

448. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

Bernt Bech Andersen
Afdeling for forsøg med kvæg og får

Genetiske undersøgelser vedrørende kvægets tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse

Genetic investigations on growth, body development
and feed utilization in dual purpose cattle

With English summary and subtitles



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1977

Denne afhandling er af Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles fagråd for landbrugsvidenskab antaget til offentligt at forsvares for den jordbrugsvidenskabelige doktorgrad.

København, den 25. juni 1976

Sigurd Andersen

Formand for fagrådet for landbrugsvidenskab

Forord

Den foreliggende afhandling er et led i forfatterens arbejde vedrørende den avlsmæssige forbedring af danske kvægracers effektivitet.

De gennemførte undersøgelser er i overvejende grad baseret på data fra afkomsprøverne for kødproduktion ved avlsstationen »Egtved«. Det daglige tilsyn med prøvernes gennemførelse er varetaget af agronom Axel Nielsen og forsøgsassistent Niels Gade. Slagtekvalitetsundersøgelserne er foretaget af Slakteriernes Forskningsinstitut, Roskilde, under agronom Kristen Kousgaards ledelse. For godt samarbejde under afkomsprøvernes planlægning og gennemførelse udtrykker jeg min bedste tak.

Materialet fra »Egtved« er suppleret med kropsmålinger af udvoksede køer. Lic.agro. V. Mygind-Rasmussen samt landskonsulenterne agronom Folmer Lund og agronom Arne Nielsen takkes for medvirken ved planlægningen af disse målinger. Endvidere ønsker jeg at rette en tak til konsulenterne lic.agro. Bent Jensen og agronom Johs. Petersen for det tilstillede materiale over kropsmålene på dyrskuefremstillede avlstyre.

Forstander, professor, dr.med.vet. A. Neimann-Sørensen bedes modtage min hjerteligste tak for udvist interesse ved undersøgelsernes gennemførelse, samt for fortrinlige arbejdsbetingelser ved såvel Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Husdyrbrugsinstitut som ved Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums afdeling for forsøg med kvæg.

Sektionsleder, agronom L. Gjøøl Christensen, stud.lic.agro. T. Liboriussen, lektor, lic.agro. P.H. Petersen og stud.lic. agro. Th. Lykke samt flere andre kolleger og medarbejdere ved Husdyrbrugsinstituttet og Forsøgslaboratoriet takkes for inspirerende samtaler og værdifuld vejledning under arbejdets gennemførelse. L. Gjøøl Christensen og T. Liboriussen takkes endvidere for omhyggelig gennemlæsning af manuskriptet.

En særlig tak rettes til forsøgsassistent Georg S. Andersen for en meget stor indsats under datamaterialets indsamling, kontrollering og analysering.

Assistent, fru Britta Christensen takkes for renskrivning af afhandlingen, forsøgsassistent E.S. Frimer for rentegning af figurerne og vid.ass., agronom I. Thysen samt vid.ass., lic.agro P. Stigsen for medvirken ved oversættelsen af det engelske sammendrag.

Det gennemførte arbejde er muligt gennem et seniorstipendium fra Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, som bringes en tak herfor.

København, januar 1977

Bernt Bech Andersen

INDHOLDSFORTEGNELSE

KAPITEL I

Indledning	11
-------------------------	----

KAPITEL II

Materiale	13
1. Datasæt A	13
2. Datasæt B	14
3. Datasæt C	14
4. Datasæt D	14

KAPITEL III

Statistiske metoder	15
----------------------------------	----

KAPITEL IV

Genetisk og fænotypisk variation og covariation i tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse	18
A. Prænatal tilvækst og drægtighedsperiodens længde	18
1. Litteratur og problemstilling	18
2. Egne undersøgelser	19
2.1. Niveau, variation og fordelingstype	20
2.2. Effekt af race	20
2.3. Heritabilitetskoefficienter	20
2.4. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter	20
3. Diskussion og konklusion	20
B. Postnatal tilvækst og tilvækstkurvens form	23
1. Litteratur og problemstilling	23
2. Egne undersøgelser	27
2.1. Niveau, variation og fordelingstype	29
2.2. Effekt af race	29
2.3. Heritabilitetskoefficienter	29
2.4. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter	29
3. Diskussion og konklusion	30
C. Postnatal kropsudvikling	40
1. Litteratur og problemstilling	40
2. Egne undersøgelser	42
2.1. Kropsmål på levende og slagtede dyr	42

2.1.1. Niveau, variation og fordelingstype	43
2.1.2. Effekt af alder	43
2.1.3. Effekt af race	44
2.1.4. Heritabilitetskoefficienter	44
2.2. Tilvækstens og slagtekroppens anatomiske sammensætning	44
2.2.1. Niveau, variation og fordelingstype	47
2.2.2. Effekt af alder	47
2.2.3. Effekt af race	47
2.2.4. Heritabilitetskoefficienter	47
2.3. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter	47
3. Diskussion og konklusion	47
D. Foderudnyttelse	67
1. Litteratur og problemstilling	67
2. Egne undersøgelser	68
2.1. Niveau, variation og fordelingstype	69
2.2. Effekt af alder og race	69
2.3. Heritabilitetskoefficienter	69
2.4. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter	69
3. Diskussion og konklusion	69

KAPITEL V

Genetiske og fænotypiske relationer mellem tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse	73
1. Litteratur og problemstilling	73
2. Egne undersøgelser	75
2.1. De prænatale egenskabers relationer til den postnatale tilvækst og kropsudvikling	76
2.2. De postnatale tilvækstmåls relationer til dyrenes kropsudvikling	76
2.3. Foderudnyttelsens relationer til fødselsvægt, tilvækst og kropsudvikling	78
3. Diskussion og konklusion	79

KAPITEL VI

Konstruktion og sammenlignende vurdering af selektionsindekser	91
1. Litteratur og problemstilling	91
2. Egne undersøgelser	92
2.1. Konstruktion af T-tal og K-tal	93
2.1.1. Økonomiske parametre	93
2.1.2. Genetiske og fænotypiske parametre	94
2.2. Direkte og korreleret genetisk effekt ved selektion for T-tal eller K-tal	96
3. Diskussion og konklusion	99

KAPITAL VII

Sammenfattende diskussion	108
Sammendrag	113
Engelsk sammendrag	118
Litteraturliste	123

APPENDIKS

I. Anvendte symboler og forkortelser	132
II. Eksempler på variansanalyser	136

CONTENTS

CHAPTER I	
Introduction	11
CHAPTER II	
Materials	13
1. Datagroup A	13
2. Datagroup B	14
3. Datagroup C	14
4. Datagroup D	14
CHAPTER III	
Statistical methods	15
CHAPTER IV	
Genetic and phenotypic variation and covariation in growth, body development, and food utilization	18
<i>A. Prenatal growth and length of gestation period</i>	18
1. Literature and introduction	18
2. Own investigations	19
2.1. Average, coefficient of variation, and test of normality	20
2.2. Effect of breed	20
2.3. Coefficient of heritabilities	20
2.4. Genetic and phenotypic correlations	20
3. Discussion and conclusion	20
<i>B. Postnatal growth and shape of the growth curve</i>	23
1. Literature and introduction	23
2. Own investigations	27
2.1. Average, coefficient of variation, and test of normality	29
2.2. Effect of breed	29
2.3. Coefficient of heritabilities	29
2.4. Genetic and phenotypic correlations	29
3. Discussion and conclusion	30
<i>C. Postnatal body development</i>	40
1. Literature and introduction	40
2. Own investigations	42
2.1. Body measurements on live animals and carcasses	42

2.1.1. Average, coefficient of variation, and test of normality	43
2.1.2. Effect of age	43
2.1.3. Effect of breed	44
2.1.4. Coefficient of heritabilities	44
2.2. Anatomical composition of growth and carcasses	44
2.2.1. Average, coefficient of variation, and test of normality	47
2.2.2. Effect of age	47
2.2.3. Effect of breed	47
2.2.4. Coefficient of heritabilities	47
2.3. Genetic and phenotypic correlations	47
3. Discussion and conclusion	47
D. Food utilization	67
1. Literature and introduction	67
2. Own investigations	68
2.1. Average, coefficient of variation, and test of normality	69
2.2. Effect of age and breed	69
2.3. Coefficient of heritabilities	69
2.4. Genetic and phenotypic correlations	69
3. Discussion and conclusion	69

CHAPTER V

Genetic and phenotypic relationships between growth rate, body development, and food utilization	73
1. Literature and introduction	73
2. Own investigations	75
2.1. The prenatal traits in relation to postnatal growth rate and body development	76
2.2. The postnatal growth rate in relation to body development	76
2.3. The food utilization in relation to birth weight, growth rate, and body development	78
3. Discussion and conclusion	79

CHAPTER VI

Construction and comparison of different selection indexes	91
1. Literature and introduction	91
2. Own investigations	92
2.1. Construction of T-indices and K-indices	93
2.1.1. Economis parameters	93
2.1.2. Genetic and phenotypic parameters	95
2.2. Direct and correlated response by selection for T-indices and K-indices	96
3. Discussion and conclusion	99

CHAPTER VII

Final discussion	108
Danish summary	113
English summary	118
References	123

APPENDIKS

I. Abbreviations and symbols used in the text and in tables	132
II. Examples of analyses of variance	136

KAPITEL I

Indledning

Den samlede danske produktion af okse- og kalvekød udgjorde i 1974 261 tusinde tons. Produktionsværdien var ialt 2,7 mia. kr., hvilket svarer til ca. 38% af de samlede salgsindtægter fra kvægbruget. Produktionen baseres i overvejende grad på de såkaldte kombinationsracer, hvor man inden for samme race søger at forene evnen til at producere såvel megen mælk som meget kød. Udviklingstendensen for produktion og afsætning har været stærkt svingende afsætningspriser og konstant stigende produktionsomkostninger. Og uanset salgsprisernes niveausvingninger, medfører de stigende priser på foder, arbejdskraft, staldbygninger og investeret kapital øgede krav til dyrenes effektivitet. Herunder tilvækstevne, foderudnyttelsesevne og slagte kvalitet hos fededyr, opdræt og udsætterkøer.

Der findes mange veje til at imødekomme fremtidens forventede øgede krav til effektivitet og kvalitet, og en af disse er en løbende, avlsmæssig forbedring og tilpasning af de bestående kvægracer. Foreløbige genetiske undersøgelser har vist, at de danske kombinationsracer besidder en genetisk variation i kødproduktionsegenskaberne, som muliggør en avlsmæssig forbedring. Derfor er der etableret en landsomfattende individafprøvning af kvægavlsforeningernes unge avlstyre, samt afkomsprøver for kødproduktion af potentielle tyre fædreemner.

For at kunne forudsige et avlsarbejdes direkte og indirekte langtidseffekt, samt for at kunne udforme de mest hensigtsmæssige afprøvnings- og selektionsmetoder, er det imidlertid nødvendigt med en mere omfattende kortlægning af kødproduktionens genetik.

Formålet med det i denne afhandling publicerede arbejde har været at analysere den genetisk betingede variation i danske kvægracers fødselsvægt, præ- og postnatale tilvækst, kropsudvikling, slagte kvalitet og foderudnyttelse samt disse egenskabers indbyrdes sammenhæng. Herunder en analyse af i hvilket omfang den avlsmæssige forbedring af dyrenes vækstkapacitet indirekte påvirker fødselsvægten, kælvningsforløbet, tilvækstkurvens form, tilvækstens sammensætning, foderudnyttelsen og de udvoksede køers størrelse og vægt.

Afhandlingen er delt i 7 kapitler. Efter indledningen gives der i kapitel II og III en beskrivelse af det benyttede datamateriale samt de anvendte statistiske metoder. Kapitel IV er opdelt i 4 underafsnit, der behandler henholdsvis tilvæksten i fosterperioden og drægtighedsperiodens længde, tilvæksthastigheden efter fødslen, tilvækstens sammensætning, kroppens udvikling og foderudnyttelsen. Hvert af disse underafsnit indledes med en problemformulering samt gennemgang af den vigtigste litteratur inden for det behandlede emne. Derefter følger analyseresultaterne for de aktuelle egenskabers gennemsnit, variation og

fordelingstype; effekten af alder og genotype; egenskabernes indbyrdes sammenhæng samt en afsluttende diskussion og konklusion. I kapitel V behandles relationerne mellem prænatal og postnatal tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse. Derefter følger i kapitel VI konstruktion og sammenlignende vurdering af forskellige selektionsindeks, og i kapitel VII gives der en sammenfattende diskussion og konklusion. Afhandlingen afsluttes med et dansk og engelsk sammendrag samt en litteraturliste. I et tilhørende appendiks gives der en beskrivelse af anvendte symboler og forkortelser samt eksempler på de gennemførte variansanalyser.

Alle tabeller er samlet bagest i de kapitler eller afsnit, hvori de er behandlet. I hvert afsnits afsluttende diskussion og konklusion er de vigtigste resultater nævnt enten i teksten eller samlet i mindre sammenfattende oversigter, således at afhandlingen kan læses uden direkte brug af tabellerne.

KAPITEL II

Materiale

Egne undersøgelser er baseret på datamateriale fra afkomsprøverne for kødproduktion, afkomsprøverne for mælkeproduktion, kropsmålinger på udvoksede køer i brugsbesætninger samt kropsmålinger på avlstyre fremstillet ved danske dyrskuer.

1. Datasæt A. Afkomsprøverne for kødproduktion (kalve og ungtyre)

Materialet fra afkomsprøverne for kødproduktion omfatter ialt 1319 skummetmælkskalve og 1011 ungtyre fra »Egtved«stationens første fem prøveår (1967/68 til 1971/72). Fordelingen på år, race og afkomsgrupper fremgår af følgende oversigt:

Oversigt 1. Fordelingen af afkomsgrupper af skummetmælkskalve og ungtyre på racer og prøveår (datasæt A)

Afprøvningsår	Antal af											
	Afkomsgrupper				Skummetmælkskalve				Ungtyre			
	RDM	SDM	DRK	Ialt	RDM	SDM	DRK	Ialt	RDM	SDM	DRK	Ialt
1967/68	17	9	1	27	162	88	9	259	127	64	8	199
1968/69	15	13	1	29	144	129	10	283	114	95	8	217
1969/70	17	8	2	27	163	80	20	263	124	61	15	200
1970/71	16	10	1	27	157	97	9	263	116	77	7	200
1971/72	13	11	2	26	124	107	20	251	95	85	15	195
Ialt	78	51	7	136	750	501	68	1319	576	382	53	1011

Ifølge reglerne for indsættelse skulle der kun afprøves avlstyre med en veldokumenteret høj avlsværdi for mælkeproduktionsevne. Imidlertid har den gennemførte præselektion for mælk været ret svag, ligesom der er påvist meget lave korrelationskoefficienter mellem mælkeproduktionsevne og kødproduktionsevne (Andersen og Andersen, 1975). Den gennemførte sortering af avlstyre til afkomsprøverne for kødproduktion har således ikke i nævneværdig grad påvirket de registrerede kødproduktionsegenskaberens niveau, variation og fordelingstype.

Afkomsprøverne for kødproduktion er gennemført på den måde, at der i hvert af de fem prøveår i januar og februar måned er indsat 18 tyrekalve efter hver af de 30 udpegede avlstyre. Efter hver tyr er ca. 10 kalve slagtet som 250 kg's skummetmælkskalve og ca. 8 kalve som 450 kg's ungtyre. For samtlige kalve og ungtyre er der foretaget registreringer over foderoptagelse, tilvækst og

kropsmål, ligesom Slagteriernes Forskningsinstitut har gennemført undersøgelser over slagte kvalitet og kødkvalitet. Afprøvningsreglerne er detaljeret beskrevet af Nielsen et al. (1969).

2. Datasæt B. Afkomsprøverne for mælkeproduktion (1. kalvs køer)

Som beskrevet af Nielsen og Vesth (1975) bestod hvert afkomsprøvehold af ca. 20 førstekalvs køer, hvis kælvninger var søgt koncentreret i efterårsmånederne. På afkomsprøvestationerne blev der hvert år i marts måned gennemført rutinemæssige registreringer af køernes vægt, skulderhøjde, brystdybde, brystomfang, hoftebredde og omdrejebredde. I afhandlingen er der anvendt holdgennemsnit for vægt og kropsmål fra ialt 186 RDM og 44 SDM afkomsprøvehold.

3. Datasæt C. Brugsbesætninger (udvoksede køer)

I foråret 1974 og 1975 blev der i samarbejde med Landskontoret for kvæg i Aarhus foretaget kropsmålinger på ialt 1679 udvoksede køer efter 34 RDM tyre og 29 SDM tyre, der alle var afkomsprøvet for kødproduktion. Målingerne blev foretaget i besætninger udpeget af LPH Udvalget i Aarhus og omfattede skulderhøjde, brystomfang, brystdybde og hoftebredde. For begge racer var tyrene udvalgt således, at de dækkede hele variationsbredden i kødproduktionsegenskaberne (K-tal).

4. Datasæt D. Landsdelsskuer (RDM avlstyre)

Materialet, der er stillet til rådighed af Husdyrbrugskontoret i Odense, omfatter kropsmål på ialt 572 RDM tyre fremstillet på danske landsdelsskuer i perioden 1960 til 1973.

KAPITEL III

Statistiske metoder

Samtlige statistiske analyser er udført på NEUCC, Lundtofte, hvor de anvendte data opbevares på magnetbåndene TE 0026 og ZP 0181. Der er benyttet selvprogrammerede EDB programmer samt standardprogrammerne LSMLMM (Harvey, 1972), SELIND (Cunningham, 1970) og SAS (Barr and Goodnight, 1972).

Flere af de analyserede egenskaber har haft en fordelingstype, der afviger fra normalfordelingen, men dog i intet tilfælde så markant, at afvigelserne kan forventes at påvirke parameterskønnene signifikant (jvf. tidligere undersøgelser af Ovesen, 1970). Datatransformation er derfor ikke skønnet nødvendig ved de gennemførte analyser.

Følgende least square modeller er anvendt til estimering af kategori-effekt, raceeffekt, tyre-effekt og samspil-effekt:

Model

$$(1) Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

$$(2) Y_{ijk} = \mu + \hat{a}_i + r_j + e_{ijk}$$

$$(3) Y_{ijk} = \mu + (\hat{a} \cdot r)_i + t_{ij} + e_{ijk}$$

$$(4) Y_{ijkl} = \mu + \hat{a}_i + r_j + k_k + rxk_{jk} + e_{ijkl}$$

$$(5) Y_{ijkl} = \mu + (\hat{a} \cdot r)_i + t_{ij} + k_k + (\hat{a} \cdot r)_{ik} + txk_{ijk} + e_{ijkl}$$

Y = observeret værdi for de individuelle dyr

μ = populationsgennemsnit

\hat{a}_i = effekten af år »i«

r_j = effekten af race »j«

$(\hat{a} \cdot r)_i$ = effekten af år-race (i = 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43, 51, 52, 53, hvor første ciffer angiver de fem prøveår og andet ciffer racerne RDM, SDM og DRK)

t_i = effekten af tyr »i«

t_{ij} = effekten af tyr »j« nestet inden for år - race »i«

k_k = effekten af kategori »k« (k = 1 = 250 kg kalve og k = 2 = 450 kg ungtyre)

rxk_{jk} = effekten af samspil mellem race og kategori

$(\hat{a} \cdot r)_{ik}$ = effekten af samspil mellem år - race og kategori

txk_{ijk} = effekten af samspil mellem tyr inden for år - race og kategori

e = tilfældig restvariation

F-værdien for raceeffekt er i såvel model (2) som model (4) beregnet som middelvadratet for race divideret med middelvadratet for rest.

Øvrige statistiske analyser (variationskoefficienter, fænotypiske korrelationskoefficienter, regressionskoefficienter, standard partielle regressionskoefficienter, skævhedskoefficienter og kurtosiskoefficienter) er udført som beskrevet af Snedecor og Cochran (1967).

Ved de anførte fænotypiske korrelationskoefficienter og F-værdier er signifikansgrænserne $P < 0.05$, $P < 0,01$ og $P < 0,001$ betegnet ved henholdsvis *, **, ***. For heritabilitetskoefficienterne er de tilhørende middelfejl beregnet som anført af Becker (1967):

$$(6) s_{(h^2)} = 4x \sqrt{\frac{2(n-1)(1-1/4 h^2)^2 [1 + (k-1) 1/4 h^2]^2}{k^2 (N-n)(n-1)}}, \text{ hvor}$$

N = antal totalobservationer

n = antal afkomsgupper

k = gennemsnitlig afkomsgruppestørrelse

h^2 = estimeret heritabilitetskoefficient

Til selektionsindeksberegningerne er følgende matriksligninger anvendt:

$$(7) \underline{P} \cdot \underline{b} = \underline{G} \cdot \underline{v} \text{ og } \underline{b} = \underline{P}^{-1} \cdot \underline{G} \cdot \underline{v}.$$

Spredningen på indekset er beregnet som:

$$(8) s_I = \sqrt{\underline{b}' \cdot \underline{G} \cdot \underline{v}};$$

spredningen på den sammensatte genotype som:

$$(9) s_A = \sqrt{\underline{v}' \cdot \underline{C} \cdot \underline{v}};$$

regressionen af egenskaben Y_j i den sammensatte genotype på indekseværdien som:

$$(10) b_{Y_j/I} = \sqrt{\frac{\underline{b}' \cdot \underline{G}}{\underline{b}' \cdot \underline{G} \cdot \underline{v}}}$$

og korrelationen mellem indeks og sammensat genotype som:

$$(11) r_{IA} = \sqrt{\frac{\underline{b}' \cdot \underline{G} \cdot \underline{v}}{\underline{v}' \cdot \underline{C} \cdot \underline{v}}}$$

Den forventede genetiske overlegenhed for hver af de egenskaber, der indgår i den sammensatte genotype, er beregnet som:

$$(12) I_j = i \cdot r_{IA} \cdot s_A \cdot b_{j/I}$$

I formlerne (7), (8), (9), (10), (11) og (12) er:

\underline{P} = en $N \times N$ matrix af fænotypiske varianser og covarianser for de N egenskaber, der indgår i indekset

\underline{b} = en $N \times 1$ vektor med de N ubekendte vægtfaktorer

\underline{G} = en $N \times M$ matrix af genetiske varianser og covarianser mellem de N egenskaber i indekset og de M egenskaber i den sammensatte genotype

\underline{C} = en $M \times M$ matrix af genetiske varianser og covarianser for de M egenskaber i den sammensatte genotype

\underline{v} = en $M \times 1$ vektor med økonomiske vægtfaktorer for de M egenskaber i den sammensatte genotype

I_j = den forventede genetiske overlegenhed for egenskaben »j«

i = selektionsintensiteten

r_{IA} = korrelationen mellem indeks og sammensat genotype

s_A = spredningen i den sammensatte genotype

$b_{j/I}$ = regressionen af den j ^{te} egenskab på indekset I

I de eksempler, hvor der kun indgår én egenskab i indekset, er den genetiske overlegenhed for denne egenskab beregnet som:

$$(13) I_x = i_x \cdot h_x^2 \cdot s_{P_x}$$

og den korrelerede effekt på alle andre egenskaber i den sammensatte genotype som:

$$(14) I_{x/y} = i_y \cdot h_x \cdot h_y \cdot r_A \cdot s_{P_x}$$

For formlerne (13) og (14) er:

i_x og i_y = selektionsintensiteten for egenskaberne x og y

h_x og h_y = kvadratroden af heritabilitetskoefficienterne for egenskaberne x og y

r_A = den genetiske korrelationskoefficient mellem egenskaberne x og y

s_{P_x} = den fænotypiske spredning for egenskaben x

Genetisk og fænotypisk variation og covariation i tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse

Vækstprocessen er et biologisk fænomen, der danner grundlag ikke alene for produktionen af okse- og kalvekød, men for samtlige landbrugets animalske og vegetabiliske produktionsgrene (planteproduktion, mælkeproduktion o.s.v.).

Begrebet vækst defineres i nærværende afhandling som tilvækst + udvikling. Tilvæksten beskrives ved den totale vægtforøgelse og udviklingen ved de aldersbestemte ændringer i kroppens ydre form og dens anatomiske sammensætning.

Kvægets vækst er en yderst sammensat proces, men der kan opstilles visse generelle love. Det har således længe været kendt, at tilvækst og udvikling følger et forholdsvis veldefineret forløb fra konception til fuldvoksnet stadium. I det tidligste forsterstadiet har hjerne- og nervevæv den relativt største tilvækst. Derefter opnår knoglevævet sin største tilvækst, og på et senere alderstrin får muskelvævet og senest fedtvævet maksimal tilvækst.

På tilsvarende måde udvikles de enkelte legemsdele efter et ganske bestemt mønster. Hovedet udvikles tidligst, hvorefter lemmer, lår, bryst, ryg og nakkeparti følger i nævnte rækkefølge.

Også den totale tilvækst målt som vægtøgningen pr. dag har et karakteristisk forløb, med den største daglige tilvækst i alderen 6 til 8 måneder.

Men selvom kvægets tilvækst og udvikling generelt vurderet har et ret ensartet forløb, kan der som vist senere i denne afhandling påvises en ret stor genetisk variation såvel mellem – som inden for racer. Denne variation bevirker, at det gennem afprøvning og selektion af avlsdyr er muligt at foretage blivende ændringer af de bestående kvægracers tilvækst og udviklingsforløb.

A. Prænatal tilvækst og drægtighedsperiodens længde

1. Litteratur og problemstilling

Kælvningsforløb og antal levende fødte kalve er påvirket af et stort antal kendte og ukendte faktorer. En hyppigt undersøgt og meget betydningsfuld faktor er kalvens fødselsvægt såvel absolut som i relation til moderens vægt (Dreyer, 1965 og Hansen, 1972).

