populasjoner med renrasede dyr som skal lage grunnlaget for hybriddyrene. Om det brukes renrasede eller hybrid foreldredyr til slaktedyrene er avhengig av behov og omstendigheter rundt produksjonen. Det trengs flere grupper renrasede dyr og et mellomtrinn ekstra for å produsere slaktedyrtil markedet, hvis det benyttes hybridforeldre til slaktedyrene. Uansett oppbygning av systemet blir det en ekstra kostnad ved rekruttering av unge hunddyr til videreføring av generasjonene. Disse hunddyrene må kjøpes inn eller produseres i besetningen fra renrenrasede dyr (Kuhlers *et al.*, 1994a; Kuhlers *et al.*, 1994b). I et eksempel med en trerasekrysning, hvor mordyret er kjøpt inn utenifra og består av en torasekrysning, blir dette mordyret krysset med en tredje rase. Avkommene som blir en trerasekrysning er slaktedyrene. Med et diskontinuerlig krysningssystem med fire raser oppnås det maksimal maternal, paternal og direkte heterosis. Diskontinuerlig krysningssystem blir som regel brukt når det gjelder krysningsavl i stor skala da systemet bygges opp og administreres av større kommersielle avlsselskap. Avlsselskapene knytter sammen alle leddene fra foredlingsbesetningene som driver med reinavl på de aktuelle rasene til slaktegrisprodusentene som produserer dyr til markedet (Bourdon, 2000). Diskontinuerlig krysningssystemer er i dag den vanligste formen for drift av krysningsavl innenfor gris og broilerproduksjon (Bourdon, 2000).

Målet med å benytte spesialiserte mor- og farraser å skape en morrase som har gode mor egenskaper og en farrase som har gode produksjonsegenskaper. På denne måten produseres hybridavkom som er spesielt godt tilpasset markedes krav og som kan dra nytte av et godt maternalt miljø. For å kunne benytte diskontinuerlig krysningssystem

med spesialiserte mor- og farraser forutsettes det at det er andre biologiske behov for mor- og farrasen enn krav som stilles til avkommet (Bourdon, 2000). Med spesialiserte mor- og farraser kan avlsfremgangen økes fordi man kan selektene den/de rasene som skal brukes som morrasse for maternale egenskaper og den/de rasene som skal brukes som farrase for egenskaper knyttet til produksjon (Kuhlers *et al.*, 1994b). Morrasen avles for moregenskaper som drektighetsprosent, kullstørrelse, melkemengde og omsorgsevne for avkommene sine. Farrasen avles for gode produksjonsegenskaper som tilvekst, kjøttprosent, slakteprosent og kjøttkvalitet. Figur 2 viser en oversikt over Norsvins avlssystem som er et diskontinuerlig krysningssystem med tilbakekrysning i siste krysningen for å få frem slaktegrisen LYLD.



Figur 2 oversikt over dagens krysningsavl hos Norsvin. Dette er et eksempel på diskontinuerlig krysningssystem med tilbakekrysning. Kilde: (Heieraas Evju, 2010).

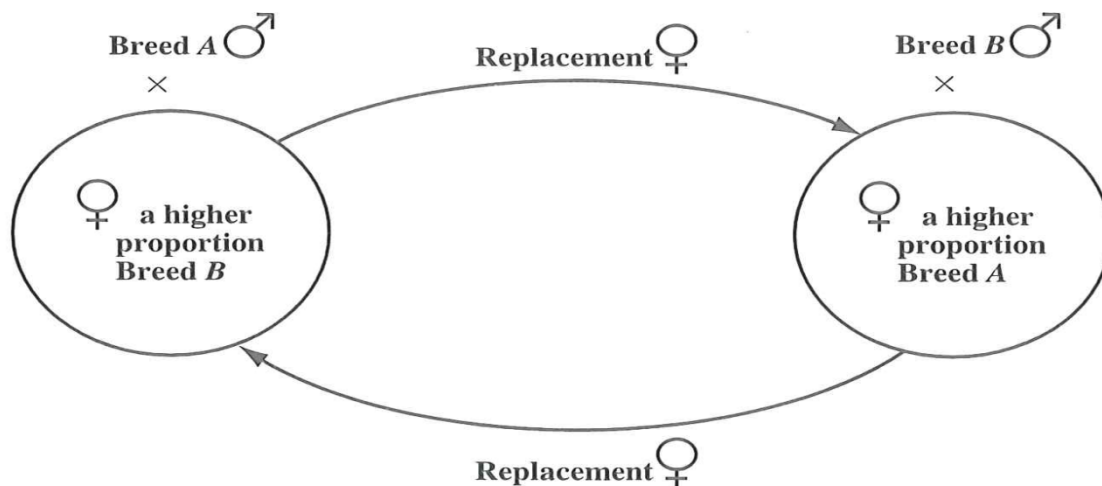
Kontinuerlig krysningssystem

Det kontinuerlige krysningssystemet benytter rasene dom deltar i krysningssystemet både som mor- og farrase. I dette krysningssystemet foregår seleksjon ut i fra hybridavkommene og avlsdyr rekrutteres fra hybridavkommene. For å opprettholde heterosis nivået blir bruken av rasene som farrase rotert gjennom generasjonene slik at en får forskjellig rasekombinasjon for hver generasjon som vist i figur 3. På denne måten er alltid farrasen som brukes mest mulig ulik morrasen og nivået av heterosis blir opprettholdt. Det blir likt oppsett for tre- og firerasekrysninger som for torasekrysninger bortsett fra at man har flere grupper med ulike rasekombinasjoner. Imidlertid er ikke firerasekrysning vanlig fordi systemet er for vanskelig å administrere og det er vanskelig

å finne raser som utfyller hverandre godt nok. Kontinuerlig krysningssystem kan deles i to under kategorier ettersom om det brukes råner fra flere forskjellige raser per generasjon eller om det benyttes råner fra en rase per generasjon. Kontinuerlig krysning i rom er den mest utbredte formen for kontinuerlig krysningssystem og den tar hensyn til eldre purkers rasekombinasjon, slik at purkene blir inseminert med råner av samme rase hver gang de blir inseminert. Kontinuerlig krysning i tid bruker kun en rase for hver generasjon uavhengig av eldre purkers rasekombinasjon. Benyttes to farrase vil eldre purker få avkom med lavere heterosis i annen hvert kull. I det kontinuerlige krysningssystemet vil det alltid være noe tilbakekrysning, men man vil opprettholde et akseptabelt nivå av heterosis. Det vil være et lavere nivå av heterosis i kontinuerlig krysning i tid enn ved kontinuerlig krysning i rom (Bourdon, 2000).

Ved å benytte seg av kontinuerlig krysning vil det være variasjon i produksjonen mellom generasjonene da det er ulike rasekombinasjoner i generasjonene. Ulike nivåer av heterosis i generasjonene kan slå ut negativt økonomisk i forhold til slaktekvalitet (Kuhlers *et al.*, 1994a). For å oppnå en mest mulig stabil produksjon bør det velges farraser som er biologisk like, noe som kan være vanskelig å finne. Når mor- og fardyr er hybrider av fire ulike raser oppnås høyere heterosis og ingen tilbakekrysning. I tillegg får man benytte seg av paternal heterosis som påvirker egenskaper som for eksempel drektighetsprosent (Buchanan *et al.*, 1984a). I et kontinuerlig krysningssystem er det alltid en form for tilbakekrysning med færre raser enn fire, dermed vil heterosis ikke bli maksimal ved bruk av et kontinuerlig krysningssystem siden fire raser sjeldent benyttes. I kontinuerlige krysningssystemer må man ofte velge mellom stabilitet i forhold til produksjon når man driver med renrasede farraser. Dette unngås med hybridfedre fordi disse fedrene gir mindre variasjon enn renrasede fedre (Bourdon, 2000). En annen viktig faktor for kontinuerlige krysningssystemer er at de er kompliserte å administrere. En konsekvens av mangelfull kontroll er bedekning med feil farrase som kan slå negativt ut med en sterk reduksjon i heterosis, som videre påvirker økonomisk avkastning. På denne måten er diskontinuerlige krysningssystemer enklere og administrererere (Kuhlers *et al.*, 1994b). Det positive med kontinuerlige krysningssystemer er at man rekrutterer ungdyr fra hybridavkommene og de ungdyrene som ikke rekrutteres blir slaktedyr til markedet. Dette gir lavere kostnader enn ved kjøp av ungdyr. I kontinuerlige krysningssystemer må

en derfor selektore for både maternale og paternale egenskaper siden man roterer på farrasen for hver generasjon (Bourdon 2000; Kuhlers *et al.*, 1994b).



Figur 3 viser den vanligste formen for kontinuerlig krysningssystem med to raser. Kilde: (Bourdon, 2000).

Kombinert kontinuerlig- og diskontinuerlig krysningssystem

En kombinasjon av kontinuerlig og diskontinuerlig krysningssystem setter sammen de to overnevnte systemene, hvor det kontinuerlige krysningssystemet brukes til å rekruttere nye ungpurker. De individene som ikke er rekrutteringspurker blir inseminert med en terminal farrase for å produsere dyr til markedet som er det diskontinuerlige krysningssystemet sitt bidrag. På denne måten blir problematikken angående rekruttering av ungpurker fra renrasede dyr i det diskontinuerlige krysningssystemet løst.

Kombinasjons- krysningssystemet med tre raser vil kunne bruke to av rasene i den kontinuerlige delen til produksjon av rekrutterings dyr og den tredje rasen som terminal farrase til produksjon av dyr til slakt. Dette systemet har høyere heterosis enn det kontinuerlige krysningssystemet, men lavere heterosis enn det diskontinuerlige krysningssystemet. Det negative med dette krysningssystemet er at færre ungdyr bidrar til produksjon av rekrutteringsdyr, siden de fleste purkene bedekkes med den terminale rånen for produksjon av slaktegris til markedet. Dette er et komplekst system som krever god administrering fra produsenten sin side (Bourdon, 2000).

Tabell 1 viser en oversikt over andelen heterosis man kan teoretisk forvente å oppnå ved bruk forskjellige kryssningssystemer. Både diskontinuerlige og kontinuerlige kryssningssystemer er tatt med, med ulike antall raser. I uthevet skrift er de kryssningssystemene som er aktuelle i denne oppgaven.

Diskontinuerlige kryssningssystemer			
	Individuell	Maternal	Paternal
Torasekryssning, A*B	1(AB)	-	-
Torasekryssning, (AB)*(AB)	½(AB)	1(AB)	1(AB)
Tilbakekryssning 2 raser, (A*B)*B	½(AB)	1(AB)	-
Tre- rasekryssning (A*B)*C	1(ABC)	1(AB)	-
Trerasekryssning, (A*B)*(C*B)	¾(ABCB)	1(AB)	1(CB)
Firerasekryssning, (A*B)*(C*D)	1(ABCD)	1(AB)	1(CD)
Kontinuerlige kryssningssystemer			
	Individuell	Maternal	Paternal
2 raser, B siste far	2/3(AB)	2/3(AB)	-
4 raser, D siste far	14/15(ABCD)	14/15(ABCD)	-

Resultater fra vitenskapelige forsøk

Gaugler *et al.* (1984) fant ut i fra forsøk at et kontinuerlig kryssningssystem ville ha 14 prosent lavere maternal og direkte heterosis enn ved bruk av et diskontinuerlig kryssningssystem. Et diskontinuerlig kryssningssystem med trerasekryssning vil da ha 100 prosent heterosis, mens et kontinuerlig kryssningssystem med trerasekryssning vil ha 86 prosent heterosis. Dette stemmer godt overens med teorien. Det var ikke signifikant forskjell mellom diskontinuerlige og kontinuerlige kryssningssystemer for tilvekst fra fødsel til 100 kg levendevekt i Kuhlens *et al.* (1994a) sitt studium, men det var forskjell når det kom til overlevelsessevne fra 56 dagers alder til 100 kg levendevekt. Det diskontinuerlige kryssningssystemet hadde åtte prosent større overlevelsessevne enn det kontinuerlige kryssningssystemet. Overlevelsessevnen er en egenskap som er påvirket av heterosis og dermed kan det stemme at overlevelsessevnen er høyere i diskontinuerlige kryssningssystemer fordi det oppnås høyere heterosis i det systemet. Crockett *et al.* (1978a) fant ut at hybriddyr var bedre enn renrasede dyr etter tre generasjoner med roterende torasekryssning. Dette stemmer overens med teorien som tilsier at heterosis holder seg på et stabilt nivå gjennom generasjoner med rotasjonskryssning (Bourdon, 2000). Det er vist i studier på kjøttfe at kryssningsavl i et kontinuerlig kryssningssystem med to raser øker den totale reproduksjonseffektiviteten med høyere drektighetsprosent, overlevelsessevne og flere avvente kalver (Crockett *et al.*, 1978b). Det negative med et diskontinuerlig kryssningssystem er at det er utsatt for økt smittepress hvis det må kjøpes inn avlsdyr for produksjon av hybrider. Her har kontinuerlige kryssningssystemer en

fordel med at det rekrutteres avlsdyr fra hybridavkommene (Kuhlers *et al.*, 1994a; McLaren *et al.*, 1987b). McLaren *et al.* (1987b) vektla at ved valg av et krysningssystem var det viktig å velge et system som var tilpasset produsenten, besetningen og øvrig organisering av produksjonen for å lykkes. Koger (1980) kom frem til det samme og mente at hvis man skal kunne forsvare at krysningsavl gir en større økonomisk gevinst enn reinavl må systemet lages slik at det er enkelt å administrere, tilpasses produksjonsforholdene og ikke minst gi maksimalt heterosis og komplementaritet.

Sellier (1976) regnet ut gjennomsnittsverdier for heterosis for de viktigste egenskapene hos gris. Disse gjennomsnittene er basert på estimater fra gjennomførte forsøk for de ulike egenskapene. De egenskapene som hadde størst heterosis, første tallet er direkte heterosis og andre tallet er maternal heterosis, var kullstørrelse ved fødsel (3 og 8 %), kullstørrelse ved avvenning (6 og 11 %), kullvekt ved avvenning (12 og 10 %) og tilvekst i kg/dag etter avvenning (6 og 0 %). Resterende egenskaper som individuell vekt ved avvenning og alder ved slakt kom ut med en fem prosent direkte heterosis og ingen maternal heterosis. Smågristilvekst hadde større heterosis enn tilvekst etter avvenning noe som stemmer overens med teorien. Kullstørrelse ved avvenning gjenspeiler overlevelsessevnen som er en egenskap påvirket av heterosis og det er dermed naturlig at kullstørrelse oppnår heterosis. Den lave maternale heterosisen for kullstørrelse ved fødsel i forhold til den maternale heterosisen for kullstørrelse ved avvenning avviker fra teorien om heterosis. McLaren *et al.* (1987a) kom frem til at for daglig tilvekst etter avvenning var den gjennomsnittlige økningen i tilvekst som skyldtes heterosis for alle rasekombinasjonene i forsøket 10,5 prosent, hvor den høyeste økningen var 12 prosent for Duroc*Yorkshire hybridene. For alder ved testslutt var hybridene i gjennomsnitt 7,5 prosent yngre i forhold til renrasede individer. McLaren *et al.* (1987a) sine heterosis estimater er høyere enn estimatene beskrevet av Sellier (1976).

