

548 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

A. Just, O. K. Pedersen,
H. Jørgensen og V. Kruse¹⁾

Heritabilitetsskøn for nogle blodegenskaber og intramuskulært fedt samt disse egenskabers sammenhænge med forskellige produktionsøkonomiske egenskaber hos svin

Heritability estimates of some blood parameters and intramuscular fat and the correlation of these properties to different production characteristics in pigs

With English summary and subtitles



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1983

¹⁾ Nuværende adresse: Novo Research Institute, DK-2880 Bagsværd

FORORD

Den foreliggende undersøgelse af nogle blodegenskabers og intramuskulært fedts arvelighed hos svin og af eventuelle sammenhænge med produktionsøkonomiske egenskaber blev planlagt i 1971. Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd har ydet økonomisk støtte til undersøgelserne, og Landsudvalget for Svineavl og -produktion stillede svinene på forsøgsstationen "Sjælland I" ved Roskilde til rådighed.

Blodprøverne og kødprøverne blev udtaget i årene 1973-1975. Agronom H. Langborg Hansen medvirkede ved udtagning af blodprøverne, og agronom Hans Busk forestod udtagelsen af kødprøverne ved den sædvanlige slagte kvalitetsbedømmelse på Bedømmelsescentralen ved Ringsted. De kemiske analyser blev udført ved Statens Husdyrbrugsforsøg. Afdøde mag.scient. Kai A. Jensen forestod udførelsen af blodanalyserne bortset fra analysen for thyroxin. Forsøgsleder, cand.polyt. Kirsten Weidner forestod udførelsen af analyserne for intramuskulært fedt. Lic.agro. T. Vestergaard har ydet værdifuld vejledning ved den statistiske analyse af datamaterialet.

Beregningerne er udført på regnecentret NEUCC ved Danmarks Tekniske Højskole. Beretningen er forberedt for trykning af agronom Brita Grøndahl Nielsen og renskrevet af assistenterne Dyveke D. Sørensen, Ulla Jeppesen og Lillian Dreijer.

København, juni 1983

Henning Staan

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG.....	5
SUMMARY	6
1. INDLEDNING	7
2. MATERIALE OG METODER	9
Udtagning af blodprøver	9
Analyse af blodprøver	10
Måling af pH i kødet	11
Udtagning og analyse af kødprøver	12
Afprøvning af svin fra avlsbesætninger	12
Statistiske analyser	14
3. RESULTATER OG DISKUSSION	16
4. KONKLUSION	30
LITTERATUR	30
TRANSLATION OF WORDS USED IN TABLES	35

SAMMENDRAG

Formålet med den foreliggende undersøgelse var at belyse, om variationer i blodets indhold af aminosyrer (α -aminokvælstof), creatinkinase (CK), hæmoglobin, mælkesyre, total protein og thyroxin (T_4) samt indholdet af intramuskulært fedt i den lange rygmuskel, klumpen og lårtungen er arveligt betinget, og om de nævnte egenskaber er korreleret med produktionsøkonomiske egenskaber hos svin.

Undersøgelsen omfattede afkom efter 131 avlscenterorner af Dansk Landrace, hver med 3 eller 4 kuld à 4 grise, ialt 1664 svin, indsendt til afprøvning på forsøgsstationen "Sjælland I", Roskilde. Der blev udtaget to blodprøver fra halsvenen (vena cava cranialis) af hver gris henholdsvis ca. 3 uger og 1 uge før slagtning (ved ca. 68-75 kg og ca. 78-85 kg levendevægt). Blodprøverne blev udtaget under standardiserede forhold (ugedag, tidspunkt m.v.). Svinene blev underkastet den for avlssvin sædvanlige slagte kvalitetsbedømmelse, og samtidig blev der udtaget prøver af den lange rygmuskel, klumpen og lårtungen til analyse for intramuskulært fedt.

Heritabilitetsskønnene af de egenskaber, der indgår i den rutinemæssige bedømmelse af forsøgssvinene, svarede godt til dem, der er fundet ved andre undersøgelser. Skøn for heritabiliteter og genetiske korrelationer blev for blodegenskaberne beregnet på gennemsnitsresultatet af de to blodprøver. Beregningsmodellerne inkluderede kuldkomponenten. Heritabiliteterne varierede fra 0.37 for creatinkinase til 0.71 for aminosyrerne. For det intramuskulære fedt varierede heritabilitetsskønnene fra 0.40 for klumpen til 0.55 for den lange rygmuskel.

De fleste af de fænotypiske og de genetiske korrelationer af blodegenskaberne til tilvækst og slagte kvalitets egenskaber var små, d.v.s. de lå indenfor området fra -0.2 til +0.2. De tilsvarende korrelationer til intramuskulært fedt i de tre kødprøver var noget større, idet de varierede fra -0.26 til +0.36.

SUMMARY

The objective of the present investigation was to elucidate the heritability of the concentration of amino acids (α -amino nitrogen), creatine kinase (CK), hemoglobin, lactic acid, total protein and thyroxin (T_4) in the blood as well as of intramuscular fat in m.long. dorsi, m.rectus femoris and m.semitendinosus and the correlations between these parameters and different production characters of the pigs.

The investigation comprised the offspring from 131 boars of Danish Landrace from elite herds, each with 3 or 4 litters of 4 pigs, in total 1664 pigs on test at the testing station "Sjælland I", Roskilde. Two blood samples were drawn from vena cava cranialis approximately 3 weeks and 1 week before slaughter, respectively (i.e. at approximately 68-75 kg and 78-85 kg live weight). The blood samples were taken under standardized conditions (day, time etc.). The carcasses were evaluated as usually for pigs from the testing stations and at the same time samples were drawn of the muscles long. dorsi, rectus femoris and semitendinosus for analyses of intramuscular fat.

The heritabilities of the properties included in the standard evaluation procedure of pigs from the testing station corresponded very well to those found in other investigations. The heritabilities and genetic correlations of the blood parameters were calculated on basis of the mean of the two blood samples. The model used included the litter component. The heritabilities varied from 0.37 for creatine kinase to 0.71 for amino acids. The heritability estimates for intramuscular fat varied from 0.40 for m. rectus femoris to 0.55 for m.long. dorsi. Most of the estimates for the phenotypic and genetic correlations of the blood parameters to daily gain and carcass properties were poor, i.e. the correlation coefficients were within the range from -0.2 to +0.2. The corresponding correlations of intramuscular fat in the different muscles were larger. They varied from -0.26 to +0.36.

1. INDLEDNING

Formålet med det foreliggende arbejde var at belyse, om variationer i blodets indhold af aminosyrer (α -aminokvælstof), creatinkinase (CK), hæmoglobin, mælkesyre, total protein og thyroxin (T_4) samt indholdet af intramuskulært fedt i den lange rygmuskel (m. long. dorsi), i klumpen (m. rectus femoris) og i lårtungen (m. semitendinosus) er arveligt betinget og om de nævnte egenskaber er korreleret med produktionsøkonomiske egenskaber som daglig tilvækst og slagte-kvalitet.

Af de nævnte blodegenskaber forventedes creatinkinase og mælkesyre navnlig at være mål for kødets kvalitet (grad af PSE). Aminosyrer og thyroxin forventedes især at være mål for slagtekroppens fedningsgrad. Målingen af hæmoglobin blev specielt foretaget af hensyn til den store betydning, det har for pattegrise i 0-4 ugers alderen. Total protein blev medtaget med henblik på en eventuel korrektion for variationer i plasmavolumen.

Baggrunden for at undersøge blodegenskaberne var, at der forud for projektets planlægning i 1971 havde været stigende interesse for at undersøge, om biokemiske parametre som f.eks. blodets indhold af enzymer, hormoner, stofskifteprodukter m.m. kan anvendes ved vurdering af levende dyrs arvelige anlæg vedrørende vækstevne, foderudnyttelse, slagte-kvalitet m.m. Hvis vurderingen af avlsdyrs arvelige anlæg for sidstnævnte egenskaber kan suppleres med rimeligt sikre oplysninger om et ungt dyrs egen-værdi (arvelige anlæg) for betydningsfulde egenskaber, vil der være muligheder for at opnå højere selektions-difference og kortere generationsinterval og dermed øget årlig genetisk fremgang.

Siden planlægningen af projektet er der publiceret mange resultater, som viser, at blodets indhold af enzymer, hormoner m.m. påvirkes af en række forhold såsom race, køn, fodring, tidspunkt i døgnet, klima, dyrenes psykiske og fysiske tilstand, teknik ved udtagning af blodprøver, analyseteknik m.v., ligesom kødets egenskaber efter slagtning påvirkes af en række stressfremkaldende faktorer i forbindelse med transport og slagtning.

Det er således vist, at forskellige former for belastning (forårsaget af temperatur, løbebånd, eldriver m.m.) har stor indflydelse på blodets indhold af enzymer, hormoner m.v., ligesom kødets farve

og vandbindingsevne (grad af PSE) påvirkes stærkt af svinenes fysiologiske tilstand umiddelbart før slagtning (Barton 1971, 1974; Bickhardt et al. 1972; Haase et al. 1972; Staun et al. 1972; Laue og Laursen 1973; Bickhardt et al. 1979; Bresson 1979; Frøystein et al. 1979; von Lengerken et al. 1979; Malmfors & Nilsson 1979; Scheper 1979; Schwörer et al. 1979).