Kalvens fødselsvægt er bestemt af drægtighedsperiodens længde samt af den prænatale gennemsnitlige daglige tilvækst. Denne er igen bestemt af fostrets arveligt betingede tilvækstevne samt af den mængde næring, det får tilført fra moderen. Fødselsvægten er særdeles racespecifik (Nielsen, 1964 og Mason,

1971). Inden for race er spredningen på fødselsvægt 3 til 5 kg (Witt et al., 1964, Dreyer, 1965 og Hansen, 1972), medens heritabilitetskoefficienten varierer fra 0,2 til 0,6 (Witt et al., 1964, Everett and Magee, 1965 og Preston and Willis, 1970).

Drægtighedsperiodens længde hos kvæg er i gennemsnit ca. 280 dage (Rendel, 1959, Jensen, 1963, Nielsen, 1964 og Witt et al., 1964). Ifølge Brakel et al. (1952), Everett og Magee (1965), De Fries et al. (1959) og Sharma og Sarker (1968) har Jersey og sortbroget kvæg en drægtighedsperiode på 277 til 279 dage, medens f.eks. Guernsey og Brown Swiss har en gennemsnitlig drægtighedsperiode på henholdsvis 284 og 290 dage. Hos racer af *Bos Indicus* træffes gennemsnitlige drægtighedsperioder på op til 305 dage. Spredningen inden for race varierer fra 4 til 6 dage (De Fries et al., 1959, Rendel, 1959, Witt et al., 1964, Dreyer, 1965 og Sharma og Sarker, 1968). Ifølge Jafar et al. (1950), Rendel (1959), De Fries et al. (1959) og Everett og Magee (1965) er denne spredning mere bestemt af fostrets genotype end af de genetiske forskelle mellem mødrene. Heritabilitetskoefficienten for drægtighedsperiodens længde er af størrelsesordenen 0,5, men med en variationsbredde fra 0,1 til 0,6 (Jafar et al., 1950, De Fries et al., 1959, Rendel, 1959, Everett and Magee, 1965 og Hansen, 1972).

Sammenhængen mellem fødselsvægt og drægtighedsperiodens længde er beskrevet af Brakel et al. (1952), Davis et al. (1954), De Fries et al. (1959), Andersen (1962), Nielsen (1964), Witt et al. (1964) og Everett og Magee (1965), der finder, at for hver dag drægtighedsperioden øges, tiltager fødselsvægten med 0,3 til 0,5 kg. De tilsvarende korrelationskoefficienter ligger på niveauet 0,3 til 0,5.

2. Egne undersøgelser

Egne undersøgelser er baseret på materiale fra afkomsprøverne for kødproduktion (datasæt A). Kalvenes fødselsvægt er ikke registreret direkte, men på grundlag af 15 dages vægten beregnet som:

$$(15) \text{ Fødselsvægt (kg)} = 15 \text{ dages vægt (kg)} - 0,400 \text{ kg} \times 14.$$

Kalvenes tilvækst fra fødsel til 15 dages alderen vil naturligvis variere fra individ til individ, hvilket giver nogen usikkerhed på den beregnede fødselsvægt. Til gengæld er 15 dages vægten bestemt med stor nøjagtighed (om morgenen inden fodring), og den beregnede fødselsvægt må derfor anses for et anvendeligt mål for den sande fødselsvægt.

Drægtighedsperiodens længde er beregnet som antal dage fra inseminering til kælvning (excl. insemineringsdato og incl. kælvningsdato).

Den gennemsnitlige daglige prænatale tilvækst (gns. dgl. fostertilvækst) er beregnet som:

$$(16) \text{ Gns. dgl. prænatal tilv., gr.} = 1000 \times \frac{\text{Beregnet fødselsvægt (kg)}}{\text{Drægtighedsperiodens længde (dage)}}$$

Insemineringstidspunktet er ikke registreret i 1967, hvorfor analyserne vedrørende drægtighedsperiodens længde og den prænatale tilvækst kun omfatter de sidste fire prøveår i datasæt A.

2.1. Niveau, variation og fordelingstype

De fænotypiske karakteristika for de tre analyserede egenskaber fremgår af tabel 1. Ingen af egenskabernes fordelingstype afviger fra normalitet. Det skal bemærkes, at materialet alene omfatter tyrekalve, hvilket medfører en forøgelse af den gennemsnitlige fødselsvægt med ca. 1,5 kg samt en forlængelse af drægtighedsperiodens længde med 1 til 2 dage (Jensen, 1963, Hansen, 1972 og Agergård og Andersen, 1976).

2.2. Effekt af race

Raceeffekten for de prænatale egenskaber er beregnet ud fra model (2), og resultaterne anført i tabel 2. For alle tre egenskaber er raceeffekten stærkt signifikant ($P < 0,001$).

2.3. Heritabilitetskoefficienter

De genetiske analyser er gennemført ved anvendelse af model (3), og heritabilitetskoefficienterne anført i tabel 3. For fødselsvægten er antal frihedsgrader for afkomsgupper 121 og den gennemsnitlige afkomsgрупpestørrelse 17,1. For drægtighedsperiodens længde og prænatal tilvækst er de tilsvarende værdier 94 og 15,3.

2.4. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter

De prænatale egenskabers indbyrdes relationer fremgår af tabel 4. De genetiske korrelationskoefficienter er beregnet ud fra model (3), og de fænotypiske korrelationskoefficienter som residualkoefficienter inden for år og race.

En regressionsanalyse inden for år og race viste, at for hver dag drægtighedsperioden øges, stiger fødselsvægten med 0,350 kg.

3. Diskussion og konklusion

I egne undersøgelser er variationen i fødselsvægt beregnet til ca. 12%, og denne variation er stærkt arveligt betinget. Der er således fundet statistisk signifikante raceforskelle. Fødselsvægten er mindst for RDM. Derefter følger SDM og DRK. Imidlertid fandt Agergård og Andersen (1976) i en supplerende undersøgelse på 10 års data fra Statens Forsøgsgårde »Faurholm« og »Trollesminde«, at fødselsvægten hos RDM tyrekalve var ca. 1,5 kg højere end for SDM tyrekalve. Denne uoverensstemmelse skyldes antagelig, at RDM kalvene på »Egtved« har haft en gennemsnitlig daglig tilvækst i de to første leveuger, der har været mindre end de anvendte 0,4 kg (formel 15).

Heritabilitetskoefficienten på 0,72 for den beregnede fødselsvægt er højere

end fundet i tilsvarende udenlandske undersøgelser, hvilket kan skyldes, at der i et vist omfang er sorteret for størrelse og vægt blandt de indsatte kalve. Imidlertid har det for de fleste kvægavlsforeninger været vanskeligt at fremskaffe de nødvendige 18 kalve pr. tyr inden for den givne indsættelsesperiode på 6 til 8 uger, og mulighederne for en præselektion har derfor været ret små. En såkaldt F max/min test (Sokal and Rohlf, 1969) viste da også, at der ikke mellem de indsatte hold var signifikante forskelle i 15 dages vægtens »inden for hold« variation. Som en anden medvirkende årsag til den høje h^2 -værdi kan nævnes den omhyggelige bestemmelse af 15 dages vægten under ideelle forsøgsbetinger, samt at analyserne alene er gennemført på tyrekalve. Begge forhold virker reducerende på »inden for hold« variationen, og er dermed med til at øge h^2 -værdien. I den tidligere omtalte undersøgelse af Agergård og Andersen (1976) fandtes en variationskoefficient i fødselsvægt på 13%. Beregnet for tyrekalve alene var heritabilitetskoefficienten 0,77 og for tyrekalve + kviekalve 0,66. Disse parametre bekræfter således antagelsen om, at der ikke har været selekteret ret stærkt blandt kalvene indsat på stationen i Egtved.

For drægtighedsperiodens længde er de beregnede variationskoefficienter og heritabilitetskoefficienter på niveau med de i litteratur anførte. De tilsvarende parametre for den prænatale tilvækst ligger meget nær fødselsvægtens variationskoefficient og h^2 -værdi.

Resultaterne anført i nærværende kapitel har vist, at fødselsvægten (og indirekte eventuelle kælvningsproblemer) kan reduceres gennem selektion af avlsdyr. Enten ved direkte selektion for lav fødselsvægt eller indirekte ved en selektion for kortere drægtighedsperiode. Ifølge Falconer (1964) kan effekten af en sådan direkte eller indirekte selektion sammenlignes ved formlen:

$$(17) \quad \frac{\Delta G_x}{\Delta G_{x/y}} = \frac{i_x \cdot h_x^2 \cdot s_{p_x}}{i_y \cdot h_x \cdot h_y \cdot r_{A_{xy}} \cdot s_{p_x}} = \frac{h_x}{h_y \cdot r_{A_{xy}}}, \text{ idet}$$

det forudsættes, at $i_x = i_y$.

Ved at indsætte de aktuelle parametre i denne ligning fås:

$$\frac{\Delta G_x}{\Delta G_{x/y}} = \frac{0,849}{0,742 \cdot 0,50} = 2,29$$

Den direkte selektion for lav fødselsvægt ses således at være ca. 2,3 gange så effektiv som en indirekte selektion for kort drægtighedsperiode. Som følge af fødselsvægtens høje h^2 -værdi kan der opnås en stor selektionseffekt ved at inddrage avlstynenes egen fødselsvægt (indsættelsesvægt) i individprøveresultatet. Derimod har drægtighedsperiodens længde tilsyneladende mindre interesse set ud fra et avlsmæssigt synspunkt.

Tabel 1. Niveau, variation og fordelingstype for fødselsvægt, drægtighedsperiodens længde og gennemsnitlig daglig prænatal tilvækst (datasæt A)

Table 1. Average, coefficient of variation and test of »normality« for birth-weight, gestation length and average daily prenatal gain (datagroup A)

Egenskab	Antal	Gens.	Variationskoeff.	Max.	Min.	Skævheds-koeff.	Kurtosis-koeff.
Trait	Numbers	Av.	Coeff. of variation	Max.	Min.	Coeff. of skewness	Coeff. of curtosis
Fødselsvægt, kg	2330	39,9	12,1	56,4	25,4	0,16	3,05
<i>Birth-weight, kg</i>							
Drægtighedsperiodens længde, dage	1614	281,5	1,6	296	268	0,07	3,04
<i>Gestation length, days</i>							
Gns. dgl. prænatal tilvækst, gr.	1614	141,0	11,6	200,7	92,0	0,17	3,20
<i>Av. daily prenatal gain, gr</i>							

Tabel 2. Raceeffekt for fødselsvægt, drægtighedsperiodens længde og gennemsnitlig daglig prænatal tilvækst (datasæt A)

Table 2. Effect of breed on birth-weight, gestation length and average daily prenatal gain (datagroup A)

	Mindste kvadraters gennemsnit: <i>Least squares means</i>				F-værdi for raceeffekt <i>F-value for effect of breed</i>
	RDM	SDM	DRK	Total	
Antal	919	621	74	1614	
<i>Numbers</i>					
Fødselsvægt, kg	39,2±0,2	39,9±0,2	42,0±0,5	40,3±0,2	14,8***
<i>Birth-weight, kg</i>					
Drægtighedsperiodens længde, dage	282,5±0,1	280,1±0,2	280,7±0,5	281,1±0,2	59,5***
<i>Gestation length, days</i>					
Gns. dgl. prænatal tilv., gr.	138,9±0,5	142,6±0,7	150,0±1,9	143,8±0,7	22,3***
<i>Av. daily prenatal gain, gr</i>					

Tabel 3. Heritabilitetskoefficienter for de prænatale egenskaber (datasæt A)

Table 3. Coefficient of heritabilities for the prenatal traits (datagroup A)

Egenskab	Heritabilitetskoeff.	Middelfejl
Traits	Coeff. of heritability	Stand.error
Fødselsvægt	0,72	0,10
<i>Birth-weight</i>		
Drægtighedsperiodens længde	0,55	0,10
<i>Gestation length</i>		
Gns. dgl. prænatal tilvækst	0,79	0,12
<i>Av. daily prenatal gain</i>		

Tabel 4. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter mellem de prænatale egenskaber (datasæt A)

Table 4. Genetic and phenotypic correlations between the investigated prenatal traits (datagroup A)

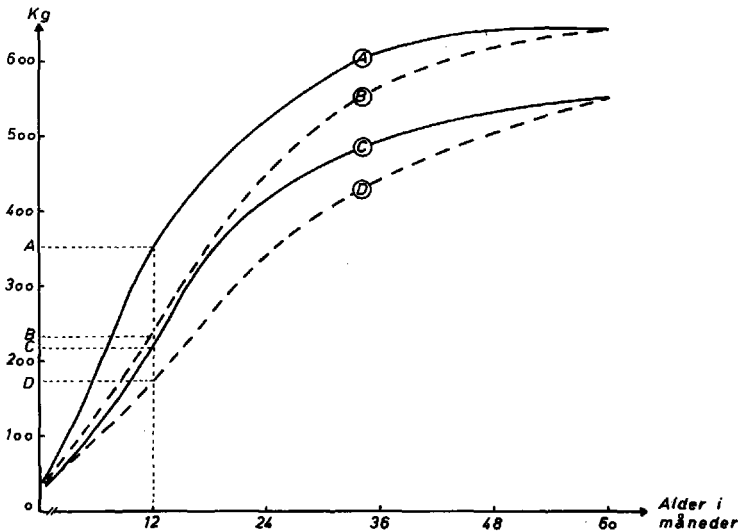
Egenskab Traits	1.	2.	3.
1. Fødselsvægt <i>Birth-weight</i>		0,32***	0,99***
2. Drægtighedsperiodens længde <i>Gestation length</i>	0,50±0,11		0,20***
3. Gns. dgl. prænatal tilvækst <i>Av. daily prenatal gain</i>	1,00±0,00	0,41±0,12	

r_P over diagonalen og r_A under diagonalen
 r_P above diagonal and r_A below diagonal

B. Postnatal tilvækst og tilvækstkurvens form

1. Litteratur og problemstilling

Hos opdræt og fededyr har tilvæksthastigheden en stor indflydelse på omkostningsfaktorerne foderforbrug, arbejdsforbrug og rentekrav og dermed på den samlede produktionsøkonomi. De eksisterende individuelle forskelle i tilvæksthastigheden kan tilskrives 1) forskelle i dyrenes voksendvægt og 2)



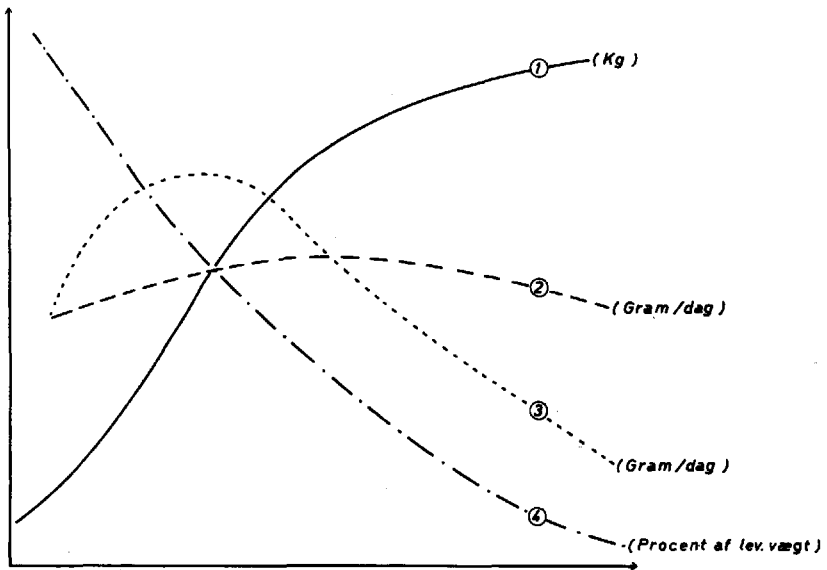
Figur 1. Skitseret forløb af fire forskellige vækstkurver

Figure 1. Four different types of growth curves

afvigelser fra den gennemsnitlige tilvækstkurve. I figur 1 er der vist eksempler på fire forskellige tilvækstkurver.

Ved 12 mdr.'s alderen har »A« opnået en stor gennemsnitlig daglig tilvækst, idet dyret er tidligt udviklet og voksendevægten høj. »B« har en høj voksendevægt, men samtidig et sent udviklingsforløb, og tilvæksten indtil 12 måneder bliver derfor kun middel. »C« har ligeledes en middelgod tilvækst, idet dyret er relativt tidligt udviklet, men den udvoksede vægt lav. Endelig har »D« en dårlig tilvækst på grund af såvel sen udvikling som lav voksendevægt.

Tilvæksten måles ved den løbende vægtændring og beskrives enten som akkumuleret tilvækst, marginal daglig tilvækst, relativ daglig tilvækst eller gennemsnitlig daglig tilvækst (Brody, 1945, Hammond et al., 1958 og Needham, 1964) (se figur 2).



Figur 2. Akkumuleret tilvækst (1), marginal daglig tilvækst (3), relativ daglig tilvækst (4) og gennemsnitlig daglig tilvækst (2)

Figure 2. Cumulative gain (1), marginal daily gain (3), relative daily gain (4) and average daily gain (2)

Den akkumulerede tilvækst følger en sigmoid (S-formet) kurve, der består af to segmenter. Kurven indledes med den tiltagende eller selvaccelererende fase, der afløses af den aftagende eller selvreducerende fase. Tidspunktet for fase-skiftet (vendetangentpositionen) er bestemt af fodringsintensiteten, dyrets kapacitet til optagelse af næringsstoffer, dets arveligt betingede tilvækstevne m.v. Den akkumulerede tilvækst vil til enhver tid være lig dyrets absolutte vægt minus fødselsvægten.

Den *marginale daglige tilvækst*, der defineres som tilvæksten i et 24 timers tidsinterval, starter på et forholdsvis lavt niveau, men stiger stærkt i de første måneder af vækstperioden, og når under optimale miljøforhold maksimum ved en alder af 6 til 8 måneder. Tidspunktet for den marginale daglige tilvæksts maksimum er sammenfaldende med den akkumulerede tilvækstkurves vendetangentposition.

Den *relative tilvækst* beregnes som tilvæksten i procent af dyrets vægt i en given kort tidsperiode. Den relative tilvækst udviser et aftagende forløb fra fødsel og til udvokset vægt.

Den *gennemsnitlige daglige tilvækst* beregnes som tilvæksten i en given periode divideret med periodelængden målt i dage. Under forudsætning af at fødselstidspunktet fastholdes som periodens start vil den gennemsnitlige daglige tilvæksts afhængighed af dyrets alder være som anført i figur 2. Udgør periodelængden kun en mindre del af den totale vækstperiode, vil kurveforløbet nærme sig kurven for marginal daglig tilvækst. Dette bliver mere udtalt jo kortere periodelængde, der vælges.

Af ovennævnte tilvækstmål behandles i det følgende absolut vægt samt gennemsnitlig daglig tilvækst, der ofte vil blive benævnt daglig tilvækst. Samtidig vil det i videst muligt omfang blive anført, hvilken aldersperiode den gennemsnitlige daglige tilvækst er beregnet over.

Under optimale miljøforhold varierer den daglige tilvækst hos ungtyre fra 1.000 til 1.300 gram. Der forekommer en stor genetisk betinget variation i tilvækstevnen, hvilket kommer til udtryk såvel ved raceforskelle (Preston and Willis, 1970, og Mason, 1971) som ved forskelle mellem afkomsgupper inden for samme race. Variationskoefficienten for daglig tilvækst er for kombinationsracetyre afprøvet under kontrollerede stationsmiljøer af størrelsesorde-

Oversigt 2. Litteraturoversigt vedrørende gennemsnit, variation og heritabilitetskoefficienter for daglig tilvækst hos kombinationsracetyre afprøvet under kontrollerede stationsmiljøer

Race	Gns. g	V.K.	h^2	Forfatter	
Fleckvieh	-	-	0,41	Rittmannsperger	1966
Braunvieh	-	-	0,55	Rittmannsperger	1966
Fleckvieh			0,58	Flatnitzer et al.	1969
Finnish Ayrshire	1177	8,7	0,37	Lindström and Majjala	1970
Schwarzbunt	-	-	0,61	Dietert et al.	1970
Schwarzbunt	-	-	0,45	Gravert et al.	1971
Rotbunt	-	-	0,32	Gravert et al.	1971
Schwarzbunt	1099	5,9	0,57	Langholz und Jongeling	1972
Schwarzbunt	1121	6,6	0,52	Trappmann	1972
Rotbunt	1167	5,9	0,56	Trappmann	1972
NRF	1158	6,7	0,49	Fimland	1973
Fleckvieh	1100	8,6	0,59	Linner	1973

nen 6 til 9%, mens heritabilitetskoefficienterne under samme miljøforhold og for aldersperioden ca. 3 til 12 måneder varierer fra 0,4 til 0,7 med gennemsnitsværdier omkring 0,5. Heritabilitetsværdien for daglig tilvækst målt i private besætninger med en større miljøvariation varierer fra 0,1 til 0,4 (Lindström and Majjala, 1970).

Heritabilitetskoefficienten for den gennemsnitlige daglige tilvækst stiger med stigende alder og synes at nå et maksimum omkring 11 måneders alderen, hvorefter den igen falder. Dette kan skyldes individuelle forskelle i alderen ved kønsmodenhedens indtræden og dennes indflydelse på appetit og tilvækst. Eller det kan, som anført af Fimland (1973) skyldes, at der ved de fleste individprøver gennemføres forskellige specielle undersøgelser (blodprøver, sædprøver, ultralydmålinger m.v.) på tyrene i aldersperioden 11 til 12 måneder. Tyrene kan tilvækstmæssigt reagere forskelligt på disse undersøgelser med en større miljøbetinget variation til følge.

Oversigt 3. Litteraturoversigt vedrørende heritabilitetskoefficienter for gennemsnitlig daglig tilvækst ved forskellig periodelængde hos kombinationsracetyre afprøvet under kontrollerede stationsmiljøer

Race	Indtil 180 dage	Indtil 330 dage	Indtil 365 dage	Forfatter	
Fleckvieh ¹⁾	0,94	0,35	0,41	Rittmannsperger	1966
Braunvieh ¹⁾	0,33	0,63	0,55	Rittmannsperger	1966
Finnish Ayrshire	0,29	0,59	0,37	Lindström and Majjala	1970
Schwarzbunt ²⁾	0,82	0,82	0,76	Trappmann	1972
Rotbunt ²⁾	0,81	0,80	0,77	Trappmann	1972
NRF	0,09	0,54	0,49	Fimland	1973
Finnish Ayrshire ³⁾	0,25	0,50	0,64	Lindström	1974

¹⁾ Indtil 140, 280 og 365 dage

²⁾ Indtil 200, 330 og 365 dage

³⁾ Indtil 180, 300 og 365 dage

De i foranstående oversigt refererede undersøgelser har endvidere vist, at der generelt er høje genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter mellem de forskellige aldersperioders daglige tilvækster og tilvæksten opnået i den totale prøveperiode.

Tilvækstkurvens form er søgt beskrevet ved hjælp af forskellige matematiske funktioner, som diskuteret af blandt andre Kavanagh og Richards (1942), Medawar (1945), Reeve og Huxley (1945), Brody (1945), Haldane (1950), Jakobsen (1957), Needham (1964), Eisen et al. (1969), Hafez og Dyer (1969), Fitzhugh og Taylor (1971) og Liljedahl (1975). Simple lineære eller kurvelineære regressionsmodeller har givet en for ufuldstændig beskrivelse af tilvækstforløbet, medens mere komplicerede funktioner rent beregningsmæssigt har

været for arbejdskrævende at anvende på større datamængder. Gennem anvendelse af EDB er det imidlertid nu muligt, også for større datamængder, at estimere individuelle vækstkurver ved hjælp af sigmoide tilvækstfunktioner.

Eisen et al. (1969) sammenlignede tre forskellige sigmoide funktioner til beskrivelse af tilvækstkurven og fandt, at den logistiske funktion gav den bedste beskrivelse af kurveforløbet.

Fitzhugh og Taylor (1971) og Taylor og Fitzhugh (1971) beskrev tilvækstkurvens form ved »graden af modenhed«, beregnet som vægten ved henholdsvis fødsel, 6, 12 og 18 måneder i procent af dyrenes voksende vægt. Heritabilitetskoeficienterne for disse mål blev beregnet til 0,22, 0,42, 0,41 og 0,42. Fitzhugh og Taylor (1971) konkluderede, at selektion for høj tilvækst indtil 6 måneders alderen indirekte medfører lavere udvokset vægt, hvorimod der blev påvist en positiv sammenhæng mellem daglig tilvækst fra fødsel til 18 måneder og dyrenes udvoksede vægt.

Brown et al. (1972) har ved anvendelse af en eksponentiel funktion beskrevet tilvækstforløbet hos ialt 602 Aberdeen Angus og Hereford kvier og tyre. Som Fitzhugh og Taylor (1971) konkluderede også Brown et al. (1972), at selektion for høj tilvækst på et tidligt alderstrin indirekte kan medføre en ændring af tilvækstkurvens form og en reduktion i den udvoksede vægt.

Tilsvarende er det ved selektionsforsøg med mus (Wilson, 1973) og kyllinger (Merritt, 1974 og Ricard, 1974) vist, at det, afhængig af hvor i vækstperioden selektionen finder sted, er muligt at ændre tilvækstkurvens form.