Johnson (1981) sammenliknet resultater fra krysningsavlsforsøk som var gjennomført fra 1970 til 1981. Johnson (1981) kom frem til at hybridpurker hadde flere embryoer ved 30 dagers drektighet, høyere kullvekt, kullstørrelse og individuell vekt hos avkommene, som viser effekten av maternal og individuell heterosis (Buchanan *et al.*, 1984a; Schneider *et al.*, 1982). Morrase var signifikant for avkommets overlevelsessevne frem til avvenning

(42dager) og for kullvekten fra fødsel til avvenning. Kullstørrelsen ved fødsel var avhengig av morrase, men denne egenskapene er også avhengige av årstid, ungpurker eller eldre purker. Spesielt første kullnummer gav mindre kull og lavere kullvekt. Hybridpurker gav generelt flere gris per kull ved avvenning, tyngre kull og høyere overlevelsesprosent. Yorkshire var mer produktiv for kullstørrelse ved fødsel og avvenning, mens Landsvin hadde de tyngste kullene ved avvenning og størst evne til å holde avkommene sine i live frem til avvenning (Gaugler *et al.*, 1984). Den maternale effekten varierer ikke mye mellom forskjellige hybridpurker, men viser store forskjeller mellom hybridpurker og renrasede purker (Johnson, 1981). Hybridpurker avvente flere avkom per kull som oppnådde lik eller høyere vekt enn de renrasede kullene. Individuell heterosis var større for kullstørrelse ved 21 dager enn ved fødsel som indikerer viktigheten av effekten den individuelle heterosisen har på overlevelsessevne (Johnson, 1981). Gaugler *et al.* (1984) estimerte heterosis for effektivitet hos purker. Det ble funnet en effekt av heterosis for kullstørrelse og kullvekt både ved fødsel og 42 dager. Det var kullstørrelse og kullvekten ved 42 dager som oppnådde signifikans. For kullstørrelsen og kullvekten ved 42 dager hadde hybridpurkene 0,79 flere grisunger og 11,72 kg tyngre kull enn de renrasede purkene. Overlevelsesprosenten var større hos avkom etter hybridpurker med $5,56 \pm 2,36$ prosent som var signifikant forskjellig fra renrasede kull. Det kom tydelig frem at heterosis var størst ved 42 dager, noe som er logisk for kullstørrelsen fordi det indikerer at overlevelsessevnen er større for avkom etter hybridpurker som ble observert i studie. Større kullstørrelse vil naturlig nok gi høyere kullvekt ved 42 dager. Økning i kullvekten kan også skyldes direkte heterosis. Dette stemmer overens med det Johnson (1981) kom frem til. Slaktegristilvekst var signifikant i omtrent alle studiene som var med i Johnson (1981) sin studie, hvor effekten av heterosis gav en økning i tilvekst fra 0,4 til 0,9 kg/dag. McLarren *et al.* (1987a) kom frem til at det var moderat effekt av krysningsavl for tilvekst etter avvenning og for alder ved test slutt (dager til 100kg). For slakte- og kjøttkvalitetssegenskaper var det få heterosis estimater som var signifikante, men for slaktevekt var det hybridene med Duroc som farrase som oppnådde signifikans. Det var lav individuell heterosis for spekktykkelse som varierte fra 4,8 til 3,1 prosent. Hybridråner bidrar med høyere drektighetsprosent og flere suksessfulle bedekninger, men forskjellene er ikke signifikante (Buchanan *et al.*, 1984a; Johnson, 1981). Hybridråner blir kjønnsmodne tidligere enn renrasede råner, men brukes det eldre råner kan noe av effekten mistets ettersom fordelene med hybridråner avtar med alderen (Buchanan *et al.*, 1984a). Gaugler *et al.* (1984) fant ut at betydningen av hvilke

rase man brukte som farrase ikke hadde påvirkning på kullegenskapene; kullstørrelse, kullvekt ved avvenning og overlevelsessevne. Derimot var valg av morrase viktigere enn valg av farrase, fordi morrasen har stor betydning for alle egenskaper frem til avvenning hvor egenskapene kullstørrelse og kullvekt var spesielt viktige (Gaugler *et al.*, 1984; Schneider *et al.*, 1982). Reproduksjon ble ikke funnet som en viktig egenskap hos farrasen når det ble brukt et diskontinuerlig kryssningssystem (Bennett *et al.*, 1983a). Hybridpurker hadde høyere drektighets prosent og fertilitet enn renrasede purker. Hybridpurker var 14,3 dager yngre ved kjønnsmodning enn renrasede purker.

Forskjellene mellom renrasede og hybriddyr indikerer store økonomiske forskjeller mellom ulike kryssningssystemer, hvor forskjellen ligger i hvilke raser som er brukt og hvor mye heterosis de aktuelle rasene produserer (Johnson, 1981). Det er flere som har beskrevet at det ligger store forskjeller i resultatet fra kryssningsavl etter hvilke raser som kombineres og hvilke raser som benyttes som mor og farrase (Johnson, 1981; Schneider *et al.*, 1982; Sellier, 1976). Duroc er en rase som er meget god i kryssninger som farrase, men ikke som morrase. Landsvin og Yorkshire er raser som er rapportert at er meget gode som morrase (Gaugler *et al.*, 1984; McLaren *et al.*, 1987a)

Egenskaper i avlsmålet

Morsegenskaper

Den største årsaken til økonomisk tap i kommersiell svineproduksjon er gris som dør før avvenning (Grandinson *et al.*, 2002). Seleksjon for økt tilvekst og kullstørrelse fører til lavere fødselsvekter og større spredning av individuelle vekter innen kullet (Knol *et al.*, 2002; Quiniou *et al.*, 2002; Weber *et al.*, 2009). Dette gjaldt også ved avvenning (Rosvold *et al.*, 2007). Hauge (2007) kom frem til at den maternale arvbarheten var større enn den direkte arvbarheten for treukersvekten og dermed var det mordyret som påvirket denne egenskapen mest. Treukersvekten er positivt korrelert med fødselsvekten, slik at en seleksjon for den ene egenskapen gir en økning i den andre egenskapen (Hauge, 2007). Individer med fødselsvekt under ett kilogram og over to kilogram i et kull på 10 individer gir høyere dødelighet for individer ved disse vektene. Fødselsvekt har et klart samspill med kullstørrelse når det gjelder dødelighet. Skal dødeligheten reduseres bør det fokusere

på fødselsvekten (Hauge, 2007). Quiniou *et al.* (2002) kom også frem til at grisunger som var under ett kilogram ved fødsel hadde mindre sjanse til å overleve frem til avvenning og hvis de gjorde det så hadde de dårligere prestasjoner frem til avvenning. Rosvold *et al.* (2007) kom frem til at den ideelle kullstørrelsen var mellom 10 og 11 avkom når en ser på antall levendefødte og overlevelsessevnen isolert sett. Ved denne kullstørrelsen klarte purken i større grad å ta vare på alle avkommene. Persdotter (2010) kom i sin studie frem til at kull med 7, 8, og 9 fødte gris var de kullstørrelsene med lavest antall dødfødte gris av totalt antall fødte. Kullstørrelsene 10 og 11 hadde i denne studie kullstørrelsene med høyest antall dødfødte. Kullstørrelsene 12 og 13 hadde lavere antall dødfødte enn kullstørrelsene 10 og 11. Canario *et al.* (2006) kom frem til at 12 grisunger var den ideelle kullstørrelsen for å unngå dødfødte.

Økt kullstørrelse gir en betydelig økning i spedgristapet hvor dødsårsakene er i hjellegging, sult og øvrige årsaker. Det er spesielt stor økning av i hjellegging ved økende kullstørrelse som kan skyldes synkende innsats fra purken for å holde grisungene i live ved økende kullstørrelse. En annen grunn kan være at det er vanskelig å holde kontroll på alle grisungene i ett stort kull (Quiniou *et al.*, 2002; Rosvold *et al.*, 2007). Av de 56,2 prosentene som ble ligget i hjel i Rosvold *et al.* (2007) sin studie hadde 24,7 prosent av disse fått lite eller ikke fått melk i det hele tatt. Spedgristapet var på 3,3 grisunger per purke i gjennomsnitt som tilsvarer et tap på 22,7 prosent. Dette er en høy tapsprosent som kan skyldes begrenset datamengde. I Ingris statistikken fra 2009 var tapsprosenten på 14,9 prosent (Haug *et al.*, 2010) som er et sikrere estimat. Det kan være flere årsaker til i hjellegging som for eksempel at purken ikke er oppmerksom og beskyttende nok ovenfor grisungene sine som er den mest sannsynlige årsaken. Mange grisunger kan nok bli ligget i hjel på grunn av likegyldighet fra purken sin side (Rosvold *et al.*, 2007). En annen årsak kan være at purken legger seg på grisungene med vilje for å redusere antall avkom, mens morsinvesteringen fremdeles er lav (Andersen *et al.*, 2005). Død som følger av sult skjer ved større konkurranse om ressursene og rammer som regel de minste og svakeste grisene fordi de oppholder seg nærmere purken og mindre i smågrishjørnet. Dette øker faren for lavere kroppstemperatur og ihjelligging (Quiniou *et al.*, 2002).

Slakte- og kjøttkvalitet

Spekktykkelse

De siste 40 årene har systematisk avl for magrere dyr redusert fettmengden med nesten syv kilogram. Redusert fettmengde har endret sammensetning i fett. Fettet har høyere innhold umettet fett og økt innhold av linolsyre som gjør spekket utsatt for harskning. Økt innhold av umettet fett har betydning for den ernæringsmessige og teknologiske kvaliteten for spekket (Aass *et al.*, 2007). Ernæringsmessig er umettet fett positivt med tanke på helsemessige effekter, mens for den teknologiske kvaliteten er økt innhold av umettet fett negativt fordi spekket er utsatt for harskning som fører til nedsatt holdbarhet og dårlig smak på produktet. Den gode spekkkvaliteten som kjennetegnes med hvitt, fast spekk er det lite igjen av ved spekktykkelse på under 10cm (Hallenstvedt *et al.*, 2007; Vangen, 2007). Spekktykkelsen måles for å vite hvor stor andel av slaktet som består av fett.

Kjøttprosent

Kjøttprosenten er den mest verdifulle egenskapen da den teller 90 prosent av verdien til slaktegrisen. Derfor er kjøttprosenten en av de viktigste egenskapene for avlsarbeidet hos Duroc, og har tidligere vært det for Landsvin. Frem til 1989 ble spekktykkelsen målt, men nå måles kjøttprosenten istedenfor (Mysen, 2008). På den tiden det har blitt registrert kjøttprosent har en omgjort 5,6 kg fett til kjøtt på en 80 kg gris. Dette er gjort gjennom avl, fôring og noe skyldes effekt av beregningsmetoden som er justert etter EUs regelverk (Mysen, 2009). I avlsarbeidet med Duroc og Landsvin benyttes datatomografi (CT) for å måle kjøttprosenten. Denne måten og måle kjøttprosenten på gir meget nøyaktige målinger med høy sikkerhet. I september 2010 lå kjøttprosenten målt med CT i gjennomsnitt for Duroc på 58,73 prosent og for Landsvin var den 65,39 prosent (Norsvin avlsdatabase, hentet 28. september, 2010).

Intramuskulært fett

Intramuskulært fett (IMF) er det fett som er marmorert i små dråper inni i kjøttet og består hovedsakelig av triglyserider og fosfolipider. Ved økende mengde IMF øker

mengden triglyserider og mengden fosfolipider minker (Fernandez *et al.*, 1999). De siste årene har det vært en uønsket endring i kjøttkvaliteten hvor trenden er lysere kjøtt, dårligere vannbindingsevne og lavere nivå av IMF. Det er vist i en rekke undersøkelser at IMF er viktig for spisekvaliteten til svinekjøttet. IMF gir høyere smaklighet, saftigere og mørere svinekjøtt. Det positive er at IMF viser seg å ha høyere arvegrad enn antatt (Aass *et al.*, 2007). Fernandez *et al.* (1999) fant en sammenheng mellom økt smaklighet og mørhet for økende IMF-nivåer selv om det var en svak sammenheng. Det var liten forskjell på smakligheten for forskjellige IMF-nivåer, men for mørheten var den høyest for 1,5 – 3,5 prosent IMF. For gruppene under 1,5 og over 3,5 prosent IMF ble kjøttet seigere. Smak og saftighet var signifikant når IMF ble høyere enn 2,5 prosent. Fortin *et al.* (2005) kom frem til at IMF lik eller høyere enn 1,5 prosent gav tilfredsstillende kjøttkvalitet hos forbruker. I Norge vil man ha en IMF hos Noroc på to prosent.

Drypptap

Terminologien drypptap betyr den væske som forsvinner fra et stykke kjøtt uten noen form for påvirkning (Fischer, 2007). Væsken består av vann og proteiner. Dårlig vannbindingsevne er uønsket av mange årsaker som blant annet dårlig kjøttkvalitet, vekttapet som oppstår når drypptapet er stort i lagringsperioden og i butikken som gir et økonomisk tap (Fischer, 2007). Størst betydning for drypptapet er fallet i pH etter slakting. Ved raskt pH-verdi fall ved høytemperatur vil muskelproteiner denatureres og cellestrukturen brytes slik at man får redusert vannbindingsevne (Fischer 2007; Sterten *et al.*, 2009). Svinekjøtt med stort drypptap vil ofte være seigt og tørt. Sterten *et al.* (2009) fant en tendens til at økende fastetid før slakt gav høyere pH-verdi, mørere og saftigere kjøtt. Ulike tilstander i kjøttkvaliteten som påvirker drypptapet er PSE (pale, soft and exudative), DFD (dry firm and dark), RSE (reddish, soft and exudative), PFN (pale, firm and non-exudative) og Hampshire typen (Fischer, 2007).

Muskel pH

Muskel pH som gir god kjøttkvalitet skal ligge mellom 5,4 og 5,8. Dersom pH-verdien ligger under eller over dette intervallet får man kjøtt som har en dårlig kjøttkvalitet. En for høy pH-verdi vil gi et mørkt, hardt og tørt kjøtt (DFD), mens en lav pH-verdi gir lyst,

mykt og vanddrivende kjøtt (PSE). Begge ytterlighetene påvirker foredlingsindustriens potensial, forbrukerens oppfattning og lagringsstabiliteten på kjøttet (Eik-Nes, 2001). For Landsvin og Duroc var den gjennomsnittlige pH-verdi i 2006 5,59 og 5,66 (Sterten *et al.*, 2007). Den mest utbredte typen av dårlig kjøttkvalitet er PSE-kjøtt. Hvor fort pH-verdien faller og hvor lavt den synker er avhengig av nivået av glykogen i muskelen når døden inntreffer. Hastigheten og graden av nedbrytningen av glykogen påvirker hvilken pH-verdi som inntreffer som igjen påvirker kjøttkvaliteten i stor grad. Når fallet i pH-verdi skjer raskt og ved høytemperatur vil muskelproteiner denatureres og cellestrukturen brytes slik at man får redusert vannbindingsevne (Fischer, 2007; Sterten *et al.*, 2009). Stor tilgang på glykogen gir høy produksjon av melkesyre etter dødsfall, noe som igjen gir lav pH-verdi. Sterten *et al.* (2009 og 2007) fant ut at det var signifikant forskjell mellom fastende og ikke-fastende dyr når det gjelder pH-verdi, hvor fastende dyr oppnådde høyere pH-verdi. Hvis man faster grisene før slakt får man en høyere pH-verdi på grunn av mindre glykogenlagre som kan benyttes til å produsere melkesyre i muskelen *post mortem*. pH-verdien påvirker ikke bare vannbindingsevnen, men også kjøttfargen.

Farge

Fargen er målt etter den internasjonale lyskommisjonens, Commission International de l'Eclairage(CIELAB), teknikk for å måle farge objektivt og uavhengig av måleinstrument. Graden av kjøttets lysintensiteten fra svart til hvitt, og graden av fargene rødt og gult måles for å indikere kjøttkvaliteten. Benevningene for disse tre parameterne er L*, a* og b* hvor tabell 2 viser måleenheten og beskrivelse av dem. L* er den viktigste egenskapen for å kunne forutsi noe om kjøttkvalitetsegenskapen drypptap og den subjektive oppfattelsen av kjøttet. Fargene L*, b* og a* var signifikant forskjellig fra normalt kjøtt til PSE-kjøtt i studiet til Warriss *et al.* (2006), mens det var kun forskjell i signifikans for L* og b* farge mellom DFD og normalt kjøtt. Forbrukere benytter hovedsakelig fargen på kjøttet til å avgjøre hvor god kjøttkvaliteten er, dermed er fargen viktig for forbrukers oppfattelse av produktet og for gjennomføring av kjøp (Mancini *et al.*, 2005).

Tabell 2 Viser oversikt og forklaring av CIELAB spekter av mål av farge.