Andre undersøgelser har vist, at der mellem racer og linjer findes store forskelle i blodets indhold af enzymer, hormoner, stofskiftetprodukter og på kødets kvalitet (Beermann et al. 1975; Addis et al. 1979; Allen et al. 1979; Ensinger et al. 1979; Frøystein et al. 1979; Pfeiffer et al. 1979). Foderets sammensætning og svinenes foderoptagelse påvirker blodets indhold af aminosyrer, urinstof, glukose, fedtsyrer m.m. og indirekte muligvis også kødets kvalitet (Just 1973a; Christensen 1974; Bresson et al. 1976). Endvidere varierer koncentrationen af forskellige stoffer i blodet med svinenes alder/vægt (Just 1973a; Frøystein et al. 1979; Pfeiffer et al. 1979).

Skjoldbruskkirtelhormonerne thyroxin (T_4) og trijodtyronin (T_3) er af stor betydning for energistofskiftet, men undersøgelser af Marple et al. (1975) og Standal et al. (1980) har ikke givet entydige resultater, hvilket sandsynligvis beror på usikkerheder i måleteknikken og eventuelt samspil med andre hormoner.

Svinenes blodtyper, specielt H-systemet (Jensen et al. 1976; Hyldgaard-Jensen et al. 1979) og svinenes reaktion overfor bedøvelse med halothan (Addis et al. 1979; Bulla et al. 1979; Luescher et al. 1979; Pfeiffer et al. 1979; Schepers og Schmitten 1979; Jensen og Andresen 1980) er højt korreleret med kødets kvalitet og kan derfor anvendes i avlsarbejdet.

Der er udført undersøgelser, som tyder på, at nogle blodegenskaber har en høj arvelighed ($h^2=0.3-0.5$) (Flock et al. 1974; Bickhardt et al. 1979; Kallweit 1979; Malmfors & Nilsson 1979; Scheper 1979; Schwörer et al. 1979). Mange af undersøgelserne vedrørende forskellige blodegenskaber har dog været baseret på et forholdsvis lille antal dyr og er derfor noget usikre. En mere detaljeret beskrivelse af sammenhængen mellem blodegenskaber og kødkvalitet er givet af Bickhardt et al. (1972), Christian (1972) og Cassens et al. (1975).

Baggrunden for at søge arveligheden af det intramuskulære fedtindhold belyst er bl.a. forbrugernes ønsker om, at svinekød skal være mørt, saftigt og velsmagende. Ved projektets planlægning forelå flere undersøgelser, der viste, at kødets indhold af intramuskulært

fedt påvirker dets kvalitetsegenskaber (Judge et al. 1960; Carpenter et al. 1963; Hiner et al. 1965; Allen et al. 1966; Jensen et al. 1967; Christensen 1969). Ligeledes er det vist, at indholdet af intramuskulært fedt i kødet - indtil et vist niveau - varierer ligefremt med svinenes fedningsgrad, der gradvis formindskes ved avlsarbejdet (Clausen et al. 1956; Madsen og Pedersen 1968; Just 1973b; Pedersen 1973). Senere undersøgelser har vist, at heritabiliteten for kødets indhold af intramuskulært fedt er 0,3-0,5 (Lundstrøm et al. 1979; Malmfors & Nilsson 1979; Scheper 1979).

2. MATERIALE OG METODER

Undersøgelsen blev udført med svin fra anerkendte avlscentre indsendt til afprøvning på forsøgsstationen "Sjælland I" ved Roskilde. Forsøgssvinene blev udvalgt efter orner, der enten havde eller forventedes at få 3 eller 4 kuld til afprøvning på forsøgsstationen. Undersøgelsen omfattede afkom efter 131 orner og 416 søer, ialt 1664 svin. På grund af manglende observationer fra slagteekvalitetsbedømmelsen indgår der for disse egenskaber kun afkom fra 125 orner eller 1463 grise ved de fænotypiske og genetiske analyser. Alle analyser vedrørende pH_1 i den lange rygmuskel og pH_1 i skinke er ligeledes på grund af manglende observationer baseret på afkom fra 123 orner eller på 1330 grise.

Udtagning af blodprøver

Benevenga (1970), Benevenga et al. (1971) og Just (1973a) fandt betydelige variationer i data vedrørende enzymaktiviteter, blodegenskaber m.m. samt store forskelle mellem resultaterne fra gentagne blodprøveudtagninger på samme gris. Med henblik på at eliminere en del af denne variation blev der udtaget to blodprøver fra hver gris under standardiserede forhold henholdsvis ca. 3 uger og ca. 1 uge før slagtning. Dette svarer til ca. 68-75 kg og 78-85 kg levendevægt. Blodprøverne blev udtaget i sidste del af svinenes vækstperiode for at opnå det bedst mulige sammenligningsgrundlag med de egenskaber, der måles ved den almindelige afprøvning af avlsdyr. Blodprøverne blev udtaget på samme tidspunkt (kl. 9.15 - 10.15) på en fast ugedag (mandag). Prøverne, der var på 10 ml, blev udtaget fra halsvenen

(vena cava cranialis) med engangssprøjter. For at undgå tilblanding af vævsdele blev de første ca. 2 ml af blodprøverne ført tilbage til venen forinden den egentlige blodprøve blev udtaget. Blodprøverne blev stabiliseret med 2 dråber heparin (250 enheder), der var tilsat engangssprøjten.

Af de individuelle blodprøver blev der straks udtaget 1,00 ml med en autopipette til bestemmelse af mælkesyre. Endvidere blev der straks udtaget prøver til bestemmelse af hæmoglobin. Disse prøver blev udtaget ved hjælp af to kapillarrør (Vitrex disposable pipettes, type 20 N, sodium heparinized, 20 μ l, Fa. Skandinavisk Glasteknik, København) og overført til glas, der var tilsat 5,0 ml fortyndingsvæske (2,5 ml Sterox SE, 32,9 g $K_3Fe(CN)_6$, 1,36 g KH_2PO_4 , 0,32 g KCN, destilleret vand ad 5,0 l). Resten af blodprøverne blev centrifugeret i 8 minutter ved ca. 5000 omdrejninger pr. minut. Plasmaet blev opbevaret ved ca. $+20^\circ C$.

Analyse af blodprøver

Alle mælkesyrebestemmelser blev udført samme dag, som blodprøverne var udtaget. De øvrige analyser blev så vidt muligt udført i samme uge, som blodprøverne var udtaget, bortset fra analysen for thyroxin. Alle analyser blev udført som dobbeltbestemmelser.

Aminosyrer (α -aminokvælstof) blev bestemt ved hjælp af en modifikation af Müting og Kaisers (1963) metode. Aminosyrerne blev ekstraheret fra plasma ved proteinfældning med 15 volumen etanol-acetone (1+1). Supernatanten reagerede med ninhydrin i butanol ved pH 6,5 og $25^\circ C$ i 15-22 timer. Absorptionen målt ved 570 nm efter passende fortynding med metanol. Som reference anvendtes en opløsning af L-leucin med henholdsvis 2,0 og 6,0 mmol α -aminokvælstof/l.

Creatinkinase (E.C. 2.7.3.2., CK) målt ved hjælp af en LKB 8600 Rate Reaction Analyser med Boehringer analysereagenser (katalog nr. 15721). Da svineplasma erfaringsmæssigt har 5-10 gange højere værdier end menneskeplasma, valgtes følgende sammensætning i den færdige reaktionsblanding: 15 μ l buffer- Mg^{++} glukose + 100 μ l creatinfosfat. Metoden er herefter anvendelig i området 0-2000 U/l, uden at det er nødvendigt at udføre analyserne ved forskellige fortyndingsgrader for enzymet. Analyserne blev i begyndelsen af undersøgelsen udført ved $25^\circ C$. Senere udførtes analyserne ved $37^\circ C$. For at sikre ensartede resultater blev analyseresultaterne, der var fundet ved $25^\circ C$, konver-

teret til 37°C ved anvendelsen af faktoren $\frac{V_{37^\circ}}{V_{25^\circ}} = 2,20$. Denne værdi var eksperimentelt bestemt ved en sammenlignende undersøgelse af 30 plasmaprøver.

Hæmoglobin blev bestemt som hæmoglobincyanid. Der målttes ved 541 nm og 10 mm lysvej i en fotorude af typen Vitratron DCP. Hæmoglobinkoncentrationen beregnedes ved $\text{Abs}_{541} \times 22,8 = \text{Hæmoglobin (Fe) mmol/l}$.

Mælkesyre. Fuldblod blev tilsat 2 volumen perklorsyre (0,6 mol/l). Indholdet af mælkesyre i supernatanten målttes enzymatisk ved hjælp af Boehringers analysereagenser (katalog nr. 15972). I første del af undersøgelsen blev målingen udført som end-point analyse efter en reaktionstid på 90 minutter. Senere modificeredes metoden ved anvendelse af en Rate Reaction Analyzer på følgende måde: 100 µl buffer PCA-supernatant eller referenceopløsning blev tilsat 1000 µl buffer + LDH. Reaktionen blev startet ved tilsætning af 100 µl NADH-opløsning, og reaktionen registreredes over en periode af 1,0 minuts varighed. Absorptionsfaldet pr. minut blev aflæst. Da mælkesyrekoncentrationerne i de analyserede blodprøver lå nær ved eller lidt over mælkesyrehydrogenasens K-værdi, får man krumme reaktionsforløb. Dette udlignes ved hjælp af en reference-mælkesyreopløsning, der tillod en faktorberegning, som tilgodeså flertallet af blodprøverne.