2. Egne undersøgelser

Egne undersøgelser i nærværende afsnit omhandler alene data fra afkomprøverne for kødproduktion (datasæt A). Samtlige kalve og ungtyre er vejjet ved indsættelsen i prøven 15 dage gamle; derefter hver fjerde uge og endelig om morgenen inden slagtning ved henholdsvis 250 og 450 kg levende vægt. Ud fra de anførte vejjetal beregnes følgende parametre:

Tilvæksthastigheden:

$$(18) \text{ Gns. dgl. tilv. (15 dage - 250/450 kg), gr = } \\ 1000 \times \frac{\text{slutvægt (kg)} - 15 \text{ dages vægt (kg)}}{\text{antal prøvedage}}$$

$$(19) \text{ Gns. dgl. tilv. (given prøveperiode), gr = } \\ 1000 \times \frac{\text{vægt i kg v. periodens slutn.} - \text{vægt i kg v. periodens beg.}}{\text{antal prøvedage}}$$

Tilvækstkurvens form:

Tilvækstkurvens form hos ungtyrene er søgt beskrevet ved anvendelse af »tre parameter« funktionen:

$$(20) \quad Y_i = \frac{A_3}{1 + B_3 \cdot e^{-C_3 \cdot t_i}}$$

samt ved »fire parameter« funktionen:

$$(21) \quad Y_i = \frac{A_4}{1 + B_4 \cdot e^{-C_4 \cdot t_i}} - D_4$$

For funktionerne (20) og (21) er

Y_i = vægten i kg ved den i^{te} mellemvejning

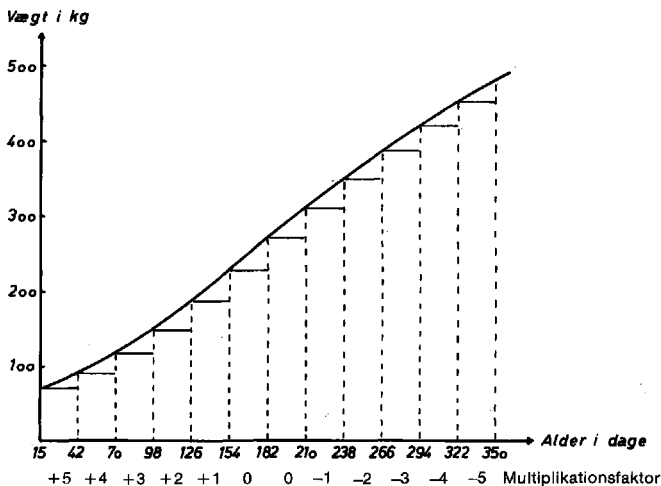
t_i = alderen i dage ved den i^{te} mellemvejning

e = grundtallet for den naturlige logaritme

A_3 og A_4 = de to funktioners asymptotiske værdi

B_3 , B_4 , C_3 , C_4 og D_4 er indbyrdes afhængige parametre, der beskriver tilvæksthastigheden og kurveforløbet. For hver af de to funktioner bestemmes desuden alder (DX_3 og DX_4) og vægt (DY_3 og DY_4) for kurvernes vendetangentpositioner. Funktionerne estimeres for hver afprøvet ungtyr ved hjælp af EDB programmer udarbejdet af Jensen (1974) og Telegdi et al. (1976).

Endvidere er der konstrueret et formindeks, der beregnes som den relative tilvækst i en given 28 dages periode vejet med en multiplikationsfaktor, der er bestemt af periodens afstand fra dyrets gennemsnitsalder (se figur 3).



Figur 3. Tilvækstkurve og faktorer anvendt til beregning af kurvens FORM indeks

Figure 3. Growth curve and parameters used in the FORM index

$$(22) \text{ FORM} = \sum_{i=1}^n 100 \cdot c_i \cdot \frac{(\text{vægt}_i - \text{vægt}_{-i})}{(\text{vægt}_n - \text{vægt}_1)} - 100, \text{ hvor}$$

$i = 1$ til n angiver periodevejningens nummer, og
 $c_i =$ multiplikationsfaktoren for periodevejning » i «.

2.1. Niveau, variation og fordelingstype

De fænotypiske karakteristika for henholdsvis periodevægt, tilvækstmål og parametre til beskrivelse af tilvækstkurvens form fremgår af tabellerne 5, 6 og 7. Der hvor gennemsnitsværdierne er baseret på 2330 målinger, omfatter resultaterne såvel kalve som ungtyregrupperne. For antal = 1319 er alene kalvegrupperne inkluderet og for antal = 1011 alene ungtyregrupperne. Når vægt og tilvæksttal for kalvegrupperne kun er anført til og med 182 dages alderen og for ungtyregrupperne til og med 294 dages alderen skyldes det slagtingen ved konstant vægt. Enkelte meget hurtigt voksende dyr er slagtet allerede ved de anførte alderstrin, hvorfor gennemsnitlige vægttal og tilvæksttal beregnet på senere alderstrin ville være baseret på selekteret materiale.

De anvendte mål for tilvæksthastigheden i kortere aldersperioder (tabel 6) er venstreskæve (negative skævhedskoefficienter), medens flere af parametrene til beskrivelse af vækstkurvens form (tabel 7) viser en højreskæv fordeling. For enkelte parametre i »fire parameter funktionen« er fordelingen endog ekstrem højreskæv.

2.2. Effekt af race

Raceeffekten for vægt og tilvækstmål er analyseret ud fra model (2). Resultaterne er anført i tabellerne 8 og 9.

2.3. Heritabilitetskoefficienter

Heritabilitetskoefficienterne for vægt og tilvækstmål er beregnet ud fra model (3). Antallet af frihedsgrader for afkomsgrupper inden for år og race er 121. For egenskaber analyseret på kalve + ungtyre er den gennemsnitlige afkomsgruppestørrelse 17,1; for egenskaber analyseret alene på kalvematerialet 9,7 og for egenskaber analyseret alene på ungtyrematerialet 7,4. Resultaterne er vist i tabellerne 10, 11, 12, 13 og 14.

2.4. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter

De vigtigste tilvækstmåls indbyrdes relationer er beregnet ud fra model (3) og alene på ungtyredata. Resultaterne er anført i tabel 15. De fænotypiske korrelationskoefficienter er beregnet som residualkoefficienter inden for år og race.

3. Diskussion og konklusion

Den marginale daglige tilvækst hos intensivt fodrede RDM, SDM og DRK tyre er stigende fra fødsel og til 5 til 7 måneders alderen, hvorefter den igen er aftagende. I aldersperioden 154 til 210 dage er den gennemsnitlige daglige tilvækst 1320 gram. Fra 15 dage og til slagting er den gennemsnitlige daglige tilvækst for 250 kg's kalve 1090 gram og for 450 kg's ungtyre 1140 gram.

De tilsvarende variationskoefficienter er for 250 kg's kalve 5,8% og for 450 kg's ungtyre 6,4%. En del af denne variation er genetisk betinget, idet der er påvist signifikante forskelle i tilvækstintensiteten såvel mellem racer som mellem afkomsgrupper inden for race.

Den racemæssige rangfølge i tilvæksthastighed er for såvel skummetmælkskalve som ungtyre, DRK, SDM og RDM med DRK som den hurtigt voksende race.

Heritabilitetskoefficienterne for gennemsnitlig daglig tilvækst ligger i nærværende undersøgelse lidt under, hvad der i tilsvarende udenlandske undersøgelser er fundet for kombinationsracetyre afprøvet under kontrollerede stationsmiljøer. Koefficienterne er specielt lave for ungtyrematerialet, med $h^2 = 0,42$ for tilvæksten fra 15 dage til 450 kg mod $h^2 = 0,55$ for kalvegruppens tilvækst fra 15 dage til 250 kg.

De gennemførte variansanalyser viser, at forskellen i h^2 -værdierne alene skyldes forskelle i »mellem hold« variationen, medens »inden for hold« variationen er nøjagtig ens for de to grupper af data (se appendiks). Det synes ikke muligt at begrunde dette forhold med andet end »tilfældighedernes spil«, idet kalvene ved indsættelsen var tilfældigt fordelt på kalve- og ungtyreholdene, som da også ved prøvens start viste samme genetiske variation i såvel vejental som i den første periodes tilvækst. Den konstaterede forskel opstår imidlertid på et meget tidligt tidspunkt af prøven (tabel 11 og tabel 12), til trods for at de to grupper har været fodret efter samme plan, med samme fodermidler, i samme type stalde og af samme mandskab, ligesom tilvækstniveauet har været nøjagtig ens inden for de sammenlignelige aldersperioder.

Som omtalt side 27 beregnes prøveperiodens gennemsnitlige daglige tilvækst på grundlag af differencen mellem indsættelsesvægt og afslutningsvægt, medens de mellemliggende periodevægte ikke indgår i tilvækstberegningen. Nedenstående oversigt viser imidlertid, at der opnås samme fænotypiske spred-

Oversigt 4. Ungtyrenes gennemsnitlige daglige tilvækst beregnet på grundlag af:

	Afslutnings- vægten	Gns. af prøvens sidste 3 vejninger	»Fire parameter« tilvækstfunktionen
Gns. (gr/dag)	1140	1143	1138
S P (gr/dag)	72	72	78
h^2	$0,42 \pm 0,11$	$0,42 \pm 0,11$	$0,40 \pm 0,10$

ning og h^2 -værdi hvad enten tilvækstberegningen baseres på formel (18) side 27, gennemsnittet af prøvens sidste tre vejninger eller »4 parameter tilvækstfunktionens« start og afslutningspunkter.

Der er således heller intet som tyder på, at de lave heritabilitetskoefficienter for ungtyres tilvækstevne skyldes en for usikker bestemmelse af afslutningsvægten.

En opdeling af tilvæksten i mindre aldersintervaller viser, at h^2 -værdierne øges såvel med stigende periodelængde som med stigende alder ved periodens begyndelse. Dette illustreres tydeligst af tabel 13, hvor heritabilitetskoefficienterne er beregnet for periodetilvækster opdelt i 28 dages intervaller og med en begyndelsesalder på henholdsvis 15, 98, 154 og 210 dage. Den højeste heritabilitetskoefficient for daglig tilvækst opnås tilsyneladende for perioden 98–294 dage. Imidlertid har alle kalve stået under stationens kontrollerede og ensrettede miljø siden 15 dages alderen. Stigende alder ved periodens begyndelse er således ved samme periodelængde ensbetydende med flere dage på stationen. Det vil derfor være forkert ud fra de foreliggende resultater at konkludere, at der kan opnås en mere sikker avlsværdiurdering ved at påbegynde prøven på et senere alderstrin end de 15 dage.

Det har ikke på de anvendte data været muligt at undersøge, om stigningen i h^2 -værdien for daglig tilvækst topper ved 11 måneders alderen, som antydet i flere udenlandske undersøgelser (side 26).

Den logistiske tilvækstfunktion (20) samt den heraf afledte »fire parameter« funktion (21) giver begge en god beskrivelse af de individuelle tilvækstkurver vurderet ud fra residualvariationen. Imidlertid er det en stor ulempe ved disse funktioner, at de aktuelle parametre A, B, C og D ikke har en separat biologisk betydning; de er indbyrdes stærkt afhængige og de giver således ikke en éntydig beskrivelse af kurveformen. Samtidig er der konstateret en meget lille genetisk variation i de fire parametre (tabellerne 7 og 14). Tilsyneladende er det konstruerede FORM indeks mere anvendeligt. Det giver en éntydig beskrivelse af de individuelle dyrs tilvækstforløb op til 12 måneders alderen, og det har en genetisk variation, der er større end for parametrene i de logistiske tilvækstfunktioner.

Som det fremgår af følgende oversigt kan der påvises en raceforskel i tilvækstkurvens form hos de danske kombinationsracer.

Oversigt 5. Gennemsnitlig daglig tilvækst og FORM indeks hos RDM, SDM og DRK

	RDM	SDM	DRK
Gns. dgl. tilv. (15–154 dage), gr.	978	1022	1018
Gns. dgl. tilv. (154–294 dage), gr.	1272	1297	1319
FORM indeks	66,4	69,7	62,4

For aldersperioden 15–154 dage er rækkefølgen i daglig tilvækst SDM, DRK og RDM og for aldersperioden 154–294 dage DRK, SDM og RDM. Samtidig med at SDM og DRK således bytter plads ved stigende alder, reduceres forskellen mellem RDM og SDM, medens den øges mellem RDM og DRK. Dette viser, at SDM er en forholdsvis tidligt udviklet race, DRK forholdsvis sent udviklet og RDM der imellem. Tilsvarende kommer til udtryk i FORM indekset, hvor høje værdier angiver, at en relativt stor del af tilvæksten har fundet sted i de tidligste alderstrin. De konstaterede forskelle i tilvækstkurvens form hos de tre racer er overensstemmende med resultater fra tidligere undersøgelser på samme materiale, hvor der er påvist en signifikant race \times slagtevægt samspilseffekt i daglig tilvækst (Andersen og Andersen, 1974).

De genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter anført i tabel 15 viser, at kalve med en stor tilvækst i de første fem måneder bevarer den høje tilvækst også i den efterfølgende fem måneders periode ($r_P = 0,36$ og $r_A = 0,85$). Når den genetiske korrelationskoefficient mellem tilvæksten i de to perioder er forskellig fra 1,0 skyldes det de lige omtalte genetiske forskelle i tilvækstkurvens form. I overensstemmelse med FORM indeksets konstruktion er der en positiv sammenhæng mellem indeks og 15–154 dages tilvæksten og en tilsvarende negativ relation til 154–294 dages tilvæksten. Der er en negativ genetisk og fænotypisk sammenhæng mellem tilvæksten fra 15 dage til 450 kg og FORM indekset, hvorimod korrelationen mellem 15–294 dages tilvæksten og FORM indekset ikke er signifikant forskellig fra nul.

Ud fra de opnåede analyseresultater kan det konkluderes, at der inden for de danske kombinationsracer eksisterer en stor genetisk variation i tilvækstevne, hvorfor det gennem selektion af avlsdyr vil være muligt at forbedre de aktuelle racers tilvækstkapacitet. Heritabilitetskoefficienten for gennemsnitlig daglig tilvækst er endvidere så høj, at selektionen med fordel kan baseres på de unge tyres egen fænotype. Tilvækstselektionens indirekte effekt på vækstkurvens form vil afhænge af hvilken del af vækstperioden selektionen baseres på. Ved at udvælge avlsdyrene på grundlag af tilvæksten fra ½ til 5 måneders alderen fås en indirekte stigning i FORM indekset. Selektion på grundlag af tilvæksten fra 15 dage til 450 kg (gns. 12½ måned) giver indirekte en reduktion af FORM indekset og dermed efter lang tids intensiv selektion relativt sent udviklede dyr. Derimod er vækstkurvens form tilsyneladende upåvirket af tilvækstniveauet i perioden 15 dage til ca. 10 måneder.

Tabel 5. Niveau, variation og fordelingstype for mellemvejninger (datasæt A)

Table 5. Average, coefficient of variation and test of »normality« for periodical weights (datagroup A)

Egenskab	Antal	Gns.	Variationskoeff.	Max.	Min.	Skævheds-koeff.	Kurtosis-koeff.
<i>Traits</i>	<i>Numbers</i>	<i>Av.</i>	<i>Coeff. of variation</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Coeff. of skewness</i>	<i>Coeff. of kurtosis</i>
42 dages vægt, kg	2330	61,8	10,0	85	38	0,01	3,02
<i>42 days weight, kg</i>							
70 dages vægt, kg	2330	87,4	8,6	117	59	-0,08	3,40
<i>70 days weight, kg</i>							
98 dages vægt, kg	2330	116,3	7,9	148	85	-0,12	3,24
<i>98 days weight, kg</i>							
126 dages vægt, kg	2330	148,9	7,4	184	109	-0,05	3,25
<i>126 days weight, kg</i>							
154 dages vægt, kg	2330	184,9	7,0	228	140	-0,13	3,26
<i>154 days weight, kg</i>							
182 dages vægt, kg	2330	220,9	6,4	263	171	-0,24	3,24
<i>182 days weight, kg</i>							
210 dages vægt, kg	1011	259,2	6,1	304	205	-0,16	3,14
<i>210 days weight, kg</i>							
238 dages vægt, kg	1011	295,6	5,9	351	237	-0,13	3,10
<i>238 days weight, kg</i>							
266 dages vægt, kg	1011	330,0	5,8	388	266	-0,03	3,12
<i>266 days weight, kg</i>							
294 dages vægt, kg	1011	365,1	5,8	432	284	-0,03	3,22
<i>294 days weight, kg</i>							

Tabel 6. Niveau, variation og fordelingstype for anvendte til vækstmål (datasæt A)
Table 6. Average, coefficient of variation and test of »normality« for daily gain measurements (datagroup A)

Egenskab	Antal	Gns.	Variationskoeff.	Max.	Min.	Skævhedskoeff.	Kurtosis-koeff.
<i>Trait</i>	<i>Numbers</i>	<i>Av.</i>	<i>Coeff. of variation</i>	<i>Max.</i>	<i>Min.</i>	<i>Coeff. of skewness</i>	<i>Coeff. of kurtosis</i>
Gns.dgl.tilv. (15- 98 dage) gr.	2330	844	9,8	1119	512	-0,26	3,33
<i>Daily gain (15- 98 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (15-154 dage) gr.	2330	996	7,9	1229	693	-0,21	3,29
<i>Daily gain (15-154 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (15-210 dage) gr.	1011	1090	6,5	1306	852	-0,26	3,25
<i>Daily gain (15-210 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (15-294 dage) gr.	1011	1141	6,1	1357	864	-0,11	3,19
<i>Daily gain (15-294 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (98-154 dage) gr.	1011	1233	8,6	1607	804	-0,10	3,46
<i>Daily gain (98-154 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (98-210 dage) gr.	1011	1277	6,8	1563	938	-0,15	3,58
<i>Daily gain (98-210 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (98-294 dage) gr.	1011	1270	6,6	1520	934	-0,07	3,26
<i>Daily gain (98-294 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (154-210 dage) gr.	1011	1320	9,3	1696	875	-0,13	3,31
<i>Daily gain (154-210 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (154-294 dage) gr.	1011	1285	8,0	1600	850	-0,14	3,11
<i>Daily gain (154-294 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (210-294 dage) gr.	1011	1261	9,9	1607	655	-0,23	3,38
<i>Daily gain (210-294 days) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (15 dage-250 kg) gr.	1319	1086	5,8	1275	808	-0,19	3,30
<i>Daily gain (15 days-250 kg) gr.</i>							
Gns.dgl.tilv. (15 dage-450 kg) gr.	1011	1140	6,4	1371	865	0,03	3,02
<i>Daily gain (15 days-450 kg) gr.</i>							

Tabel 7. Niveau, variation og fordelingsstype for parametre anvendt til beskrivelse af tilvækstkurvens form (Ungtyre fra datasæt A)

Table 7. Average, coefficient of variation and test of »normality« for different measurements of the shape of the growth curve (Young bulls from datagroup A)

Egenskab	Antal	Gns.	Variations- koefficient	Max.	Min.	Skævheds- koefficient	Kurtosis- koefficient
Trait	Numbers	Av.	Coeff. of variation	Max.	Min.	Coeff. of skewness	Coeff. of curtosis
A 3	1011	515,2	7,2	683	394	0,44	3,48
B 3	1011	10,6	10,6	14,9	7,9	0,39	3,15
C 3	1011	0,0076	8,2	0,0077	0,0075	0,00	2,70
DX 3	1011	210,1	8,6	281,0	163,0	0,25	3,18
DY 3	1011	257,6	7,2	341,6	196,9	0,44	3,48
A 4	1011	726,1	32,3	2929	484	4,18	28,00
B 4	1011	5,95	31,3	12,93	1,46	0,38	3,08
C 4	1011	0,0074	22,9	0,0130	0,002	-0,57	3,44
D 4	1011	88,7	93,4	701,6	-8,5	3,32	18,81
DX 4	1011	223,0	18,4	769	109	5,79	58,83
DY 4	1011	274,4	19,1	1090	141	6,85	81,90
FORM	1011	67,4	26,5	146,4	10,6	0,51	3,98

Tabel 8. Raceeffekt for gennemsnitlig daglig tilvækst (datasæt A)
Table 8. Effect of breed on daily gain measurements (datagroup A)

Materiale Materials	Mindste kvadraters gennemsnit, gr/dag Least squares means, gr/days					F-værdi for raceeffekt
	Vækstperiode Period	RDM	SDM	DRK	Total	F-value for effect of breed
Kalve + ungtyre Calves + young bulls n = 2330	15- 42 dage 15- 42 days	564	611	602	592	52,6***
	15- 98 dage 15- 98 days	826	867	864	852	94,8***
	15-154 dage 15-154 days	978	1022	1018	1006	115,5***
Kalve Calves n = 1319	15 dage-250 kg 15 days-250 kg	1070	1107	1113	1097	71,9***
Ungtyre Young bulls n = 1011	15 dage-450 kg 15 days-450 kg	1127	1154	1172	1151	25,4***
	15-294 dage 15-294 days	1127	1159	1167	1151	32,7***
	154-294 dage 154-294 days	1272	1297	1319	1296	13,1***

Tabel 9. Raceeffekt for forskellige parametre til bestemmelse af tilvækstkurvens form (Ungtyre fra datasæt A)

Table 9. Effect of breed on different measurements of the shape of the growth curve (Young bulls from datagroup A)

Egenskab <i>Trait</i>	Mindste kvadraters gennemsnit <i>Least squares means</i>				F-værdi for raceeffekt <i>F-value for effect of breed</i>
	RDM	SDM	DRK	Total	
A 3	514	516	520	517	0,8
B 3	10,6	10,5	10,5	10,5	1,8
C 3	0,0075	0,0077	0,0076	0,0076	7,2***
DX 3	212	207	209	209	11,8***
DY 3	257	258	260	258	0,8
A 4	720	734	763	739	1,2
B 4	6,0	5,8	5,9	5,9	1,7
C 4	0,0074	0,0075	0,0072	0,0074	0,6
D 4	87,4	91,8	91,7	90,3	0,5
DX 4	225	220	231	225	2,6
DY 4	273	275	290	279	2,6
FORM	66,4	69,7	62,4	66,2	6,5***

Tabel 10. Heritabilitetskoefficienter for gennemsnitlig daglig tilvækst (datasæt A)

Table 10. Coefficients of heritabilities for average daily gain (datagroup A)

Egenskab <i>Trait</i>	Heritabilitetskoeff. <i>Coeff. of heritability</i>	Middelfejl <i>Stand. error</i>
Gns. dgl. tilv. (15 dage-250 kg)	0,55	0,10
<i>Av. daily gain (15 days-250 kg)</i>		
Gns. dgl. tilv. (15 dage-450 kg)	0,42	0,11
<i>Av. daily gain (15 days-450 kg)</i>		

Table 11. Heritabilitetskoefficienter for mellemvejninger (datasæt A)
Table 11. Coefficients of heritabilities for periodical weights (datagroup A)

Egenskab <i>Trait</i>	Kalve + ungtyre <i>Calves + young bulls</i>		Ungtyre <i>Young bulls</i>	
	Heritabilitetskoeff. <i>Coeff. of heritability</i>	Middelfejl <i>Stand. error</i>	Heritabilitetskoeff. <i>Coeff. of heritability</i>	Middelfejl <i>Stand. error</i>
42 dages vægt	0,67	0,09	0,62	0,12
<i>42 days weight</i>				
70 dages vægt	0,64	0,09	0,51	0,11
<i>70 days weight</i>				
98 dages vægt	0,61	0,09	0,53	0,11
<i>98 days weight</i>				
126 dages vægt	0,61	0,09	0,48	0,11
<i>126 days weight</i>				
154 dages vægt	0,63	0,09	0,48	0,11
<i>154 days weight</i>				
182 dages vægt			0,48	0,11
<i>182 days weight</i>				
210 dages vægt			0,46	0,11
<i>210 days weight</i>				
238 dages vægt			0,53	0,11
<i>238 days weight</i>				
266 dages vægt			0,53	0,11
<i>266 days weight</i>				
294 dages vægt			0,55	0,12
<i>294 days weight</i>				

Tabel 12. Heritabilitetskoefficienter for gennemsnitlig daglig tilvækst ved forskellig periode-længde (datasæt A)

Table 12. Coefficients of heritabilities for periodical daily gain measurements (datagroup A)

Egenskab <i>Trait</i>		Kalve + ungtyre <i>Calves + young bulls</i>		Ungtyre <i>Young bulls</i>	
		Heritabilitets- koeff.	Middelfejl	Heritabilitets- koeff.	Middelfejl
		<i>Coeff. of heritability</i>	<i>Stand. error</i>	<i>Coeff. of heritability</i>	<i>Stand. error</i>
Gns. dgl. tilv.	(15- 42 dage)	0,14	0,04	0,15	0,08
<i>Av. daily gain</i>	<i>(15- 42 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(15- 98 dage)	0,30	0,06	0,24	0,09
<i>Av. daily gain</i>	<i>(15- 98 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(15-154 dage)	0,41	0,07	0,28	0,10
<i>Av. daily gain</i>	<i>(15-154 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(15-210 dage)			0,34	0,10
<i>Av. daily gain</i>	<i>(15-210 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(15-294 dage)			0,48	0,11
<i>Av. daily gain</i>	<i>(15-294 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(98-154 dage)			0,27	0,09
<i>Av. daily gain</i>	<i>(98-154 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(98-210 dage)			0,35	0,10
<i>Av. daily gain</i>	<i>(98-210 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(98-294 dage)			0,51	0,11
<i>Av. daily gain</i>	<i>(98-294 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(154-210 dage)			0,15	0,08
<i>Av. daily gain</i>	<i>(154-210 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(154-294 dage)			0,42	0,11
<i>Av. daily gain</i>	<i>(154-294 days)</i>				
Gns. dgl. tilv.	(210-294 dage)			0,42	0,11
<i>Av. daily gain</i>	<i>(210-294 days)</i>				

Tabel 13. Heritabilitetskoefficienter for gennemsnitlig daglig tilvækst ved varierende længde af prøveperioden samt varierende alder ved periodens begyndelse (Ungtyre fra datasæt A)

Table 13. Coefficients of heritabilities for daily gain with different length of test period and different age at the start of test period (Young bulls from datagroup A)

		Periodelængde (dage)					Length of test period (days)				
		28.	56.	84.	112.	140.	168.	196.	224.	252.	280.
		Alder v. periodens start, dage:	15	0,15	0,10	0,24	0,23	0,28	0,32	0,34	0,43
<i>Age at the start</i>	98	0,17	0,27	0,33	0,35	0,43	0,42	0,51	-	-	-
<i>of test period, days:</i>	154	0,09	0,15	0,34	0,35	0,42	-	-	-	-	-
	210	0,37	0,38	0,42	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 14. Heritabilitetskoefficienter for forskellige parametre til bestemmelse af tilvækstkurvens form (Ungtyre fra datasæt A)

Table 14. Coefficients of heritabilities for different measurements of the shape of the growth curve (Young bulls from datagroup A)

Egenskab Trait	Heritabilitetskoeff. Coeff. of heritability	Middelfejl Stand. error
A 3	0,16	0,09
B 3	0,31	0,10
C 3	0,20	0,09
DX 3	0,23	0,09
DY 3	0,11	0,09
A 4	0,10	0,08
B 4	0,18	0,09
C 4	0,18	0,09
D 4	0,06	0,08
DX 4	0,24	0,09
DY 4	0,20	0,09
FORM	0,19	0,09

Tabel 15. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter mellem de vigtigste tilvækstmål (Ungtyre fra datasæt A)

Table 15. Genetic and phenotypic correlations between different growth measurements (Young bulls from datagroup A)

		Egenskab Trait				
		1.	2.	3.	4.	5.
1.	Gns. dgl. tilvækst (15-154 dage) Av. daily gain (15-154 days)		0,36***	0,77***	0,63***	0,26***
2.	Gns. dgl. tilvækst (154-294 dage) 0,85±0,14 Av. daily gain (154-294 days)			0,87***	0,76***	-0,28***
3.	Gns. dgl. tilvækst (15-294 dage) 0,94±0,06 Av. daily gain (15-294 days)		0,98±0,02		0,85***	-0,06
4.	Gns. dgl. tilvækst (15 dage-450 kg) 0,85±0,10 Av. daily gain (15 days-450 kg)		0,96±0,04	0,95±0,03		-0,46***
5.	FORM indeks	0,07±0,29	-0,47±0,30	-0,28±0,25	-0,48±0,33	

r_P over diagonalen og r_A under diagonalen

r_P above diagonal and r_A below diagonal

C. Postnatal kropsudvikling

1. Litteratur og problemstilling

Kvægets vækst manifesteres som beskrevet i afsnit B ved en løbende tilvækst (vægtforøgelse), samt ved en differentieret udvikling af de enkelte væv og kropsdele.