Grad av farge	Måle enhet	Beskrivelse
Lyshet, L*	0-100	0 er svart og 100 er hvitt
Rødt, a*	Positiv og negative verdier	Positiv verdi; er rødlig farge, Negativ verdi; grønnlig farge.
Gult, b*	Positive og negative verdier	Positiv verdi; gul farge Negativ verdi; blålig farge

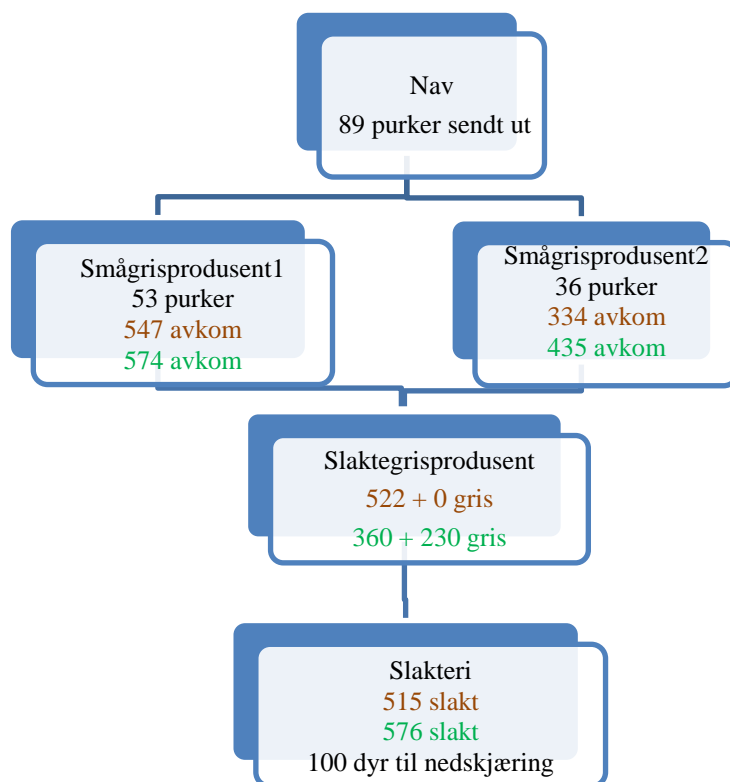
Material og metode

Oppgaven er basert på resultater fra to utprøvnings gjennomført i 2009 og 2010. Denne utprøvnings bestod av en sammenlikning av dagens farrasekombinasjon til slaktegrisen med ren Duroc (DD) som en mulig fremtidig farrase. Dagens farrasekombinasjon er Landsvin* Duroc (LD). Slaktegrisene som inngikk i utprøvnings hadde Landsvin*Yorkshire (LY) mødre. Videre i denne oppgaven vil farrase bli brukt i omtalen av DD og LD. Ved betegnelsen DD menes *LYDD* slaktegrisen og betegnelsen LD menes *LYLD* slaktegrisen. Formålet med utprøvnings var å finne ut om man kunne forbedre dagens slaktegrisproduksjon og kjøttkvaliteten ved å benytte ren Duroc som farrase fremfor LD.

Resultatene fra 2009 ble mottatt fra Norsvin, mens resultatene fra 2010 ble samlet inn via forsøksgjennomføring. Informasjonen er delt i to datasett ettersom informasjon er registret både på kullnivå og individnivå.

Datagrunnlaget

Det er hentet inn informasjon fra forsøk gjennomført i to puljer i Raumatoppen purkering. Forsøket ble gjennomført i en pulje i 2009 og en pulje i 2010 hvor de samme lokalitetene ble benyttet begge årene. Figur 1 viser en oversikt over forsøket. To smågrisprodusenter mottok begge årene drektige purker av krysningen Landsvin x Yorkshire (LY) som var inseminerte med identifisert sæd. Det ble brukt åtte durocråner og åtte LD-råner begge årene, men det ble ikke benyttet de samme rånene. Rånene ble selektert etter den totale avlsverdien, samt at produksjons- og slaktekvalitets-avlsverdien ble vektlagt. Det ble fokusert på og selektert råner slik at færrest mulig halvsøsken-råner ble benyttet i utprøvnings. Registreringer og målinger foregikk i perioden fra grisning 10. juni 2009 til slakt som ble gjennomført fra uke 47 til uke 50 samme år. I 2010 startet grisningene 18. mai, og slakting ble gjennomført fra uke 42 til uke 46.



Figur 4 Flow-Chart over forsøksoppbygning i Norge 2009 og 2010. Den tallene som er merket med brunfarge representerer 2009 tallene og de grønne tallene er for 2010. De svarte tallene er de som er felles for begge årene.

I smågrisperioden ble dødelighet, defekter, sykdom og evt. kullutjevning registrert kontinuerlig. I 2009 stoppet registreringene hos smågrisprodusent 2 ved endt smågrisperiode, mens gris fra smågrisprodusent 1 ble sendt til slaktegrisprodusenten hvor forsøket gikk videre frem til slakt. I forsøket gjennomført i 2010 ble gris fra begge smågrisprodusentene sendt videre til slaktegrisprodusenten som vist i figur 1. Kullutjevning ble notert og gjort innenfor farrase. I 2009 ble det ved kullutjevning registrert hvor mange grisunger som ble gitt bort og hvilke purke som mottok dem, men selve grisen ble ikke merket og har dermed videre i forsøket tilhørt vertskullet og dets far Id. Hos produsent 2 er kullutjevningen på ca. 5 prosent og da regnes det med at kullutjevningen er tilnærmet lik hos produsent 1. Dette vil sannsynligvis ikke ha signifikant betydning for resultatet, men vil gi noe usikkerhet når det gjelder far-avkom resultater. For 2010 er ikke dette tilfelle og kullutjevnedde gris ble dette året merket slik at de ble registrert med deres biologiske foreldre.

Det var to avdelinger i forsøksbygget, hvor det ble føret ad libium med henholdsvis våtfôr og tørrfôr med lik ernæringsmessig sammensetning. I 2009 ble grisene levert etter vekt i

tre omganger i løpet av to uker, hvor de fylte opp en avdeling først og så neste avdeling. I 2010 ble det levert gris over to dager og grisene ble fordelt i de to avdelingene etter produsent, rase og vekt. Det ble definert fire vektklasser for sorteringen; 20-24,9kg, 25-29,9kg, 30-34,9 og over 35 kg. Slik ble gris fra begge produsentene, rasene og alle vektklassene representert i begge avdelingene. Dødelighet, defekter som brokk og andre årsaker til eventuelle tap av gris ble registrert løpende. I 2009 ble alle grisene veid før første sending til slakt, hvor det ble sendt til slakt over fire uker. Dette gjør at det ikke er mulig å se på eventuelle sammenhenger mellom levendevekt og slaktevekt, dermed utgår slakteprosenten for 2009. I 2010 ble alle grisene veid uken før de ble slaktet, slik at siste veiing for alle grisene ble en uke før slakt. Det ble slaktet over fire uker. Når det ble gjort på denne måten var det mulig å regne ut slakteprosenten for 2010 dataene. Spekktykkelsen ble kun målt for 2009, dermed mangler det registreringer for 2010.

Datasettene

Informasjonen som er samlet inn på kullnivå er samlet i et datasett kalt kulldatasettet. Det inneholder observasjoner for 163 purker som er grunnlaget for datasettet, hvor 85 purker er inseminert med DD-råner og 78 med LD-råner. Individdatasettet som er basert på registreringer gjennomført på individnivå, inneholder informasjon fra individmerking ved tre uker til slakt inkludert slakte- og kjøttkvalitetssegenskaper. Datasettet har totalt 1866 dyr med registreringer. I 2009 ble 84 griser nedkjært for kjøttkvalitetsanalyser, hvor fordelingen mellom farrasene var 47 DD og 37 LD griser. I 2010 ble 100 griser nedkjært, hvor fordelingen mellom rasene var 50 individer fra hver farrase.

Tabell 3 Viser en oversikt over antall kull som dannet datagrunnlaget for kulldatasettet. Det vises hvor mange kull som er etter de to farrase kombinasjonene og hvor mange kull de respektive produsentene bidro med.

	Produsent1			Produsent 2		
	LD	DD	Antall purker	LD	DD	Antall purker
2009*	24	24	48 ¹	13	17	30 ¹
2010**	24	26	50 ²	17	18	35 ²

^{1*} Grisning foregikk fra 10. juni til 25. juni 2009 ^{2**} fra 19. mai til 26. mai i 2010

Tabell 3 viser en oversikt over antall kull som dannet datagrunnlaget for kulldatasettet. Uoverensstemmelse over antall kull i besetningene mellom figur 1 og tabell 3 skyldes at

en del kull har blitt ekskludert av ulike årsaker. For 2009 og 2010 gikk 8 kull fra produsent 1 og 7 kull fra produsent 2 ut av forsøket.

I slaktegrisperioden var 576 griser med i forsøket hvert år. I 2009 var fordelingen mellom rasene 262 DD-griser og 260 LD-griser, og fordelingen i forsøksbygget 29 binger med DD-griser og 35 binger med LD-griser. DD-grisene var fordelt med 16 binger i tørrforingsavdelingen og 13 binger i våtføringsavdelingen. LD-grisene var fordelt med 16 binger i tørrforingsavdelingen og 19 binger i våtføringsavdelingen. I 2010 var det 298 DD-griser fordelt på 33 binger og 279 LD-griser fordelt på 31 binger. Det var en bingeflertall av DD-griser i våtføringsavdelingen, mens i tørrforingsavdelingen var det 16 binger av hver rase.

De registrerte egenskapene

Registreringene som er gjort i forbindelse med forsøkene er delt inn etter egenskapen de beskriver. Det er fulgt inndelingen i avlsmålet til Landsvin og Duroc med modifiseringer. Slaktekvalitetsegenskapene; slaktevekt, kjøttprosent og spekktykkelse ble registrert hos Norturas slakteri, mens registrering av kjøttkvalitetsegenskapene ble gjennomført hos Animalia. Kjøttkvalitetsegenskapene som ble målt var; muskel pH, kjøttfarge, drypptap, intramuskulært fett (IMF), protein, collagen- og vanninnhold. I tabell 4 er det presentert en oversikt over alle egenskapene med tilhørende forkortelser og forklaring.

Morsevne og kullstørrelse

Egenskaper som ble registrert var kullvekt, antall levendefødte, antall dødfødte, døde etter fødsel og antall avvente. Kullvekten er vekten av alle fødte smågris inkludert dødfødte (veid innen 24 timer etter grisning).

Tilvekst

Tilvekst ble registrert gjennom hele forsøket fra treukers alder til endt slaktegrisperiode ved individuell veiing. Tidspunktene for veiing var treukers alder, ved avvenning (femukers alder), ved innsett i slaktegrisperioden, midtveis i slaktegrisperioden og før

slakt. Gyldig intervall for treukers alder var fra 18 til 23 dager etter fødsel. Ved første veiing ble det også registret kjønn. Treukers- og avvenningsvekten er med i både kulldatasettet og individdatasettet, hvor vektene er snittvekter per kull i kulldatasettet og individuelle vekter i individdatasettet. Tilveksten for slaktegrisperioden er kalt tilvekst 1, 2, og 3 i resultatdelen, som er tilveksten mellom veiingene i gram/dag. Slik at tilvekst 1 er tilveksten fra avvenning til veiing ved innsett, tilvekst 2 er tilvekst fra veiing ved innsett til veiing midtveis i slaktegrisperioden og tilvekst tre er tilvekst fra veiing midtveis til veiing før slakt. Den totale tilveksten er også beregnet og er fra avvenning til slakt og kalt tottilvekst. Veiing ved innsett ble gjennomført hos smågrisprodusentene dagen før sending og grisene ble merket etter seleksjonskriteriene rase og vekt som beskrevet i datagrunnlaget. Veiing ved innsett og midtveis i slaktegrisperioden ble gjennomført på en dag, mens veiing før slakt ble gjort uken før de aktuelle dyrene ble sendt til slakteriet.

Slaktekvalitet

Slaktevekt og slakteprosent

Slaktevekten er vekten av grisen uten hale og innvoller. Mellomgulv og all ister er også tatt bort. Hode og labber er med i slaktevekten og slaktevekten måles når slaktet er ferdig avkjølt og er basert på EUs definisjon av slaktevekt (Røe 2009). Slakteprosenten er slaktevekten til grisen uttrykt i prosent av levendevekten. Levendevekten må være registrert kort tid før slakt.

Spekkykkelsen

For å måle spekkykkelsen ble det brukt et skyvelære. Spekkykkelsen måles ved kammens (*m. longissimus dorsi*) nullpunkt.

Kjøttprosenten

Kjøttprosenten ble målt på slakteriet med Hennesey Grading Probe (GP7) med et innstikk i kammen (*m. longissimus dorsi*).

Kjøttkvalitet

Muskel pH

Muskel pH ble målt i muskelen *longissimus dorsi* tre til fire dager *post mortem*. Målingen ble gjort ved å bruke en pH-elektrode etter samme metode som ble brukt i studiet til Gjerlaug-Enger (2010).

Fargeintensitet

Fargen på kjøttet ble målt med instrumentet *Minolta Chroma Meter CR-400*. Fargen ble målt på tre forskjellige punkter i dorsal til ventral retning på kjøttstykket som var hentet to centimeter før siste ribbebein til tre centimeter etter siste ribbebein (Gjerlaug-Enger *et al.*, 2010).

Drypptap

EZ-DripLoss metoden er en metode fra Danske slakterier. Metoden ble brukt for å finne hvor stort drypptapet var, som viser hvor stor vannbindingsevne kjøttet har. Prøvene er tatt fra en 10 grams kjøttbit i muskelen *longissimus dorsi* tre til fem centimeter etter siste ribbebein. En sirkulær kniv på 2,5 centimeter sørger for å standardisere hver kjøttbit før den ble lagt i en ferdig produsert beholder. Den ferdig produserte beholderen veies først tom og deretter med kjøttbiten. Beholderen oppbevares i et døgn før den veies med kun drypptapet som innhold. Drypptapet blir regnet ut i prosent av startvekten (opprinnelig Rasmussen and Andersson 1996, sitert i Gjerlaug-Enger *et al.*, 2010).

Intramuskulært fett, protein, collagen- og vanninnhold

Near infrared Spectroscopy (NIR) analysen bestemmer andelen av IMF, protein, collagen- og vanninnhold i muskelen *longissimus dorsi*. Instrumentet som ble brukt var FOSS FoodScan som bruker NIR-transmission og skanner 850 til 1050nm. For hver prøve skannes det 16 ganger, hvor enheten på svarene fra analysen er gram per 100 gram for hver enkelt egenskap (Gjerlaug-Enger *et al.*, 2010).

Tabell 4: Oversikt over forkortelser brukt for egenskaper i oppgaven med tilhørende forklaring. Egenskapene er delt inn etter tre hovedgrupper; morsevne og kullstørrelse, tilvekst og slakte- og kjøttkvalitetssegenskaper.

Egenskaper	
Morsevne og Kullstørrelse	
Kullvekt	Vekten av alle fødte smågris inkludert dødfødte. Veies innen 24 timer etter grisning.
Levendefødte	Antall gris som lever når de blir født.
Dødfødte	Antall gris som ble født døde.
Død e. fødsel	Antall døde gris etter fødsel og frem til avvenning.
Avvente	Antall avvente gris per kull.
Tilvekst	
Treukersvekt	Vekten i kg ved 21 dagers alder (tre uker etter fødsel).
Avvenningsvekt	Vekten i kg ved avvenning (fem uker etter fødsel).
Tilvekst 1	Tilvekst i gram per dag fra avvenning til innsett i slaktegrisperioden.
Tilvekst 2	Tilvekst i gram per dag fra innsett til andre veiing i slaktegrisperioden.
Tilvekst 3	Tilvekst i gram per dag fra andre veiing til veiing før slakt i slaktegrisperioden.
Tottilvekst	Tilvekst i gram per dag fra avvenning til siste veiing i slaktegrisperioden.
Slakte- og kjøttkvalitetssegenskaper	
S-vekt	Slaktevekt målt i kilogram.
BF	Spekktykkelsen målt i millimeter på slaktet.
Kjøttprosent	Andelen kjøtt oppgitt i prosent på slaktet.
Slakteprosent	Slaktevekten i prosent av levendevekten.
Drypptap	Drypptapet, kjøttets vannbindingsevne målt i g / 100 g
pH	Kjøttets pH.
L-Kjøtt	Graden av kjøttets lysintensitet.
A-Kjøtt	Graden av rød kjøttfarge.
B-kjøtt	Graden av gul kjøttfarge.
IMF	Kjøttets innhold av intramuskulært fett (IMF) i g/100g
Protein	Andelen protein i kjøttet i g/100g
Vann	Kjøttets innhold av vann i g/100g
Collagen	Kjøttets innhold av collagen i g/100g

Statistiske modeller

Det ble gjort en rekke GLM analyser ved hjelp av SAS 9.1 (SAS Institute Inc 2002).