Total protein målttes ved biuretmetoden (modificeret Weichelbaum, 1946). 30 µl plasma blev tilsat 3,00 ml biuretreagens. Efter henstand 30-90 minutter i mørke blev blandingen målt ved 542 nm, med en lysvej på 20 mm. Som referenceopløsning anvendtes et frysetørret serumpræparat "Seronorm nr. 121" fra Fa. NYCO, Nygaard A/S, Oslo med den nominelle værdi 66,3 g protein/l serum.

Thyroxin (total) målttes ved radioimmunassay som beskrevet af Kruse og Lind (1977).

Måling af pH i kødet

pH blev målt i den lange rygmuskel (m.long.dorsi) ved det bageste ribben og i skinken (m. semimembranosus) med et Ultra-X-pH-meter med indstikelektrode. Målingerne blev foretaget umiddelbart efter, at svinene blev overført fra slagtelinjen til kølerum, d.v.s. 30-45 min. efter stikningen. pH-målingerne blev registreret som afvigelse fra en måledags gennemsnit, idet apparatet udviste betydelige niveauforskelle mellem måledagene, til trods for at det blev kalibreret ved hver måledags begyndelse. Derfor udførte Slagteriernes Forskningsin-

stitut 30 referencemålinger efter en metode beskrevet af Røy (1971). Niveauforskellene mellem to måledage i Ultra-X-pH-værdierne blev ikke tilsvarende observeret ved referencemålingerne. På det begrænsede materiale fandtes der imidlertid en høj korrelation (0.9) inden for måledag mellem Ultra-X- og reference-pH-målingerne.

Udtagning og analyse af kødprøver

I forbindelse med den almindelige slagte kvalitetsbedømmelse blev der udtaget prøver af den lange rygmuskel (m.long.dorsi), klumpen (m.rectus femoris) og lårtungen (m. semitendinosus) til analyse for intramuskulært fedt.

Prøverne blev opbevaret i fryserum indtil de blev transporteret til afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi. Ved den kemiske analyse udførtes en hydrolyse med saltsyre forinden råfedtet blev ekstraheret med æter. Alle analyseresultater vedrørende intramuskulært fedt er baseret på dobbeltbestemmelser.

Afprøvning af svin fra avlsbesætninger

Svinene, der indgår i den foreliggende undersøgelse, er som tidligere nævnt afprøvet på forsøgsstationen "Sjælland I" efter den sædvanlige afprøvningsprocedure. Holdene består af 4 grise (2 galtgrise + 2 sogrise), der går i samme sti. Såvel foder som vand gives ad libitum. D.v.s. at svinene har fri adgang til foder i en selvfodringskasse og til vand fra drikkenippel. Foderet består af en pelleret blanding af byg, sojaskrå og kødbenmel samt vitaminer og mineralstoffer. Afprøvningen omfatter vækstperioden 25-90 kg. Fra 25 til 40 kg anvendes en blanding, der indeholder 21 dele sojaskrå og 3 dele kødbenmel, og fra 40 til 90 kg gives en blanding med 18 dele sojaskrå og 3 dele kødbenmel.

Svinene slagtes ved en levendevægt af ca. 90 kg. På grund af kødkvalitetens store betydning for avlsarbejdet, og fordi forholdene under transport og slagtning har stor indflydelse på denne egenskab (Barton 1971, 1974), er disse standardiseret efter nedenstående regler:

1. Normal fodring, men ingen vejning på selve slagtedagen
2. Læsning med elevator eller læsseapparat
3. Transporttiden skal være 40 minutter i speciel lastvogn, der

er rumopdelt, har skridsikker bund og mekanisk ventilation

4. Svinene drives direkte fra aflæsning til bedøvelse uden anvendelse af eldriver
5. Svinene bedøves med el på gulv

Dagen efter slagtingen transporteres slagtekroppene i kølevogn til en bedømmelsescentral (ved dette projekt benyttedes Bedømmelsescentralen i Ringsted), hvor der foretages bestemmelse af kødindhold og kødkvalitet som beskrevet af Clausen et al. (1968, 1971) og Pedersen (1979). Der foretages måling af rygspæktykkelse, bugtykkelse og kroplængde. Den ene side af alle svin parteres, og kam og skinke afspækkes. Pct. kød i siden beregnes på grundlag af nedenstående formel, der årligt kontrolleres ved totaldissektion af ca. 400 svin:

$$\text{Pct. kød i siden} = 6,8777 - 0,05958x_1 - 0,08333x_2 - 0,04110x_3 + 0,15758x_4 + 0,50316x_5 + 0,01308x_6, \quad R^2 = 0,88$$

x_1 = spæktykkelse i nakken, mm; x_4 = pct. kød + knogler i kam

x_2 = sidespæktykkelse, mm ; x_5 = pct. kød + knogler i skinke

x_3 = bugtykkelse i lyske, mm ; x_6 = vægt af kød + knogler i skinke, dag

Kødkvaliteten bestemmes ved hjælp af følgende objektive målinger af farve og pH_2 (Barton 1974; Pedersen 1979):

Farve i rå, saltet m. long. dorsi (reflektion 535 nm)

Farve i rå, fersk m. biceps femoris (reflektion 535 nm)

pH_2 i m. long. dorsi (24 timer efter slagting)

pH_2 i m. biceps femoris (24 timer efter slagting)

pH_2 i m. semispinalis capitis (24 timer efter slagting)

Da lyst og væskedrivende kød (PSE) og meget mørkt kød med højt pH_2 (DFD) må opfattes som udtryk for samme arvelige anlæg hos svin, anvendes pH_2 som grundlag for en korrektion af farvemålinger, således at svin med mørkt kød og højt pH_2 (DFD) placeres i samme gruppe som svin med lyst, væskedrivende kød (PSE).

Resultaterne af farvemåling og pH_2 kombineres i et indeks, det såkaldte KK-tal, der kan variere fra 0,1 til 10,0, hvor de højeste

tal er udtryk for den bedste kødkvalitet (Pedersen 1979).

Statistiske analyser

De statistiske analyser vedrørende de forskellige blodegenskaber blev udført på gennemsnitsresultatet af de to blodprøver udtaget henholdsvis 3 uger og 1 uge før slagtning. Målet hermed var at eliminere en del af den tilfældige variation. En forudsætning for anvendelse af en simpel hierarkisk model ved beregning af skøn for genetiske parametre er, at egenskaberne korrigeres for systematiske effekter (årstid, køn og slagtevægt). Datamaterialet blev opsamlet over otte kvartaler. Følgende model blev anvendt til beregning af de systematiske effekter:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + Kv_j + K_k + b(S_{ijkl} - \bar{S}) + e_{ijkl}$$

hvor Y_{ijkl} = den $ijkl$ 'te vektor af egenskaber, der korrigeres

μ = vektor med egenskabernes middelværdier

F_i = vektor for effekten af den i 'te fader til forsøgssvinene

Kv_j = vektor for effekten af kvartal j (1, 2, ..., 8)

K_k = vektor for effekten af køn k (sogrise, galtgrise)

b = regression af Y på kold slagtevægt

S_{ijkl} = kold slagtevægt af det $ijkl$ 'te svin

$\bar{S}$ = den gennemsnitlige kolde slagtevægt

e_{ijkl} = vektor for den tilfældige variation; $e \sim N(0, \sigma^2)$

F er en tilfældig, Kv og K er systematiske effekter. Modellen er derfor af "mixed" type, og de systematiske effekter er beregnet ved "maximum likelihood"-funktion, hvor F -effekten er absorberet med antagelse af kendt variansforhold ($\sigma_e^2/\sigma_F^2 = 6$) (Harvey 1976).

Efter korrektion for kvartal, køn og kold slagtevægt blev der beregnet skøn for de genetiske parametre efter den hierarkiske model:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + M_{ij} + e_{ijk}$$

hvor $\underline{Y}_{ijk}$ = vektor med korrigerede egenskaber tilhørende det k 'te svin af den j 'te moder parret til den i 'te fader.

$\underline{F}_i$ = vektor for effekten af den i 'te fader

$\underline{M}_{ij}$ = vektor for effekten for af den j 'te moder parret til den i 'te fader

$\underline{e}_{ijk}$ = vektor for den tilfældige variation; $e \sim N(0, \sigma^2)$

Det antoges, at alle effekter var tilfældige, uafhængige og normalt fordelte med middelværdi 0 (se fig. 3.1-3.10).

Opdelingen af egenskabernes variation i varianskomponenter bliver herefter som vist i tabel 2.1

Tabel 2.1 Variansanalysens komponenter (det reducerede datamateriale)

Table 2.1 Components of the analysis of variance (the reduced data set)

Variations-årsag	Frihedsgrader	Forventet middeltkvadrat
Far	124	$\sigma_e^2 + 3.80\sigma_M^2 + 11.69\sigma_F^2$
Mor	267	$\sigma_e^2 + 3.70\sigma_M^2$
Tilfældig rest	1071	σ_e^2
Total	1462	$\sigma_p^2 = \sigma_e^2 + \sigma_M^2 + \sigma_F^2$

Beregningerne blev udført som beskrevet af Becker (1975) ved hjælp af SAS-proceduren NESTED.