Den totale tilvækst kan opdeles i en række forskellige komponenter. Således består mellem 50 og 60% af den gennemsnitlige daglige tilvækst af slagtekropstilvækst eller nettotilvækst, medens den resterende del af tilvæksten er fordelt på hoved, hud, organer, vom- og tarmindehold, organ- og bughulefedt m.v. Sidstnævnte komponenter betegnes under et for »slagteaffald«, og afsættes til en betydelig lavere kilopris end slagtekroppen. Derfor ønskes slagtekroppens andel af den totale levende vægt (slagteprocenten) selvsagt så høj som muligt.

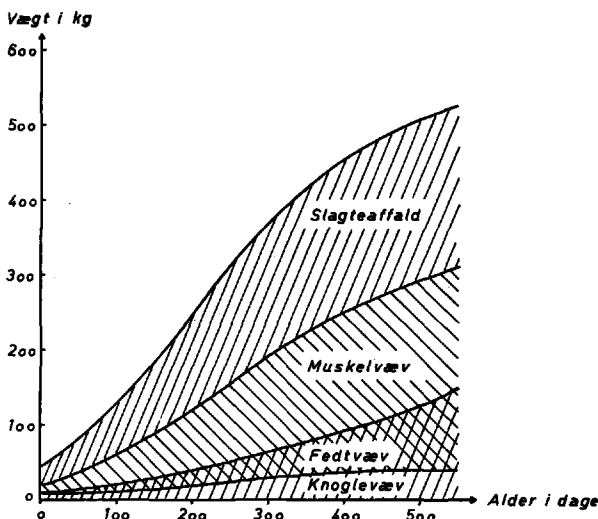
Nettotilvæksten er sammensat af kødtilvækst, knogletilvækst og fedttilvækst. Hos unge tyre, opfodret under optimale miljøforhold, udgør kødtilvækstens andel ca. 70%, knogletilvækstens andel ca. 20% og fedttilvækstens andel ca. 10% af den totale nettotilvækst. Kødtilvækstens relative andel og dermed slagtekroppens kødindhold ønskes optimeret, hvilket vil sige et minimum af fedt samt det højst mulige kød/knogle forhold uden at dyrenes konstitutionelle status påvirkes i uheldig retning.

Tilvækstens placering på de forskellige kropsdele kommer til udtryk dels i forskelle i kroppens ydre form, dels i kød- knogle- og fedtvævs fordeling i slagtekroppen. Kroppens ydre form er fortrinsvis bestemt af knoglebygningen og især af interesse i forbindelse med kælvningsproblematikken og den subjektive slagtekropsklassificering. De enkelte kropsvævs, og herunder især muskeltvævs fordeling i kroppen, har betydning for opskæringsudbytte og slagteværdis.

Tilvækstens sammensætning påvirkes især af dyrets køn, dyrets alder, fodringsintensiteten samt dyrets genotype.

Tilvækstens differentierede forløb gennem vækstperioden blev oprindeligt alene beskrevet ved målinger af kroppens ydre form. Talrige undersøgelser har vist, at højden er det kropsmål, der er tidligst udviklet. Derefter følger dybde, længde og bredde i nævnte rækkefølge (sammenfattet af Brody, 1945 og Pålsson, 1955). Senere har omfattende dissektionsstudier vist, at også de forskellige kropsvæv har en udpræget differentieret vækst i relation til alder og/eller vægt.

Umiddelbart efter konceptionen dannes således fortrinsvis nervevæv. Derefter har knoglevævet maksimal tilvækst, og i perioden fra 4 til 10 måneder efter fødslen opnår muskeltvævet maksimal tilvækst. Først i den sidste del af dyrets udvikling bliver dannelsen af fedtvæv dominerende (Hammond, 1920, McMeehan, 1940, Callow, 1947 og 1948, Hammond et al., 1958, Tayler, 1964, Butterfield, 1965, Brännäng, 1965, Berg and Butterfield, 1966, Huth, 1966, Broadbent, 1967, Seebeck, 1968, Hafez and Dyer, 1969, Andersen, 1970 og Ander-



Figur 4. Tilvækstens fordeling på knoglevæv, fedtvæv, muskeltvæv og »slagteaffald« (konstrueret efter parametre fra Van der Meij (1973) og Andersen (1974 c)).

Figure 4. Total gain divided on bone, fat, muscle and »slaughter offal«.

sen, 1974c). Også inden for hvert af disse væv foregår der en differentieret vækst, idet vævene i de enkelte dele af kroppen ikke udvikles på samme tid. For muskeltvævet går udviklingstakten fra lemmerne op mod dyrets overlinie, og fra dyrets bagpart frem mod nakkemusklaturen (Pålsson, 1955, Butterfield, 1963, Brännäng, 1965, Andersen, 1970 og Andersen, 1974c). Udviklingstakten for fedtvæv er organfedt, intermuskulært fedt, subkutant fedt og intramuskulært fedt (Callow, 1947 og 1948 og Pålsson, 1955). Knoglevævet aldersbetingede udvikling afspejles i de ydre kropsmål som beskrevet i det foranstående.

Hos såvel udvoksede dyr som dyr under vækst er de ydre kropsmål stærkt afhængige af genotypen. Der er konstateret store raceforskelle (Skjervold, 1958, Nielsen, 1963, Gravert et al., 1971 og Trappmann, 1972) samt arvelige forskelle inden for race med h^2 -værdier fra 0,2 til 0,7 (Skjervold, 1958, Steinacker, 1969, Gravert et al., 1971, Trappmann, 1972 og Langholz und Jongeling, 1972).

Også kroppens anatomiske sammensætning er stærkt afhængig af genotypen. Således er der i et omfattende hollandsk forsøg med dissektion af nyfødte kalve (Van der Meij, 1973) påvist en signifikant raceforskel i kød/knogle forhold, kød/fedt forhold og muskelfordeling. Tilsvarende er der ved dissektion af tyre og stude under vækst fundet signifikante raceforskelle i kød/knogle forhold og fedtningsgrad, men kun i mindre grad racemæssige forskelle i muskelfordeling. Kødracer af engelsk oprindelse har generelt et højere fedtindhold og en dårlige-

re muskelfordeling end franske og italienske kødracer og europæiske kombinationsracer (Callow, 1961, Rittmannsperger, 1966, Lindhé and Henningsson, 1968, Mason, 1971 og Andersen, 1974 b). Enkelte forfattere hævder, at konstaterede raceforskelle i muskelfordeling alene beror på forskelle i udviklingstrin (Lindhé and Henningsson, 1968 og Mukhoty and Berg, 1973).

Antallet af undersøgelser vedrørende den genetisk betingede variation i tilvækstens sammensætning og slagtekroppens sammensætning og form inden for racer er ret begrænset, som følge af de med en dissektion forbundne store omkostninger.

Heritabilitetskoefficienten for gennemsnitlig daglig nettotilvækst (tilvækst af slagtekrop) er generelt lidt højere end tilvæksten af levende vægt (Brännäng, 1968 b, Trappmann, 1972 og Langholz und Jongeling, 1972). Ifølge Brännäng (1968 a) vil selektion for højere nettotilvækst favorisere genotyper med høj slagteprocent og relativt lille indhold af bughulefedt.

For kombinationsræcytore opfodret under kontrollerede stationsmiljøer varierer heritabilitetskoefficienterne for kroppens anatomiske sammensætning fra 0,2 til 0,9 (Hinks and Andersen, 1969, Averdunk, 1969, Torreele and Slawinski, 1970, Andersen, 1970 og Langholz und Jongeling, 1972). Heritabilitetskoefficienterne er generelt lavest for de mål, der beskriver kroppens fedningsgrad, og højest for de mål, der beskriver knogleindholdet.

2. Egne undersøgelser

Egne undersøgelser i nærværende afsnit omhandler kropsmål fra datasættene A, B, C og D samt dissektionsresultater fra datasæt A.

2.1. Kropsmål på levende og slagtede dyr

Kroplængde og muskelareal er målt på slagtede kalve og ungtyre fra datasæt A. Kroplængden omfatter afstanden fra midten af forreste ribbens bageste kant til skambenets forreste kant målt på den flækkede slagtekrops højre halvdel. Muskelarealet er bestemt ved planimetrering af et tværsnitsfoto af den lange rygmuskel (*M. longissimus dorsi*) overskåret mellem 1. og 2. lændehvirvel. Alle øvrige kropsmålninger er foretaget på levende dyr og efter følgende retningslinier:

Skulderhøjde = den lodrette afstand fra forklovens nederste rand til midten af skulderbladets øverste rand.

Brystdybde = afstanden fra brystbenets underflade, hvor denne har sin største afstand fra gulvet, til dyrets ryg i samme lodrette plan.

Brystomfang = omkredsen, hvor brystet har det mindste omfang.

Hoftebredde = afstanden mellem de udvendige hoftehjørner.

Omdrejerbredde = afstanden mellem de store omdrejerudvækster.

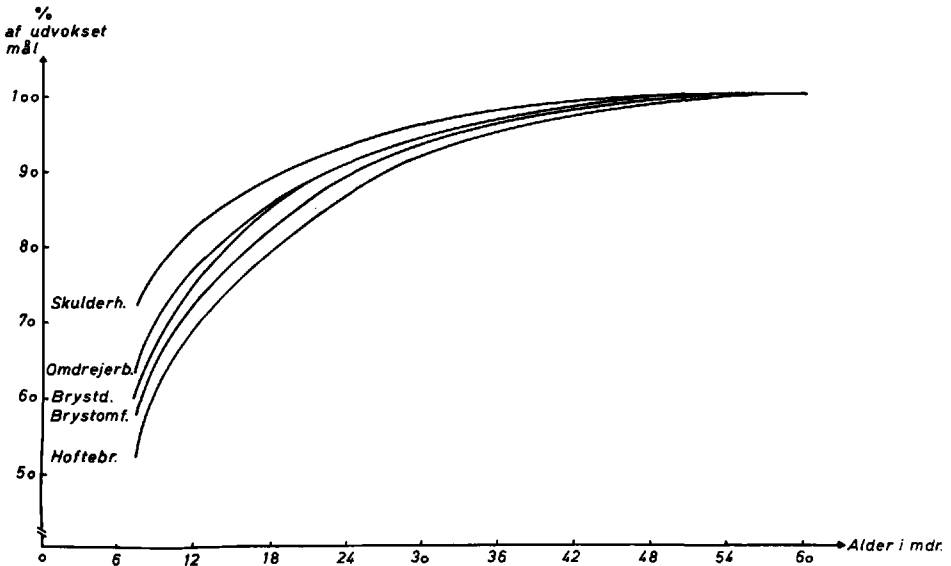
Kropsmålene på 1. kalvs køer (datasæt B) og RDM avlstyre (datasæt D) er korrigeret til konstant alder ved anvendelse af regressionskoefficienterne anført i tabellerne 16 og 17. Kalve og ungtyre fra datasæt A er målt umiddelbart inden slagning ved en konstant levende vægt på henholdsvis 250 og 450 kg. For de udvoksede køer fra datasæt C har de eksisterende aldersforskelle kun haft ubetydelig indflydelse på kropsmålene.

2.1.1. Niveau, variation og fordelingstype

De fænotypiske karakteristika for kropsmålene fremgår af tabellerne 18, 19 og 20. Fordelingstypen er gennemgående symmetrisk, men med en tendens til spidstoppehed. For de dyrskuefremstillede RDM tyre ligger kropsmålene 2 til 9% over resultaterne fra tilsvarende målinger gennemført på RDM tyre opstaldet på danske tyrestationer (Nielsen, 1963). Dette kan skyldes systematiske forskelle i måleteknik, ligesom de dyrskuefremstillede tyre kan have været selekteret efter størrelse og/eller i en bedre foderstand end de ikke udstillede tyre.

2.1.2. Effekt af alder

Alderens indflydelse på tyrenes ydre kropsmål fremgår af aldersgruppegenomsnit og regressionskoefficienter inden for aldersgruppe i tabel 17 samt ved en sammenligning af gennemsnitstallene for kalve og ungtyre i tabel 18. Para-



Figur 5. Kropsmålenes relative udvikling hos RDM kalve, ungtyre og avlstyre.

Figure 5. Relative development of body measurements in RDM calves, young bulls and AI bulls.

metrene i disse to tabeller er anvendt til konstruktion af figur 5 og tabel 21, hvor udviklingen i de enkelte kropsmål er udtrykt som procent af kropsmålene ved 60 måneders alderen.

2.1.3. Effekt af race

Racens indflydelse på kropsmålene hos kalve og ungtyre er analyseret ved anvendelse af model (4) og resultaterne anført i tabel 22. Kropsmålene for henholdsvis RDM og SDM 1. kalvs køer fremgår af tabel 16. Resultaterne for de udvoksede køer (tabel 19) kan ikke anvendes til en direkte racesammenligning, idet de to racer ikke er målt af samme person.

2.1.4. Heritabilitetskoefficienter

De genetiske undersøgelser for kalve og ungtyrematerialet er gennemført med model (5) og heritabilitetskoefficienterne anført i tabel 23. Kropsmålene for udvoksede køer (datasæt C) og RDM avlstyre (datasæt D) er analyseret ved anvendelse af model (1), og resultaterne anført i tabellerne 24 og 25.

2.2. Tilvækstens og slagtekroppens anatomiske sammensætning

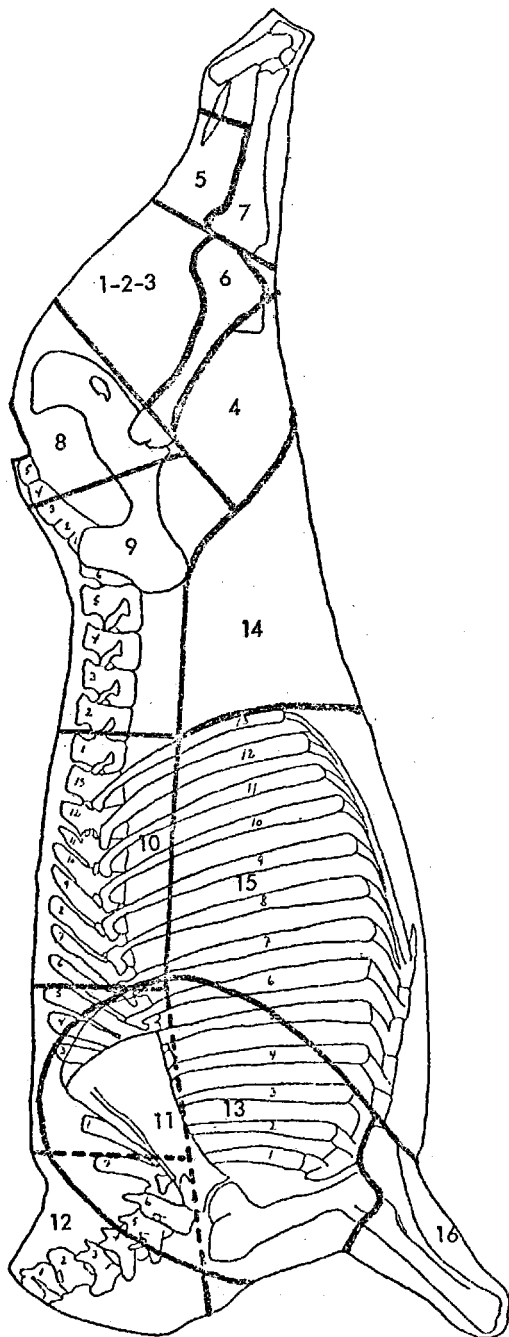
Slakteriernes Forskningsinstitut har gennemført slagte kvalitetsundersøgelser på samtlige kalve og ungtyre fra »Egtved«. Vægten af kold slagtekrop er bestemt efter 21 timers nedkøling ved 6°C. Slagtekroppens højre side er parteret i handelsudskæringerne pistol, mellemskært og bryst (figur 6), hvorefter der er gennemført en dissektion i kød, talg og knogler (proceduren er detaljeret beskrevet af Nielsen et al., 1969). Ud fra de gennemførte slagte kvalitetsundersøgelser er der konstrueret de på side 46 anførte parametre til beskrivelse af tilvækstens sammensætning og slagtekroppens sammensætning og form. For de 15 dage gamle kalve er der forudsat en slagteprocent på 50, en kødprocent på 68, en talgprocent på 8 og en knogleprocent på 24. For skummetmælkskalvene slagtet ved 250 kg er den kolde slagtevægt incl. nyre og nyretalg.

(23) Gns. dgl. nettotilv. (gr) =

$$1000 \times \frac{\text{kold slagtevægt (kg)} - 0,5 \times 15 \text{ dages vægt (kg)}}{\text{antal prøvedage}}$$

(24) Slagteprocent = $100 \times \frac{\text{kold slagtevægt (kg)}}{\text{afslutningsvægt på stationen (kg)}}$

(25) Gns. dgl. tilv. af »slagteaffald« (gr) =
gns. dgl. tilv. (gr) - gns. dgl. nettotilv. (gr)



Figur 6. De anvendte handelsudskæringer ved dissektionen af slagtekroppens højre halvdel.

Figure 6. Dissection of the right side of the carcass.

- (26) Gns. dgl. kødtilv. (gr) =
$$2000 \times \frac{\text{kg kød i siden} - 0,17 \times 15 \text{ dages vægt (kg)}}{\text{antal prøvedage}}$$
- (27) Gns. dgl. talgtilv. (gr) =
$$2000 \times \frac{\text{kg talg i siden} - 0,02 \times 15 \text{ dages vægt (kg)}}{\text{antal prøvedage}}$$
- (28) Gns. dgl. knogletilv. (gr) =
$$2000 \times \frac{\text{kg knogler i siden} - 0,06 \times 15 \text{ dages vægt (kg)}}{\text{antal prøvedage}}$$
- (29) % kød =
$$100 \times \frac{\text{kg kød i siden}}{\text{vægt i kg af kød, talg og knogler}}$$
- (30) % talg =
$$100 \times \frac{\text{kg talg i siden}}{\text{vægt i kg af kød, talg og knogler}}$$
- (31) % knogler =
$$100 \times \frac{\text{kg knogler i siden}}{\text{vægt i kg af kød, talg og knogler}}$$
- (32) % pistolkød =
$$100 \times \frac{\text{kg kød i pistolen}}{\text{vægt i kg af kød, talg og knogler}}$$
- (33) KP/KT =
$$100 \times \frac{\text{kg kød i pistolen}}{\text{kg kød i siden}}$$
- (34) TP/TT =
$$100 \times \frac{\text{kg talg i pistolen}}{\text{kg talg i siden}}$$
- (35) KNP/KNT =
$$100 \times \frac{\text{kg knogler i pistolen}}{\text{kg knogler i siden}}$$
- (36) K/T =
$$\frac{\text{kg kød i siden}}{\text{kg talg i siden}}$$
- (37) K/KN =
$$\frac{\text{kg kød i siden}}{\text{kg knogler i siden}}$$

2.2.1. Niveau, variation og fordelingstype

De fænotypiske karakteristika for parametrene til beskrivelse af tilvækstens sammensætning og slagtekroppens sammensætning og form fremgår af tabellerne 26 og 27.

2.2.2. Effekt af alder

Alderens og/eller vægtens indflydelse på tilvækstens sammensætning og slagtekroppens sammensætning og form kan illustreres ved at sammenligne resultaterne for henholdsvis kalve og ungtyregrupperne i tabellerne 28, 29 og 30. Med undtagelse af den gennemsnitlige daglige tilvækst af slagteaffald er der for alle egenskaber en stærkt signifikant alderseffekt.

2.2.3. Effekt af race

Racens indflydelse er undersøgt ved anvendelse af model (4) og resultaterne anført i tabellerne 28, 29 og 30. Med undtagelse af gennemsnitlig daglig tilvækst af talg og slagteaffald er der for alle øvrige egenskaber påvist en stærkt signifikant raceeffekt. For næsten samtlige slagteaktivitetsegenskaber er der endvidere fundet en race x slagtealder samspilseffekt. Dette skyldes især, at RDM's slagteaktivitet i forhold til SDM og DRK er betydeligt bedre som ungtyre end som skummetmælkskalve.

2.2.4. Heritabilitetskoefficienter

Heritabilitetskoefficienterne er beregnet ud fra model (5) og resultaterne vist i tabellerne 31 og 32.

2.3. *Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter*

Korrelationsberegningerne i nærværende afsnit omfatter kropsmålenes indbyrdes relationer hos kalve og ungtyre (tabel 33), de indbyrdes relationer mellem de forskellige mål for tilvækstens og slagtekroppens sammensætning (tabel 34) og sammenhængen mellem kropsmål og slagteaktivitet hos ungtyre (tabel 35).

3. **Diskussion og konklusion**

De gennemførte litteraturstudier og egne undersøgelser viser samstemmende, at kvægets tilvækst har et differentieret forløb vækstperioden igennem, hvilket manifesteres i aldersbestemte ændringer af såvel kroppens ydre form som dens anatomiske sammensætning.

Kropsmålinger foretaget på skummetmælkskalve, ungtyre og dyrskuefremstillede RDM avlstyre viser, at skulderhøjden er det kropsmål, der er tidligst udviklet. Derefter følger omdrejerbredde, brystdybde, brystomfang og hoftebredde i nævnte rækkefølge. Ved 4 til 5 års alderen er tyrene fuldt udviklede for samtlige kropsmåls vedkommende.

Alderens indflydelse på tilvækstens sammensætning kan illustreres ved følgende oversigt (differencen mellem den totale daglige tilvækst og summen af de fire tilvækstkomponenter udgør svindet ved flækning og dissektion):

Oversigt 6.

	Gns. dgl. tilv. i gram af:				
	levende vægt	slagteaffald	kød	talg	knogler
Kalve (15 dage-250 kg)	1086	498	398	56	108
Ungtyre (15 dage-450 kg)	1140	504	431	93	101

Det ses, at ungtyrenes større gennemsnitlige daglige tilvækst alene skyldes en forøget kødtilvækst og talgtilvækst, medens den gennemsnitlige daglige tilvækst af knogler og »slagteaffald« er ens for de to kategorier. Det giver ungtyrene en stærkt signifikant større nettotilvækst, og det forklarer, hvorfor slagteprocenten øges fra 53,4 hos kalvene til 55,3 hos ungtyrene. Endvidere viser oversigten, at knogletilvæksten har nået maksimum på et forholdsvis tidligt tidspunkt af vækstperioden, medens den gennemsnitlige daglige kødtilvækst øges med ca. 10% og talgtilvæksten næsten fordobles fra kalve til ungtyre-stadiet. Dette er i overensstemmelse med de tidligere omtalte lovmæssigheder for de tre kropsvævs differentierede tilvækst, og det forklarer, hvorfor ungtyrene har en lavere kødprocent, knogleprocent og kød/talg forhold samt højere talgprocent og kød/knogle forhold end skummetmælkskalvene (tabel 29).

Også de tre vævs fordeling i kroppen er aldersbestemt, idet KP/KT forholdet falder med ca. 3 procentenheder, TP/TT forholdet med ca. 2 procentenheder og KNP/KNT forholdet med ca. 1 procentenhed fra kalve til ungtyre stadiet. Altså en bekræftelse på, at udviklingsforløbet med alderen går fra dyrets bagpart frem mod forparten.