Modell 1a)

$$Y_{ijklmne} = \mu + \text{år}_i + \text{produsent}_j + \text{farrase}_k + \text{kullnummer}_l + \text{avvik 3 - uker}_m \\ + \text{avvikavvenning}_n + \varepsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmne}$ er observasjoner for kullvekt, levendefødte, dødfødte, vekt ved treukers alder, vekt ved avvenning og antall avvente. Denne modellen ble kjørt i tre omganger når GLM-analysen ble gjennomført i SAS. Kullvekt, levendefødte og dødfødte er kjørt sammen. Så er vekt ved treukers alder og avvenning gjort, og til slutt er antall avvente gjort i den tredje delen. Produsent står for hvilken smågrisprodusent grisen tilhører. Farrase er farrasekombinasjonen til slaktegrisen; LD eller DD. Kullnummer beskriver hvor mange kull purken har hatt og inkluderer gjeldene kull. Kullnummer er med som fast effekt. Kullnummer er blitt kortet ned fra åtte til syv nivåer i den statistiske modellen. Dette ble gjort fordi det var få kull i kullnummer åtte (2 kull i hver utprøvnings). Levendefødte er satt inn som regresjonsvariabel i for kulldatasettet og individdatasettet.

μ er gjennomsnittet av observasjonene til hver enkelt egenskap, år_i effekten av hvilket år individene har deltatt i utprøvningsen ($i=2009, 2010$); produsent_j er effekten av hvilke produsent grisen er født og vokst opp i ($j=1,2$); farrase_k er effekten av farrasekombinasjonen til slaktegrisen ($k=1,2$); kullnummer_l er effekten av kullnummeret som dyret tilhører ($l=1, \dots, 6$); avvik3 - uker_m er effekten av alder ved 3-ukers veiing som er en regresjons variabel ($m=-3, \dots, 5$); avvikavvenning_n er effekten av alder ved avvenning som er en regresjons variabel ($n=-5, \dots, 7$); ε_{ijklmn} er feilledet, den variasjonen i dataene som ikke kan forklares av modellen og antas å ha fordeling lik $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Modell 1b)

$$Y_{ijklmne} = \mu + \text{år}_i + \text{produsent}_j + \text{farrase}_k + \text{kullnummer}_l + \text{farrase} * \text{år}_m \\ + \text{farid}(\text{farrase} * \text{år})_n + \text{avvik 3 - uker}_o + \text{avvikavvenning}_p \\ + \varepsilon_{ijklmnop}$$

$Y_{ijklmnope}$ er observasjoner for kullvekt, levendefødte, dødfødte, vekt ved treukers alder, vekt ved avvenning og antall avvente. Den samme oppdelingen som i modell 1 er fulgt. I denne modellen er fedrene tatt med i modellen som fasteffekt. Samspillet mellom år og farrase er tatt med for å korrigere for forskjellene mellom rånene i de to årene og fordi det ikke var de samme rånene som ble brukt i 2009 og 2010. Fedre innen farrase beskriver variasjonen mellom rånene innen Farrasekombinasjonene. $\text{farrase} * \text{år}_m$ er effekten av samspillet mellom farrase og år ($r = 2009 \text{ DD}, 2009 \text{ LD}, 2010 \text{ DD}, 2010 \text{ LD}$); $\text{farid}(\text{farrase} * \text{år})_n$ er effekten av fedre innen farrase ($n=1, \dots, 16$); ε_{ijklmn} er feilledet, den variasjonen i dataene som ikke kan forklares av modellen, antas og ha fordeling lik $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Modell 2a)

$$Y_{ijklme} = \mu + \text{år}_i + \text{farrase}_j + \text{kullnummer}_k + \text{kjønn}_l + \text{fôr}_m + \varepsilon_{ijklm}$$

Y_{ijklme} er tilvekst 1, 2, 3 og tottilvekst fra slaktegrisperioden. kjønn_l er effekten av kjønn på dyret ($l = 1, 2$); fôr_m er effekten av fôrtype på dyret ($m = 1, 2$); ε_{ijkl} er feilledet, den variasjonen i dataene som ikke kan forklares av modellen, antas å ha fordeling lik $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Fôr er i denne modellen to forskjellige typer fôr; våtfôr og tørrfôr, med likt næringsinnhold som beskrevet i datagrunnlaget.

Modell 2b)

$$Y_{ijklmnoe} = \mu + \text{år}_i + \text{farrase}_j + \text{kullnummer}_k + \text{kjønn}_l + \text{fôr}_m \\ + \text{farrase} * \text{år}_n + \text{farid}(\text{farrase} * \text{år})_o + \varepsilon_{ijklmnoe}$$

$Y_{ijklmnoe}$ er tilvekst 1, 2, 3 og tottilvekst fra slaktegrisperioden. Denne modellen er lik modell 2a men har i tillegg far komponenten med. $\text{farrase} * \text{år}_n$ er effekten av samspillet mellom farrase og år ($n = 2009 \text{ DD}, 2009 \text{ LD}, 2010 \text{ DD}, 2010 \text{ LD}$); $\text{farid}(\text{farrase} * \text{år})_o$ er effekten av fedre innen farrase ($o = 1, \dots, 16$); $\varepsilon_{ijklmnoe}$ er

feilledet, den variasjonen i dataene som ikke kan forklares av modellen, antas å ha fordeling lik $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Modell 3a)

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + \hat{a}r_i + farrase_j + kullnummer_k + kjønn_l \\ + \hat{f}ôr_m + tid_n + G - kjøtt_o + uke_p + S - vekt_q + \varepsilon_{ijklmnopq}$$

$Y_{ijklmnopq}$ er observasjoner på pH, spekktykkelse, fargen på kjøttet (lysintensitet, rødhet og gulhet), drypptapet, intramuskulært fett, protein, collagen- og vanninnhold.

Drypptapet ble kjørt i en egen omgang hvor tid_n og $G - kjøtt_o$ er inkludert som regresjonsvariabel. For resterende egenskaper er modellen brukt uten tid og G-kjøtt. Tid er antall døgn det tar å gjennomføre drypptapstesten. Drypptapstesten gjennomføres på et døgn dermed vil tid variere rundt et døgn (Gjerlaug-Enger *et al.*, 2010). G-kjøtt er størrelsen på kjøttstykke som er hentet fra *longissimus dorsi* muskelen og brukt til drypptapstest. Hvert kjøttstykke veier rundt 10 gram og blir standardisert ved en sirkulærkniv som har diameter på 2,5cm (Gjerlaug-Enger *et al.*, 2010). Uke er uken dyrene er sendt til slakt og er med som en regresjonsvariabel. Det er slaktet i fem forskjellige uker med ulikt antall dyr. Slakteukene er fra uke 47 til uke 50. Når dyrene er sendt på forskjellig tid forventer man at det er forskjell i stressnivået og slakterutinene og liknende som påvirker kjøttkvaliteten (Rosenvold *et al.*, 2003). S-vekt er slaktevekten som er en regresjonsvariabel.

tid_n er effekten av tiden, i antall døgn, det tar å gjennomføre drypptapstesten ($n = 0,994, \dots, 1,01$); $G - kjøtt_o$ er effekten av størrelsen på kjøttstykket som ble brukt til drypptapstesten; uke_p er effekten av uken dyrene er sendt til slakt; $S - vekt_q$ er effekten av slaktevekten i kilogram; $\varepsilon_{ijklmnopq}$ er feilledet, den variasjonen i dataene som ikke kan forklares av modellen og antas å ha fordeling lik $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Modell 3b)

$$Y_{ijklmnopqre} = \mu + \text{\textit{ar}}_i + \text{\textit{farrase}}_j + \text{\textit{kullnummer}}_k + \text{\textit{kjonn}}_l \\ + \text{\textit{f\hat{o}r}}_m + \text{\textit{tid}}_n + G - \text{\textit{kj\text{o}tt}}_o + \text{\textit{uke}}_p \\ + S - \text{\textit{vekt}}_q + \text{\textit{farrase}} * \text{\textit{ar}}_r + \text{\textit{farid}}(\text{\textit{farrase}} * \text{\textit{ar}})_s + \varepsilon_{ijklmnopqrs}$$

$Y_{ijklmnopqre}$ er observasjoner på pH, spekktykkelse, fargen på kjøttet (lyst, r\o dt og gult), drypptapet, intramuskul\ae rt fett, protein, collagen- og vanninnhold. Denne modellen er lik modell 3a, men har f\aa tt lagt til farkomponentene; $\text{\textit{farrase}} * \text{\textit{ar}}_r$ er effekten av samspillet mellom farrase og \aa r ($r = 2009 \text{ DD}, 20009 \text{ LD}, 2010\text{DD}, 2010\text{LD}$); $\text{\textit{farid}}(\text{\textit{farrase}} * \text{\textit{ar}})_s$ er effekten av fedre innen farrase ($s = 1, \dots, 16$); $\varepsilon_{ijklmnopqr}$ er feilleddet, den variasjonen i dataene som ikke kan forklares av modellen og antas \aa ha fordeling lik $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Resultater

Dyrematerialet

Tabell 5 og 6 viser middeltall med standardavvik, min - og maksimumsverdier for hver farrase for de mest essensielle egenskapene fra både kulldataene og individdataene. Fra kulldataene i tabell 5 ligger den største forskjellen hos antall døde etter fødsel hvor avkom med Duroc som farrase har 0,43 stk færre døde gris etter fødsel. Durocfedre har 0,54 stk færre levendefødte gris en LD-fedre. Videre kan man antyde noen forskjeller når det gjelder ytterpunktene (minimum- og maksimumsverdier). Kull med Duroc som farrase har kullvekter som er 3,54 kg tyngre enn de tyngste kullene av LD-farrasen. Duroc sitt letteste kull veier 5,6 kg mer enn LD-farrasen sitt letteste kull. For individdataene fra tabell 5 er durocavkommene 270 gram tyngre enn LD-avkommene for treukersvekten, selv om LD har høyest maksimumsverdi for denne egenskapen. For avvenningsvekten er durocavkommene 410 gram tyngre enn LD-avkommene og for denne egenskapen har Duroc størst spredning i vektene. Tilveksten for slaktegrisperioden er jevn, men varierer noe fra periode til periode. Totalt sett er avkom etter LD-farrasen best for slaktegristilveksten.

Tabell 5 viser middeltall, standardavvik, min - og maksimumsverdier for de viktigste egenskapene innenfor hver farrase fra kull - og individdataene.

Variabler	Kulldata									
	LD					DD				
	N	Mean	Std.Dev	Min.	Max	N	Mean	Std.Dev	Min.	Max
Kullvekt	78	22,60	4,52	5,90	31,40	85	22,11	4,97	11,50	34,94
Levendefødte	78	13,76	3,14	3,00	22,00	85	13,21	3,14	5,00	21,00
Dødfødte	78	1,85	1,67	0	7,00	85	1,59	1,41	0	7
Døde e. fødsel	78	2,08	1,84	0	8,00	85	1,65	1,84	0	7
Avvente	78	11,49	2,73	3,00	22,00	85	11,52	2,28	4	16
Variabler	Individdata									
	LD					DD				
	N	Mean	Std.Dev	Min.	Max	N	Mean	Std.Dev	Min.	Max
Treukersvekt	899	6,48	1,61	2,5	11,97	967	6,75	1,64	1,42	11,38
Avvenningsvekt	894	10,60	2,35	3,64	17,17	966	10,91	2,45	2,28	18,70
Gram/dag1	539	483	96	145	773	560	474	88	166,6	765
Gram/dag2	538	873	149	371	1285	558	829	139	171	1371
Gram/dag3	531	1113	141	371	1285	557	1118	125	757	1528
Gram/dag totalt	531	834	72	501	1081	557	815	71	542	1029

I tabell 6 hvor slakte- og kjøttkvalitetssegenskapene er presentert er det liten forskjell i slaktevekten, spekktykkelsen, pH-verdi, protein- og collageninnhold mellom farrasene. Kjøttprosent som er en viktig egenskap er 0,83 prosent høyere for avkom etter LD-fedre. Avkom etter durocfedre har 0,51 prosent lavere drypptap og 0,25 prosent høyere intramuskulært fett (IMF). Kjøttprosent, drypptap og IMF er de viktigste egenskapene for slakte- og kjøttkvaliteten. Ut i fra tabell 6 ser det ut som at durocavkommene er best for drypptapet og IMF, mens LD-avkommene er best for kjøttprosenten. Fargeintensiteten var ganske lik for begge farrasene, hvor lysintensiteten oppnår den største forskjellen med 0,52 poeng. Durocavkommene hadde høyest lysintensitet.

Totalt sett ser det ut til at avkom etter durocfedre er best for antall døde etter fødsel, tilvekst i smågrisperioden, IMF, drypptap og lysintensitet. LD-farrasen er best for kullvekt, antall levendefødte, slaktegristilvekst og kjøttprosent. For de resterende egenskapene i tabell 5 og 6 ser det ut til at avkom etter farrasene er relativt jevngode.

Tabell 6 viser middeltall, standardavvik, min - og maksimumsverdier for slakte- og kjøttkvalitetssegenskapene innenfor hver farrase fra individdataene.

Individdata										
Variabler	LD					DD				
	N	Mean	Std.Dev	Min.	Max	N	Mean	Std.Dev	Min.	Max
S-vekt	87	83,89	38,50	71,10	92,40	97	83,62	31,95	71,90	91,10
BF	37	13,56	2,85	8	20	47	13,21	3,21	5	22
Kjøttprosent	87	60,50	2,50	54	66	97	59,67	2,55	51	65
Drypptap	87	5,06	1,63	1,49	8,67	97	4,55	1,27	1,32	7,45
PH	87	5,55	7,90	5,37	5,82	97	5,56	7,16	5,42	5,74
L- Kjøtt	87	47,89	1,93	43,57	52,68	97	48,41	1,91	44,21	53,19
A- Kjøtt	87	7,38	1,12	4,96	9,81	97	7,58	1,04	4,76	9,70
B- Kjøtt	87	2,57	1,21	-0,58	5,39	97	2,87	1,30	-0,55	6,08
IMF	87	1,74	0,39	0,97	2,94	97	1,99	0,55	0,98	4,11
Protein	87	23,21	0,41	22,18	24,47	97	23,17	0,40	22,18	23,94
Vann	87	74,19	0,41	73,08	75,24	97	73,98	0,51	72,88	75,43
Collagen	87	1	0,16	0,68	1,55	97	0,97	0,15	0,58	1,42

Kulldatasettet

Kullegenskaper

Tabell 7 viser oversikten over type III Mean Square for kullegenskapene registret i smågrisperioden fra modell 1a. Det er ingen signifikante forskjeller mellom farrasene for egenskapene i tabell 7. Produsent er signifikant og least square means (LS-means) for produsent er 10,99 og 11,83 avvente gris per kull for produsent en og to.

Tabell 7 viser type III Mean Square for kullegenskapene med tilhørende R²-verdier fra kulldatasettet, hvor modell 1a er brukt.

	Kullvekt	Levendefødte	Dødfødte	Døde e. fødsel	Avvente
R²	0,13	0,05	0,11	0,16	0,09
År	25,92	4,41	7,35	1,71	0,97
Produsent	50,62	3,78	0,29	5,15	27,11*
Farrase	12,34	8,31	2,05	5,08	0,16
Kullnummer	63,16* *	9,31	5,56*	12,42**	10,90

Signifikansnivå *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001

Smågristilvekst

Tabell 8 viser oversikt over type III Mean Square for treukers- og avvenningsvekten fra kulldatasettet, hvor modell 1a og 1b er brukt. I modell 1a for treukersvekten viser farrase (p= 0, 06) en sterk trend til at det er forskjell mellom farrasene for treukersvekten. LS-means for farrase for treukersvekten i modell 1a er 6,60 kg og 6,84 kg for avkom etter LD- og durocfedre. DD-avkom er 240 gram tyngre enn LD-avkom for treukersvekten. I modell 1b er det ikke signifikant effekt av farrase eller fedre innen farrase. Det er kun signifikans for regresjonsvariablene.

Tabell 8 viser type III Mean Square for treukers- og avvenningsvekten med tilhørende R²-verdier fra kulldatasettet, hvor modell 1a og 1b er brukt.