Heritabiliteter ($\hat{h}^2$), ikke additive kuldeffekter ($\hat{c}^2$) og genetiske korrelationer ($\hat{r}_G$) blev beregnet efter modellerne:

$$\hat{h}^2 = \frac{4 \hat{\sigma}_F^2}{\hat{\sigma}_P^2} \quad (\text{additiv})$$

$$\hat{c}^2 = \frac{\hat{\sigma}_M^2 - \hat{\sigma}_F^2}{\hat{\sigma}_P^2} \quad (\text{ikke additiv kuldeffekt})$$

$$\hat{r}_G = \frac{\widehat{\text{cov}}_F(x,y)}{\hat{\sigma}_F(x) \hat{\sigma}_F(y)} \quad \text{hvor } \widehat{\text{cov}}_F(x,y) \text{ er covarians-komponenten mellem egenskaberne } x \text{ og } y. \text{ Svarer til } \hat{\sigma}_F^2 \text{ i tabel 2.1}$$

Ved antagelse af kendt c^2 inddrages $\hat{\sigma}_M^2$ i beregningen af heritabiliteten efter modellen:

$$\hat{h}_*^2 = \frac{2(\hat{\sigma}_F^2 + \hat{\sigma}_M^2 - c^2 \hat{\sigma}_P^2)}{\hat{\sigma}_P^2}$$

Den maternelle covarians er også medtaget ved beregning af genetisk korrelation:

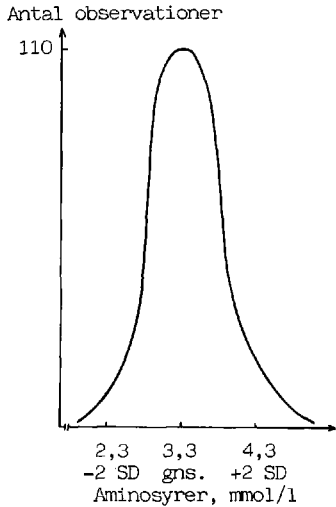
$$\hat{r}_G^* = \frac{\widehat{\text{cov}}_F(x,y) + \widehat{\text{cov}}_M(x,y)}{(\hat{\sigma}_F(x) + \hat{\sigma}_M(x)) (\hat{\sigma}_F(y) + \hat{\sigma}_M(y))}$$

hvor $\hat{r}_G^*$ foruden additiv genetisk covarians også indeholder dominans og epistatisk covarians. Standardafvigelserne på $\hat{h}_*^2$ og $\hat{r}_G^*$ er mindre end på $\hat{h}^2$ og $\hat{r}_G$, som det vil fremgå af følgende afsnit. Såfremt $\hat{h}_*^2$ og $\hat{r}_G^*$ er centrale skøn, er disse at foretrække frem for $\hat{h}^2$ og $\hat{r}_G$.

3. RESULTATER OG DISKUSSION

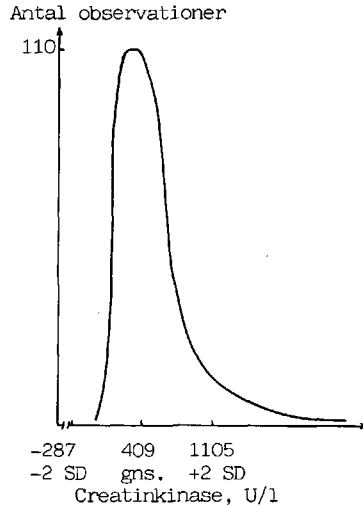
Fordelingskurverne for de undersøgte egenskaber er vist i figurerne 3.1-3.10. Alle egenskaber bortset fra creatinase er tilnærmelsesvis normalt fordelt. Creatinase afviger specielt ved nogle få meget høje værdier, der må bero på fejl af en eller anden art (tilblanding af muskelvæv, sygdomme o.l.). Resultaterne for creatinkinase blev derfor transformeret til log creatinkinase, og de transformerede resultater er, som vist i figur 3.3, normalt fordelte.

I tabel 3.1 er antal observationer, gennemsnitsresultater og standardafvigelser anført for de undersøgte egenskaber samt for en del af de egenskaber, der indgår ved den almindelige afprøvning af avlsdyr. Antallet af observationer for de forskellige egenskaber varierer af forskellige årsager (opløste forsøgshold, tab af data



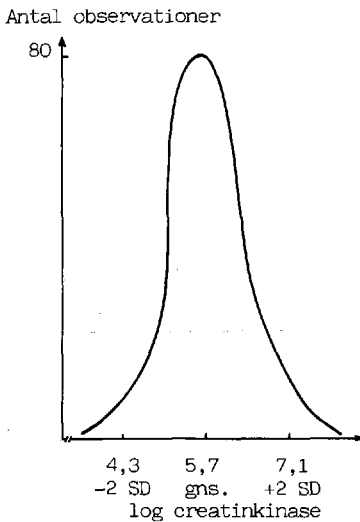
Figur 3.1 Fordeling af aminosyrer i blod

Figure 3.1 Distribution of amino acids in blood



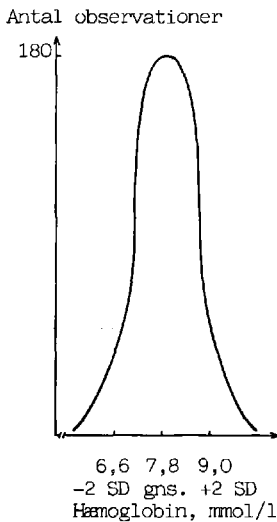
Figur 3.2 Fordeling af creatinkinase i blod

Figure 3.2 Distribution of creatine kinase in blood



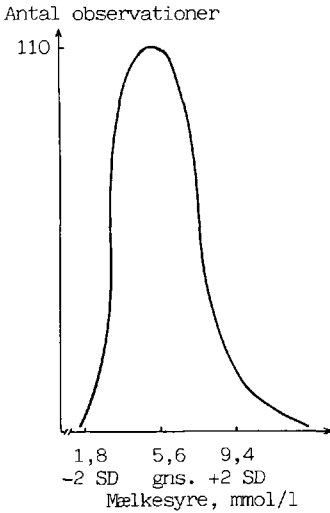
Figur 3.3 Fordeling af log creatinkinase i blod

Figure 3.3 Distribution of log creatine kinase in blood

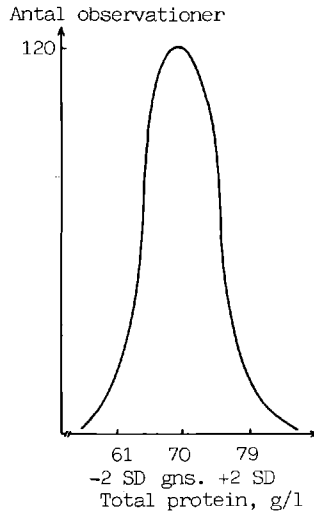


Figur 3.4 Fordeling af hæmoglobin i blod

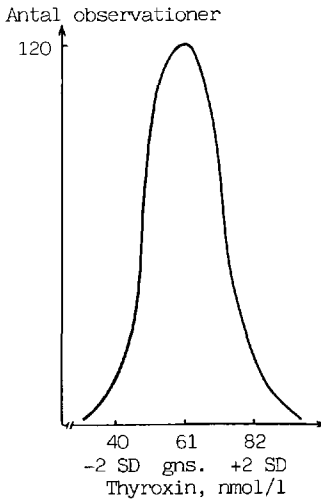
Figure 3.4 Distribution of hemoglobin in blood



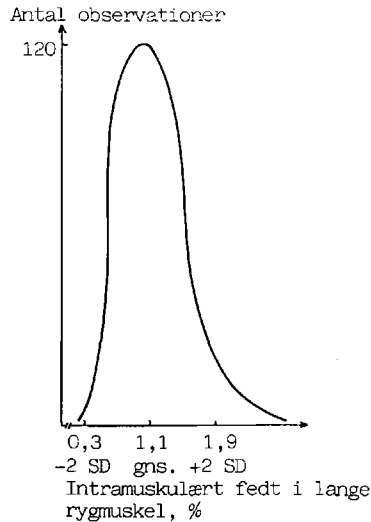
Figur 3.5 Fordeling af mælkesyre i blod
 Figure 3.5 Distribution of lactic acid in blood



Figur 3.6 Fordeling af total protein i blod
 Figure 3.6 Distribution of total protein in blood

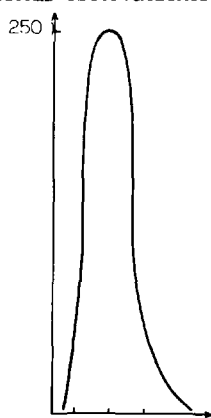


Figur 3.7 Fordeling af thyroxin i blod
 Figure 3.7 Distribution of thyroxine in blood



Figur 3.8 Fordeling af intramuskulært fedt i lange rygmuskel
 Figure 3.8 Distribution of intramuscular fat in m. long. dorsi

Antal observationer

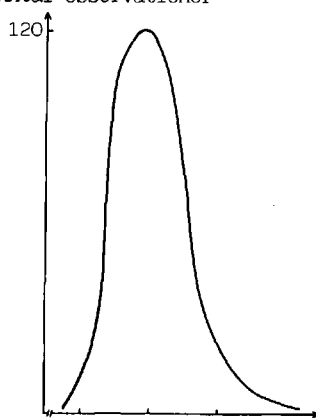


0,4 1,0 1,6
-2SD gns. +2SD
Intramuskulært fedt i klump, %

Figur 3.9 Fordeling af intramuskulært fedt i klump

Figure 3.9 Distribution of intramuscular fat in *m.rectus femoris*

Antal observationer



1,1 3,2 5,3
-2 SD gns. +2 SD
Intramuskulært fedt i lårtunge, %

Figur 3.10 Fordeling af intramuskulært fedt i lårtunge

Figure 3.10 Distribution of intramuscular fat in *m.semitendinosus*

ved overgang til andet regnecenter, fejl m.v.). Gennemsnitsresultaterne for de forskellige blodegenskaber angivet i tabel 3.1 er ikke direkte sammenlignelige med resultaterne fra andre undersøgelser, idet der kan være store forskelle mellem analysemetoder.