Der er konstateret en stor raceeffekt på de ydre kropsmål. Hos kalve, ungtyre og 1. kalvs køer har RDM i forhold til vægten større skulderhøjde, brystdybde og kropslængde, men mindre hoftebredde og omdrejerbredde end SDM (tabellerne 16 og 22). Blandt kalve og ungtyregrupperne har DRK de laveste, korteste og bredeste kroppe (tabel 22).

Følgende oversigt viser tilvækstens intensitet og sammensætning hos RDM, SDM og DRK ungtyre.

De tre racer har samme gennemsnitlige daglige tilvækst af slagteaffald, og de konstaterede raceforskelle i total daglig tilvækst skyldes således udelukkende forskelle i nettotilvækst. Denne forskel i nettotilvækst er alene bestemt af raceforskelle i muskeltilvækst, idet de tre racer er ens med hensyn til talgtil-

Oversigt 7.

	Gns. dgl. tilv. i gram af:				
	slagte- affald	slagte- krop	kød	talg	knogler
RDM ungtyre	504	623	421	92	100
SDM ungtyre	504	650	441	95	103
DRK ungtyre	497	675	470	94	103

vækst og knogletilvækst. De eksisterende raceforskelle i slagteprocent og slagtekroppens sammensætning (tabel 29) er en følge af ovennævnte forhold.

Også vævenes fordeling i kroppen er påvirket af racen, og raceeffekten er størst for muskeltvævet vedkommende. SDM har den relativt største andel af muskulaturen placeret i pistolen. Derefter følger DRK og RDM i nævnte rækkefølge (tabel 30). Forskellen i muskelfordeling bør vurderes i relation til beskrivelsen af de tre racers gennemsnitlige tilvækstkurver, hvor SDM med det højeste FORM indeks synes at være tidligst udviklet, og derfor alt andet lige skulle have den dårligste muskelfordeling. Den af Lindhé og Henningsson (1968) og Mukhoty og Berg (1973) fremsatte hypotese om at eksisterende raceforskelle i muskelfordeling alene skyldes genetiske forskelle i racernes udviklingsforløb kan således ikke verificeres af resultaterne i nærværende afhandling.

Heritabilitetskoefficienterne for de ydre kropsmål, tilvækstens sammensætning og slagtekroppens sammensætning ligger generelt på et højt niveau (tabel-erne 23, 24, 25, 31 og 32). De laveste koefficienter er opnået for de egenskaber, der påvirkes af dyrenes fedningsgrad (brystomfang samt talgtilvækst, talgprocent og kød/talg forhold). Endvidere har skulderhøjden hos de dyrskuefremstillede RDM avlstyre en påfaldende lav h^2 -værdi (tabel 25), hvilket sandsynligvis skyldes vanskeligheder med at bestemme dette mål med tilstrækkelig nøjagtighed på dyrskuepladserne. Heritabilitetskoefficienterne for vævsfordelingen er relativt lave, og specielt synes genotypen ikke at påvirke knoglevævet vægtmæssige fordeling (tabel 32).

Følgende oversigt viser heritabilitetskoefficienterne for tilvækstens sammensætning beregnet separat for kalve og ungtyregrupperne.

Den i tabel 10 viste forskel i h^2 -værdierne for gennemsnitlig daglig tilvækst hos henholdsvis kalve og ungtyre ses at bero på en forskel i heritabilitetskoeffi-

Oversigt 8.

	h^2 for gns. dgl. tilvækst af:				
	slagte- affald	slagte- krop	kød	talg	knogler
Kalve	0,60	0,55	0,68	0,47	0,55
Ungtyre	0,60	0,29	0,35	0,47	0,62

cienterne for nettotilvækst, der igen alene skyldes en forskel i h^2 for kødtilvækst. Da kødtilvæksten sammen med knogletilvæksten må anses for at være de mindst miljøfølsomme af tilvækstkomponenterne, understøtter dette den på side 30 fremførte formodning om, at de fundne kategoriforskelle i heritabilitets-koefficienterne for gennemsnitlig daglig tilvækst alene beror på tilfældigheder.

Kropsmålingerne gennemført på kalve og ungtyre (tabel 33) viste, at stor skulderhøjde gav relativt lange og smalle dyr. Et stort muskelareal modsvares af en relativt lille skulderhøjde, kroplængde, brystdybde og brystomfang og en lidt større omdrejerbredde.

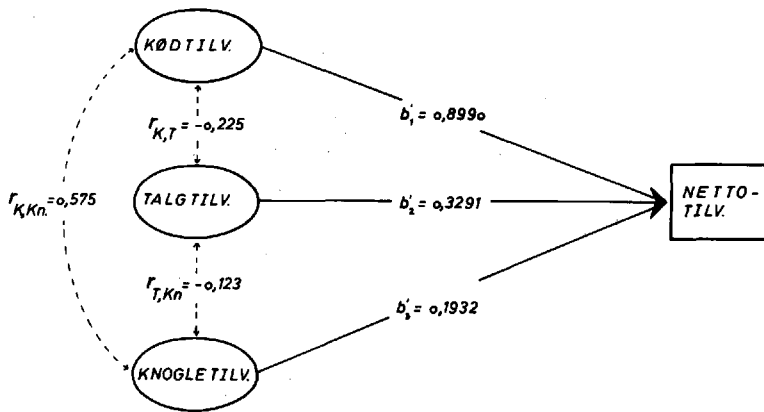
Af tabel 34 fremgår det, at den gennemsnitlige daglige kødtilvækst og knogletilvækst er positivt korrelerede, samt at de begge er ukorrelerede til talgtilvæksten. Slagteprocenten er positivt korreleret til kødtilvæksten, men ukorreleret til både knogletilvæksten og talgtilvæksten.

Slagteprocent og talgprocent er svagt negativt korrelerede, hvilket er i direkte modstrid med flere udenlandske undersøgelser, som har vist, at de fedeste dyr giver den højeste slagteprocent (bl.a. Mason, 1951 og Preston and Willis, 1970). Uoverensstemmelsen kan forklares med, at de fleste udenlandske undersøgelser har været baseret på dyr med en meget højere gennemsnitlig slagtevægt, hvor køddannelsesfasen stort set har været afsluttet, og variationen i fedningsgrad betydelig større end for det i denne afhandling anvendte materiale. Endvidere har slagtevægten i det udenlandske materiale været ret varierende, og da stigende vægt giver såvel øget slagteprocent som øget talgprocent vil disse to egenskaber i et vægtmæssigt heterogent materiale være autokorrelerede.

Procent pistolkød er stærkt korreleret til procent kød, procent talg og procent knogler samt til KP/KT, kød/talg og kød/knogleforholdene. Disse egenskaber påvirkes alle i ønsket retning ved stigende pistolkødprocent. De tre parametre KP/KT, TP/TT og KNP/KNT er indbyrdes meget svagt korrelerede og ukorrelerede til såvel kroppens anatomiske sammensætning som til den daglige tilvækst af kød, talg og knogler.

Ved anvendelse af en standard partiel regressionsanalyse er det på ungtyrematerialet undersøgt, i hvilken udstrækning den gennemsnitlige daglige nettotilvækst er bestemt af tilvæksten i henholdsvis muskeltvæv, fedtvæv og knoglevæv. Resultaterne er anført i path-diagrammet i figur 7. Heraf kan det udledes, at kødtilvæksten med de to øvrige faktorer holdt konstant beskriver ca. 80% af variationen i nettotilvækst. Tilsvarende beskriver talgtilvæksten ca. 10% og knogletilvæksten ca. 4%. De resterende 6% af variationen i nettotilvækst kan ikke direkte tilskrives én af de tre uafhængige variable, men skyldes en kombineret effekt af disse.

Kropsmålenes relationer til slagte kvaliteten er ligeledes beregnet på ungtyrematerialet (tabel 35). Resultaterne viser, at de ydre kropsmål generelt giver en dårlig beskrivelse af slagte kvaliteten, men med en tendens til, at stor skulderhøjde og brystdybde giver en høj knogleprocent og et lavt kød/knogle



$$R^2 = \frac{K}{0,808} + \frac{T}{0,108} + \frac{Kn}{0,037} - \frac{K \times T}{0,134} - \frac{T \times Kn}{0,06} + \frac{K \times Kn}{0,20} = \underline{1,003}$$

Figur 7. Path-diagram over nettotilvækstens afhængighed af kødtilvækst, talgtilvækst og knogletilvækst (ungtyre fra datasæt A).

Figure 7. Path diagram showing the effect of lean-, fat- and bone gain on carcass gain (young bulls from datagroup A).

forhold. Endvidere er omdrejerbredden svagt positivt korreleret til slagteprocenten, ligesom et relativt stort brystomfang tyder på en høj talgprocent. Endelig giver tværnsnitarealet af den lange rygmuskel en ret god beskrivelse af slagteprocenten samt af kroppens kødfylde udtrykt ved % kød, % pistolkød og kød/knogle forholdet.

Ud fra resultaterne i nærværende afsnit kan det konkluderes, at den eksisterende variation i postnatal kropsudvikling i vid udstrækning er arveligt betinget, idet der er konstateret såvel stærkt signifikante raceforskelle som relativt høje heritabilitetskoefficienter inden for racerne. Det vil således være muligt at gennemføre en avlsmæssig forbedring af de aktuelle kvægracers slagte kvalitet. Procent pistolkød er et slagte kvalitetsmål, der påvirkes af kødfylden (% kød og kød/knogle forholdet), fedningsgraden (% talg og kød/talg forholdet) og kødfordelingen (KP/KT forholdet). Disse egenskaber vil alle ændres i ønsket retning, hvis procent pistolkød anvendes som selektionskriterium ved afkomsprøver for kødproduktion. Blandt de undersøgte kropsmål giver tværnsnitarealet af den lange rygmuskel en forholdsvis god beskrivelse af den genetisk betingede variation i slagteprocent, kødfylde og kødfordeling. Ved at selekttere individafprøvede tyre på grundlag af en ultralydmåling af ryg- og lændemusklaturen vil det derfor være muligt at frembringe en avlsmæssig forbedring af disse slagte kvalitets egenskaber.

**Tabel 16. Alderens indflydelse på vægt og kropsmål hos 1. kalvs RDM og SDM køer
(Holdgennemsnit fra afkomsprøverne for mælk – datasæt B)**

*Table 16. Effect of age on weight and body measurements at RDM and SDM heifers
(Siregroup averages from Danish milk progeny test stations – datagroup B)*

		Vægt, kg Weight, kg	Skulder- højde, cm Height at withers, cm	Bryst- dybde, cm Dept of chest, cm	Bryst- omfang, cm Heart girth, cm	Hofte- bredde, cm Width of hips, cm	Omdrejer- bredde, cm Width of thurls, cm
RDM	Gns.						
(n = 186)	Av.	541	129,9	70,8	189,7	53,8	50,2
Gns. alder = 1057 dage	$b_{x/y}$	0,117	0,006	0,006	0,019	0,012	0,009
Av. age = 1057 days	r_{xy}	0,25***	0,14*	0,23***	0,29***	0,43***	0,38***
SDM	Gns.						
(n = 44)	Av.	558	129,6	72,8	195,5	55,8	52,4
Gns. alder = 1059 dage	$b_{x/y}$	0,198	0,006	0,010	0,037	0,014	0,010
Av. age = 1059 days	r_{xy}	0,35**	0,15	0,41**	0,43**	0,38**	0,35**

Tabel 17. Alderens indflydelse på kropsmålene hos RDM avlstyre (datasæt D)

Table 17. Effect of age on body measurements (Red Danish A.I. bulls from datagroup D)

		Aldersgruppe Age group							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Antal		180	203	235	211	168	130	80	78
Numbers									
Alder i måneder		15,8	21,2	27,9	33,2	40,0	45,2	52,1	59,8
Age in mths									
	Gns. Av.	131,3	136,9	142,6	145,7	147,9	148,9	148,9	150,3
Skulderhøjde, cm	$b_{x/y}$	1,114	1,102	0,538	0,578	0,119	0,583	-0,389	0,104
Height at withers, cm	r_{xy}	0,64	0,58	0,24	0,28	0,06	0,32	-0,19	0,23
	Gns. Av.	71,1	75,8	80,2	82,3	84,1	85,1	85,6	86,0
Brystdybde, cm	$b_{x/y}$	1,026	0,730	0,364	0,312	0,182	0,287	-0,231	-0,008
Depth of chest, cm	r_{xy}	0,74	0,55	0,28	0,25	0,16	0,28	-0,19	-0,03
	Gns. Av.	194,0	210,1	224,1	231,2	237,9	241,0	243,5	244,4
Brystomfang, cm	$b_{x/y}$	3,658	2,536	1,228	1,312	0,510	0,836	-0,413	0,028
Heart girth, cm	r_{xy}	0,77	0,59	0,32	0,33	0,14	0,25	-0,11	0,03
	Gns. Av.	51,4	56,6	61,4	63,5	65,9	66,4	67,4	67,3
Hoftebredde, cm	$b_{x/y}$	1,061	0,951	0,399	0,476	0,226	0,199	-0,135	-0,009
Width of hips, cm	r_{xy}	0,73	0,60	0,28	0,34	0,18	0,17	-0,12	-0,03
	Gns. Av.	51,9	55,4	58,7	60,1	61,7	62,1	62,8	62,9
Omdrejerbredde, cm ..	$b_{x/y}$	0,770	0,661	0,252	0,351	0,188	0,140	-0,103	0,000
Width of thurls, cm	r_{xy}	0,70	0,57	0,26	0,35	0,22	0,18	-0,14	0,00

Table 18. Niveau, variation og fordelingstype for kropsmål hos kalve og ungtyre fra datasæt A
Table 18. Average, coefficient of variation and test of »normality« for body measurements (Calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab		Antal	Gens.	Variations- koeff.	Max.	Min.	Skævheds- koeff.	Kurtosis- koeff.
Trait		Numbers	Av.	Coeff. of variation	Max.	Min.	Coeff. of skewness	Coeff. of curtosis
Skulderhøjde, cm	K	1318	107,7	2,4	117	97	-0,17	3,84
Height at withers, cm	U	1008	122,2	2,4	135	113	0,08	3,62
Brystdybde, cm	K	1318	52,0	2,3	59	48	0,04	4,08
Depth of chest, cm	U	1008	62,8	2,3	69	58	0,02	3,25
Omdrejerbredde, cm	K	1318	39,5	2,8	43	32	0,15	4,13
Width of thurls, cm	U	1008	48,5	2,6	52	41	-0,01	3,85
Brystomfang, cm	K	1318	142,1	1,4	149	135	-0,08	3,00
Heart girth, cm	U	1008	177,8	1,3	186	170	-0,11	3,19
Kroplængde, cm	K	1318	101,7	2,3	110	94	-0,07	2,95
Body length, cm	U	1008	122,4	2,4	132	114	-0,08	2,69
Muskelareal, cm ²	K	1283	47,2	9,6	68	35	0,50	3,48
Area of M.long.dorsi, cm ²	U	970	64,3	9,8	86	48	0,26	2,90

Table 19. Niveau, variation og fordelingstype for kropsmål hos udvoksede RDM og SDM køer (datasæt C)

Table 19. Average, coefficient of variation and test of »normality« for body measurements of mature RDM and SDM cows (datagroup C)

Egenskab		Antal	Gens.	Variations- koefficient	Max.	Min.	Skævheds- koeff.	Kurtosis- koeff.
Trait		Numbers	Av.	Coeff. of variation	Max.	Min.	Coeff. of skewness	Coeff. of curtosis
Skulderhøjde, cm	RDM	936	131,6	2,8	145	121	0,29	3,35
Height at withers, cm	SDM	743	131,2	2,9	143	120	0,14	2,73
Brystdybde, cm	RDM	936	71,6	3,4	80	61	0,00	3,59
Depth at chest, cm	SDM	742	71,9	3,6	80	61	0,09	3,16
Brystomfang, cm	RDM	936	198,4	4,5	232	178	0,36	3,01
Heart girth, cm	SDM	741	200,5	4,2	231	180	0,23	2,94
Hoftebredde, cm	RDM	936	55,5	4,9	68	48	0,37	3,40
Width of hips, cm	SDM	743	57,7	4,5	67	51	0,25	3,09

Tabel 20. Niveau, variation og fordelingstype for kropsmål hos RDM avlstyre (datasæt D)
Table 20. Average, coefficient of variation and test of »normality« for body measurements of Red Danish A.I. bulls (datagroup D)

Egenskab		Gens.	Variations-	Max.	Min.	Skævheds-	Kurtosis-
Trait		Av.	Coeff. of	Max.	Min.	Coeff. of	Coeff. of
			variation			skewness	curtosis
Gruppe I:	Skulderhøjde, cm	131,3	2,4	141	122	-0,11	2,78
(gns. 15,8 mdr.)	<i>Height at withers, cm</i>						
(av. 15.8 mths)	Brystdybde, cm	71,1	3,5	77	63	-0,42	2,87
n = 180	<i>Depth at chest, cm</i>						
	Brystomfang, cm	194,0	4,5	212	168	-0,51	2,93
	<i>Heart girth, cm</i>						
	Hoftebredde, cm	51,4	5,2	58	43	-0,33	3,30
	<i>Width of hips, cm</i>						
	Omdrejerbredde, cm	51,9	3,8	56	45	-0,65	3,73
	<i>Width of thurls, cm</i>						
Gruppe II:	Skulderhøjde, cm	136,9	2,2	147	129	0,46	4,09
(gns. 21,2 mdr.)	<i>Height at withers, cm</i>						
(av. 21.2 mths)	Brystdybde, cm	75,8	2,8	82	71	0,30	3,11
n = 203	<i>Depth at chest, cm</i>						
	Brystomfang, cm	210,1	3,2	227	192	-0,12	3,04
	<i>Heart girth, cm</i>						
	Hoftebredde, cm	56,6	4,3	63	51	0,11	2,51
	<i>Width of hips, cm</i>						
	Omdrejerbredde, cm	55,4	3,3	60	51	0,17	2,47
	<i>Width of thurls, cm</i>						
Gruppe III:	Skulderhøjde, cm	142,6	2,5	153	134	-0,01	2,36
(gns. 27,9 mdr.)	<i>Height at withers, cm</i>						
(av. 27.9 mths)	Brystdybde, cm	80,2	2,5	86	76	0,06	2,61
n = 235	<i>Depth at chest, cm</i>						
	Brystomfang, cm	224,1	2,7	244	208	0,42	3,42
	<i>Heart girth, cm</i>						
	Hoftebredde, cm	61,4	3,5	67	56	0,18	2,62
	<i>Width of hips, cm</i>						
	Omdrejerbredde, cm	58,7	2,5	62	54	-0,19	2,90
	<i>Width of thurls, cm</i>						
Gruppe IV:	Skulderhøjde, cm	145,7	2,2	155	137	-0,06	3,22
(gns. 33,2 mdr.)	<i>Height at withers, cm</i>						
(av. 33.2 mths)	Brystdybde, cm	82,3	2,3	88	78	0,09	2,93
n = 211	<i>Depth at chest, cm</i>						
	Brystomfang, cm	231,2	2,7	249	214	0,18	3,05
	<i>Heart girth, cm</i>						
	Hoftebredde, cm	63,5	3,5	70	58	0,06	2,83
	<i>Width of hips, cm</i>						
	Omdrejerbredde, cm	60,1	2,6	64	57	-0,07	2,48
	<i>Width of thurls, cm</i>						

Tabel 20. fortsat
Table 20. continued

Egenskab		Gens.	Variations- koefficient	Max.	Min.	Skævheds- koeff.	Kurtosis- koeff.
Traits		Av.	Coeff. of variation	Max.	Min.	Coeff. of skewness	Coeff. of curtosis
Gruppe V: (gns. 40,0 mdr.) (av. 40.0 mths) n = 168	Skulderhøjde, cm	147,9	2,2	159	140	-0,06	3,12
	<i>Height at withers, cm</i>						
	Brystdybde, cm	84,1	2,2	89	80	0,06	2,75
	<i>Depth at chest, cm</i>						
	Brystomfang, cm	237,9	2,5	257	225	0,19	2,86
	<i>Heart girth, cm</i>						
	Hoftebredde, cm	65,9	3,0	71	61	0,04	2,46
	<i>Width of hips, cm</i>						
	Omdrejerbredde, cm	61,7	2,2	64	58	-0,50	2,63
	<i>Width of thurls, cm</i>						
Gruppe VI: (gns. 45,2 mdr.) (av. 45.2 mths) n = 130	Skulderhøjde, cm	148,9	2,0	158	141	-0,03	3,54
	<i>Height at withers, cm</i>						
	Brystdybde, cm	85,1	2,0	90	81	0,20	3,36
	<i>Depth at chest, cm</i>						
	Brystomfang, cm	241,0	2,3	256	227	0,08	3,53
	<i>Heart girth, cm</i>						
	Hoftebredde, cm	66,4	2,9	73	62	0,08	3,65
	<i>Width of hips, cm</i>						
	Omdrejerbredde, cm	62,1	2,0	66	59	-0,11	3,48
	<i>Width of thurls, cm</i>						
Gruppe VII: (gns. 52,1 mdr.) (av. 52.1 mths) n = 80	Skulderhøjde, cm	149,9	2,3	160	142	0,15	3,25
	<i>Height at withers, cm</i>						
	Brystdybde, cm	85,6	2,5	91	82	0,39	2,43
	<i>Depth at chest, cm</i>						
	Brystomfang, cm	243,5	2,6	262	226	0,33	3,50
	<i>Heart girth, cm</i>						
	Hoftebredde, cm	67,4	2,9	72	63	0,00	2,45
	<i>Width of hips, cm</i>						
	Omdrejerbredde, cm	62,8	2,0	66	60	-0,01	3,09
	<i>Width of thurls, cm</i>						
Gruppe VIII: (gns. 59,8 mdr.) (av. 59.8 mths) n = 78	Skulderhøjde, cm	150,3	2,2	161	144	0,88	3,92
	<i>Height at withers, cm</i>						
	Brystdybde, cm	86,0	2,4	93	82	0,93	4,00
	<i>Depth at chest, cm</i>						
	Brystomfang, cm	244,4	2,6	262	233	0,45	2,82
	<i>Heart girth, cm</i>						
	Hoftebredde, cm	67,3	2,9	74	64	0,50	3,09
	<i>Width of hips, cm</i>						
	Omdrejerbredde, cm	62,9	2,1	66	60	0,12	2,81
	<i>Width of thurls, cm</i>						

Tabel 21. Kroppsmålenes relative udvikling hos RDM kalve, ungtyre og avlstyre (datasæt A og D)

Table 21. Relative development of body measurements in RDM calves, young bulls and A.I. bulls (datagroup A and D)

Egenskab Trait	Alder i måneder <i>Age in mths</i>									
	7	12	16	21	28	33	40	45	52	60
Skulderhøjde	72	81	87	91	95	97	98	99	100	100
<i>Height at withers</i>										
Brystdybde	60	73	83	88	93	96	98	99	100	100
<i>Depth of chest</i>										
Brystomfang	58	73	79	86	92	95	97	99	100	100
<i>Heart girth</i>										
Hoftebredde	(52)	(69)	76	84	91	94	98	98	100	100
<i>Width of hips</i>										
Omdrejebredde	63	77	83	88	93	96	98	99	100	100
<i>Width of thurls</i>										

Tabel 22. Racens og alderens/vægtens indflydelse på kroppsmålene hos kalve og ungtyre fra datasæt A

Table 22. Effect of breed and weight on body measurements. (Calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab Trait		Mindste kvadraters gennemsnit <i>Least squares means</i>				F-værdi for raceeffekt <i>F-value for effect of breed</i>
		RDM	SDM	DRK	Total	
Skulderhøjde, cm	K	108,3	107,3	104,1	106,6	162,0***
<i>Height at withers, cm</i>	U	122,8	122,0	118,6	121,1	
Brystdybde, cm	K	52,2	51,8	50,5	51,5	86,7***
<i>Depth of chest, cm</i>	U	63,0	62,8	61,6	62,4	
Omdrejebredde, cm	K	38,8	40,3	40,1	39,8	907,7***
<i>Width of thurls, cm</i>	U	47,8	49,4	49,5	48,9	
Brystomfang, cm	K	141,9	142,5	142,0	142,1	67,0***
<i>Heart girth, cm</i>	U	177,2	178,7	178,4	178,1	
Kroplængde, cm	K	103,0	100,1	99,4	100,8	746,9***
<i>Body length, cm</i>	U	124,0	120,3	119,8	121,4	
Muskelareal, cm ²	K	46,7	47,3	47,6	47,2	4,04*
<i>Area of M.long.dorsi, cm²</i>	U	64,3	63,8	66,2	64,8	

Tabel 23. Heritabilitetskoefficienter for kropsmål hos kalve og ungtyre fra datasæt A
Table 23. Coefficients of heritabilities for body measurements (Calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab <i>Trait</i>	Heritabilitetskoeff. <i>Coeff. of heritabilities</i>	Middelfejl <i>Stand. error</i>
Skulderhøjde <i>Height at withers</i>	0,45	0,08
Brystdybde <i>Depth of chest</i>	0,40	0,07
Omdrejerbredde <i>Width of thurls</i>	0,32	0,06
Brystomfang <i>Heart girth</i>	0,16	0,05
Kroplængde <i>Body length</i>	0,46	0,08
Muskelareal <i>Area of M.long.dorsi</i>	0,58	0,09

Tabel 24. Heritabilitetskoefficienter for kropsmål hos udvoksede RDM og SDM køer (datasæt C)

Table 24. Coefficients of heritabilities for body measurements of mature RDM and SDM cows (datagroup C)

Egenskab <i>Trait</i>	RDM		SDM	
	h^2 <i>h²</i>	Middelfejl <i>Stand. error</i>	h^2 <i>h²</i>	Middelfejl <i>Stand. error</i>
Skulderhøjde <i>Height at withers</i>	0,88	0,19	0,58	0,17
Brystdybde <i>Depth of chest</i>	0,62	0,16	0,54	0,16
Brystomfang <i>Heart girth</i>	0,59	0,15	0,69	0,19
Hoftebredde <i>Width of hips</i>	0,55	0,15	0,44	0,14