	Treukers-vekt	Avvennings-vekt	Treukers-vekt	Avvennings-vekt
	Modell 1a		Modell 1b	
R²	0,55	0,23	0,64	0,42
År	1,94	4,81	1,58	3,91
Produsent	0,59	1,60	0,53	0,86
Farrase	2,15	0,37	0,82	0,44
Kullnummer	1,88*	4,87*	0,89	2,69
Levendefødte	26,34***	41,12***	18,34***	24,06***
Avvik 3-uker	64,82***	-	47,36***	-
AvvikAvvenning	-	39,00***	-	14,60**
Farase*År	-	-	1,48	0,83
FarId(Farase*År)	-	-	0,65	2,50

Signifikansnivå *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001 - betyr at parameter ikke er med i modellen

Individdatasettet

Smågristilvekst

Tabell 9 viser oversikt over type III Mean Square for treukers- og avvenningsvekten fra individdatasettet, hvor modellene 1a og 1b. Fra tabell 9 er det for modell 1a signifikant forskjell mellom farrasene ved treukers- og avvenningsvekten. I tabell 8 var det en strek trend til signifikant forskjell mellom farrasene ($p=0,06$) for treukersvekten. Det er signifikant forskjell mellom årene for treukers- og avvenningsvekten i modell 1a. For modell 1b i tabell 9 er farrase signifikant for treukers- og avvenningsvekten. Andre signifikante variabler for modell 1b er samspillet mellom farrase og år for treukersvekten. Fedre innen farrase for både treukers- og avvenningsvekten. Signifikansen for samspillet mellom farrase og år tilsier at det er variasjon mellom fedrene innen farrasene i 2009 og 2010. Signifikansen for fedre innen farrase tilsier at en del av variasjonen i smågristilveksten (treukers- og avvenningsvekten) skyldes variasjon mellom fedrene innen farrasene. Tabell 9 og modell 1b viser at kvadratsummen til farrase er større enn kvadratsummen til fedrene innen farrasene for både treukers- og avvenningsvekten. Dette betyr at forskjellene mellom farrasene forklarer en større del av variasjonen for smågristilveksten enn fedrene innen farrasene. Differansen mellom kvadratsummen for farrasene og fedrene innen farrasene er betydelig mindre for avvenningsvekten enn for treukersvekten. Denne trenden observeres også i modell 1b, tabell 8.

Tabell 9 viser type III Mean Square for treukers- og avvenningsvekten med tilhørende R^2 -verdier fra individdatasettet, hvor modell 1a og 1b er brukt.

	Treukers-vekt	Avvenningsvekt	Treukers-vekt	Avvenningsvekt
	Modell 1a		Modell 1b	
R^2	0,17	0,09	0,22	0,16
År	12,479*	32,00*	6,65	18,54
Produsent	0,497	4,77	0,286	0,918
Farrase	46,82***	40,03**	20,63**	30,12*
Kullnummer	17,69***	42,21***	8,591**	21,141***
Avvik 3-uker	431,416***	-	307,947***	-
AvvikAvvenning	-	574,33***	-	372,87***
Levendefødte	189,50***	269,50***	145,49***	193,95***
Farrase*År	-	-	14,75**	10,73
FarId (Farrase*År)	-	-	9,16***	25,38***

Signifikansnivå * $P<0,05$ ** $P<0,01$ *** $P<0,0001$ - betyr at parameter ikke er med i modellen

Tabell 10 viser LS-means for farrase og år for treukers- og avvenningsvekten fra individdatasettet, hvor modell 1a og 1b er brukt.

	Treukers-vekt	Avvenningsvekt	Treukers-vekt	Avvenningsvekt
	Modell 1a		Modell1b	
LD	6,43	10,67	6,50	10,76
DD	6,75	10,97	6,76	11,08
2009	6,50	10,79	/	/
2010	6,68	11,04	/	/

/ ikke signifikant i type III Mean Square i tabell 9 for treukers- og avvenningsvekten.

Tabell 10 viser en oversikt over LS-means verdiene for farrase og år for treukersvekten og avvenningsvekten i individdatasettet. For modell 1a er durocavkom 256 gram tyngre en LD-avkom ved treukersvekten. Ved avvenningsvekten er avkom etter durocfedre 275 gram tyngre. I modell 1b fra tabell 10 er avkom etter durocfarrasen 200 gram tyngre for treukersvekten og 300 gram tyngre for avvenningsvekten. Samspillet mellom farrase og år er signifikant i tabell 9 og fra LS-means er avkom etter durocfedrene 6,79 kg i 2009 og 6,73 kg i 2010. Avkom etter LD-fedrene var i 2009 6,32 kg og i 2010 var de 6,67 kg. Det var en stor økning i vekt ved treukersalder fra 2009 til 2010 hos LD-avkom. I modell 1a er år signifikant for smågristilveksten hvor vekten ved tre uker er tyngre i 2010 enn i 2009 med en differanse på 180 gram. Differansen mellom 2009 og 2010 for vekt ved avvenning er 250 gram, hvor avvenningsvekten er tyngst i 2010.

Slaktegristilvekst

Tabellene 11, 12, og 13 viser tilvekstresultater i slaktegrisperioden fra individdatasettet. Tabell 11 og 13 viser type III Mean Square for slaktegristilveksten med modell 2a og 2b. Tabell 12 er LS-means for signifikante effekter i tabell 11. Slaktegristilveksten er i gram per dag og er delt inn i fire perioder hvor den fjerde perioden er den totale tilveksten gjennom hele tilvekstperioden. Tabell 11 viser signifikant forskjell mellom farrasene, årene og fôrene for de samme tre av fire tilvekstperioder. Det er tilvekst periode tre som ikke har signifikante nivåer av disse tre effektene. Kjønn var signifikant for de tre siste tilvekstperiodene.

Tabell 11 viser type III Mean Square for tilveksten i slaktegrisperioden med tilhørende R² verdier fra individdatasettet, hvor modell 2a er brukt.

	DF	Tilvekst 1	Tilvekst 2	Tilvekst 3	Total Tilvekst
R²		0,05	0,24	0,11	0,18
År	1	41799*	607404*	57425	231264*
Farrase	1	48233*	539261*	3638	41772*
Kullnr	7	17749*	114481*	50060*	20078*
Kjønn	1	22661	1207173*	1712116*	564107*
Fôr	1	247700*	2455147*	628	20808*

Signifikansnivå *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001

Tabell 12 viser LS- means for farrase og år for tilveksten i slaktegrisperioden fra individdatasettet, hvor modell 2a er brukt. Tilveksten er oppgitt i gram per dag.

LS- means	Tilvekst 1	Tilvekst 2	Total Tilvekst
LD	492	869	825
DD	477	821	811
2009	478	870	802
2010	491	820	833

Signifikansnivå *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001

LS -means for farrasene er vist i tabell 12 hvor avkom med LD-fedre har høyest tilvekst. De er 14,51 gram tyngre i første veieperiode, 48,6 gram tyngre i andre veieperiode og 13,56 gram tyngre når hele slaktegrisperioden er sett under ett fra avvenning til slakt. Fra tilvekstperiode én til tilvekstperiode to er tilveksten doblet for begge farrasene. I tredje periode er det ingen signifikant forskjell mellom farrasene for tilveksten, men det kan nevnes at det er i denne perioden tilveksten rundt 1000 gram per dag for begge farrasene. Dette tyder på at farrasene har lik vekstkurve gjennom slaktegrisperioden.

Tabell 13 viser type III Mean Square for tilveksten i slaktegrisperioden med tilhørende R²-verdier fra individdatasettet, hvor modell 2b er brukt.

	DF	Tilvekst 1	Tilvekst 2	Tilvekst 3	Total Tilvekst
R²		0,22	0,29	0,20	0,26
År	1	8352	410834***	15788	145585***
Farrase	1	8,74	300485***	24658	3874
Kullnummer	7	17483*	56033**	26623	9178*
Kjønn	1	34523*	1060662***	1725057***	544141***
Fôr	1	430556***	2377983***	5726	26115*
År*Farrase	1	91700**	18688	110654**	339
FarId(År*Farrase)	27	57983***	39629***	56886***	15758***

Signifikansnivå *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001

Tabell 13 viser en oversikt over type III Mean Square for tilveksten i slaktegrisperioden fra individdatasettet, hvor modell 2b er brukt. Ved bruk av modell 2b mistes signifikansen for farrase for alle tilvekstperiodene utenom for tilvekstperiodeperiode to. Det oppstår betydelig signifikans for fedre innen farrase for alle tilvekstperiodene. Fedre innen farrase oppnår høyere kvadratsummer enn farrase. Dette viser at i modell 2b forklarer fedre innen farrase en større del av variasjonen i slaktegristilveksten enn farrase. Dette betyr at variasjonen i tilvekst i slaktegrisperioden skyldes hvilke far som er benyttet uavhengig av farrase. Det er periode to som skiller seg ut med høyere kvadratsum for farrase enn for fedre innen farrase. For periode to er det tydelig at variasjonen i slaktegristilveksten forklares av farrase. Det er avkom etter LD-fedre som har høyest tilvekst i denne perioden med 860 gram per dag som er 42 gram høyere tilvekst per dag enn avkom etter durocfedre. Tilveksten for de to årene følger likt mønster som i modell 2a. Det er også tydelig samspill mellom farrase og år for periode en og tre, som viser at det er forskjell i tilvekst mellom avkommene til fedrene innen farrasene for 2009 og 2010.

Fra LS-means for modell 2a og 2b viser at tilveksten er høyest i 2010 for tilvekstperiode en og den totale tilveksten. I tilvekstperiode to er tilveksten høyest 2009. For modell 2a er kjønn signifikant for alle tilvekstperiodene utenom den første tilvekstperioden. Det er perioden fra avvenning til veiing ved innsett i slaktegrisperioden hvor det ikke er signifikans for kjønn. For modell 2b er kjønn signifikant for alle tilvekstperiodene. LS-means viser at kastrater har høyest tilvekst som samsvarer med andre artikler (Edwards *et al.*, 1992; Latorre *et al.*, 2003). Tørrfôr gir høyest tilvekst i periode en og for total tilvekst, mens våtfôr gir høyest tilvekst i andre tilvekstperiode i begge modellene.

Slakte - og Kjøttkvalitetssegenskaper

Tabell 14 og 15 viser oversikt over resultatene for type III Mean Square for slakte- og kjøttkvalitetssegenskapene fra individdatasettet, hvor modell 3a er benyttet. Tabell 15 viser type III Mean Square for kjøttkvalitetssegenskapene som inngår i NIR analysen. Fra tabell 14 og 15 er farrase signifikant for graden av gul kjøttfarge, drypptap, kjøttprosent, intramuskulært fett (IMF), protein- og vanninnhold. Dette viser at det er en betydelig forskjell på slakte- og kjøttkvaliteten i forhold til hvilken farrase man benytter seg av. Det

er signifikant forskjell mellom årene for mange av de undersøkte egenskapene som muskel pH, kjøttfargen, kjøttprosenten, IMF, collagen- og vanninnhold. Hvilken uke dyrene ble sendt til slakt har signifikant betydning for slakteprosent og muskel pH.

Tabell 16 viser en oversikt over LS- means for alle signifikante effekter i type III Mean Square tabellen presentert i tabell 14 og 15. LS- means farrase er 4,64 og 5,19 prosent for drypptapet hos DD-avkom og LD- avkom. LS -means farrase for protein er 23,12 og 23,24 prosent for avkom med DD- og LD -farrase. Durocavkom er best for drypptap med 0,55 prosent lavere verdi. Fra tabell 16 ser man at avkom med LD- farrase hadde 0,64 prosent høyere kjøttprosent enn avkom med DD-farrase. DD- avkom har gulere kjøttfarge, 0,32 prosent høyere innhold av IMF, 0,55 prosent lavere drypptap, 0,12 prosent lavere protein- og vanninnhold. Det er durocfarrasen som kommer best ut for flest egenskaper når det gjelder slakte- og kjøttkvalitet. Egenskapen avkom etter LD-farrase kommer best ut for er kjøttprosent. For kjøttfargen er det vanskelig å vite hvilken farrase som har den gunstigste verdien på grunn av manglende referanseverdier og liten forskjell mellom farrasene. Det er en økning i kjøttprosent på 1,8 prosent fra 2009 til 2010. Kastrater har 1,7 prosent lavere kjøttprosent, lysere kjøttfarge som er mer gult med 0,34 prosent høyere nivå av IMF og lavere vanninnhold enn purker. Kastrater har et innhold av IMF som er i nøyaktig samsvar med anbefalingen for optimalt innhold av IMF. Tørrfôr gir høyere pH-verdi, mørkere kjøtt med mindre gul kjøttfarge, lavere grad av IMF og høyere vanninnhold enn våtfôr.

Tabell 14 viser type III Mean Square for slakte- og kjøttkvalitetsegenskapene med tilhørende R²-verdier fra individdatasettet, hvor modell 3b er brukt. Spekktykkelse (BF) og slakteprosent har kun registreringer et av to år.

	DF	Kjøttprosent	Slakteprosent	BF	pH	L-kjøtt	A-kjøtt	B-kjøtt	Drypptap
R²		0,42	0,66	0,13	0,42	0,31	0,36	0,65	0,22
År	1	9,65	-	-	0,13***	49,76***	11,31**	40,86***	6,39
Farrase	1	59,48**	0,11	0,00	0,01	10,03	2,56	3,56*	12,89**
Kullnummer	7	15,45**	1,81	7,49	0,004	5,65	1,36	2,72***	5,53**
Kjønn	1	236,18***	4,24	30,74	0,0002	13,77*	0,03	3,21*	2,61
Fôr	1	19,46*	70,33***	3,81	0,015*	19,81**	1,17	9,76***	0,26
S-vekt	1	19,82*	37,16***	7,97	0,0089	15,82*	0,08	3,33*	-
Tid	1	-	-	-	-	-	-	-	12,92**
Uke	1	0,10	7,44*	9,58	0,01*	7,89	0,03	1,95	1,22
G-kjøtt	1	-	-	-	-	-	-	-	0,50

Signifikansnivå *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001 - betyr at parameter ikke er med i modellen

Tabell 15 viser type III Mean Square for kjøttkvalitetssegenskapene som inngår i NIR- analysen fra individdatasettet, hvor modell 3a er benyttet.

	DF	Nit_imf	Protein	collagen	vann
R²		0,32	0,29	0,24	0,26
År	1	1,03*	0,00	0,39***	3,86***
Farrase	1	3,66***	0,56*	0,02	1,76**
Kullnummer	7	0,38*	0,17	0,02	0,10
Kjønn	1	5,44***	0,05	0,00	3,19***
Fôr	1	1,03*	0,04	0,00	0,81*
S-vekt	1	0,01	0,03	0,05	0,16
Tid	1	-	-	-	-
Uke	1	0,25	1,39**	0,05	3,31***

Signifikansnivå *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001 - betyr at parameter ikke er med i modellen

Tabell 16 viser LS- means for farrase, år, fôr og kjønn for slakte- og kjøttkvalitetssegenskapene fra individdatasettet, hvor modell 3a er benyttet.

	Kjøttprosent	pH	L- Kjøtt	B- kjøtt	Nit_IMF	Vann
Farrase						
LD	59,97	/	/	2,67	1,70	74,23
DD	59,33	/	/	2,98	2,02	74,02
År						
2009	58,75	5,48	49,50	3,95	1,68	74,47
2010	60,55	5,61	47,02	1,70	2,04	73,78
Kjønn						
Kastrat	58,81	/	48,55	2,97	2,04	73,98
Purke	60,51	/	47,97	2,68	1,67	74,26
Fôr						
Tørrfôr	/	5,56	47,89	2,56	1,78	74,20
Våtfôr	/	5,54	48,64	3,09	1,95	74,05

/ ikke signifikant i Type III Mean Square i tabell 14 og 15 for slakte- og kjøttkvalitetssegenskapene.

Tabell 17 viser type III Mean Square for slakte- og kjøttkvalitetsegenskapene for individdatasettet, hvor modell 3b er brukt. Spekktykkelse (BF) og slakteprosent har kun registreringer et av to år som gjør at de har 13 og 14 frihetsgrader (DF).

	DF	Kjøttprosent	Slakteprosent	BF	pH	L-kjøtt	A-kjøtt	B-kjøtt	Drypptap
R²	-	0,51	0,71	0,28	0,53	0,52	0,51	0,73	0,45
År	1	11,49	-	-	0,11***	29,59**	10,62**	31,42***	4,73
Farrase	1	41,35**	0,01	0,48	0,002	11,89*	2,53?	4,29**	3,78
Kullnummer	7	8,04	0,61	8,55	0,002	2,99	0,94	1,58**	6,26***
Kjønn	1	150,66***	7,43*	23,09	0,00	12,75*	0,08	1,90?	0,19
Fôr	1	17,359*	49,22***	3,71	0,006	20,25**	0,35	6,55***	0,05
S-vekt	1	20,62*	29,51**	4,87	0,009	26,59**	0,32	5,90**	9,32*
Uke	1	0,23	5,32	8,34	0,012?	1,34	0,29	1,07	0,04
År*Farrase	1	7,76	-	-	0,001	1,04	0,00	0,21	0,55
FarID (År*Farrase)	27	3,53	1,83	8,53	0,005	5,11**	1,24*	0,78	3,10**
G-kjøtt	1	-	-	-	-	-	-	-	1,89
Tid	1	-	-	-	-	-	-	-	14,80**

Signifikansnivåer *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001 - betyr at parameter ikke er med i modellen

Tabell 18 viser type III Mean Square for kjøttkvalitetsegenskapene som inngår i NIR- analysen for individdatasettet, hvor modell 3b er brukt.