Indholdet af intramuskulært fedt i den lange rygmuskel og i klumpen er noget lavere end fundet ved andre undersøgelser (McMeekan 1940; Clausen et al. 1956; Christensen 1962).

For "andre egenskaber" er der en god overensstemmelse mellem de anførte gennemsnitsresultater og de resultater, der er fundet ved tilsvarende undersøgelser med svin fra forsøgstationerne (Pedersen 1983).

Det foreliggende materiales repræsentativitet samt risikoen for ikke centrale skøn for h^2 og r_G ved brug af den materielle varians og covarians er søgt belyst ved at sammenligne med nogle tilsvarende skøn fra et materiale bestående af tre års afkomsprøver, hvor kun den paternelle varians og covarians indgår i beregning af h^2 og r_G . Resultaterne er anført i tabel 3.2

Tabel 3.1 Gennemsnit og standardafvigelse for resultaterne af blod-analyserne, intramuskulært fedt i kødprøverne samt tilvækst og slagtekvantitetsmål

Table 3.1 Mean and standard deviation for the results of blood analysis, intramuscular fat in the meat samples as well as daily gain and carcass properties

	Antal observationer	Gns.	Standard- afvigelse
<u>Blodegenskaber:</u>			
Aminosyrer, mmol/l ¹⁾	1664	3,3	0,5
Creatinkinase, U/l ¹⁾	1664	409	348
log creatinkinase ¹⁾	1664	5,7	0,7
Hæmoglobin, mmol/l ¹⁾	1664	7,8	0,6
Mælkesyre, mmol/l ¹⁾	1664	5,6	1,9
Total protein, g/l ¹⁾	1664	69,7	4,4
Thyroxin, nmol/l	1653	60,9	10,4
<u>Intramuskulært fedt i kød:</u>			
Lange rygmuskel, %	1561	1,09	0,38
Klump, %	1562	0,95	0,30
Lårtunge, %	1562	3,17	1,04
<u>Andre egenskaber:</u>			
Levendevægt, kg	1488	89,5	1,9
Kold slagtevægt, kg	1488	62,7	2,5
Daglig tilvækst, g	1550	720	82
Daglig slagtekropstilvækst, g	1488	504	62
Daglig kødtilvækst, g	1488	297	34
Sidespækkets tykkelse, cm	1488	1,43	0,4
Kød i siden, %	1550	61,7	2,7
Areal af lange rygmuskel, cm ²	1550	35,5	3,4
Kødfarve, points (0,5-5,0)	1488	2,1	0,5
KK-tal	1550	6,6	1,3
pH ₁ i lange rygm.	1453	5,6	0,4
pH ₁ i skinke	1453	5,8	0,5

1) Gennemsnit af 2 observationer

Tabel 3.2 Sammenligning af nogle genetiske analyseresultater fra den foreliggende undersøgelse med de tilsvarende resultater fra afkomsprøverne

Table 3.2 Comparison of some results of genetic analyses from this experiment with corresponding results from the testing stations

A. Heritabilitet ($\hat{h}^2$) og ikke additiv kuldeffekt ($\hat{c}^2$)

	Afkomsprøverne ¹⁾ (25300 svin)			Foreliggende undersøgelse (1664 svin)					
	$\hat{h}^2$	middel- fejl	$\hat{c}^2$	$\hat{h}^2$	middel- fejl	$\hat{c}^2$	$\hat{h}^{2*}$	middel- fejl	
Daglig tilvækst	0,33	0,06	0,14	0,25	0,11	0,17	0,33	0,06	
Sidespækkets tykkelse	0,58	0,06	0,04	0,39	0,11	0,04	0,41	0,06	
% kød i siden	0,56	0,06	0,08	0,42	0,12	0,09	0,45	0,06	
Areal af lange rygmuskel	0,58	0,06	0,02	0,40	0,11	0,04	0,44	0,06	
KK-tal	0,42	0,06	0,01	0,39	0,10	0,03	0,42	0,06	

1) Beregnet som gns. af sogrise og galte. Materialet omfatter perioden 1/7 1973 - 30/6 1975 med ialt 25300 grise, 6325 mødre og 2973 fædre

2) $\hat{c}^2$ fra afkomsprøverne indgår

B. Genetiske korrelationer ($\hat{r}_G$)

		Sidespækkets tykkelse		% kød i siden		Areal af lange rygmuskel		KK-tal	
		$\hat{r}_G$	middel- fejl	$\hat{r}_G$	middel- fejl	$\hat{r}_G$	middel- fejl	$\hat{r}_G$	middel- fejl
Daglig tilvækst	1)	0,33	(0,05)	-0,44	(0,07)	-0,27	(0,06)	-0,14	(0,06)
	2)	-0,14	(0,27)	-0,17	(0,24)	-0,39	(0,23)	-0,26	(0,25)
	3)	0,28	(0,09)	-0,44	(0,07)	-0,30	(0,09)	-0,08	(0,09)
Sidespækkets tykkelse	1)			-0,85	(0,06)	-0,48	(0,06)	-0,06	(0,05)
	2)			-0,61	(0,12)	-0,26	(0,18)	-0,22	(0,20)
	3)			-0,75	(0,04)	-0,48	(0,08)	0,02	(0,10)
% kød i siden	1)					0,54	(0,04)	-0,08	(0,05)
	2)					0,54	(0,15)	0,04	(0,21)
	3)					0,53	(0,07)	-0,14	(0,10)
Areal af lange ryg- muskel	1)							0,13	(0,05)
	2)							-0,01	(0,20)
	3)							0,06	(0,10)

1) 25300 svin fra afkomsprøverne ($\hat{r}_G$)

2) 1664 svin fra den foreliggende undersøgelse ($\hat{r}_G$)

3) 1664 svin fra den foreliggende undersøgelse ($\hat{r}_G^*$)

I tabel 3.2A er $\hat{h}^2$ og $\hat{c}^2$ anført for fem betydningsfulde egenskaber, dels for 25300 svin fra afkomsprøverne beregnet på sædvanlig måde, dels for de 1664 svin fra den foreliggende undersøgelse beregnet på sædvanlig måde og som beskrevet ved modellen for $\hat{h}_*^2$. Beregnet på sædvanlig måde var heritabiliteterne for svinene fra den foreliggende undersøgelse fra 7 til 33% lavere end fundet for de 25300 svin fra afkomsprøverne, ligesom den ikke additive kuldefekt ($\hat{c}^2$) tenderede til at være større. Inddragelse af den maternalle varians og covarians korrigeret for $\hat{c}^2$ (beregnet for materialet fra afkomsprøverne) forøgede de beregnede heritabiliteter for samtlige fem egenskaber. Heritabilitetsskønnene for daglig tilvækst og KK-tal opnåede samme størrelse som fundet for det store materiale fra afkomsprøverne, men heritabiliteterne for sidespækkets tykkelse, % kød i siden og areal af den lange rygmuskel forblev lidt lavere.

I tabellens afsnit B er de genetiske korrelationer angivet for de fem egenskaber, dels for 25300 svin fra afkomsprøverne beregnet på sædvanlig måde ($\hat{f}_G$), dels for de 1664 svin fra den foreliggende undersøgelse beregnet på sædvanlig måde ($\hat{f}_G$) og ved inddragelse af kuldkomponenten som beskrevet ved modellen for $\hat{f}_G^*$. De anførte resultater viser, at inddragelse af kuldkomponenten stabiliserer de genetiske korrelationer, og at de således beregnede korrelationer for svinene fra den foreliggende undersøgelse er i god overensstemmelse med dem, der er beregnet på det store materiale fra afkomsprøverne. Konklusionen af de sammenlignende analyseresultater anført i tabel 3.2 må blive, at modellerne beskrevet for $\hat{h}_*^2$ og $\hat{f}_G^*$ er bedst egnede til forholdsvis små undersøgelser som den foreliggende. Endvidere viser resultaterne i tabel 3.2, at den foreliggende stikprøve må anses for at være nogenlunde repræsentativ for svin fra afkomsprøverne. De fundne heritabilitetsskøn ($\hat{h}_*^2$) er også af samme størrelsesorden som fundet ved andre undersøgelser af f.eks. Jonsson (1965), Jensen et al. (1967) samt Staun og Jensen (1971).

Resultaterne af heritabilitetsberegningerne for svinene fra den foreliggende undersøgelse er anført i tabel 3.3.

Blodegenskaberne havde en forholdsvis høj arvelighed. $\hat{h}_*^2$ varierede fra 0,37 for creatinkinase (0,45 for log creatinkinase) til 0,71 for aminosyrer. For creatinkinase er den fundne heritabilitet i overensstemmelse med Flock et al. (1974), Addis et al. (1979),

Bickhardt et al. (1979), Kallweit (1979), Scheper(1979) og Schwörer et al. (1979), der alle har fundet heritabiliteter varierende fra 0,3 til 0,7. Derimod er heritabiliteten (0,6) for hæmoglobin meget større end den (0,2), Jensen (1964) fandt ved analyse af nyfødte grises blod. For de øvrige blodegenskaber foreligger så vidt vides ikke skøn over heritabiliteten hos svin.