Tabel 26. Niveau, variation og fordelingstype for slagte kvalitetsmål og daglig tilvækst af slagtekrop, slagteaffald, kød, talg og knogler (Kalve fra datasæt A)

Table 26. Average, coefficient of variation and test of »normality« for carcass measurements and daily gain of different body components (Calves from datagroup A)

Egenskab	Gens.	Variations- koeff.	Max.	Min.	Skævheds- koeff.	Kurtosis- koeff.
Trait	Av.	Coeff. of variation	Max.	Min.	Coeff. of skewness	Coeff. of curtosis
Gns. dgl. nettotilv., gr	588	7,0	728	414	-0,11	3,20
<i>Daily carcass gain, gr.</i>						
Gns. dgl. tilv. af affald, gr.	498	6,8	604	378	-0,04	3,09
<i>Daily gain of offal, gr.</i>						
Gns. dgl. tilv. af kød, gr.	398	8,9	535	291	0,19	3,18
<i>Daily gain of lean, gr.</i>						
Gns. dgl. tilv. af talg, gr.	56	17,4	87	27	0,09	3,01
<i>Daily gain of fat, gr.</i>						
Gns. dgl. tilv. af knogler, gr.	108	8,2	143	80	0,40	3,45
<i>Daily gain of bone, gr.</i>						
Slagteprocent	53,4	2,9	59,8	47,5	0,14	3,50
<i>Dressing percentage</i>						
% kød	70,1	2,5	76,7	64,7	0,04	3,10
<i>% lean</i>						
% talg	10,0	15,4	15,3	5,8	0,22	2,96
<i>% fat</i>						
% knogler	19,9	5,0	23,3	16,8	0,12	3,06
<i>% bone</i>						
% pistolkød	33,8	3,9	39,0	29,8	0,15	2,98
<i>% pistollean</i>						
KP/KT	48,3	2,4	52,0	42,2	-0,02	3,36
TP/TT	41,3	8,4	52,8	28,9	-0,03	3,27
KNP/KNT	48,0	3,3	54,3	41,9	0,12	3,19
K/T	7,2	18,1	12,5	4,3	0,70	3,69
K/KN	3,5	6,7	4,6	2,9	0,35	3,28

Tabel 27. Niveau, variation og fordelingstype for slagte kvalitetsmål og daglig tilvækst af slagtekrop, slagteaffald, kød, talg og knogler (Ungtyre fra datasæt A)

Table 27. Average, coefficient of variation and test of »normality« for carcass measurements and daily gain of different body components (Young bulls from datagroup A)

Egenskab	Gens.	Variations- koeff.	Max.	Min.	Skævheds- koeff.	Kurtosis- koeff.
Trait	Av.	Coeff. of variation	Max.	Min.	Coeff. of skewness	Coeff. of curtosis
Gns. dgl. nettotilv., gr	636	6,4	764	485	0,12	3,31
<i>Daily carcass gain, gr.</i>						
Gns. dgl. tilv. af affald, gr.	504	8,3	669	373	0,14	2,87
<i>Daily gain of offal, gr.</i>						
Gns. dgl. tilv. af kød, gr.	431	8,3	557	316	0,36	3,37
<i>Daily gain of lean, gr.</i>						
Gns. dgl. tilv. af talg, gr.	93	14,1	139	45	0,06	3,14
<i>Daily gain of fat, gr</i>						
Gns. dgl. tilv. af knogler, gr.	101	8,3	131	72	0,25	3,18
<i>Daily gain of bone, gr.</i>						
Slagteprocent	55,3	2,9	60,5	49,8	0,02	3,05
<i>Dressing percentage</i>						
% kød	68,7	2,9	75,5	63,1	0,11	3,16
<i>% lean</i>						
% talg	14,5	14,0	20,9	8,3	0,10	2,99
<i>% fat</i>						
% knogler	16,9	5,4	20,4	14,1	0,15	3,04
<i>% bone</i>						
% pistolkød	31,2	4,0	35,8	27,7	0,22	3,22
<i>% pistollean</i>						
KP/KT	45,5	2,5	49,4	41,9	-0,04	2,94
TP/TT	39,5	6,8	48,8	30,3	0,02	3,12
KNP/KNT	46,8	2,7	50,7	42,3	-0,27	3,27
K/T	4,9	17,5	8,9	3,0	0,87	4,49
K/KN	4,1	6,7	5,3	3,3	0,35	3,20

Tabel 28. Racens og alderens indflydelse på daglig tilvækst af slagtekrop, slagteaffald, kød, talg og knogler (Kalve og ungtyre fra datasæt A)

Table 28. Effect of breed and age on daily gain of carcass, offal, lean, fat and bone (Calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab Trait	Mindste kvadraters gennemsnit Least squares means				F-værdi for raceeffekt F-value for effect of breed
	RDM	SDM	DRK	Total	
Gns. dgl. nettotilv., gr.	K 573	607	618	599	234,7***
<i>Daily carcass gain, gr.</i>	U 623	650	675	649	
Gns. dgl. tilv. af »affald«, gr.	K 496	501	495	497	1,9
<i>Daily gain of »offal«, gr</i>	U 504	504	497	502	
Gns. dgl. tilv. af kød, gr.	K 384	416	431	410	258,5***
<i>Daily gain of lean, gr.</i>	U 421	441	470	444	
Gns. dgl. tilv. af talg, gr.	K 58	54	53	55	0,6
<i>Daily gain of fat, gr</i>	U 92	95	94	94	
Gns. dgl. tilv. af knogler, gr.	K 105	111	107	108	85,4***
<i>Daily gain of bone, gr.</i>	U 100	103	103	102	

Tabel 29. Racens og alderens indflydelse på slagteprocenten og slagtekroppens sammensætning (Kalve og ungtyre fra datasæt A)

Table 29. Effect of breed and age on dressing percentage and carcass composition (Calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab Trait	Mindste kvadraters gennemsnit Least squares means				F-værdi for raceeffekt F-value for effect of breed
	RDM	SDM	DRK	Total	
Slagteprocent <i>Dressing percentage</i>	K 53,0	53,9	54,5	53,8	165,2***
	U 54,8	55,7	56,9	55,8	
% kød <i>% lean</i>	K 69,5	70,7	71,7	70,6	89,3***
	U 68,5	68,8	70,0	69,1	
% talg <i>% fat</i>	K 10,4	9,5	9,2	9,7	46,4***
	U 14,6	14,4	13,8	14,3	
% knogler <i>% bone</i>	K 20,0	19,9	19,1	19,7	43,7***
	U 16,9	16,8	16,2	16,6	
K/T	K 6,8	7,7	8,0	7,5	74,9***
	U 4,8	4,9	5,2	5,0	
K/KN	K 3,5	3,6	3,8	3,6	82,8***
	U 4,1	4,1	4,3	4,2	

Tabel 30. Racens og alderens indflydelse på slagtekroppens form (Kalve og ungtyre fra datasæt A)

Table 30. Effect of breed and age on carcass conformation (Calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab Trait	Mindste kvadraters gennemsnit Least squares means				F-værdi for raceeffekt F-value for effect of breed
	RDM	SDM	DRK	Total	
% pistolkød <i>% pistollean</i>	K 33,2	34,7	34,9	34,2	355,6***
	U 30,8	31,8	32,0	31,5	
KP/KT	K 47,8	49,0	48,7	48,5	429,7***
	U 45,0	46,2	45,7	45,7	
TP/TT	K 40,9	41,9	41,0	41,3	20,9***
	U 39,2	39,9	40,3	39,8	
KNP/KNT	K 47,7	48,3	47,9	48,0	25,8***
	U 46,7	47,0	46,8	46,8	

Tabel 31. Heritabilitetskoefficienter for gennemsnitlig daglig tilvækst af slagtekrop, slagteaffald, kød, talg og knogler (Kalve og ungtyre fra datasæt A)

Table 31. Coefficient of heritabilities for daily gain of carcass, offal, lean, fat and bone (Calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab <i>Trait</i>	Heritabilitetskoeff. <i>Coeff. of heritabilities</i>	Middelfejl <i>Stand. error</i>
Gns. dgl. nettotilv., gr.	0,45	0,08
<i>Daily carcass gain, gr.</i>		
Gns. dgl. tilv. af »affald«, gr.	0,49	0,08
<i>Daily gain of »offal«, gr</i>		
Gns. dgl. tilv. af kød, gr.	0,54	0,08
<i>Daily gain of lean, gr.</i>		
Gns. dgl. tilv. af talg, gr.	0,34	0,07
<i>Daily gain of fat, gr.</i>		
Gns. dgl. tilv. af knogler, gr.	0,53	0,08
<i>Daily gain of bone, gr.</i>		

Tabel 32. Heritabilitetskoefficienter for slagteprocenten, slagtekroppens sammensætning og slagtekroppens form (Kalve og ungtyre fra datasæt A)

Table 32. Coefficient of heritabilities for dressing percentage, carcass composition and carcass conformation (Calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab <i>Trait</i>	Heritabilitetskoeff. <i>Coeff. of heritabilities</i>	Middelfejl <i>Stand. error</i>
Slagteprocent	0,58	0,09
<i>Dressing percentage</i>		
% kød	0,52	0,08
<i>% lean</i>		
% talg	0,44	0,07
<i>% fat</i>		
% knogler	0,48	0,08
<i>% bone</i>		
K/T	0,50	0,08
K/KN	0,52	0,08
% pistolkød	0,54	0,08
<i>% pistollean</i>		
KP/KT	0,29	0,06
TP/TT	0,16	0,05
KNP/KNT	0,08	0,04

Tabel 33. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter mellem kropsmål (Kalve og ungtyre fra datasæt A)
Table 33. Genetic and phenotypic correlations between body measurements (Calves and young bulls from datagroup A)

	Egenskab Trait					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. Skulderhøjde <i>Height at withers</i>		0,38***	-0,04	0,14***	0,18***	-0,16***
2. Brystdybde <i>Depth of chest</i>	0,69±0,08		-0,06	0,44***	0,14***	-0,18***
3. Omdrejerbredde <i>Width of thurls</i>	-0,13±0,14	-0,09±0,15		0,06	-0,13***	0,23***
4. Brystomfang <i>Heart girth</i>	0,49±0,15	0,92±0,09	-0,13±0,18		-0,12***	0,03
5. Kroplængde <i>Body length</i>	-0,10±0,13	-0,05±0,14	-0,25±0,14	-0,24±0,17		-0,15***
6. Muskelareal <i>Area of M.long.dorsi</i>	-0,46±0,12	-0,50±0,12	0,35±0,12	-0,36±0,16	-0,14—0,13	

r P over diagonalen og r A under diagonalen *r P above diagonal and r A below diagonal.*

Tabel 34. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter mellem tilvækstens sammensætning, slagteprocenten og slagtekroppens sammensætning og form (Kalve + ungtyre fra datasæt A)

Table 34. Genetic and phenotypic correlations between composition of gain, dressing percentage and carcass composition and conformation (Calves + young bulls from datagroup A)

Egenskab Trait	Egenskab Trait					
	1	2	3	4	5	6
1. Gns. dgl. nettotilv. <i>Av. daily carcass gain</i>		0,47***	0,93***	0,09**	0,62***	0,36***
2. Gns. dgl. tilv. af affald <i>Av. daily gain of offal</i>	0,34±0,11		0,35***	0,08*	0,53***	-0,65***
3. Gns. dgl. tilv. af kød <i>Av. daily gain of lean</i>	0,96±0,01	0,15±0,12		-0,21***	0,50***	0,42***
4. Gns. dgl. tilv. af talg <i>Av. daily gain of fat</i>	-0,31±0,13	-0,03±0,14	-0,56±0,12		-0,10***	0,00
5. Gns. dgl. tilv. af knogler ... <i>Av. daily gain of bone</i>	0,69±0,07	0,57±0,09	0,51±0,09	-0,23±0,13		-0,03
6. Slagteprocent <i>Dressing percentage</i>	0,43±0,11	-0,71±0,12	0,55±0,09	-0,17±0,13	-0,04±0,12	
7. % kød <i>% lean</i>	0,56±0,09	-0,16±0,13	0,80±0,05	-0,80±0,14	0,02±0,13	0,55±0,09
8. % talg <i>% fat</i>	-0,64±0,12	-0,12±0,13	-0,81±0,11	0,94±0,02	-0,45±0,12	-0,32±0,12
9. % knogler <i>% bone</i>	-0,01±0,13	0,53±0,10	-0,21±0,13	-0,01±0,14	0,71±0,07	-0,53±0,12
10. % pistolkød <i>% pistollean</i>	0,66±0,08	-0,03±0,13	0,83±0,05	-0,70±0,13	0,15±0,12	0,50±0,10
11. KP/KT	0,58±0,12	0,20±0,14	0,56±0,11	-0,25±0,15	0,31±0,13	0,22±0,14
12. TP/TT	0,27±0,17	0,39±0,16	0,23±0,16	-0,15±0,18	0,44±0,15	-0,18±0,16
13. KNP/KNT	-0,04±0,22	0,03±0,22	-0,08±0,21	0,07±0,23	0,01±0,22	-0,06±0,21
14. K/T	0,58±0,10	0,06±0,13	0,80±0,06	-1,01±0,14	0,30±0,12	0,34±0,11
15. K/KN	0,25±0,12	-0,41±0,12	0,49±0,10	-0,33±0,13	-0,50±0,12	0,58±0,09

r P over diagonalen og r A under diagonalen *r P above diagonal and r A below diagonal.*

	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	0,38***	-0,30***	-0,20***	0,35***	0,12***	0,05	0,05	0,28***	0,29***
2.	-0,03	-0,11***	0,25***	0,02	0,06	0,04	0,04	0,06	-0,21***
3.	0,67***	-0,56***	-0,28***	0,57***	0,12***	0,07*	0,04	0,54***	0,48***
4.	-0,73***	0,92***	-0,24***	-0,56***	-0,04	-0,10***	0,01	-0,85***	-0,10***
5.	-0,02	-0,34***	0,63***	0,04	0,09**	0,03	-0,01	0,25***	-0,50***
6.	0,35***	-0,13***	-0,42***	0,27***	0,02	0,01	0,01	0,17***	0,48***
7.		-0,84***	-0,38***	0,77***	0,05	0,11***	0,05	0,81***	0,68***
8.	-0,86±0,13		-0,18***	-0,66***	-0,06	-0,11***	-0,02	-0,91***	-0,19***
9.	-0,51±0,12	0,00±0,13		-0,28***	0,01	0,00	-0,06	0,07*	-0,92***
10.	0,91±0,03	-0,81±0,12	-0,48±0,12		0,68***	0,02	0,18***	0,65***	0,51***
11.	0,40±0,13	-0,40±0,14	-0,10±0,12	0,74±0,07		-0,09**	0,23***	0,07*	0,00
12.	0,04±0,17	-0,23±0,17	0,31±0,16	0,11±0,16	0,18±0,19		-0,12***	0,09**	0,04
13.	-0,15±0,22	0,13±0,22	0,07±0,22	0,04±0,21	0,31±0,23	-0,45±0,30		0,01	0,06
14.	0,96±0,02	-1,05±0,12	-0,12±0,13	0,87±0,04	0,40±0,13	0,24±0,16	-0,02±0,22		0,26***
15.	0,70±0,05	-0,35±0,13	-0,94±0,12	0,71±0,07	0,27±0,14	-0,26±0,16	-0,10±0,22	0,50±0,10	

r P over diagonalen og r A under diagonalen *r P above diagonal and r A below diagonal.*

Table 35. Genetic and phenotypic correlations between body measurements and carcass quality (Young bulls from datagroup A)

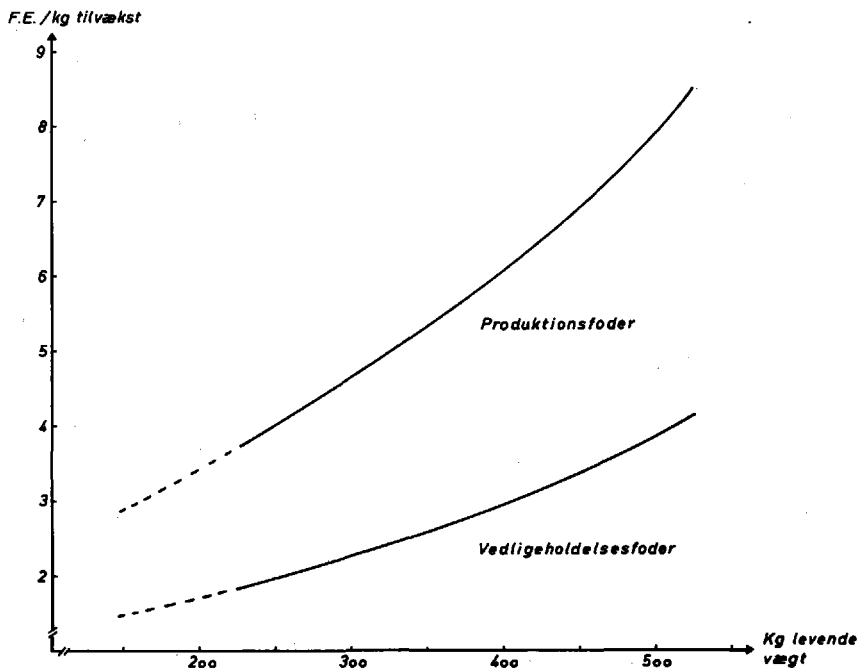
		% kød % lean	% talg % fat	% knogler % bone	% pistolkød % pistollean	kød/knogle lean/bone	kød/fedt lean/fat	Slagte- procent Dressing percentage
Skulderhøjde	r _P	-0,12***	-0,01	0,28***	-0,07	-0,28***	-0,03	-0,01
Height at withers	r _A	-0,18±0,17	0,01±0,17	0,35±0,14	-0,24±0,17	-0,36±0,17	-0,05±0,17	-0,13±0,17
Brystdybde	r _P	-0,20***	0,14***	0,15***	-0,14***	-0,20***	-0,15***	-0,08
Depth of chest	r _A	-0,19±0,17	0,10±0,16	0,18±0,15	-0,20±0,16	-0,22±0,16	-0,13±0,16	-0,14±0,16
Omdrejerbredde	r _P	0,11***	-0,10***	-0,01	0,17***	0,06	0,11***	0,26***
Width of thurls	r _A	0,05±0,21	-0,03±0,21	-0,04±0,20	0,18±0,20	0,06±0,20	0,01±0,21	0,47±0,18
Brystomfang	r _P	-0,18***	0,25***	-0,14***	-0,18***	0,03	-0,24***	0,16***
Heart girth	r _A	0,04±0,21	0,08±0,20	-0,24±0,20	-0,26±0,21	0,21±0,20	-0,11±0,21	0,28±0,22
Kroplængde	r _P	0,02	-0,10***	0,18***	0,00	-0,14***	0,09	-0,18***
Body length	r _A	-0,12±0,18	-0,06±0,18	0,38±0,16	-0,00±0,18	-0,34±0,18	0,03±0,18	-0,54±0,18
Muskelareal	r _P	0,44***	-0,30***	-0,31***	0,50***	0,45***	0,34***	0,48***
Area of M.long.dorsi	r _A	0,49±0,14	-0,20±0,19	-0,60±0,18	0,60±0,12	0,71±0,11	0,27±0,16	0,62±0,12

D. Foderudnyttelse

1. Litteratur og problemstilling

Den vigtigste omkostningsfaktor i kødproduktionen er foderforbruget. Derfor er kendskab til og styring af de faktorer, der påvirker foderudnyttelsen af stor produktionsøkonomisk betydning.

Det mest anvendte effektivitetsmål er mængden af optaget foder til en given tilvækst (foderenheder pr. kg tilvækst eller foderenheder pr. kg nettotilvækst). Biologisk set er dette et meget uspecifikt effektivitetsmål, idet hverken optaget foder eller stedfunden tilvækst er veldefinerede begreber. Den andel af det optagne foder, som resorberes fra fordøjelseskanalen, afhænger således ikke alene af fordøjelsesapparatets effektivitet, men også af fodringsintensiteten samt balancen mellem og fordøjeligheden af de enkelte fodermidler. Hvor stor en del af det fordøjede og absorberede foder, der herefter udnyttes til en direkte vægtforøgelse, er fortrinsvis bestemt af dyrets vægt, aktivitet og basalstofskifte samt af tilvækstens sammensætning. Imidlertid er foderforbrug pr. kg tilvækst



Figur 8. Produktionsfoderenheder/kg tilvækst og vedligeholdelsesfoderenheder/kg tilvækst ved stigende vægt (konstrueret efter parametre fra Andersen (1974 c))

Figure 8. Production f.u./kg gain and maintenance f.u./kg gain at increasing live weight.

et så hyppigt anvendt og økonomisk vigtigt effektivitetsmål, at det også i denne afhandling vil blive anvendt til beskrivelse af foderudnyttelsen.

Det registrerede foderforbrug inkluderer således både vedligeholdelsesbehov og behovet til tilvækst. Ifølge Sørensen (1962) kan vedligeholdelsesbehovet beregnes efter formel (39) side 68, og behovet til produktion (tilvækst) ved at subtrahere vedligeholdelsesbehovet fra den totale foderoptagelse. Andersen (1974 c) har vist, at ved stærk fodring udgør produktionsfoderet 52–54% af totalfoderet i alle vægtintervaller fra 200 til 550 kg (figur 8).

Der er i udenlandske undersøgelser konstateret ret store genetisk betingede forskelle i foderudnyttelsesevnen udtrykt ved såvel raceforskelle (oversigt af Preston and Willis, 1970) som ved forskelle mellem afkomsgrupper inden for samme race. De i litteraturen opgivne heritabilitetskoefficienter for foderforbrug pr. kg tilvækst ligger i gennemsnit på ca. 0,5 med en variationsbredde fra 0,2 til 0,7 (Langlet et al., 1967, Preston and Willis, 1970, Langholz und Jongeling, 1972 og Trappmann, 1972).

2. Egne undersøgelser

Egne undersøgelser i nærværende afsnit er gennemført på datasæt A. Som beskrevet af Nielsen et al. (1969) er der ved afkomsprøverne for kødproduktion tildelt kraftfoder efter ædelyst samt mælk og hør efter alder. Der er gennemført individuel kontrol med foderoptagelsen for samtlige dyr. Fodermidlernes kemiske sammensætning og foderværdi er beregnet på grundlag af stikprøver indsendt til og analyseret af Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi.

På grundlag af vejetal og analyseresultater er der konstrueret følgende parametre:

(38) Optaget foder ialt (f.e.).

$$(39) \text{ VFE} = \text{Vedligeholdelsesfoder (f.e.)} = \text{antal foderdage} \times \frac{70,5}{1650} \cdot V^{0,73}, \text{ hvor } V = \text{gennemsnitsvægt for prøveperioden (efter Sørensen, 1962).}$$

(40) PFE = Produktionsfoder (f.e.) = (38) – (39).

$$(41) \% \text{ PFE} = \% \text{ produktionsfoder} = 100 \times \frac{(40)}{(38)}$$

$$(42) \text{ F.e./kg tilv.} = \frac{(38)}{\text{afslutningsvægt(kg)} - 15 \text{ dages vægt(kg)}}$$

$$(43) \text{ F.e./kg nettotilv.} = \frac{(38)}{\text{kold slagtevægt(kg)} - 0,5 \times 15 \text{ dages vægt(kg)}}$$

$$(44) \text{ F.e./kg kødtilv.} = \frac{0,5 \times (38)}{\text{kg kød i siden} - 0,17 \times 15 \text{ dages vægt(kg)}}$$

$$(45) \text{ PFE/kg tilv.} = \frac{(40)}{\text{afslutningsvægt(kg)} - 15 \text{ dages vægt(kg)}}$$

$$(46) \text{ PFE/kg nettotilv.} = \frac{(40)}{\text{kold slagtevægt(kg)} - 0,5 \times 15 \text{ dages vægt(kg)}}$$

2.1. Niveau, variation og fordelingstype

De fænotypiske karakteristika fremgår af tabel 36. Variationskoefficienterne ligger generelt på et højt niveau, og alle parametre viser en udpræget højreskæv fordeling.

2.2. Effekt af alder og race

Alderens og racens effekt på foderoptagelse og foderudnyttelse er analyseret ved anvendelse af model (4) og resultaterne anført i tabel 37. For samtlige parametre er der påvist en ret stærkt signifikant effekt af såvel slagtevægt som race, hvorimod der ikke har været nogen samspilseffekt mellem disse to hovedeffekter.

2.3. Heritabilitetskoefficienter

Heritabilitetskoefficienterne for foderoptagelse og foderudnyttelse er anført i tabel 38. Beregningerne er gennemført ud fra model (5).

2.4. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter

De indbyrdes relationer mellem parametrene til beskrivelse af foderoptagelse og foderudnyttelse er beregnet ved anvendelse af model (5), og resultaterne anført i tabel 39.

3. Diskussion og konklusion

Foderudnyttelsen målt som total foder og produktionsfoder pr. kg tilvækst, nettotilvækst og kødtilvækst er stærkt afhængig af dyrets alder og vægt. Således er foderudnyttelsen ca. 30% bedre hos kalve end hos ungtyre (tabel 37). Derimod er produktionsfoderets relative andel af totalfoderet (ca. 50%) næsten ens for de to kategorier, hvilket er overensstemmende med de tidligere omtalte resultater publiceret af Andersen (1974 c).

Inden for en given vægtkategori er der en stor individuel variation i foderoptagelse og foderudnyttelse. De konstaterede raceforskelle (tabel 37) og heritabilitetskoefficienter (tabel 38) viser, at en forholdsvis stor del af denne variation er genetisk betinget. Imidlertid må det antages, at variationen i vid udstrækning kan tilskrives genetiske forskelle i tilvækstevne, idet der som nærmere omtalt i kapitel V eksisterer en meget stærk sammenhæng mellem tilvækst og foderudnyttelse.