	DF	Nit_imf	Protein	collagen	vann
R²		0,49	0,51	0,33	0,48
År	1	1,26**	0,00	0,44***	3,97***
Farrase	1	1,97**	0,56*	0,05	0,44
Kullnummer	7	0,39*	0,11	0,03	0,15
Kjønn	1	3,02***	0,07	0,00	1,58**
Fôr	1	1,08**	0,02	0,00	0,99*
S-vekt	1	0,11	0,00	0,06	0,47
Uke	1	0,21	1,19**	0,06	2,73***
År*Farrase	1	0,10	0,03	0,01	0,23
FarID(År*Farrase)	27	0,27**	0,23**	0,02	0,33**
G-Kjøtt	1	-	-	-	-
Tid	1	-	-	-	-

Signifikansnivå *P<0,05 **P<0,01 ***P<0,0001 - betyr at parameter ikke er med i modellen

Tabell 17 og 18 inneholder type III Mean Square for slakte- og kjøttkvalitetsegenskapene fra individdatasettet, hvor modell 3b er brukt. Tabell 18 viser type III Mean Square for kjøttkvalitetsegenskapene som inngår i NIR- analysen. Farrase har signifikant effekt på egenskapene kjøttprosent, lysintensitet, gul kjøttfarge, IMF og protein. For fedre innen farrase er lysintensitet, rød kjøttfarge, drypptap, IMF, protein- og vanninnhold signifikante egenskaper. Egenskapene kjøttprosent, gul kjøttfarge forklares tydelig av variasjonen mellom farrasene siden disse egenskapene kun er signifikante for farrase. For disse egenskapene forklarer farrase en betydelig større del av variasjonen i datasettet enn fedre innen farrase. Lysintensitet, rød kjøttfarge, IMF og protein er egenskaper som er signifikante for både farrase og fedre innen farrase. Dette viser at variasjonen i datasettet

forklares både av farrase og fedre innen farrase. Fra tabell 17 og 18 forklarer farrase en større del av variasjonen for disse egenskapene enn fedre innen farrase. For lysintensiteten på kjøttet er kvadratsummen meget høy i forhold til fedre innen farrase som betyr at mesteparten av variasjonen skyldes forskjeller mellom farrasene og ikke forskjeller mellom fedrene innen farrase. Det samme gjelder for IMF, mens for proteininnhold er forskjellen i kvadratsummene langt lavere.

Fra LS- means har LD-avkom høyest kjøttprosent; med modell 3b er differansen 0,94 prosent mellom farrasene. LD- avkom har også høyest innhold av proteiner. Avkom etter durocråner har høyest IMF innhold, lysintensitet, rødere og gulere kjøttfarge. Kastrater har lavere kjøttprosent, slakteprosent og vanninnhold i kjøttet enn purker. Kastrater har lysere og gulere kjøttfarge med høyere innhold av IMF enn purker. Tørrfôr gir høyest kjøttprosent, slakteprosent og vanninnhold i kjøttet. Våtfôr gir lysere og gulere kjøtt med høyere IMF.

Diskusjon

Hovedvekten av forskning og forsøk på krysningsavl med gris er gjennomført frem til slutten av 90-tallet. Det er få forsøk som er gjennomført i nyere tid og dermed er det vanskelig å finne litteratur som er direkte sammenliknbar med resultatene i denne oppgaven. Dette gjelder spesielt for effekt av krysningsavl for kullegenskaper, smågristilvekst og slaktegristilvekst. For slakte- og kjøttkvalitetsegenskapene eksisterer det nyere litteratur. Det var på 90-tallet avlsfirmaene virkelig vokste og kommersialiserte krysningsavlen. Siden da har det vært akseptert at det er en positiv effekt av krysningsavl hos gris. I de senere årene har det vært en trend som har skiftet fokus fra økt produksjons effektivitet til dyrevelferds relaterte egenskaper som holdbarhet og funksjonalitet. Kjøttkvalitet er også en gruppe egenskaper som det har vært forsket mye på i de senere årene ettersom forbruker er blitt mer kvalitetsbevist. Diskusjonen er delt inn i fem deler; kullegenskapene, smågristilvekst, slakte og kjøttkvalitetsegenskaper, diskusjon av de statistiske modellene og til slutt videre utfordringer.

Kullegenskaper

For kullegenskapene var det med modell 1a forventet at farrasene skulle være relativt jevngode, men at durocrånene gav noe høyere kullvekt, færre levendefødte, dødfødte og døde etter fødsel. Ut fra tabell 6 var det ingen signifikante forskjeller mellom farrasene for kullegenskapene som viser at farrasene er jevngode for kullegenskapene i utprøvingen. Effekten av produsent var signifikant for antall avvente per kull. Dette kan reflektere miljøeffekter som bygning, rutiner og røkter. For de resterende kullegenskapene var det ingen signifikante forskjeller.

For kullegenskapene er ikke modell 1b presentert, fordi de fleste modellene ikke viste signifikans for farrase og fedre innen farrase. Det er fra studier og forsøk forsøkt å finne effekt av far til kullet for kullegenskapene, men de færreste har oppnådd signifikant effekt (Buchanan *et al.*, 1984a; Gaugler *et al.*, 1984; Schneider *et al.*, 1982; Wilson *et al.*, 1981a). Drektighetsprosenten og bedekningsraten er egenskaper hvor det er funnet signifikant effekt av far til kullet. Da er det unge hybridråner som øker drektighetsprosent og bedekningsraten, men det er uvisst om denne fordelingen seg ut ved økende alder

(Buchanan *et al.*, 1984a). Det er hovedsakelig purken som påvirker kullet gjennom maternale effekter (Solanes *et al.*, 2004). Valg av morrase eller morhybrid har større betydning for kullegenskapene enn valg av farrase (Gaugler *et al.*, 1984; Schneider *et al.*, 1982). For kullegenskapene er det vanskelig å bevise effekt av far fordi effekten av far er liten i forhold til effekten av mor. Dette indikerer at det ikke skulle være noen forventet forskjell i kullegenskapene ved bruk av ulike farraser. Eventuelle forskjeller er knyttet til individuell heterosis som kunne ha kommet til uttrykk som større overlevelsessevne. For kullegenskapene er døde fra fødsel til avvenning og antall avvenne egenskaper hvor forskjell i overlevelses evne kunne ha kommet til uttrykk.

Smågristilvekst

Smågristilveksten (treukers- og avvenningsvekten) er analysert for kulldatasettet og individdatasettet. Hauge (2007) kom frem til at maternal effekt kunne antas å ha større betydningen for treukersvekten enn den direkte effekten. Ved å analysere treukersvekten og avvenningsvekten for begge datasettene ønsket en å kunne se hvordan maternal effekt påvirket smågristilveksten i forhold til den direkte effekten. Det var forventet at en kunne få frem et mer korrekt bilde av virkeligheten ved å kjøre analyser for begge datasettene. Da får man frem effekten av mor og effekten av individet selv. Det ble også forventet sikrere resultater fra individdatasettet da det inneholder betydelige flere observasjoner.

For kulldatasettet med modell 1a er det ikke signifikant effekt av farrase for treukersvekten og avvenningsvekten. Effekten av år ($p=0,07$) og farrase ($p=0,06$) viser en sterk trend for treukersvekten. For kulldatasettet med modell 1b er det ikke signifikant effekt av farrase, fedre innen farrase og samspillet mellom farrase og år for smågristilveksten. Fedre innen farrase forklarer i tabell 8 en betraktelig mindre del av variasjonen for treukersvekten enn for avvenningsvekten. Dette kan antyde at farrase har større betydning for treukersvekten enn for avvenningsvekten. Det skal påpekes at det ikke er oppnådd signifikans for farrasene eller for fedre innen farrasene for smågristilveksten. Hauge (2007) og Solanes *et al.* (2004) kom frem til at den maternale effekten og miljøeffekten har større påvirkning på smågristilveksten enn den individuelle effekten fra fødsel til avvenning. Den maternale effekten minsker med alder og den direkte genetiske effekten ser ut til å øke proporsjonalt (Solanes *et al.*, 2004). I

kulldatasettet som har mor som individ kunne en tenke seg mindre effekt av farrase fordi den maternale effekten er større og vil dominere. Dette kan stemme overens med resultatene i denne oppgaven hvor det ikke var signifikant effekt av farrase for smågristilveksten i kulldatasettet. I individdatasettet er registreringen gjort på avkommene individuelt og dermed er det den direkte effekten som er tatt med i modellen. Derfor kunne en forvente seg større effekt av farrase for smågristilveksten, siden halvparten av den additive genetiske effekten hos individet er fra far. Effekten av farrasen vil komme til uttrykk gjennom individets additive genetiske effekt og eventuell heterosis.

Determinasjonskoeffisienten (R^2) for avvenningsvekt i modell 1a er lav ($R^2 = 0,23$). Dette kan forklares ved at informasjon i kulldatasettet er knyttet til purken og ved avvenning er den maternale påvirkningen mindre enn ved treukers alder (Solanes *et al.*, 2004). Årsaken til at R^2 for avvenningsvekten er på likt nivå med treukersvekten i modell 1b kan være de ekstra frihetsgradene som fedre innen farrase opptar.

For individdatasettet i modell 1a er det signifikant forskjell mellom farrasene for både treukersvekten ($p < 0,0001$) og avvenningsvekten ($p < 0,01$). Fra LS- means har durocfarrasen de tyngste avkommene for smågristilveksten, hvor differansen mellom farrasene er 256 gram og 275 gram for treukersvekten og avvenningsvekten. Farrase forklarer en god del av variasjonen for smågristilveksten i individdatasettet som viser tydelig forskjell mellom farrasene. I individdatasettet og modell 1b er det signifikant forskjell mellom farrasene for både treukersvekten ($p < 0,01$) og avvenningsvekten ($p < 0,05$). Fra LS- means er Duroc den farrasen som har de tyngste avkommene for smågristilveksten, hvor differansen er 200 gram og 300 gram for treukersvekten og avvenningsvekten. Samspillet mellom farrase og år er signifikant for treukersvekten, som betyr at det er forskjell i prestasjon mellom rånene innen farrasene for de ulike årene. Fedre innen farrase er signifikant ($p < 0,001$) for både treukers- og avvenningsvekten i individdatasettet. Dette viser at variasjonen i datasettet ikke bare skyldes farrasene, men at en del variasjon også skyldes hvilke råne som er benyttet uavhengig av farrase.

Den tydelige effekten av farrase for smågristilveksten i individdatasettet kan påpeke at mangel på signifikans for farrase i smågristilveksten i kulldatasettet kan skyldes få observasjoner. I tabell 9 og modell 1b forklares en større del av variasjonen i smågristilveksten av farrasene enn av fedre innen farrase. Differansen mellom effekten av farrase og fedre innen farrase for treukersvekten er større enn for avvenningsvekten, som også gjelder for smågristilveksten i tabell 8. Dette kan indikere at farrase har større betydning for treukersvekten enn for avvenningsvekten. Effekten av far til kullet påvirkes gjennom rånens additive genetikk som påvirker hver egenskap likt. Ettersom tilvekst i smågrisperioden er en egenskap er det ikke logisk at effekten av farrase skal være større for treukersvekten enn for avvenningsvekten, med mindre det kan forklares som en effekt av heterosis. En teori kan være at avkom etter durocråner er mer livskraftige; har større evne til å komme fortere til spenene ved nedgivning og har større appetitt, noe som gir høyere tilvekst i tidlig livsfase. I utprøvingen ”Tredje rase i norsk svineavl” ble det fremhevet en trend hvor avkom etter durocråner hadde større livskraft som mindre diaré, defekter og større appetitt (Vangen *et al.*, 1989). Alle disse egenskapene kan muligens gi høyere tilvekst tidligere i livet. Dette kan resultere i tyngre treukersvekt som ser ut til å jevne seg ut ved avvenning. Dette vil kunne forklare den større effekten av farrase for treukersvekten enn avvenningsvekten som en effekt av heterosis. Det var naturlig å forvente økt heterosis for avkom etter durocråner fordi de ikke er tilbakekrysset.

Tilvekst i slaktegrisperioden

For individdatasettet i modell 2a for tilveksten i slaktegrisperioden er det signifikant forskjell mellom farrasene ($p < 0,05$) for alle periodene, bortsett fra tredje periode. Fra LS-means har avkom etter LD-råner høyest tilvekst med en forskjell på 13,56 gram totalt sett i slaktegrisperioden. For tredje periode hvor det ikke er signifikant forskjell mellom farrasene, har begge farrasene den høyeste daglige tilveksten på over 1000 gram per dag.

For individdatasettet og modell 2b er det signifikans for farrase i andre tilvekstperiode. For de resterende tilvekstperiodene ble det ikke oppnådd signifikans for farrase. LS-means for farrase i andre tilvekstperiode viser at LD-avkom har høyest tilvekst med 860 gram per dag. For fedre innen farrase var det signifikans for alle tilvekstperiodene. For

periodene hvor effekten av fedre innen farrase var signifikant kan man fra tabell 13 se at fedre inne farrase forklarer en større del av variasjonen enn farrase. Det er tydelig at det er hvilke råner som ble benyttet uavhengig av farrase som forklarer variasjonen i tilveksten for disse periodene. For andre tilvekstperiode er det motsatt og farrase forklarer en større del av variasjonen i slaktgristilveksten. Siden den totale slaktegristilveksten og to av tre tilvekstperioder forklares av fedre innen farrase vil det være naturlig å komme frem til at det ikke er forskjell mellom farrasene for slaktegristilveksten.

Den litteraturen som baserer seg på forsøk gjennomført fra 70-tallet til og med 90- tallet viser at Duroc var en suveren farrase for daglig tilvekst og alder ved 100kg (Edwards *et al.*, 1992; Latorre *et al.*, 2003; McLaren *et al.*, 1987a; Wilson *et al.*, 1981a; Wilson *et al.*, 1981b). Dette kommer ikke tydelig frem i denne oppgaven, men samtidig kan det være mye som har forandret seg siden 1980- tallet. Det må også tas med i beregningen at norsk Landsvin har vært suveren på verdens basis for tilvekst og fôrutnyttelse siden 1970-tallet (Jensen 2008). Dermed kan en årsak til at resultatene i denne oppgaven ikke stemmer overens med andre artikler være norsk Norhybrid sin suverene tilvekst, samt fôringsregimet under forsøket. Wilson og Johnson (1981b) kom frem til at durocavkom hadde bedre forutnyttelse enn Hampshire og Yorkshire avkom, mens Edwards *et al.* (1992) kom frem til at durocavkom hadde dårligere fôrutnyttelse enn Yorkshire. Det var også rapportert om at durocavkom hadde størst fôrforbruk og var feitere ved slakt (Edwards *et al.*, 1992). Landsvin har ett fôrforbruk som er 2,03 kg fôr/kg tilvekst, mens Duroc har 2,09 kg fôr /kg tilvekst (hentet fra Norsvins avlsdatabase, 14. Mars, 2011). Det kan antas at LD- farrasen har ett fôrforbruk som er middelet av de renrasede som blir ett fôrforbruk på 2,05 kg fôr /kg tilvekst. Duroc har da 0,033 kg høyere fôrforbruk enn LD som kan indikere at avkom etter LD-farrasen vil ha noe bedre forforbruk.