Det skal specielt bemærkes, at heritabiliteten for total protein i blodet var 0,58. Det var som omtalt i indledningen tanken

Tabel 3.3 Skøn for heritabiliteter ($\hat{h}_*^2$)
Table 3.3 Estimated heritabilities ($\hat{h}_^2$)*

<u>Blodegenskaber</u>	$\hat{h}_*^2$	<u>Middelfejl</u>
Aminosyrer	0,71	0,06
Creatinkinase	0,37	0,06
log creatinkinase	0,45	0,06
Hæmoglobin	0,60	0,06
Mælkesyre	0,64	0,06
Total protein	0,58	0,06
Thyroxin	0,50	0,06
<u>Intramuskulært fedt:</u>		
Lange rygmuskel	0,55	0,06
Klump	0,40	0,06
Lårtunge	0,50	0,06
<u>Andre egenskaber:</u>		
Daglig tilvækst	0,33	0,06
Daglig slagtekropstilvækst	0,30	0,06
Daglig kødtilvækst	0,20	0,06
Sidespækkets tykkelse	0,41	0,06
% kød i siden	0,45	0,06
Areal af lange rygmuskel	0,44	0,06
Kødfarve, points (0,5-5,0)	0,36	0,06
KK-tal	0,42	0,06
pH ₁ i lange rygmuskel	0,16	0,05
pH ₁ i skinke	0,15	0,06

at bruge total protein som et mål for tilfældige variationer i plasmavolumen og anvende dette mål til at justere de øvrige blodegenskaber for forskelle i plasmavolumen. Undersøgelsen viser imidlertid, at total protein har en høj grad af arvelighed ($\hat{h}_*^2 = 0,58$), hvorfor det ikke vil være rigtigt at korrigere de øvrige blodegenskaber for forskelle i blodets indhold af protein.

Heritabilitetsskønnene for intramuskulært fedt i de tre kødprøver varierede fra 0,40 for klumpen til 0,55 for den lange rygmuskel. Tilsvarende eller højere heritabiliteter er fundet af Allen et al. (1966), Jensen et al. (1967), Arganosa et al. (1969), Duniec et al. (1969), Lundstrøm et al. (1979), Malmfors et al. (1979) og Schepers (1979).

Samtlige egenskaber anført i tabel 3.3, bortset fra pH_1 i lange rygmuskel og pH_1 i skinke, har en rimelig høj arvelighed, hvilket giver gode muligheder for at forbedre egenskaberne ved avl, såfremt det er ønskeligt.

De fænotypiske og genetiske korrelationer er anført i tabel 3.4, og middelfejlene på de genetiske korrelationer er angivet i tabel 3.5.

Sammenhængene mellem de undersøgte blodegenskaber og de øvrige egenskaber var små og der forekom kun få korrelationer større end $\pm 0,2$. Den genetiske korrelation af creatinkinase (grad af PSE) til points for kødfarve (påvirkes af intramuskulært fedt og myoglobin) og KK-tal var -0,27 og -0,27. Dette var langt mindre end forventet efter undersøgelser af Addis et al. (1979), Bickhardt et al. (1979), Schepers og Schmitt (1979) m.fl., der fandt meget høje korrelationer mellem koncentrationen af creatinkinase og svinenes følsomhed overfor bedøvelse med halothan. De genetiske korrelationer mellem creatinkinase og intramuskulært fedt i prøverne fra de tre muskler var også små (-0,13, -0,23), men negative som forventet. De genetiske korrelationer med blodets indhold af mælkesyre var lidt mindre end nævnt for creatinkinase, men følger ellers samme mønster. Marple et al. (1975) fandt, at hyperthyreoide svin havde et lavere indhold af mælkesyre i kødet end hypothyreoide.

De genetiske og fænotypiske korrelationer mellem koncentrationen af aminosyrer i blodet og procent kød i siden samt arealet af den lange rygmuskel var små og negative. Hæmoglobin og total protein udviste heller ikke korrelationer af nævneværdig størrelse. For

thyroxinkoncentrationen i blodet var både de fænotypiske og de genetiske korrelationer til procent kød i siden og til arealet af den lange rygmuskel små og negative, hvorimod den genetiske korrelation til sidespækkets tykkelse var +0,30. Dette er ikke i overensstemmelse med Marple et al. (1975), der fandt, at hyperthyreoid svin havde tyndere spæklag end hypothyreoid. En medvirkende forklaring til de uventede genetiske korrelationer for thyroxin kan være, at de udførte analyser måler total thyroxin i plasma, d.v.s. både bundet og frit thyroxin. Over 99% af thyroxinet er bundet til visse plasma-proteiner. Standal et al. (1980) undersøgte omsætningen af thyroxin (T_4) og trijodtyronin (T_3) hos svin, der var selekteret for henholdsvis stor tilvækst og tyndt rygspæk eller lav tilvækst og tykt rygspæk. Resultaterne viste, at der ikke var statistisk sikker forskel på thyroxinnedbrydningen mellem de to grupper, hvorimod der var en lidt større, men statistisk sikker, nedbrydning af trijodtyronin i gruppen, der var selekteret for stor tilvækst og tyndt rygspæk end i gruppen, der var selekteret i modsat retning.

De genetiske korrelationer mellem intramuskulært fedt i de tre kødprøver og procent kød i siden samt arealet af den lange rygmuskel varierede fra -0,11 til -0,26. Sammenhængene var som forventet negative, men graden af sammenhæng er ringe. De fænotypiske korrelationer er af samme størrelse som de genetiske. De genetiske korrelationer mellem intramuskulært fedt og sidespækkets tykkelse er positive, men meget små.

Den svage negative sammenhæng mellem intramuskulært fedt og % kød i siden og den noget stærkere sammenhæng mellem intramuskulært fedt og daglig tilvækst tyder på, at der ikke sker nogen nedgang i mængden af intramuskulært fedt, når det nuværende avlsmål, der tilstræber en forøgelse af daglig tilvækst og uændret kødindhold lægges til grund for selektionen. Intramuskulært fedt i den lange rygmuskel havde en høj genetisk korrelation (0,32-0,36) til daglig tilvækst, daglig slagtekropstilvækst og daglig kødtilvækst, hvilket må vurderes i sammenhæng med det anvendte fodringssystem på forsøgsstationerne, der er beskrevet på side 12. Såvel de fænotypiske som de genetiske korrelationer mellem intramuskulært fedt i de tre kødprøver er høje (0,39-0,58). De fænotypiske korrelationer mellem pH_1 i lange rygmuskel, pH_1 i skinke og points for kødfarve samt

Tabel 3.4 Fænotypiske og genetiske korrelationer ($\hat{r}_{G^*}$)Table 3.4 Phenotypic and genetic correlations ($\hat{r}_{G^*}$)

	Fænotypiske							
	Daglig til- vækst	Daglig slag- kropstil- vækst	Daglig kød- tilvækst	Sidespækets tykkelse	Kød i siden	Areal af lange ryg- muskul	Kødfarve	KK-tal
Daglig tilvækst		0.98	0.83	0.23	-0.28	-0.12	0.05	0.00
Daglig slagte- kropstilvækst	0.99		0.86	0.23	-0.26	-0.07	0.03	-0.01
Daglig kødtil- vækst	0.81	0.84		-0.16	0.26	0.15	-0.06	-0.06
Sidespækets tykkelse	0.28	0.30	-0.10		-0.76	-0.36	0.07	-0.05
Kød i siden	-0.44	-0.43	0.12	-0.75		0.44	-0.17	-0.08
Areal af lan- ge rygmuskul	-0.30	-0.25	0.06	-0.48	0.53		0.03	0.04
Kødfarve	0.10	0.07	-0.12	0.20	-0.32	0.07		0.63
KK-tal	-0.08	-0.12	-0.23	0.02	-0.14	0.06	0.86	
Intramuskulært fedt i lange ryg.	0.34	0.36	0.32	0.01	-0.11	-0.11	0.03	-0.08
Intramuskulært fedt i klump	0.11	0.10	-0.02	0.13	-0.22	-0.15	0.08	0.06
Intramuskulært fedt i lårtunge	0.25	0.26	0.12	0.10	-0.26	-0.13	0.16	-0.002
Creatinkinase i blod	-0.03	-0.01	0.03	-0.09	0.10	0.16	-0.27	-0.27
log creatin- kinase	0.05	0.07	0.12	-0.09	0.07	0.13	-0.30	-0.30
Mælkesyre i blod	-0.03	-0.004	0.16	-0.07	0.27	0.31	-0.23	-0.23
Aminosyrer i blod	0.10	0.07	-0.005	0.12	-0.13	-0.09	0.05	0.19
Hæmoglobin i blod	-0.02	-0.005	-0.02	-0.08	-0.04	0.12	0.07	-0.02
Total protein i blod	-0.19	-0.18	-0.16	-0.09	0.07	0.07	-0.11	-0.04
Thyroxin i blod	0.16	0.19	0.12	0.30	-0.17	-0.16	-0.08	-0.23
pH_1 i lange ryg.	0.02	-0.02	-0.19	0.10	-0.27	-0.04	0.83	0.65
pH_1 i skinke	-0.04	-0.07	-0.17	0.05	-0.17	-0.03	0.84	0.66