De genetiske og fænotypiske relationer mellem de anvendte mål for foderoptagelse og foderudnyttelse (tabel 39) skal vurderes med samme forbehold, idet de aktuelle parametre »underliggende« binding til tilvæksthastigheden automatisk medfører, at de vil blive indbyrdes stærkt korrelerede.

Problemkomplekset omkring foderudnyttelsen til vækst vil derfor blive mere detaljeret behandlet i afsnit 1 og afsnit 2.3. i kapitel V.

Tabel 36. Niveau, variation og fordelingstype for foderoptagelse og foderudnyttelse (kalve og ungtyre fra datasæt A)

Table 36. Average, coefficient of variation and test of »normality« for food consumption and food utilization (calves and young bulls from datagroup A)

Egenskab	Gns.	Variations- koefficient	Max.	Min.	Skævheds- koeff.	Kurtosis- koeff.
Trait	Av.	Coeff. of variation	Max.	Min.	Coeff. of skewness	Coeff. of curtosis
Optaget foder ialt, f.e.	K 660	8,0	837	518	0,26	3,06
Total food consumption, f.u.	U 1739	8,5	2277	1351	0,30	3,34
Produktionsfoder, f.e.	K 332	11,4	477	231	0,27	3,11
F.u. to production	U 855	11,5	1207	592	0,28	3,34
Procent produktionsfoder	K 50,2	4,3	57,7	40,7	-0,21	3,04
Percent f.u. to production	U 49,0	3,5	54,0	42,0	-0,33	3,42
F.e./kg tilvækst	K 3,1	7,4	4,1	2,5	0,35	3,37
F.u./kg gain	U 4,2	8,2	5,6	3,3	0,31	3,35
F.e./kg nettotilvækst	K 5,7	8,4	8,1	4,2	0,29	3,42
F.u./kg carcass gain	U 7,5	8,2	10,0	5,8	0,24	3,52
F.e./kg kødtilvækst	K 8,5	10,1	11,5	5,7	0,17	3,12
F.u./kg lean gain	U 11,1	9,8	15,2	8,0	0,21	3,32
Produktionsfoderenheder, kg tilv.	K 1,56	10,7	2,22	1,10	0,31	3,24
Production f.u./kg gain	U 2,06	11,1	2,89	1,47	0,30	3,38
Produktionsfoderenheder/kg nettotilv.	K 2,89	11,5	4,25	1,90	0,25	3,24
Production f.u./kg carcass gain	U 3,70	11,0	5,24	2,58	0,25	3,48

Tabel 37. Racens og alderens indflydelse på foderoptagelse og foderudnyttelse (kalve og ungtyre fra datasæt A)*Table 37. Effect of breed and age on food consumption and food utilization (calves and young bulls from datagroup A)*

Egenskab <i>Trait</i>	Mindste kvadraters gennemsnit <i>Least squares means</i>				F-værdi for raceeffekt <i>F-value for effect of breed</i>
	RDM	SDM	DRK	Gns.	
Optaget foder ialt, f.e. <i>Total food consumption, f.u.</i>	K 676	642	621	646	68,1***
	U 1763	1716	1650	1710	
Produktionsfoder, f.e. <i>F.u. to production</i>	K 343	321	302	322	68,0***
	U 870	842	791	834	
Procent produktionsfoder <i>Percent f.u. to production</i>	K 50,6	49,8	48,4	49,6	71,4***
	U 49,2	49,0	47,8	48,7	
F.e./kg tilvækst <i>F.u./kg gain</i>	K 3,17	3,02	2,93	3,04	96,3***
	U 4,25	4,14	3,99	4,13	
F.e./kg nettotilvækst <i>F.u./kg carcass gain</i>	K 5,92	5,52	5,29	5,58	232,5***
	U 7,69	7,35	6,93	7,32	
F.e./kg kødtilvækst <i>F.u./kg lean gain</i>	K 8,86	8,07	7,61	8,18	242,8***
	U 11,42	10,86	9,99	10,76	
Produktionsfoderenheder/kg tilv. <i>Production f.u./kg gain</i>	K 1,60	1,51	1,42	1,51	95,3***
	U 2,09	2,03	1,91	2,01	
Produktionsfoderenheder/kg nettotilv. <i>Production f.u./kg carcass gain</i>	K 3,00	2,75	2,56	2,77	192,3***
	U 3,79	3,60	3,32	3,57	

Tabel 38. Heritabilitetskoefficienter for foderoptagelse og foderudnyttelse (kalve og ungtyre fra datasæt A)*Table 38. Coefficient of heritabilities for food consumption and food utilization (calves and young bulls from datagroup A)*

Egenskab <i>Trait</i>	Heritabilitets- koeff. <i>Coeff. of heritabilities</i>	Middelfejl <i>Standard error</i>
Optaget foder ialt, f.e. <i>Total food consumption, f.u.</i>	0,25	0,06
Produktionsfoder, f.e. <i>F.u. to production</i>	0,27	0,06
Procent produktionsfoder <i>Percent f.u. to production</i>	0,46	0,08
F.e./kg tilvækst <i>F.u./kg gain</i>	0,36	0,07
F.e./kg nettotilvækst <i>F.u./kg carcass gain</i>	0,47	0,08
F.e./kg kødtilvækst <i>F.u./kg lean gain</i>	0,51	0,08
Produktionsfoderenheder/kg tilv. <i>Production f.u./kg gain</i>	0,39	0,07
Produktionsfoderenheder/kg nettotilv. <i>Production f.u./kg carcass gain</i>	0,48	0,08

Tabel 39. Genetiske- og fænotypiske korrelationskoefficienter mellem mål for foderoptagelse og foderudnyttelse (kalve + ungtyre fra datasæt A)

Table 39. Genetic and phenotypic correlations between measurements of food consumption and food utilization (calves and young bulls from datagroup A)

	Egenskab Trait:							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Optaget foder ialt, f.e. <i>Total food consumption, f.u.</i>		0,98***	0,61***	0,94***	0,84***	0,77***	0,92***	0,86***
2. Produktionsfoder, f.e. <i>F.u. to production</i>	0,99±0,01		0,74***	0,92***	0,83***	0,77***	0,95***	0,89***
3. Procent produktionsfoder <i>Percent f.u. to production</i>	0,99±0,04	1,08±0,02		0,63***	0,58***	0,57***	0,80***	0,78***
4. F.e./kg tilvækst <i>F.u./kg gain</i>	1,05±0,01	1,00±0,01	0,76±0,07		0,91***	0,82***	0,97***	0,91***
5. F.e./kg nettotilvækst <i>F.u./kg carcass gain</i>	0,97±0,02	0,96±0,02	0,73±0,07	0,88±0,03		0,95***	0,88***	0,96***
6. F.e./kg kødtilvækst <i>F.u./kg lean gain</i>	0,85±0,05	0,85±0,05	0,72±0,07	0,78±0,05	0,96±0,01		0,81***	0,92***
7. Produktionsfoderenheder/ kg tilvækst <i>Production f.u./kg gain</i>	1,07±0,02	1,06±0,02	0,90±0,02	0,97±0,01	0,88±0,03	0,81±0,05		0,95***
8. Produktionsfoderenheder/ kg nettotilvækst <i>Production f.u./kg carcass gain</i>	1,01±0,02	1,03±0,01	0,87±0,04	0,89±0,03	0,97±0,01	0,94±0,02	0,94±0,02	

r P over diagonalen og r A under diagonalen *r P above diagonal and r A below diagonal*

Genetiske og fænotypiske relationer mellem tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse

1. Litteratur og problemstilling

Som vist i kapitel IV eksisterer der så stor genetisk betinget variation i de danske kvægracers tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse, at disse egenskaber kan ændres væsentligt i ønsket retning ved at gennemføre en systematisk afprøvning og selektion af avlsdyr. Imidlertid vil hvert locus (gen) ofte påvirke de biokemiske processer bag flere produktionsøkonomisk vigtige egenskaber. Selektion for én bestemt egenskab kan således forventes indirekte at influere flere andre egenskaber i positiv eller negativ retning.

For at kunne udforme en hensigtsmæssig avlspolitik er det derfor af stor betydning for avlsledelsen at kende de aktuelle egenskabers indbyrdes genetisk betingede sammenhæng samt deres relationer til fødselsvægten og de udvoksede køers størrelse, kropsform og vægt.

En kortlægning af disse forhold kræver et meget omfattende dyremateriale for at opnå en rimelig statistisk sikkerhed.

I den internationale litteratur er der beskrevet et stort antal selektionsforsøg med laboratoriedyr, gennemført med det formål at undersøge tilvæksthastighedens indflydelse på tilvækstkurvens form, tilvækstens sammensætning, foderudnyttelsen og de udvoksede dyrs størrelse og vægt. Tilsvarende selektionsforsøg med kvæg er fåtallige på grund af de med sådanne forsøg forbundne store omkostninger. Derimod er der gennemført et stort antal statistisk genetiske analyser på eksisterende data fra forsøgsbesætninger, der primært har været anvendt til andre forsøgsformål. Imidlertid er næsten alle sidstnævnte undersøgelser med kvæg udført på forholdsvis små datamængder, og de fremkomne resultater og konklusioner derfor forbundet med en ret stor usikkerhed.

Undersøgelser af Krüsslich (1973), Lindström (1974) og Soller og Bar-Anan (1974) antyder, at en forbedring af tilvæksthastigheden hos kvæg indirekte medfører en forøget frekvens af dødfødte kalve, hvorimod Hansen (1972) på dansk materiale viste, at højere daglig tilvækst og procent pistolkød ikke umiddelbart forøger risikoen for kælvningsbesvær.

Som følge af den tidligere omtalte relation mellem fødselsvægt og kælvningsforløb er det imidlertid af interesse at se på sammenhængen mellem tilvækstevne og fødselsvægt. MacArthur (1949) (c.f. Dickerson, 1954) viste i et selektionsforsøg med mus, at fødselsvægten steg med op til 38% i de linier, hvor der var selekteret for høj postnatal tilvækst. Tilsvarende viste et canadisk selektionsforsøg med korthornskvæg (Andersen et al., 1974), at efter otte års ensidig selektion for høj ét års vægt, blev denne forøget med 40–45 kg, men samtidig

steg fødselsvægten med 3,0 til 3,5 kg. Også resultater fra finske individprøver med tyre (Lindström and Majjala, 1970 og Lindström, 1974) viste, at der er en ret stærk sammenhæng mellem fødselsvægt og senere tilvækst. Denne konklusion underbygges af resultater publiceret af Flock et al. (1962), Martin et al. (1962), Shelby et al. (1963), Brinks et al. (1964) og Witt et al. (1964). I modsætning til ovenstående viste resultater fra svenske individprøvestationer (Lindhé, 1969), svenske afkomsprøver for kødproduktion (Lindhé, 1964) samt en canadisk undersøgelse på et mindre Holstein-Frisian materiale (Forrest, 1964), at fødselsvægten var meget svagt korreleret til den senere tilvækst.

Ifølge Brinks et al. (1964) er fødselsvægten især korreleret til tilvæksten i de senere alderstrin, og fødselsvægten skulle ifølge disse forfattere også være stærkt korreleret til dyrenes udvoksede vægt.

Den genetisk betingede tilvækstkapacitet kan også influere på tilvækstens sammensætning. Således viste Biondini et al. (1968) i et selektionsforsøg med mus, at øget tilvækstevne indirekte medførte en forøgelse af kroppens procentiske fedtindhold og et modsvarende fald i % aske og % protein. I det tidligere omtalte canadiske selektionsforsøg med kvæg (Andersen et al., 1974) blev dyrene slagtet ved *konstant alder*, og dissektionsresultaterne viste, at selektion for højere årsvægt (tilvækst) resulterede i et fald i pistolkødprocenten samt en lille stigning i fedningsgraden. Analyser af data fra forsøgsstationer og afkomsprøvestationer har i god overensstemmelse hermed vist, at hvor *slagtealderen* er holdt konstant, vil større tilvækst og deraf følgende højere slutvægt medføre en indirekte stigning i fedningsgraden samt et fald i % kød og % værdifulde udskæringer (Shelby et al., 1963, Averdunk, 1969 og Cundiff et al., 1971). Hvor *slagtevægten* derimod har været konstant, vil øget tilvæksthastighed medføre lavere slagtealder og indirekte en reduktion af fedningsgraden samt en modsvarende stigning i det relative kødindhold, hvorimod procent værdifulde kødudskæringer og tilvæksthastigheden ved konstant slagtevægt generelt er ukorrelerede (Gallagher, 1963, Cunningham and Broderick, 1969, Dietert et al., 1970, Trappmann, 1972 og Langholz und Jongeling, 1972). Som en undtagelse herfra viste en enkelt undersøgelse af Melton et al. (1967), at de hurtigst voksende tyre også efter korrektion til konstant vægt havde den stærkest udviklede nakkemuskulatur, og dermed den dårligste muskelfordeling set ud fra et slagte kvalitetsmæssigt synspunkt.

Ifølge en oversigtsartikel af Eisen (1974) er der i en række selektionsforsøg med mus fundet, at en forøget tilvæksthastighed indirekte medfører en stærk forbedring af foderudnyttelsen. Forfatteren konkluderede, at denne korrelerede ændring i foderudnyttelsen næsten udelukkende beror på en forbedring af fordøjelsesapparatets effektivitet eller et nedsat basalstofskifte og ikke på forskelle i tilvækstens sammensætning. Endvidere konkluderede Eisen (1974) ud fra de refererede forsøg, at selektion for stor appetit indirekte medfører en forringelse af foderudnyttelsen.

I et selektionsforsøg med Hereford kvæg fandt Bailey et al. (1971) en så stærk sammenhæng mellem tilvæksthastigheden og foderudnyttelsen, at forfatterne konkluderede, at de fleste af de gener, der styrer tilvækstevnen også er bestemmende for forderudnyttelsen. Tilsvarende fandt Lindhé og Henningsson (1968) i et svensk krydsningsforsøg og Averdunk (1969), Dietert et al. (1970), Langholz og Jongeling (1972) og Trappmann (1972) på materiale fra afkomsprøver for kødproduktion genetiske korrelationskoefficienter mellem daglig tilvækst og foderforbrug/kg tilvækst, der varierede fra $-0,61$ til $-0,92$ og fænotypiske korrelationskoefficienter, der varierede fra $-0,74$ til $-0,88$.

Koch et al. (1963) viste ud fra analyser af et meget omfattende datamateriale fra kødkvægsforsøg, at 38% af variationen i daglig tilvækst skyldes genetiske forskelle i foderudnyttelse, 25% af variationen skyldes genetiske forskelle i daglig foderoptagelse (appetit) og de resterende 37% forskellig miljøpåvirkning. Disse forfattere konkluderede, at selektion for større tilvæksthastighed indirekte vil medføre en forbedret foderudnyttelse og øget appetit. Selektion for god foderudnyttelse vil indirekte øge den daglige tilvækst, men ikke foderoptagelsen. Endelig vil selektion for høj foderoptagelse indirekte øge tilvæksthastigheden, men ifølge Koch et al. (1963) ikke påvirke foderudnyttelsen i hverken positiv eller negativ retning.

2. Egne undersøgelser

Egne undersøgelser i nærværende kapitel omfatter i afsnit 2.1. sammenhængen mellem de prænatale egenskaber og den postnatale tilvækst og kropsudvikling; i afsnit 2.2. sammenhængen mellem den postnatale tilvækst og kropsudviklingen og i afsnit 2.3. foderudnyttelsens relationer til fødselsvægt, tilvækst og kropsudvikling.

Begrebet »kropsudvikling« beskrives ved tilvækstens sammensætning, slagtekroppens sammensætning og form, tilvækstkurvens form samt ved kropsmål hos såvel »Egtved« ungtirene (datasæt A) som disses fædre (datasæt D) og fædre halv søskende grupper af 1. kalvs køer (datasæt B) og udvoksede køer (datasæt C).

Analyserne på materialet fra »Egtved« er gennemført på såvel kalvedata som ungtiredata. Imidlertid er enkelte af de aktuelle egenskaber kun registreret på ungtirene. For de postnatale egenskabers vedkommende er det derfor alene resultaterne fra ungtirematerialet, der er anført, men i de få tilfælde, hvor disse afviger fra resultaterne fra kalvematerialet er det kommenteret i teksten. Beregningerne for datasæt A er gennemført efter model (2). Analyserne på tværs af datasættene er baseret på de beregnede afkomsgruppegennemsnit, og da miljøkorrelationerne er forudsat lig nul, er de genetiske korrelationskoefficienter estimeret indirekte ud fra følgende formel:

$$(47) r_{A_{12}} = \frac{r_{P_{12}}}{\sqrt{\frac{0,25 \cdot n_1 \cdot h^2_1}{1 + (n_1-1) 0,25 \cdot h^2_1}} \sqrt{\frac{0,25 \cdot n_2 \cdot h^2_2}{1 + (n_2-1) 0,25 \cdot h^2_2}}}, \text{ hvor}$$

P_{12} angiver den fænotypiske korrelationskoefficient mellem afkomsgruppegennemsnit for egenskaberne 1 og 2, n_1 og n_2 de tilsvarende gennemsnitlige afkomsgruppestørrelser og h^2_1 og h^2_2 heritabilitetskoefficienterne for de to egenskaber. Heritabilitetskoefficienterne for kropsmålene hos 1. kalvs køer (datagrube B) kendes ikke. Derfor er der ikke beregnet genetiske korrelationskoefficienter for dette datasæt (tabellerne 41 og 43).

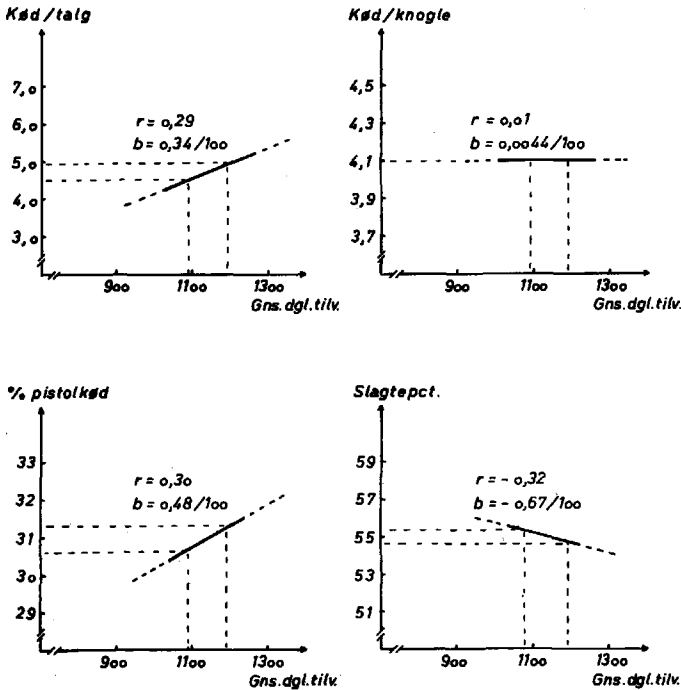
2.1. De prænatale egenskabers relationer til den postnatale tilvækst og kropsudvikling

Som det fremgår af tabel 40, er der en tendens til, at en relativt lang drægtighedsperiode medfører højere nettotilvækst, kødtilvækst og pistolkødprocent samt et lidt lavere FORM indeks (senere udviklede dyr). Endvidere er drægtighedsperiodens længde moderat, positivt korreleret til vægt og kropsmål hos 1. kalvs køer og ret stærkt, positivt korreleret til kropsmålene hos de udvoksede køer (tabel 41).

Resultaterne for fødselsvægt og prænatal tilvækst er næsten identiske (tabel 40), som følge af den tidligere omtalte meget stærke sammenhæng mellem disse to egenskaber. En højere fødselsvægt (og prænatal tilvækst) medfører en lidt større daglig tilvækst, nettotilvækst, kødtilvækst og knogletilvækst, en lidt lavere talgtilvækst, højere kødprocent og kød/talg forhold, uændret kød/knogle forhold og slagteprocent samt en bedre vævsfordeling ved den givne slagtevægt. En regressionsanalyse inden for år og race viser, at den gennemsnitlige daglige tilvækst fra 15 dages alderen til 450 kg levende vægt stiger med ca. 4 gram for hvert kg fødselsvægten øges. Fødselsvægten er endvidere ret stærkt, positivt korreleret til vægt og kropsmål hos 1. kalvs køer, og meget stærkt positivt korreleret til de udvoksede køers kropsmål. Koefficienterne er næsten identiske for RDM og SDM (tabel 41).

2.2. De postnatale tilvækstmåls relationer til dyrenes kropsudvikling

Som det fremgår af tabel 42, er den gennemsnitlige daglige tilvækst ved konstant slagtevægt stærkt positivt korreleret til såvel nettotilvækst som tilvækst af slagteaffald. Endvidere viser tabellen og figur 9, at ungtyre med en stor daglig tilvækst vil have tendens til en lav slagteprocent, lavere kød/knogle forhold og en kødprocent, et kød/talg forhold og en kødfordeling over racegennemsnittet. Dette er mest udtalt for tilvæksthastigheden i den seneste del af vækstperioden, hvorfor FORM indekset er svagt, positivt korreleret til slagteprocenten, og svagt negativt korreleret til kødfylde og kødfordeling.



Figur 9. Tilvækstintensitetens indflydelse på fire udvalgte slagte kvalitetsmål (ungtyre fra datasæt A)

Figure 9. Effect of average daily gain on selected carcass traits (young bulls from datagroup A)

Der er fundet en svag til moderat positiv sammenhæng mellem en tyrs avlsværdi for tilvækst og slagte kvalitet og dens døtres vægt og kropsmål som 1.kalvs køer (tabel 43). For RDM kan der endvidere påvises en tilsvarende ret stærk positiv sammenhæng mellem ungt tyrens tilvækst og slagte kvalitet og de udvoksede køers kropsmål, hvilket ikke er tilfældet hos SDM.

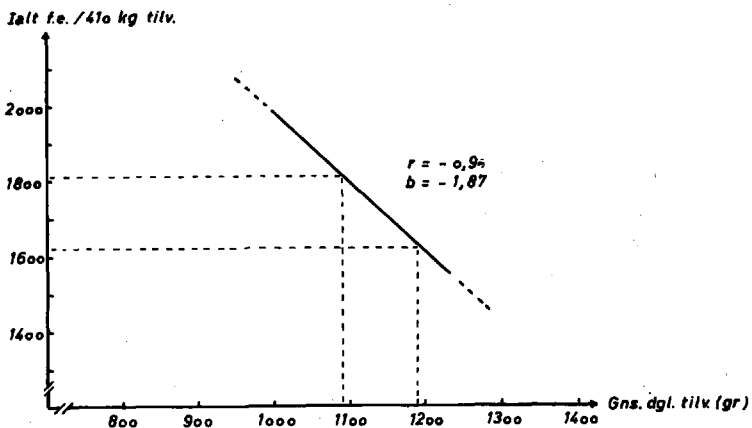
I tabel 44 vises de fænotypiske korrelationskoefficienter mellem dyrskuefremstillede avlstyses egne kropsmål ved 18, 30, 42 og 55 måneders alderen og de tilsvarende kropsmål hos disse tyres afkomsgrupper af ungtyre, 1.kalvs køer og udvoksede køer. Til trods for de forholdsvis lave heritabilitetskoefficienter, der er fundet for de dyrskuefremstillede avlstyses kropsmål, så giver målingerne alligevel en ret god beskrivelse af senere afkoms forventede kropsbygning. Det skal imidlertid bemærkes, at resultaterne i tabel 44 er baseret på en forholdsvis lille del af det totale tyremateriale, nemlig fra 15 til 148 af de ialt 572 dyrskuefremstillede RDM tyre.

2.3. Foderudnyttelsens relationer til fødselsvægt, tilvækst og kropsudvikling

Foderudnyttelsens sammenhæng med drægtighedsperiodens længde, fødselsvægten og den prænatale tilvækst fremgår af tabel 45. Når længere drægtighedsperiode og især højere fødselsvægt medfører et lavere foderforbrug pr. kg tilvækst skyldes det en indirekte effekt gennem tilvæksthastigheden, idet fødselsvægt og gennemsnitlig daglig tilvækst som vist i afsnit 2.1. er positivt korrelerede. Ved at korrigere til konstant tilvæksthastighed ændres den fænotypiske korrelationskoefficient mellem fødselsvægt og f.e./kg tilvækst således fra $-0,31$ til $+0,30$. Sidstnævnte positive korrelation mellem fødselsvægt og foderforbrug kan muligvis tilskrives, at dyr med en højere fødselsvægt gennem hele vækstperioden er belastet med vedligeholdelsesbehov til en større kropsvægt.

De meget høje, negative korrelationskoefficienter mellem tilvæksthastighed og foderenheder pr. kg tilvækst, foderenheder pr. kg nettotilvækst og foderenheder pr. kg kødtilvækst viser, at ungtyre med en stor arveligt betinget tilvækstevne har en bedre foderudnyttelse. For hver 100 gram den gennemsnitlige daglige tilvækst øges, falder det totale foderforbrug til en 450 kg ungtyr med ca. 190 f.e. (figur 10).

FORM indekset er positivt korreleret til f.e./kg tilvækst. Analogt med forholdene for fødselsvægten kan dette forklares dels ved en indirekte effekt gennem den negative sammenhæng mellem FORM indeks og gennemsnitlig daglig tilvækst i perioden 15 dage-450 kg (tabel 15), dels ved at tyre med et højt FORM indeks har en forholdsvis stor del af tilvæksten placeret i den første del



Figur 10. Tilvækstintensitetens indflydelse på foderenhedsforbruget til produktion af en 450 kg's ungtyr (datasæt A)

Figure 10. Effect of average daily gain on total f.u. requirement to a 450 kg young bull (datagroup A)

af vækstperioden, hvilket medfører, at den senere del af vækstperioden er belastet med vedligeholdelsesbehov til en højere kropsvægt.