Slakte- og kjøttkvalitetsegenskaper

For individdatasettet i modell 3a er det signifikant effekt av farrase for flere av slakte- og kjøttkvalitetsegenskapene. Det var forventet at slakte- og kjøttkvalitetsegenskapene var de egenskapene med størst forskjeller mellom farrasene fordi Duroc har i tidligere forsøk hatt bedre kjøttkvalitet, mens LD har hatt høyere kjøttprosent (Edwards *et al.*, 1992; Latorre *et al.*, 2003; Vangen *et al.*, 1989). Fra LS- means har LD-avkom høyest

kjøttprosent med 59,97 prosent som er 0,64 prosent høyere enn kjøttprosenten for avkom etter durocråner. Avkom etter durocråner er signifikant bedre for intramuskulært fett ($p < 0,0001$), graden av gul kjøttfarge ($p < 0,05$), drypptap ($p < 0,001$) og vanninnhold i kjøttet ($p < 0,001$). Kjøttets lysintensitet viste en sterk trend ($p < 0,058$) til at det er forskjell mellom farrasene. LD-avkom har høyest proteininnhold i kjøttet ($p < 0,05$). Høyt proteininnhold vil gi større andel vann i kjøttet og mindre intramuskulært fett (IMF) (Lonergan *et al.*, 2001). Effekten av farrase var ikke signifikant for slakteprosent, spekktykkelse, pH-verdi, graden av rød kjøttfarge og collageninnhold.

For individdatasettet med modell 3b er det signifikant effekt av farrase for kjøttprosenten ($p < 0,01$), IMF ($p < 0,01$), lysintensiteten ($p < 0,01$), graden av gul kjøttfarge ($p < 0,01$) og proteininnholdet ($p < 0,05$). Graden av rød kjøttfarge viste en trend ($p < 0,06$) til å være forskjellig for farrasene. Kjøttets lysintensitet, IMF og proteininnhold er egenskaper som er signifikant for farrase og fedre innen farrase. For disse egenskapene er det tydelig forskjell mellom farrasene. Egenskapene graden av rød kjøttfarge ($p < 0,05$), drypptap ($p < 0,01$) og vanninnhold ($p < 0,01$) var signifikant for effekten av fedre innen farrase. For egenskapene slakteprosent, spekktykkelse og pH-verdi er det ikke signifikant effekt av farrase eller fedre innen farrase i modell 3b. Fra LS- means hadde avkom etter LD-farrasen 0,94 prosent høyere kjøttprosent. Avkom etter durocfarrasen var best for egenskapene graden av rød kjøttfarge, intramuskulært fett og proteininnhold. Tabell 17 og 18 indikerer at størsteparten av variasjonen forklares av farrasene og ikke av fedre innen farrase for de fleste egenskapene. For egenskapene slakteprosent, spekktykkelse og pH-verdi forklarer fedre innen farrase en større del av variasjonen i egenskapene enn farrasene. Slakteprosent og spekktykkelse har kun registreringer gjennomført i en av to forsøksgjennomføringer og inneholder dermed mindre informasjon som kan påvirke resultatet.

Det er kjøttprosenten som gir økonomisk avkastning til produsentene, dermed er det et mål i avlsmålet å ha høy kjøttprosent for å få høyest mulig avkastning. På den andre siden er god kjøttkvalitet viktig for foredlingsindustri og forbrukere. Forbrukerens oppfatning av svinekjøttet både før og etter steking påvirker konsumet av svinekjøtt (Bryhni *et al.*, 2002). Renraset Landsvin og Duroc har gjennomsnittlig en kjøttprosent på 65,39 og 58,73

prosent (hentet fra Norsvins avlsdatabase, 28. September, 2010). Med disse gjennomsnittsverdiene ligger slaktegrisene i denne utprøvningsen nærmere kjøttprosenten til Duroc, som kan tyde på at kryssningene uansett farrase ikke nærmer seg kjøttprosenten til renrasert Landsvin.

Intramuskulært fett (IMF) er kjent for gi god kjøttkvalitet og påvirke smak, mørhet og saftighet i positiv retning (Aass *et al.*, 2007; Fernandez *et al.*, 1999). Et nivå av IMF fra 1,5 til 3,5 prosent gir merkbar forskjell på kjøttkvaliteten hos forbruker og ved IMF fra 2 til 3,5 prosent oppnås signifikante forskjeller for kjøttkvaliteten (Fernandez *et al.*, 1999; Fortin *et al.*, 2005). I denne oppgaven er nivået av IMF 1,70 prosent hos LD-avkom og 2,02 hos DD-avkom fra LS- means. IMF for avkom etter LD- fedre ligger akkurat innen for akseptert nivå av IMF hos forbruker, mens avkom etter DD-fedre ligger nøyaktig på anbefalt IMF-nivå for optimal spisekvalitet. IMF er positivt korrelert med spekktykkelse som betyr at en økning i IMF vil gi en økning i spekktykkelse. Dermed var det forventet signifikant forskjell mellom farrasene for spekktykkelse når IMF oppnådde signifikansnivå på $p < 0,0001$. I denne utprøvningsen var det ikke signifikant forskjell mellom farrasene for spekktykkelse som kan ha sammenheng med at det ikke ble målt spekktykkelse for forsøket gjennomført i 2010. Duroc er kjent for å være en fetere rase enn Landsvin og Yorkshire (Edwards *et al.*, 1992), men dette kommer ikke frem i denne utprøvningsen. Latorre *et al.* (2003) observerte at durocråner gav hybridavkom som hadde høyt innhold av IMF samtidig som hybridavkommene ikke ble feitere. Durocavkom viste seg å ha minst spekktykkelse og produserer mer og magrere kjøtt enn de to andre rasene Yorkshire og Landsvin*Spotted (McLaren *et al.*, 1987a). Dette bør man være forsiktig med å dra konklusjoner fra, siden IMF og spekktykkelse er positivt korrelert. Dermed er det ikke mulig å si noe om forskjellen mellom farrasene for spekktykkelse, men det ville vært naturlig å anta større mengde spekktykkelse hos avkom etter durocråner enn hos avkom etter LD-råner på bakgrunn av høyere nivå av IMF hos durocavkom.

Lysintensiteten viser en sterk trend til forskjell mellom farrasene i modell 3a. I modell 3b oppnår farrase signifikans for lysintensiteten, hvor avkom etter durocråner har høyest lysintensitet. Warriss *et al.* (2006) kom frem til at lysintensiteten i *m. adductor* muskelen kunne indikere drypptapet i *longissimus dorsi* muskelen og Gjerlaug-Enger *et al.* (2010) i sin studie fant en positiv korrelasjon mellom lysintensiteten og drypptapet hos Landsvin

og Duroc i muskelen *longissimus dorsi*. Dermed vil det være logisk at lysintensiteten kan være forskjellig for avkom etter de to farrasene siden drypptaper er signifikant forskjellig for farrasene. Det var forventet at LD-avkommene hadde høyest lysintensitet siden de har størst drypptap. Gjerlaug *et al.* (2010) kom frem til at måle metoden for lysintensiteten ikke klarer å skille mellom lysemuskelfibre og IMF. Dermed blir IMF-innholdet i kjøttet hos durocavkommene registrert som lysemuskelfibre. Durocavkommene blir feilaktig registrert med høy lysintensitet og dermed er det vanskelig å bruke lysintensiteten til og predikere kjøttkvaliteten. Kjøttfarge har stor betydning for oppfattelsen av kjøttkvaliteten hos forbruker, hvor lysintensiteten har størst betydning for den subjektive oppfattelsen av kjøttkvalitet (Bredahl *et al.*, 1998; Lanari *et al.*, 1995; Warriss *et al.*, 2006). For fargeintensiteten på kjøttet vil det være vanskelig å komme frem til hvilken farrase som er best ettersom det ikke ble funnet referanseverdier for hvilket nivå som er optimalt eller akseptert intervall for fargeskalaen.

Muskel pH har stor betydning for farge, mørhet, saftighet og vannbindingsevnen. pH-verdi har vært et indirekte mål for drypptap, men i denne oppgaven er drypptapet målt direkte med EZdripploss-metoden. EZdripploss-metoden gir høyere arvegrad enn tidligere metoder som tyder på mer nøyaktig og sikker målemetode enn ved indirekte måling av muskel pH (Gjerlaug-Enger *et al.*, 2010). Dermed er det ikke unaturlig å få signifikans for drypptapet ($p < 0,001$), men ikke for muskel pH i dette forsøket. Det er kjent at mengden glykogen lagret i musklene når døden inntreffer (ved rigor mortis) påvirker pH-verdien i muskelen, samt kjøttkvaliteten (Fischer 2007). Ved raskt pH-fall ved høy temperatur vil muskelprotein denatureres og cellestrukturen brytes slik at vannbindingsevnen reduseres (Sterten *et al.*, 2009). Muskel pH påvirkes hovedsakelig av glykogen lagrene ved slakt og dermed vil muligens pH-verdien variere individuelt og være mer avhengig av miljøfaktorer som rutiner, fôring, håndtering og stress nivået frem til slakt. I denne utprøvnings viser ikke pH-verdi signifikant ($p < 0,0635$) forskjell mellom farrasene noe som bygger oppunder dette og kan antyde at miljøpåvirkningen før og rundt slakt har vært relativt like for alle grisene. Lonergan *et al.* (2001) kom også frem til at det ikke var signifikante forskjeller i muskel pH hos to duroclinjer, hvor den ene ble selektert for tilvekst og den andre linjen ble ikke selektert (kontroll linje). Dette støtter også oppunder at det er miljøfaktorer som har betydning for muskel pH-verdien. Cho *et al.* (2009) kom frem til at det var ingen forskjell mellom renrasede Landsvin, Duroc og

Yorkshire for pH-verdi, men at griser med høyere pH-verdi hadde signifikant høyere nivå av IMF og høyere kjøttkvalitet enn individer med lavere pH-verdi. Gjennomsnitts pH-verdi er 5,55 og 5,56 for avkom etter LD- og DD-fedre som er innen for det optimale pH-området fra 5,4 til 5,8. Dette kan indikere at rutiner frem til slakt er gode og tar hensyn til dyrevelferden.

Modellene

I denne oppgaven ble det valgt å bruke effekten av fedre som fast effekt fordi GLM modellen i SAS benytter effektene i random statement som fast effekt. Dette begrenser modellenes evne til og predikere effekten av alle fedrene i populasjonene. Det er mulig å bruke effekten av fedre innen farrase for å antyde noe om resten av populasjonen, men en må være klar over at kvadratsommene for fedre innen farrase vil i disse modellene være noe over estimerte til det formålet. Derfor må en være forsiktig med å overføre disse resultatene til å gjelde for hele populasjonen.

Det er naturlig å forvente at fedre innen farrasene forklarer en del av variasjonen i dataene og oppnår signifikante nivåer, fordi man forventer at det er variasjon mellom rånene innen farrasene. Hvis det ikke hadde vært noe variasjon mellom fedrene innen farrasene ville man hatt en populasjon bestående av helt like individer. Det vil man i praksis aldri oppnå og det er heller ikke ønskelig å oppnå ettersom det da ikke er noen genetisk variasjon til å drive videre avl. En slik situasjon oppstår ved høy grad av innavl. Med krysningsavl ønsker en å oppnå det motsatte av innavl som er heterosis. Dermed vil det alltid være variasjon mellom fedrene innen farrasene, men målet er at denne variasjonen skal være mindre enn variasjonen mellom farrasene. På bakgrunn av dette vil det være mest naturlig å benytte seg av modellen med fedre innen farrase som den mest korrekte modellen, fordi det er viktig å korrigere for variasjonen innen farrasene. I denne oppgaven forklarer stort sett farrasene en større del av variasjonen i a-modellene enn i b-modellene. Dette betyr at noe av den variasjonen som forklares av farrase i a-modellene egentlig skyldes forskjeller mellom fedrene innen farrasene som kommer frem i b-modellene. For tilveksten i slaktegrisperioden forandrer bildet seg spesielt mye fra modell

2a til modell 2b, hvor det viser seg at fedre innen farrasene forklarer mesteparten av variasjonen i slaktegristilveksten og ikke farrasene som modell 2a indikerer.

Når det gjelder forsøksdesign er det noen forskjeller som vil ha utslag på sikkerheten. Forsøksdesignen for 2010-forsøket ble utbedret ettersom det ble påpekt mangler i forsøksdesignen for 2009. Dette har ført til at det er gjennomført noe forskjellige praksiser for enkelte målinger. I 2010 ble det forandringer for registrering av kullutjevning, grisningen var mer konsentrert, det ble selektert gris til slaktegrisperioden fra to produsenter istedenfor en produsent, veiingene var gjennomført på kortere tidsintervall, alle forsøksgrisene ble sendt til slaktegrisprodusent innen et døgn, begge rommene i forsøkshuset i slaktegrisperioden ble fylt opp samtidig og veiing før slakt ble gjennomført hver uke de fire ukene det ble slaktet. Dette gir noe variasjon i spredningen for en del målinger, men disse spredningene er det korrigert for. Endret praksis ved kullutjevning har ført til høyere sikkerhet for resultatene for fedre innen farrase. Praksisen for kullutjevning for 2009 gir noe usikkerhet angående far- avkom resultater. Omfanget av kullutjevning i 2009 er estimert til rundt fem prosent som forventes å ha liten påvirkning på resultatet. De samme egenskapene ble registrert begge årene, bortsett fra spekktykkelsen som uteble i 2010. Det var ikke mulig å regne ut slakteprosenten for 2009 på grunn av hvordan veiingen før slakt ble gjennomført. For disse egenskapene er det usikre resultater og en skulle ønsket å ha registreringer for begge årene.

I denne utprøvnningen er fôringen tilpasset Edelgrisens behov. Fôret som er benyttet i forsøket hadde meget høyt energi- og proteininnhold. Dette for å teste om avkommene etter Duroc ville fungere med kommersiell fôring uten at det gikk utover slakte- og kjøttkvaliteten. Dermed er fôringsregime til fordel for LD- avkommene. Det ble ført med våtfôr og tørrfôr under forsøkene, men de to fôrtypene hadde likt næringsinnhold som tilsier at det ikke skulle vært noen forskjell mellom fôrene. Det kan være noe dårlig sammenliknings grunnlag for fôr fordi halvparten fikk appetitt og andre halvparten stod på norm foring som var innstilt til tilnærmet lik appetittfôring.

Det ble i denne oppgaven ikke funnet signifikante forskjeller mellom farrasene for kullegenskapene, noe som stemmer overens med litteraturen. For smågristilveksten er det

signifikante forskjeller hvor avkom etter durocråner er de tyngste. Det er ingen signifikant forskjell mellom farrasene for tilvekst i slaktegrisperioden. Farrasene ser ut til å ha lik vekstkurve som tilsier at hvis en velger å benytte seg av Duroc som farrase, vil det ikke være behov for store endringer innen fôringsregime som gjør en eventuell overgang lettere.

Utfordringer

For kjøttprosent har LD-avkom under én prosent høyere kjøttprosent enn durocavkom som vil gi produsentene noe bedre betalt for LD-avkom. Økningen i kjøttkvalitet er ønskelig og en av hovedmålsettingene for å benytte Duroc som farrase. Den høyere smågristilveksten, jevngode slaktegristilveksten og signifikante økningen i kjøttkvalitet hos durocavkom kan veie opp for nedgang i kjøttprosent hvis ikke tap av inntekt blir for stor for produsenten. Kombinert- og slaktegrisprodusentene vil få noe mindre betalt for slaktegrisene ved bruk av Duroc som farrase i og med at dagens system ikke gir økonomisk avkastning for kjøttkvalitet. På den andre siden kan nedgang i kjøttprosent forsvares med at økt kjøttkvalitet vil øke forbruket av svinekjøtt som fører til økt etterspørsel. Slik vil produsentene tjener indirekte på kjøttkvaliteten gjennom økt etterspørsel. Salget av svinekjøtt økt drastisk de siste årene. Året 2007 var et historisk år for slag av kjøtt med 309 100 tonn, hvor 119 100 tonn var svinekjøtt (Kjuus *et al.*, 2008). Frem til 2009 har salget av svinekjøtt økt jevnt og lå på 124 274 tonn i 2009 (Statistisk Sentralbyrå, 2010). Svinekjøttet har blitt markedsført som det magre kjøttet de siste 10-15 årene. Svinekjøtt med høyere innhold av intramuskulært fett kan kanskje tenkes å slå ut andre veien hos forbruker, som forventer at svinekjøttet sammen med kylling og kalkun er magert og sunt. Det hadde vært meget interessant og gjennomført en forbrukerundersøkelse som kartla forbrukers holdninger til dagens svinekjøtt, økt innhold av intramuskulært fett og eventuelt spekktykkelse.