Genetiske korrelationer

korrelationer

Intramuskulært fedt i lange ryg.	Intramuskulært fedt i klump	Intramuskulært fedt i lår turg	Creatinkinase i blod	log creatinkinase	Mælkesyre i blod	Aminosyrer i blod	Hæmoglobin i blod	Total protein i blod	Thyroxin i blod	pH ₁ i lange ryg.	pH ₁ i skinker
0.20	0.13	0.14	0.02	0.05	-0.07	0.10	0.05	-0.03	0.16	0.02	0.02
0.20	0.12	0.13	0.03	0.06	-0.06	0.07	0.06	-0.02	0.19	0.01	0.01
0.11	0.01	-0.00	0.09	0.12	0.03	0.03	0.02	-0.05	0.13	-0.08	-0.09
0.09	0.12	0.11	-0.08	-0.09	-0.06	0.05	0.04	0.06	0.15	0.07	0.12
-0.17	-0.21	-0.26	0.11	0.11	0.15	-0.07	-0.08	-0.07	-0.12	-0.17	-0.18
-0.14	-0.10	-0.12	0.05	0.06	0.13	-0.05	0.03	-0.04	-0.02	0.02	0.01
0.01	0.12	0.10	-0.16	-0.20	-0.09	-0.01	0.07	0.02	0.01	0.55	0.54
-0.01	0.08	0.01	-0.16	-0.19	-0.08	0.03	0.07	-0.01	-0.01	0.41	0.49
	0.44	0.44	-0.08	-0.08	-0.08	-0.04	0.02	-0.03	0.09	0.01	0.01
0.58		0.39	-0.11	-0.13	-0.04	-0.02	0.08	0.03	0.03	0.11	0.11
0.45	0.45		-0.11	-0.11	-0.12	-0.02	0.08	-0.00	0.06	0.13	0.09
-0.13	-0.21	-0.23		0.88	0.11	0.06	0.04	0.04	-0.05	-0.16	-0.17
-0.08	-0.17	-0.18	0.88		0.08	0.08	0.08	0.04	-0.05	-0.20	-0.21
-0.11	-0.08	-0.21	0.06	0.02		-0.01	0.10	0.19	-0.04	-0.12	-0.12
-0.17	-0.12	-0.08	0.03	0.06	0.04		-0.08	-0.26	-0.01	-0.00	0.01
0.00	0.02	0.08	0.14	0.22	0.01	-0.01		0.28	0.16	0.06	0.03
-0.04	0.01	0.05	0.13	0.11	0.18	-0.19	0.27		-0.02	-0.02	-0.01
0.09	-0.02	0.06	-0.06	-0.08	-0.04	-0.09	0.04	-0.03		-0.01	-0.03
0.02	0.07	0.23	-0.39	-0.39	-0.32	-0.11	0.05	-0.17	-0.05		0.69
-0.09	0.05	0.18	-0.28	-0.33	-0.24	-0.01	0.03	-0.09	-0.09	0.91	

Tabel 3.5 Middelfejl på de genetiske korrelationer anført i tabel 3.4

Table 3.5 Standard errors of the genetic correlations given in table 3.4

	Daglig til- vækst	Daglig slagte- kropstilvækst	Daglig kød- tilvækst	Sidespækkets tykkelse	Kød i siden	Areal af lange rygmuskel	Kødfarve	KK-tal
Daglig slagtekrops- tilvækst	0.003							
Daglig kød- tilvækst	0.03	0.03						
Sidespækkets tykkelse	0.09	0.09	0.10					
Kød i siden	0.07	0.08	0.09	0.04				
Areal af lange rygmuskel	0.09	0.09	0.10	0.08	0.07			
Kødfarve	0.10	0.10	0.11	0.10	0.09	0.11		
KK-tal	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05	
Intramuskulært fedt i lange rygm.	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.10	0.09
Intramuskulært fedt i klump	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10	0.10
Intramuskulært fedt i lårtunge	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10	0.10
Creatinkinase i blod	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09
log creatin- kinase	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09
Mælkesyre i blod	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09
Aminosyrer i blod	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
Hæmoglobin i blod	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09
Total protein i blod	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09
Thyroxin i blod	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10	0.09
pH ₁ i lange rygm.	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.12	0.07	0.09
pH ₁ i skinke	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.12	0.07	0.08

Intramuskulært fedt i lange ryggn.										
Intramuskulært fedt i klump										
Intramuskulært fedt i lårtunge										
Creatikinasen i blod										
log creatinkinase										
Malkesyren i blod										
Aminosyrerne i blod										
Hæmoglobin i blod										
Total protein i blod										
Thyroxin i blod										
pH _i i lange ryggn.										
0.06										
0.07	0.07									
0.08	0.09	0.08								
0.08	0.08	0.08	0.02							
0.08	0.08	0.08	0.08	0.08						
0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07					
0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07				
0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07			
0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08		
0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	
0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.05

KK-tal var som forventet høje (0,41-0,55), og de genetiske korrelationer var endnu større (0,65-0,84).

4. KONKLUSION

De undersøgte blodegenskaber har en høj grad af arvelighed, hvorimod de genetiske korrelationer til de forskellige produktionsøkonomiske egenskaber er små. En eventuel inddragelse af disse egenskaber i avlsarbejdet vil derfor ikke resultere i nogen speciel fremgang ud over den, der kan opnås ved anvendelse af de nuværende mål for vækstevne og slagtekvantitet.

Ved vurdering af resultaterne må det tages i betragtning, at de kemiske analysemetoder stadig forbedres, ligesom det ikke er sikkert, at koncentrationen af et stof i blodet er det rigtigste mål for de biokemiske processer i svinene.

Intramuskulært fedt i de undersøgte muskler har også en høj arvelighed, og de genetiske korrelationer til slagtekroppens indhold af kød er forholdsvis små. Hvis ønskeligt er der således gode muligheder for at forøge kødets indhold af intramuskulært fedt ved selektion uden at formindske kødindholdet.

LITTERATUR

- Addis, P.B., Rempel, W.E., McGrath, C. & Aberle, E.D. 1979. The use of breed differences to study porcine stress susceptibility. *Acta Agric. scand. Suppl.* 21: 312-321.
- Allen, E., Forrest, J.C., Chapman, A.B., First, N., Bray, R.W. & Briskey, E.J. 1966. Phenotypic and genetic associations between porcine muscle properties. *J. Anim. Sci.* 25: 962-966.
- Allen, W.M., Cheah, K.S., Imlah, P., Lister, D., Steane, D.E. & Webb, A.J. 1979. Testing methods for PSE syndrome: Current research in the U.K. 30th Ann. Meet. EAAP, Harrogate. 8 pp.
- Arganosa, V.G., Omtvedt, I.T. & Walters, L.E. 1969. Phenotypic and genotypic parameters of some carcass traits in swine. *J. Anim. Sci.* 28: 168-174.

- Barton, P. 1971. Some experiences on the effect of pre-slaughter treatment on the meat quality of pigs with low stress-resistance. Proc. 2nd Int. Symp. Condition on Meat Quality in Pigs. Zeist. The Netherlands. p. 180-190.
- Barton, P. 1974. A standardized procedure for pre-slaughter treatment of pigs to be tested for meat quality. Proc. 20th Europ. Meeting of Meat Res. Workers. Dublin, Ireland. p. 52-54.
- Becker, A.W. 1975. Manual of Quantitative Genetics. Students Book Corporation, Washington, U.S.A. 170 pp.
- Beermann, D.H., Marple, D.N., Hirschinger, C.W. & Cassens, R.G. 1975. Variation of plasma creatine phosphokinase activity in swine. J. Anim. Sci. 40: 75-77.
- Benevenga, N.J. 1970. Enzyme activity measurements - limited indicators of the impact of nutrition on metabolism. Meat and Animal Science, University of Wisconsin, Madison. 36 pp.
- Benevenga, N.J., Just (Nielsen), A., Jones, J.W. & Grummer, R.H. 1971. Adaptation of pigs to diets high in protein. Proc. J. Anim. Sci. 33: 226-227.
- Bickhardt, K., Chevalier, H.-J., Giese, W. & Reinhard, H.-J. 1972. Akute Rückenmuskelnnekrose und Belastungsmiopathie beim Schwein. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 111 pp.
- Bickhardt, K., Richter, L. & Flock, D.K. 1979. First results of a selection programme using the creatine-kinase test. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 379-385.
- Bresson, S. 1979. Virkningerne af langvarig psykisk belastning på svinekødets vandbindingsevne samt på vækst, foderudnyttelse og kødfylde. Licentiaafhandling. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., København. 84 pp.
- Bresson, S., Barton, P. & Laursen, B. 1976. Proteinmængdens og slagtevejgtens betydning for svinenes vækst og slagteegenskaber, herunder især kødkvaliteten. 128. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Bulla, J., Eikelenboom, G., Zelnik, J. & Poltórsky, J. 1979. Halothane test in early diagnosis of stress susceptibility. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 469-478.
- Carpenter, Z.L., Kauffman, R.G., Bray, R.W., Briskey, E.J. & Weckel, K.G. 1963. Factors influencing quality in pork. J. Food Sci. 28: 467-471.
- Cassens, R.G., Marple, D.N. & Eikelenboom, G. 1975. Animal physiology and meat quality. Adv. Fd. Res. 21: 71-155.
- Christensen, K.D. 1962. Foderfedtets indflydelse på svinets og flæskets kvalitet. Licentiaafhandling. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., København. 88 pp.
- Christensen, K. 1969. Det intramuskulære fedts dannelse og aflejring i relation til svinekødets kvalitet. Licentiaafhandling. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., København. 96 pp.
- Christensen, K. 1974. Different levels of linoleic acid in the diet of pigs. 3. The effect on carcass composition and meat quality. Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkde. 33: 72-80.