I denne oppgaven blir det sett en trend mot at farrase forklarer en større del av variasjonen enn fedre innen farrasene for slakte- og kjøttkvalitetssegenskapene. Det ville vært interessant og sett på et større datasett for slakte- og kjøttkvalitetssegenskapene for å se om tydeligere forskjeller vil oppnås. Det samme gjelder for slaktegristilveksten. For

kullegenskapene er det ingen signifikante forskjeller noe man forventet at det skulle være, men igjen er usikkerheten bundet til få observasjoner. Dette gjelder også for egenskapene spekktykkelse og slakteprosent. For kullegenskapene hadde det vært interessant å gjennomføre like analyser som i denne oppgaven, men med et større datasett. En slik utprøving er under gjennomføring i regi av Norsvin i 2011. Resultatene for den utprøvingen kan sammenliknes med resultatene i denne oppgaven for å underbygge valg av farrase med enda høyere sikkerhet. Samtidig er det aldri er påvist effekt av far for kullegenskapene, som kan tyde på at det ikke vil oppnå andre resultater med ett større datasett. Det kan være interessant å se om det kan observeres forskjeller mellom antall avvente. Det hadde også vært interessant og sammenliknet fedrenes totale og del avlsverdier med prestasjonene til avkommene deres for å se om det er mulig å trekke noen paralleller.

Konklusjon

- Det er for kullegenskapene mest riktig i denne oppgaven å benytte seg av a-modellen, mens for resterende egenskaper er det mest riktig å benytte seg av b-modellen.
- B-modellene er mest riktig å benytte seg av for å korrigere for variasjonen mellom fedre *innen* farrase.
- Farrase har større betydning for treukers- og avvenningsvekten enn fedrene *innen* farrasene.
- Farrase har antydning til større betydning for treukersvekten enn for avvenningsvekten som antas å ha være effekt av heterosis.
- Det er ingen forskjell mellom farrasene for slaktegristilveksten. For slaktegristilveksten har far til kullet størst betydning, ikke farrasen.
- For slakte- og kjøttkvaliteten har farrase større betydning enn fedrene *innen* farrasene.
- For smågristilveksten og slakte- og kjøttkvaliteten er det signifikante forskjeller mellom farrasene. Fedre *innen* farrase forklarer også en del av variasjonen i datasettet, men i langt mindre grad enn farrasene.

- Avkom etter durocfarrasen har størst smågristilvekt
- Avkom etter durocfarrasen har høyere IMF, vannbindingsevne og vanninnhold
- Avkom etter LD-farrasen har høyere kjøttprosent og proteininnhold
- Slakteprosent og spekktykkelse oppnådde ingen forskjeller som kan skyldes få observasjoner.

- Totalt sett ser det ut til at Duroc som farrase er konkurranse dyktig med LD-farrasen. Avgjørende for bruk av Duroc som farrase er hvorvidt nedgangen i kjøttprosent er akseptabel for produsentene. Det bør foretas økonomiske beregninger for å se på forskjellen i produsentenes inntekt ved bruk av de to farrasene før endelig beslutning fattes.

Litteratur

- Aass, L., Hallenstvedt, E., Dalen, K. & Vangen, O. (2007). Datatomografi for forbedret svinekjøtt. I: Husdyrforsøksmøte 2007 & Dille Lønne, L. (red.) *Husdyrforsøksmøtet 2007, Thon hotel Arena, 14.-15. februar 2007*, s. 159-162. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- Almlid, T. (1995). *Duroc-avlen (intern rapport)*. Hamar: Norsvin.
- Andersen, I. L., Berg, S. & Boe, K. E. (2005). Crushing of piglets by the mother sow (Sus scrofa) - purely accidental or a poor mother? *Applied Animal Behaviour Science*, 93 (3-4): 229-243.
- Bennett, G. L., Tess, W. M., Dickerson, G. E. & Johnson, R. K. (1983a). Simulation of breed and crossbreeding effects on cost of pork production *Journal of Animal Science*, 56 (4): 801-813.
- Bourdon, R. M. (2000). *Understanding animal breeding 2*. utg. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall. 531 s.
- Bredahl, L., Gruner, K. G. & Fertinb, C. (1998). Relating consumer perceptions of pork quality to physical product characteristics. *Food Quality and Performance*, 9 (4): 273-281.
- Bryhni, E. A., Bryne, D. V., Rødbotten, M., Møller, S., Claudi-Magnussen, C., Karlsson, A., Agerhem, H., Johansson, M. & Martens, M. (2002). Consumer and sensory investigations in relation to physical/chemical aspects of cooked pork in Scandinavia. *Meat Science*, 65: 737-748.
- Buchanan, D. S. & Johnson, R. K. (1984a). Reproductive performance for 4 breeds of swine: Crossbred females and purebred and crossbred boars. *Journal of Animal Science*, 59 (4): 948-956.
- Cho, B. W., Oliveros, M. C., Park, K. M., Do, K. T., Lee, K. H., Seo, K. S., Choi, J. G., Lee, M. J., Cho, I. K., Choi, B. C., *et al.*, (2009). Objective and subjective quality characteristics of pork *longissimus* muscle as a function of the ultimate pH. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 29 (6): 685-694.
- Crockett, J. R., Koger, M. & Franke, D. E. (1978a). Rotational crossbreeding of beef cattle: Prewaning traits by generation. *Journal of Animal Science*, 46 (5): 1170-1177.
- Crockett, J. R., Koger, M. & Franke, D. E. (1978b). Rotational crossbreeding of beef cattle: Reproduction by generation. *Journal of Animal Science*, 46 (5): 1163-1169.
- Edwards, S. A., Wood, J. D., Moncrieff, C. B. & Porter, S. J. (1992). Comparison of the Duroc and Large White as terminal sire breeds and their effect on pigmeat quality. *British Society of Animal Production*, 54: 289-297.
- Eik-Nes, O. (2001). *Utredning/sammenstilling om bruk av Duroc som tredje rase hos private slakterier ved en sammenlikning av LY*L og LY*LD*. Hamar: Norsvin. 17 s.
- Fernandez, X., Monin, G., Talmant, A., Mourot, J. & Lebret, B. (1999). Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat - 1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of m. longissimus lumborum. *Meat Science*, 53 (1): 59-65.
- Fischer, K. (2007). Drip loss in pork: Influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of breeding and genetics*, 124 (1): 12-18.
- Fortin, A., Robertson, W. M. & Tong, A. K. W. (2005). The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Science*, 69 (2): 297-305.

- Gaugler, H. R., Buchanan, D. S., Hintz, R. L. & Johnson, R. K. (1984). Sow productivity comparisons for 4 breeds of swine: Purebred and crossbred litters. *Journal of Animal Science*, 59 (4): 941-947.
- Gjerlaug-Enger, E., Aass, L., Odegard, J. & Vangen, O. (2010). Genetic parameters of meat quality traits in two pig breeds measured by rapid methods. *Animal*, 4 (11): 1832-1843.
- Grandinson, K., Lund, M. S., Rydhmer, L. & Strandberg, E. (2002). Genetic parameters for the piglet mortality traits crushing, stillbirth and total mortality, and their relation to birth weight. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 52 (4): 167-173.
- Hallenstvedt, E. & Sterten, H. (2007). Sammenhengen mellom fôrfettkvalitet og spekkkvalitet hos råner og purker. I: Husdyrforsøksmøte 2007 & Dille Lønne, L. (red.) *Husdyrforsøksmøtet 2007, Thon hotel Arena, 14.-15. februar*, s. 155-158. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- Halsan, M. A. (2011). *Opplysningskontoret for egg og kjøtt*. Tilgjengelig fra: <http://www.matprat.no/om-oss/> (lest 01.03.2010).
- Haug, D. J., Thingnes, S. L., Kongsrud, S. & Rasmussen, M. (2010). Ingris Årsstatistikk 2009. Hamar: Animalia, Norsvin.
- Hauge, H. (2007). *Genetiske analyser av fødselsvekt på gris og egenskapens sammenheng med treukersvekt, kullstørrelse og dødelighet*. Masteroppgave. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap, Instituttet for Husdyr- og Akvakulturvitenskap. 40 s.
- Heieraas Evju, M. (2010). *Duroc, avlsarbeid og utprøvnings*. Fagmøte Geiranger. Geiranger: Norsvin (Foredrag 02.10.2010).
- Hoff, H. (1986a). *Notat om opprettelse av 3.rasebesetning (intern rapport)*. Hamar: Norsk Svineavlslag.
- Hoff, H. (1986b). Søknad om import av griser fra Danmark: Norsk svineavlslag.
- Holm, B. & Jørem, Ø. (2007). Norsk avlsmateriale på svin i det internasjonale markedet. I: *Husdyrforsøksmøtet 2007, Thon hotel Arena, 14.-15. februar*, s. 277-280. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- Husabø, J. O., Fjeldheim, R., Iversen, T., Maurud, O., Olsen, D., Tajet, H. & Eik-Nes, O. (2005). *Avlsstrategi norsk Duroc 2005-2010. "Ny testmodell Norsvin avl" (intern rapport)*. Hamar: Gilde Norsk Kjøtt, Norsvin. 14 s.
- Jensen, A. (2008). *Et avlsselskap i verdensklasse, Norsvin 1958-2008*. Hamar: Idè Trykk. 162 s.
- Johnson, R. K. (1981). Crossbreeding in swine- experimental results. *Journal of Animal Science*, 52 (4): 906-923.
- Kjuus, J., Utgård, J., Melhuus, S. & Svennerud, M. (2008). Perspektiver for en norsk kjøttindustri: Sammenlikning av strukturer i norden. . *Konkurranssevne i kjøttindustrien (F018)*. Oslo: Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning.
- Knol, E. F., Leenhouders, J. I. & Van der Lende, T. (2002). Genetic aspects of piglet survival. *Livestock Production Science*, 78 (1): 47-55.
- Koger, M. (1980). Effective crossbreeding systems utilizing Zebu cattle. *Journal of Animal Science*, 50: 1215-1220.
- Kuhlers, D. L., Jungst, S. B. & Little, J. A. (1994a). An experimental comparison of equivalent terminal and rotational crossbreeding systems in swine: Pig performance. *Journal of Animal Science*, 72 (10): 2578-2584.
- Kuhlers, D. L., Jungst, S. B. & Little, J. A. (1994b). An experimental comparison of equivalent terminal and rotational crossbreeding systems in swine: Sow and litter performance. *Journal of Animal Science*, 72 (3): 584-590.

- Lanari, M. C., Schaefer, D. M. & Scheller, K. K. (1995). Dietary vitamin E supplementation and discoloration of pork bone and muscle following modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 41 (3): 237-250.
- Lasley, J. F. (1972). *Genetics of livestock improvement*. 2. utg. United States of America: Englewood Cliffs, N. J. . 423 s.
- Latorre, M. A., Medel, P., Fuentetaja, A., Lazaro, R. & Mateos, G. G. (2003). Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *Animal Science*, 77 (Part 1): 33-45.
- Lonergan, S. M., Huff-Lonergan, E., Rowe, L. J., Kuhlert, D. L. & Jungst, S. B. (2001). Selection for lean growth efficiency in Duroc pigs influences pork quality. *Journal of Animal Science*, 79 (8): 2075-2085.
- Lund, T., Våset, S., Wittussen, H. T. & VBS prosjektgruppen. (1992). *Duroc i norsk svinekjøttproduksjon*. Rapport fra testlanseringen i Vestfold-Buskerud slakteri A/L: Norsk Kjøtt, Gilde Norge, Norsvin, VBS prosjektgruppen. 23 s.
- Mancini, R. A. & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71 (1): 100-121.
- McLaren, D. G., Buchanan, D. S. & Johnson, R. K. (1987a). Individual heterosis and breed effects for postweaning performance and carcass traits in four breeds of swine *Journal of Animal Science*, 64 (1): 83-98.
- McLaren, D. G., Buchanan, D. S. & Williams, J. E. (1987b). Economic evaluation of alternative crossbreeding systems involving four breeds of swine. II. System efficiency. *Journal of Animal Science*, 65 (4): 919-928.
- Mysen, E. (2008). Kjøttprosenten i søkelyset. *Svin*, 2008 (6): 28.
- Mysen, E. (2009). Norge best på kjøttprosent. *Svin*, 2009 (5).
- Norsk Landbrukssamvirke. (2011). *Fire raser*. Oslo: Norsk Landbrukssamvirke. Tilgjengelig fra: http://www.dyrevelferd.info/view_article.asp?id=24 (lest 12.03.2011).
- Norsvin. (1990). *Duroc i norsk svinekjøttproduksjon (intern rapport)*: Norsvin. 1-22 s.
- Persdotter, L. (2010). *Piglet mortality in commercial piglet production herds*. Masteroppgave. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of animal breeding and genetics. 34 s.
- Quiniou, N., Dagorn, J. & Gaudre, D. (2002). Variation of piglets birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, 78 (1): 63-70.
- Rasmussen, A. J. & Andersson, M. (1996). New method for determination of drip loss in pork muscles. I: *In Proceedings 42nd international congress of meat science and technology*, s. 286-287. Lillehammer, Norway.
- Rosenvold, K. & Andersen, H. J. (2003). Factors of significance for pork quality—a review *Meat Science* 64 (3): 219-237
- Rosvold, E. M., Schjerpen, K. E., Haukvik, I. A. & Andersen, I. L. (2007). Kullstørrelse og morsinvesteringer hos gris - innvirkning på dietferd, tap og vekt. I: Husdyrforsøksmøte 2007 & Dille Lønne, L. (red.) *Husdyrforsøksmøtet 2007, Thon hotel Arena, 14.-15. februar*, s. 261-263. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- Røe, M. (2009). *Klassifisering: Mer kjøtt på beinet på norsk gris*. Kjøttetstilstand 2009: Satus i norsk kjøtt- og eggproduksjon. Oslo: Grøset.
- SAS Institute Inc. (2002). *SAS 2002-2003. Statistical Analysis System*. 9.1 utg. Cary NC, USA: Institute Inc.

- Schneider, J. F., Christian, L. L. & Kuhlers, D. L. (1982). Crossbreeding in swine: Genetic effects on litter performance. *Journal of Animal Science*, 54 (4): 739-746.
- Sellier, P. (1976). The basis of crossbreeding in pigs; A review. *Livestock Production Science*, 3 (3): 203-226.
- Solanes, F. X., Grandinson, K., Rydhmer, L., Stern, S., Andersson, K. & Lundeheim, N. (2004). Direct and maternal influences on the early growth, fattening performance, and carcass traits of pigs. *Livestock Production Science*, 88 (3): 199-212.
- Statistisk Sentralbyrå. (2010). *Statistisk Årbok 2010*: Statistisk Sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/aarbok/tab/tab-348.html>.
- Sterten, H., Kjos, N. P. & Frøystein, T. (2007). Hvorfor glykogennivå i muskel er viktig for produktkvalitet. I: Husdyrforsøksmøte 2007 & Dille Lønne, L. (red.) *Husdyrforsøksmøtet 2007, Thon hotel Arena, 14.-15. februar*, s. 167-170. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- Sterten, H., Rehnberg, A. C., Frøystein, T. & Kjos, N. P. (2009). Effekt av faste før avlving på kjøttkvalitet hos gris. I: 2009, H., Fog, M. O. & Bøe, K. (red.) *Husdyrforsøksmøtet 2009, Thon hotel Arena, 11-12. februar*, s. 247-250. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- Vangen, O., Aass, L. & Ianssen, K. (1989). *Prosjekt "Tredje rase i norsk svineavl", resultat av utprøvingen 1984 til 1988*. Ås: Inst. for Husdyrfag ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap i samarbeid med Norges Kjøtt og Fleskesentral og Norsk Svineavlslag. 54 s.
- Vangen, O. (2007). Program for forbedret svinekjøtt og fettkvalitet gjennom fôr og genetikprosjektets innhold og utfordringer. I: *Husdyrforsøksmøtet 2007, Thon hotel Arena, 14.-15. februar*, s. 151-154. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- Warriss, P. D., Brown, S. N. & Pasciak, P. (2006). The colour of the adductor muscle as a predictor of pork quality in the loin. *Meat Science*, 73: 565-596.
- Warwick, E. J. & Legates, J. E. (1979). *Breeding and improvement of farm animals*. 7. utg.: McGraw- Hill, Inc.
- Weber, R., Keil, N. M., Fehr, M. & Horat, R. (2009). Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. *Livestock Science*, 124 (1-3): 216-222.
- Wilson, E. R. & Johnson, R. K. (1981a). Comparasions of mating systems with Duroc, Hampshire and Yorkshire breeds of swine for efficiency of swine production. *Journal of Animal Science*, 52 (1): 26-36.
- Wilson, E. R. & Johnson, R. K. (1981b). Comparison of 3-breed and backcross swine for litter productivity and post weaning performance. *Journal of Animal Science*, 52 (1): 18-25.