- Christian, L.L. 1972. A review of the role of genetics in animal stress susceptibility and meat quality. In: Proc. Pork Quality Symposium (Eds. R.G. Cassens et al.). Univ. of Wisconsin. p. 91-97.
- Clausen, HJ. og medarbejdere. 1956. Forskellige protein- og foder-normer. Bilag Landøk. Forsøgslab. Efterårsmøde. p. 24.
- Clausen, HJ., Nørtoft Thomsen, R. & Pedersen, O.K. 1968. 56. beretning om sammenlignende forsøg med svin fra statsanerkendte avls-centre. 364. Beretn. Forsøgslab., København. 177 pp.
- Clausen, HJ., Nørtoft Thomsen, R., Pedersen, O.K., Busk, H. & Christensen, A. 1971. 59. beretning om sammenlignende forsøg med svin fra statsanerkendte avlscentre. 390. Beretn. Forsøgslab., København. 147 pp.
- Duniec, H., Stalinsky, Z. & Doroszewski, B. 1969. Coefficients of heritability of some traits characterizing meat quality in pigs. Anim. Breed. Abstr. 40: 539.
- Ensinger, U., Rogdakis, E. & Faber, H.V. 1979. Glucagon and meat quality in pigs. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 401-402.
- Flock, D.K., Richter, L., Willeke, H. & Bickhardt, K. 1974. Performance testing for meat quality in live pigs using the creatin-kinase test. 25th Ann. Meet. EAAP. Copenhagen. 9 pp.
- Frøystein, T., Schie, K.A. & Nøstvold, S.O. 1979. Halothane sensitivity, blood CPK-values and meat quality characteristics in pigs selected for rate of gain and backfat thickness. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 432-440.
- Haase, S., Kallweit, E., Steinhauß, D. & Weniger, J.H. 1972. Untersuchungen zum Adaptationsvermögen beim Hausschwein. 2. Mitteilung: Reaktion auf Belastung. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 89: 217-234.
- Harvey, W.R. 1976. Users guide LSM 76. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University, U.S.A. 76 pp.
- Hiner, R.L., Thornton, J.W. & Alsmeyer, R.H. 1965. Palatability and quantity of pork as influenced by breed and fatness. J. Food Sci. 30: 550-555.
- Hyldgaard-Jensen, J., Bräuner Nielsen, P., Agergaard, N. & Moustgaard, J. 1979. Blood parameters and gene frequency trends in studies of porcine meat quality. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 289-301.
- Jensen, P. 1964. Analyse af geners additive virkning på hæmoglobinprocenten i grisenes blod. Ugeskr. Landm. 110: 819-825.
- Jensen, P. & Andresen, E. 1980. Testing methods for PSE syndrome: Current research in Denmark. Livest. Prod. Sci. 7: 325-335.
- Jensen, P., Craig, H.B. & Robison, O.W. 1967. Phenotypic and genetic associations among carcass traits of swine. J. Anim. Sci. 26: 1252-1260.
- Jensen, P., Staun, H., Bräuner Nielsen, P. & Moustgaard, J. 1976. Undersøgelse over sammenhængen mellem blodtypesystem H og points for kødfarve hos svin. 83. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.

- Jonsson, P. 1965. Analyse af egenskaber hos Dansk Landrace med en historisk indledning. 350. Beretn. Forsøgslab., København. 490 pp.
- Judge, M.D., Cahill, V.R., Kunkle, L.E. & Deatherage, F.E. 1960. Pork quality. J. Anim. Sci. 19: 145-149.
- Just (Nielsen), A. 1973a. Anatomical and chemical composition of Danish Landrace pigs slaughtered at 90 kg live weight in relation to litter, sex and feed composition. J. Anim. Sci. 36: 476-483.
- Just (Nielsen), A. 1973b. Frie aminosyrer, urinstof og creatinkinase-aktivitet i blodplasma i relation til mængden af fortæret protein, levendevægt og slagtekvantitet. Bilag Landøk. Forsøgslab. Efterårsmøde. p. 113-127.
- Kallweit, D. 1979. Aktueller Stand der Forschung auf dem Gebiet Enzymdiagnostik. Blutgruppen und Halothantest im Zusammenhang mit Problemen der Stressanfälligkeit und Fleischqualität beim Schwein in der Bundesrepublik Deutschland. 30th Ann. Meet. EAAP, Harrogate. 7 pp.
- Kruse, V. & Lind, O. 1977. A rapid and precise sequential saturation radioimmunoassay for thyroxine. Scand. J. clin. Lab. Invest. 37: 149-154.
- Laue, H. & Laursen, B. 1973. Nogle blodparametres egnethed til forudsigelse af kødkvaliteten på den levende gris. Bilag Landøk. Forsøgslab. Efterårsmøde. p. 132-145.
- Lengerken, G.von, Albrecht, V., Schneider, J., Panndorf, H., Przybilski, H. & Hehne, E. 1979. Eignung biochemischer und physiologischer Kennwerte im Blut von Schweinen für die Früherkennung einer Prädisposition zur Ausbildung von Fleischqualitätsmängeln. Arch. Tierzucht 22: 361-368.
- Luescher, U., Schneider, A. & Jucker, H. 1979. Genetics of the halothane-sensitivity and change of performance, carcass and meat quality traits, induced by selection against halothane-sensitivity. 30th Ann. Meet. EAAP, Harrogate. 4 pp.
- Lundstrøm, K., Nilsson, H. & Malmfors, B. 1979. Interrelations between meat quality characteristics in pigs. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 71-80.
- Madsen, A. & Pedersen, O.K. 1968. Miljøets indflydelse på slagtekvantiteten hos svin. Ugeskr. agron. nr. 41 og 42. 16 pp.
- Malmfors, B. & Nilsson, R. 1979. Meat quality traits in Swedish Landrace and Yorkshire pigs with special emphasis on genetics. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 81-90.
- Marple, D.N., Nachreiner, R.F., McGuire, J.A. & Squires, C.D. 1975. Thyroid function and muscle glycolysis in swine. J. Anim. Sci. 41: 799-803.
- McMeekan, C.P. 1940. Growth and development in the pig with special reference to carcass quality characters. J. Agric. Sci. 30: 276-344, 387-436, 511-569.
- Pedersen, O.K. 1973. Slagtevægtens og fodringens indflydelse på den anatomiske og kemiske sammensætning hos svin af Dansk Landrace. 404. Beretn. Forsøgslab., København. 119 pp.

- Pedersen, O.K. 1979. Relationship between meat quality and meat quantity. EAAP Pig Testing Conference, Harrogate. 29 pp.
- Pedersen, O.K. 1983. Afprøvning af avlssvin 1942-1982. Jubilæumsbetretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. København. p. 174-183.
- Pfeiffer, H., Lengerken, G.von, Albrecht, V. & Noack, A. 1979. Possibilities of early recognition of deficiencies in the quality of meat particularly considering biochemical parameters and halothane reactivity test. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 349-356.
- Røy, B. 1971. Udvikling af metode til måling af pH, uden brug af transportabelt pH-meter. Rapport 01.378 fra Slagteriernes Forskningsinstitut, Roskilde. 11 pp.
- Scheper, J. 1979. Influence of environmental and genetic factors on meat quality. Acta Agric. scand. Suppl. 21: 20-31.
- Schepers, K. H. & Schmitt, F. 1979. Der Halothantest als Selektionskriterium in der Schweinezucht. 30th Ann. Meet. EAAP, Harrogate. 4 pp.
- Schwörer, D., Blum, J. & Rebsamen, A. 1979. Parameter der Fleischbeschaffenheit und der Stressresistenz beim Schwein. 30th Ann. Meet. EAAP, Harrogate. 4 pp.
- Standal, N., Tveit, B., Eggum, Å. & Dahl, P.M. 1980. Thyroxine and triiodothyronine degradation in lines of pigs selected for rate of gain and thickness of backfat. Acta Agric. scand. 30: 201-204.
- Staun, H. & Jensen, P. 1971. Phenotypic and genetic parameters of some carcass traits in Danish Landrace pigs. Kgl. Vet.- Landbohøjsk. Årsskr. p. 104-114.
- Staun, H., Topel, D.G. & Laursen, B. 1972. Undersøgelser over stressresistens hos svin. Bilag Landøk. Forsøgslab. Efterårsmøde. p. 115-121.

TRANSLATION OF WORDS USED IN TABLES

Afkomsprøverne	Progeny testing stations
Aminosyre(r)	Amino acid(s)
Andre egenskaber	Other characteristics
Antal observationer	Number of observations
Areal af lange rygmuskel	Area of m. long. dorsi
Blod	Blood
Blodegenskaber	Blood characteristics
Creatinkinase	Creatine kinase
Daglig kødtilvækst	Daily meat gain
Daglig slagtekropstilvækst	Daily gain of carcass
Daglig tilvækst	Daily gain
Far	Father
Foreliggende undersøgelse	Present investigation
Forventet	Expected
Frihedsgrader	Degrees of freedom
Genetiske korrelationer	Genetic correlations
Gennemsnit	Mean
Heritabilitet	Heritability
Hæmoglobin	Hemoglobin
I	In
Ikke additiv kuldeffekt	Non additive litter effect
Intramuskulært fedt	Intramuscular fat
Kam	Loin
KK-tal	Meat quality index
Klump	M. rectus femoris
Kold slagtevægt	Cold carcass weight
Kød i siden	Meat in side
Kødfarve, points	Meat colour, points
Lange rygmuskel	M. long. dorsi
Levendevægt	Live weight
Lårtunge	M. semitendinosus
Middelfejl	Standard error
Middelkvadrat	Mean square

Mor	Mother
Mælkesyre	Lactic acid
Sidespækkets tykkelse	Sidefat thickness
Skinke	Ham
Skøn	Estimate(s)
Thyroxin	Thyroxin
Tilfældig rest	Residual variation (rest)
Variationsårsag	Source of variation