Foderudnyttelsens afhængighed af slagtekroppens sammensætning og form er vist i tabel 46. Højere slagteprocent giver et større foderforbrug pr. kg tilvækst, hvilket imidlertid igen i overvejende grad kan tilskrives en indirekte effekt gennem tilvæksthastigheden. Ved at korrigere til konstant tilvækst, reduceres den fænotypiske korrelationskoefficient mellem slagteprocent og f.e./kg tilvækst således fra + 0,32 til + 0,11. Tilsvarende forstærkes den negative korrelationskoefficient mellem slagteprocent og f.e./kg nettotilvækst samt f.e./kg kødtilvækst fra -0,04 og -0,14 til henholdsvis -0,65 og -0,63. Den meget svage sammenhæng mellem slagteprocent og f.e./kg tilvækst ved konstant tilvæksthastighed antyder, at foderenhedsforbruget til produktion af 1 kg slagtekrop og 1 kg slagteaffald er næsten identisk. Men en højere slagteprocent indebærer, at der på samme fodermængde produceres mere kød og flere kg slagtekrop. Tabel 46 viser endvidere, at foderudnyttelsen forbedres ved fallende fedningsgrad (højere % kød, kød/talg forhold og % pistolkød). Men igen er der tale om såvel en direkte som en indirekte sammehæng. Større daglig tilvækst giver ved konstant slutvægt en lavere fedningsgrad, og ved at korrigere til konstant tilvækst reduceres den negative korrelationskoefficient mellem f.e./kg tilvækst og kød/talg forholdet således fra -0,36 til -0,20. Den resterende ret svage sammenhæng kan skyldes, at fedtvæv indeholder 3,0-3,5 gange så megen energi som muskeltvæv (Brody, 1945).

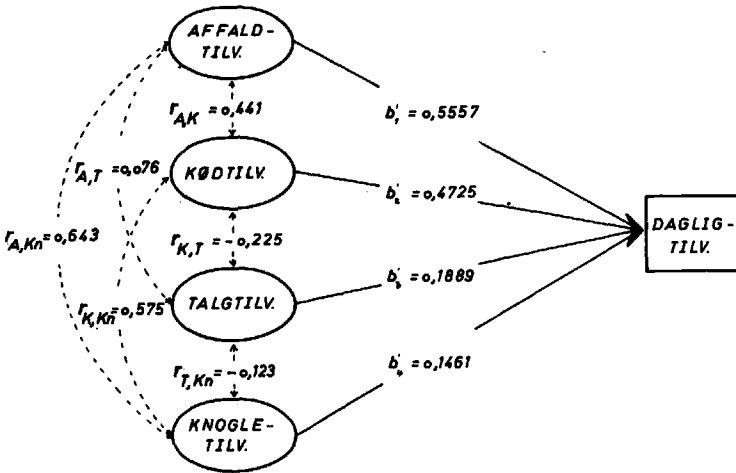
3. Diskussion og konklusion

Drægtighedsperiodens længde har en forholdsvis ringe indflydelse på tilvæksthastigheden, tilvækstens sammensætning og foderudnyttelsen, en svag, positiv korrelation til vægt og kropsmål hos 1. kalvs køer og en ret stærk, positiv korrelation til kropsmålene hos udvoksede køer.

Derimod viser resultaterne fra egne undersøgelser, at fødselsvægten er ret stærkt positivt korreleret til tilvækst og muskelfylde hos ungtyre samt til vægt og kropsmål hos 1. kalvs køer og stærkt, positivt korreleret til kropsmålene hos udvoksede køer. Dette er i overensstemmelse med resultaterne fra de i litteraturoversigten omtalte undersøgelser.

Endvidere viser egne undersøgelser støttet af de gennemførte litteraturstudier, at ved *konstant slagtevægt* medfører en forbedret tilvækst indirekte en forbedring af kød/talg forholdet og kødfordelingen samt lidt lavere slagteprocent og kød/knogle forhold.

Den gennemsnitlige daglige tilvæksts afhængighed af tilvækstkomponenterne slagteaffald, kød, talg og knogler fremgår såvel af tabel 42 som af path diagrammet i figur 11. Standard partielle regressionsanalyser viser, at variationen i daglig tilvækst af slagteaffald beskriver 30,9%, kødtilvæksten 22,3%, talgtilvæksten 3,6% og knogletilvæksten 2,1% af variationen i gennemsnitlig



$$R^2 = \frac{A}{0,309} + \frac{K}{0,223} + \frac{T}{0,036} + \frac{Kn}{0,021} + \frac{A \times K}{0,232} + \frac{K \times T}{0,040} + \frac{T \times Kn}{0,006} + \frac{A \times T}{0,016} + \frac{K \times Kn}{0,080} + \frac{A \times Kn}{0,104} = 0,975$$

Figur 11. Path diagram over den gennemsnitlige daglige tilvæksts afhængighed af kød-, talg-, knogle- og affaldstilvækst (ungtyre fra datasæt A)

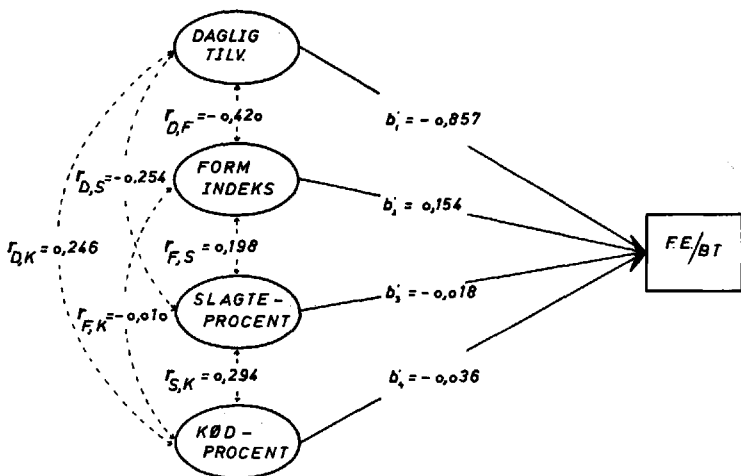
Figure 11. Path diagram showing the effect of lean-, fat-, bone- and »offal« gain on average daily gain (young bulls from datagroup A)

daglig tilvækst. De resterende ca. 40% skyldes en kombineret effekt af de fire uafhængige variable, hvor den overvejende del udgøres af samspilseffekten mellem tilvækst af kød og slagteaffald.

En avlsmæssig forbedring af ungtyrernes tilvækstkapacitet medfører ved konstant kælvningsalder større og tungere 1. kalvs køer. Ved at korrigere alle 1. kalvs køer til konstant vægt viste en regressionsanalyse, at RDM kvier når en given vægt ved første kælvning ca. 3 måneder tidligere og SDM kvier ca. 2 måneder tidligere for hver 100 gram deres fædrene halvbrødres daglige tilvækst øges. Endvidere viste de gennemførte undersøgelser, at en avlsmæssig forbedring af daglig tilvækst og procent pistolkød hos RDM medfører større og tungere udvoksede køer, hvilket er overensstemmende med de i litteraturoversigten refererede udenlandske undersøgelser. Ifølge egne undersøgelser har tilvæksthastighed og slagte kvalitet derimod ikke haft nogen effekt på kropsmålene hos de udvoksede SDM køer. De tilsvarende analyser på kalvematerialet gav imidlertid ensartede resultater for de to racer, med koefficienter lidt under niveauet for RDM ungtyrerne, hvorfor indeksberegningerne i kapitel VI baseres på gennemsnit af parametrene for RDM og SDM.

Den konstaterede stærke sammenhæng mellem tilvæksthastighed og foderudnyttelse er i overensstemmelse med resultaterne fra de tidligere omtalte

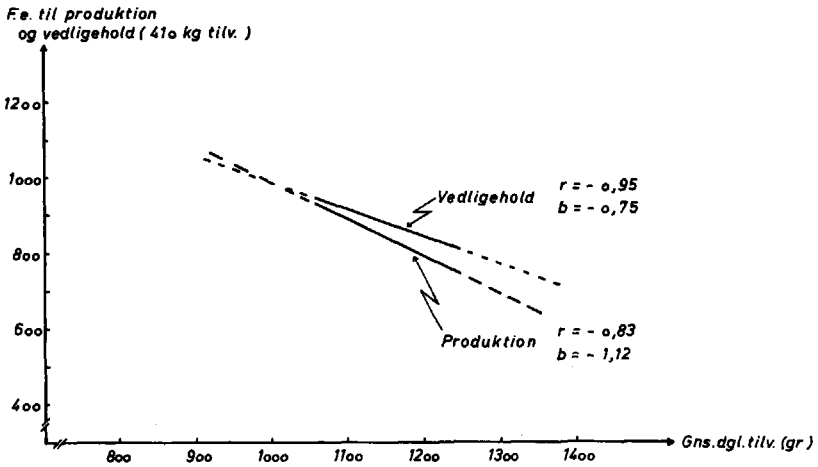
udenlandske undersøgelser. Men resultaterne i tabel 45 og 46 viser, at også tilvækstens og slagtekroppens sammensætning påvirker foderudnyttelsen. Imidlertid vanskeliggør den ret stærke korrelation mellem tilvæksthastighed og slagte kvalitet en tydning af de eksisterende årsagssammenhænge. Derfor er der på ungtyrematerialet fra »Egtved« gennemført en standard partiel regressionsanalyse til beskrivelse af foderudnyttelsens afhængighed af gennemsnitlig daglig tilvækst, FORM indeks, slagteprocent og kødprocent. Analysens resultater fremgår af path diagrammet i figur 12. De fire egenskaber beskriver tilsammen 89,4% af variationen i f.e./kg tilvækst. Heraf beskriver tilvæksthastigheden alene 73,4%. FORM indekset 2,4% og tilvæksthastighed + FORM indeks i kombination 11,1%. Såvel slagteprocentens som kødprocentens indflydelse på foderudnyttelsen er derimod af helt underordnet betydning, når de to andre egenskaber holdes konstante. En del af tilvæksthastighedens effekt på foderforbruget pr. kg tilvækst kan forklares ved, at de hurtigst voksende tyre når den ønskede slutvægt ved en lavere alder, således at de forbruger vedligeholdelsesfoder i et færre antal dage. Men som vist i figur 13 medfører større daglig tilvækst også en bedre udnyttelse af produktionsfoderet. Af de 187 f.e., der spares pr. produceret ungtyr ved at øge den genetisk betingede tilvækstkapacitet med 100 gram/dag, er de 75 f.e. vedligeholdelsesfoder og de 112 f.e. produk-



$$R^2 = \frac{D}{0,734} + \frac{F}{0,024} + \frac{S}{0,000} + \frac{K}{0,001} + \frac{D \times F}{0,111} + \frac{F \times S}{0,001} + \frac{S \times K}{0,000} + \frac{D \times S}{0,008} + \frac{F \times K}{0,000} + \frac{D \times K}{0,015} = 0,894$$

Figur 12. Path diagram over foderudnyttelsens afhængighed af gns. dagl. tilv., FORM indeks, slagteprocent og kødprocent (ungtyre fra datasæt A)

Figure 12. Path diagram showing the effect of daily gain, FORM index, dressing percentage and percent lean on total f.u./kg gain (young bulls from datagroup A)



Figur 13. Tilvækstintensitetens indflydelse på forbruget af produktionsfoder og vedligeholdelsesfoder ved produktion af en 450 kg's ungtyr (datasæt A)

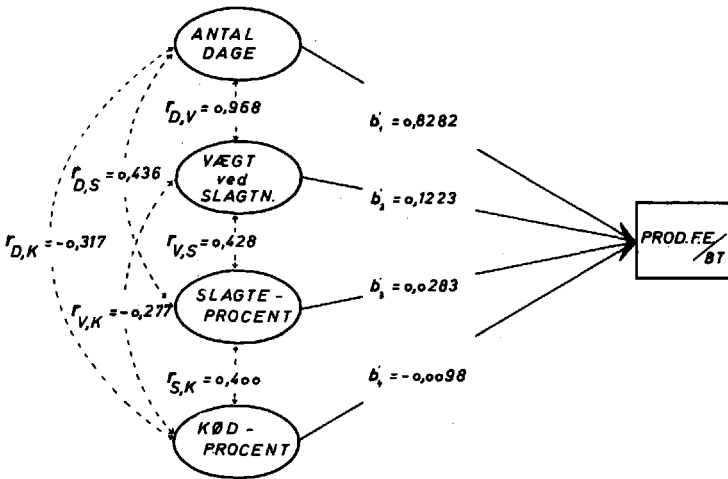
Figure 13. Effect of average daily gain on requirement of f.u. to production and maintenance to a 450 kg young bull (datagroup A)

tionsfoder. Produktionsfoderets procentvise andel af det totale foder *falder* således med stigende tilvækst, hvilket også kommer til udtryk i en negativ korrelationskoefficient mellem gennemsnitlig daglig tilvækst og % produktionsfoder på $-0,46$ (tabel 45).

Som mulige årsager til den konstaterede stærke sammenhæng mellem tilvæksthastigheden og produktionsfoderets udnyttelse kan nævnes:

- 1) at tyrene med det mest effektive fordøjelsesapparat og /eller det laveste basalstofskifte har haft den største daglige tilvækst.
- 2) en aldersbetinget forringelse af fordøjelsesapparatets effektivitet og/eller forøgelse af basalstofskiftet, som medfører at de hurtigst voksende, og dermed ved en given vægt yngste tyre, opnår den bedste foderudnyttelse ved samme vægt.
- 3) en aldersbetinget variation i tilvækstens sammensætning. Herunder såvel stigende tagindhold i slagtekroppen som stigende deponering af energirigt organ- og bughulefedt med stigende alder.
- 4) at den anvendte formel (39) til beregning af vedligeholdelsesbehovet ikke har fuld gyldighed i det aktuelle vægtinterval.

Ovennævnte faktorerens indflydelse på produktionsfoderets udnyttelse er søgt kortlagt ved anvendelse af en standard partiel regressionsanalyse (figur 14). For at undersøge også vægtens betydning er analysen gennemført på tværs af kalve og ungtyrematerialet. De fire variable: alder, vægt, slagteprocent og kødprocent beskriver tilsammen 92,5% af variationen i produktionsfoderenheder/kg



$$R^2 = \frac{D}{0,686} + \frac{V}{0,015} + \frac{S}{0,001} + \frac{K}{0,000} + \frac{D \cdot V}{0,196} + \frac{V \cdot S}{0,005} - \frac{S \cdot K}{0,000} + \frac{D \cdot S}{0,020} + \frac{V \cdot K}{0,000} + \frac{D \cdot K}{0,002} = 0,925$$

Figur 14. Path diagram over produktionsfoderets udnyttelse i relation til antal prøvedage, vægt ved slagting, slagteprocent og kødprocent (kalve og ungtyre fra datasæt A)
 Figure 14. Path diagram showing the effect of feeding days, weight at slaughter, dressing percentage and percent lean on production f.u./kg gain (calves and young bulls from datagroup A)

tilvækst. Heraf er alderen alene bestemmende for 68,6%, vægten for 1,5% og $\text{alder} \times \text{vægt}$ for 19,6%. Egenskaberne slagteprocent og kødprocent er igen af helt underordnet betydning. Den ret beskedne sammenhæng mellem kropsvægt og produktionsfoderets udnyttelse viser, at det vægtafhængige vedligeholdelsesfoder er beregnet med en relativ stor sikkerhed (formel (39) side 68). Derimod har det ikke på det foreliggende materiale været muligt at fastslå, hvor stor en del af tilvæksthastighedens (slagtealderens) indflydelse på produktionsfoderets udnyttelse, der er bestemt af henholdsvis 1) genetisk variation i basalstofskiftet og fordøjelsesapparatets effektivitet, 2) aldersbetinget variation i basalstofskiftet og fordøjelsesapparatets effektivitet og 3) aldersbetinget og genetisk betinget variation i deponeringen af organ- og bughulefedt. En sådan undersøgelse kræver, at dyr af samme genotype (fra samme halv søskende gruppe) er slagtet ved mindst tre forskellige slagtevægte, ligesom der skal være gennemført en systematisk vejning af alt organ- og bughulefedt.

Tabel 40. Genetiske og fænotypiske korrelationskoefficienter mellem prænatale og postnatale egenskaber (ungtyre fra datasæt A)

Table 40. Genetic and phenotypic correlations between prenatal and postnatal traits (young bulls from datagroup A)

	Drægtighedsperiodens længde <i>Gestation length</i>		Gns. dagl. prænatal tilvækst <i>Prenatal growth</i>		Fødselsvægt <i>Birth weight</i>	
	r_P	r_A	r_P	r_A	r_P	r_A
Gns. dgl. tilvækst, (15 dage-450 kg) <i>Daily gain (15 days-450 kg)</i>	0,12**	0,16±0,20	0,25**	0,36±0,17	0,28**	0,40±0,15
Gns. dgl. tilvækst (15-154 dage) <i>Daily gain (15-154 days)</i>	0,04	-0,11±0,30	0,11**	0,51±0,28	0,16**	0,58±0,17
Gns. dgl. tilvækst (154-294 dage) <i>Daily gain (154-294 days)</i>	0,11*	0,05±0,20	0,24**	0,38±0,17	0,25**	0,41±0,15
Gns. dgl. nettotilv. (15 dage-450 kg) <i>Carcass gain (15 days-450 kg)</i>	0,11*	0,34±0,24	0,23**	0,35±0,22	0,28**	0,51±0,16
FORM indeks <i>FORM index</i>	-0,09*	-0,35±0,26	-0,35**	-0,08±0,25	-0,15**	0,11±0,24
Gns. dgl. tilvækst af »affald« <i>Daily gain of »offal«</i>	0,10*	0,04±0,18	0,21**	0,31±0,16	0,23**	0,26±0,15
Gns. dgl. tilvækst af kød <i>Daily gain of lean</i>	0,09*	0,30±0,22	0,23**	0,44±0,19	0,28**	0,57±0,15
Gns. dgl. tilvækst af talg <i>Daily gain of fat</i>	0,01	-0,03±0,21	-0,13**	-0,54±0,20	-0,13**	-0,48±0,17
Gns. dgl. tilvækst af knogler <i>Daily gain of bone</i>	0,09*	0,08±0,19	0,24**	0,38±0,16	0,25**	0,34±0,14
Slagteprocent <i>Dressing percentage</i>	-0,04	0,10±0,18	-0,10*	-0,27±0,17	-0,7*	-0,05±0,16
Muskellareal <i>Area of M. long. dorsi</i>	-0,02	-0,03±0,19	-0,06	-0,02±0,20	-0,03	0,10±0,17
% kød <i>% lean</i>	0,02	0,15±0,19	0,14**	0,37±0,17	0,17**	0,47±0,14
K/T	0,04	0,14±0,20	0,22**	0,56±0,16	0,24**	0,55±0,13
K/KN	-0,02	0,10±0,19	-0,09*	-0,14±0,18	-0,05	0,04±0,16
KP/KT	0,06	0,15±0,18	0,14**	0,49±0,15	0,17**	0,54±0,14
TP/TT	-0,01	0,41±0,26	0,09*	-0,16±0,25	0,11**	0,16±0,18
KNP/KNT	0,02	-	0,05	-	0,06	0,65±0,64
% pistolkød <i>% pistollean</i>	0,06	0,20±0,18	0,20**	0,58±0,14	0,24**	0,47±0,14
Skulderhøjde <i>Height at withers, cm</i>	-0,01	0,09±0,19	0,05	0,06±0,18	0,05	0,03±0,16
Brystdybde <i>Depth of chest</i>	0,02	0,14±0,18	0,03	0,01±0,18	0,04	-0,17±0,15
Brystomfang <i>Heart girth</i>	-0,07*	-0,12±0,22	0,01	-0,11±0,20	-0,01	-0,05±0,20
Omdrejerbredde <i>Width of thurls</i>	-0,06	0,09±0,23	-0,09*	-0,10±0,22	-0,10**	-0,27±0,20
Kroplængde <i>Body length</i>	-0,02	-0,07±0,20	0,09*	0,25±0,18	0,06	0,11±0,17

Tabel 41. Genetiske (r_A) og fænotypiske (r_P) korrelationskoefficienter mellem drægtighedsperiodens længde og fødselsvægt hos tyrekalve og kropsmål hos 1. kalvs køer og udvoksede køer (baseret på gennemsnit af fædrene halvsøskendegrupper fra datasættene A, B og C)
Table 41. Genetic (r_A) and phenotypic (r_P) correlations between prenatal traits and body measurement at heifers and cows (calculated on averages of paternal halfsibs groups from datagroups A, B and C)

1. kalvs køer Heifers		Drægtighedsperiodens længde Gestation length		Fødselsvægt Birth weight	
		RDM	SDM	RDM	SDM
Antal hold	<i>Number of groups</i>	60	40	78	51
Vægt	<i>Weight</i>	r_P 0,29	0,22	0,53	0,42
Skulderhøjde	<i>Height at withers</i>	r_P 0,32	0,04	0,27	0,26
Brystdybde	<i>Depth of chest</i>	r_P 0,10	0,41	0,28	0,28
Brystomfang	<i>Heart girth</i>	r_P 0,28	0,27	0,38	0,27
Hoftebredde	<i>Width of hips</i>	r_P 0,19	0,00	0,36	0,35
Omdrejerbredde	<i>Width of thurls</i>	r_P 0,30	0,18	0,40	0,51
<hr/>					
<i>Udvoksede køer Adult cows</i>					
Antal hold	<i>Number of groups</i>	22	17	32	25
Skulderhøjde	<i>Height at withers</i>	r_P 0,53	0,22	0,62	0,57
Brystdybde	<i>Depth of chest</i>	r_A 0,65	0,29	0,74	0,73
Brystomfang	<i>Heart girth</i>	r_P 0,52	0,39	0,70	0,45
Hoftebredde	<i>Width of hips</i>	r_A 0,68	0,52	0,89	0,58
		r_P 0,47	0,43	0,81	0,55
		r_A 0,62	0,59	1,04	0,73
		r_P 0,28	-0,03	0,75	0,32
		r_A 0,37	-0,04	0,97	0,40

Tabel 42. De postnatale tilvækstmåls genetiske og fænotypiske relationer til tilvækstens sammensætning og kroppens sammensætning og form (ungtyre fra datasæt A)

Table 42. Genetic and phenotypic correlations between postnatal growth traits and composition of the growth and composition and conformation of the body (young bulls from datagroup A)

	Gns. dgl. tilv. (15 dg.-450 kg) <i>Av. daily gain (15 days-450 kg)</i>		Gns. dgl. tilv. (15-154 dage) <i>Av. daily gain (15-154 days)</i>		Gns. dgl. tilv. (154-294 dage) <i>Av. daily gain (154-294 days)</i>		FORM indeks <i>FORM index</i>	
	r_P	r_A	r_P	r_A	r_P	r_A	r_P	r_A
Gns. dgl. nettotilv. <i>Daily carcass gain</i>	0,88***	0,82±0,07	0,59***	0,56±0,17	0,69***	0,76±0,10	-0,37***	0,55±0,37
Gns.dgl.tilv.af affald <i>Daily gain of offal</i>	0,90***	0,93±0,03	0,54***	0,88±0,10	0,67***	0,92±0,06	-0,44***	0,36±0,28
Gns. dgl. tilv. af kød <i>Daily gain of lean</i>	0,77***	0,68±0,10	0,53***	0,51±0,17	0,61***	0,67±0,12	-0,31**	-0,45±0,32
Gns. dgl. tilv. af talg <i>Daily gain of fat</i>	0,06	-0,30±0,18	0,02	-0,33±0,21	0,01	-0,40±0,18	-0,08*	0,11±0,25
Gns.dgl.tilv. af knogler <i>Daily gain of bone</i>	0,72***	0,82±0,07	0,48***	0,59±0,14	0,60***	0,81±0,08	-0,28**	-0,45±0,26
Slagteprocent <i>Dressing percentage</i>	-0,32**	-0,61±0,19	-0,13**	-0,72±0,21	-0,20**	-0,65±0,18	0,22**	0,08±0,23
% kød <i>% lean</i>	0,25**	0,25±0,17	0,20**	0,25±0,20	0,20**	0,30±0,17	-0,07*	-0,16±0,24

K/T	0,29**	0,52±0,15	0,22**	0,47±0,18	0,26**	0,59±0,14	-0,07*	-0,31±0,24
K/KN	0,01	-0,34±0,17	0,03	-0,25±0,20	-0,03	-0,36±0,17	-0,01	0,09±0,23
KP/KT	0,16**	0,24±0,18	0,15**	0,26±0,20	0,11**	0,34±0,17	-0,05	-0,07±0,24
% pistolkød	0,30**	0,34±0,16	0,25**	0,35±0,19	0,23**	0,43±0,16	-0,08*	-0,17±0,24
<i>% pistollean</i>								
Muskelareal	-0,01	-0,05±0,19	0,06	-0,24±0,21	-0,03	-0,05±0,19	0,07*	-0,24±0,28
<i>Area of M.long.dorsi</i>								
Skulderhøjde	-0,25**	-0,43±0,19	-0,14*	-0,39±0,21	-0,17**	-0,38±0,18	0,16**	0,12±0,23
<i>Height at withers</i>								
Brystdybde	-0,19**	-0,36±0,18	-0,15*	-0,30±0,20	-0,15*	-0,29±0,17	0,07*	0,17±0,22
<i>Depth of chest</i>								
Brystomfang	-0,30**	-0,55±0,25	-0,17**	-0,61±0,28	-0,27**	-0,57±0,25	0,16**	0,17±0,28
<i>Heart girth</i>								
Omdrejebredde	-0,10*	-0,07±0,22	-0,03	-0,23±0,25	-0,08*	-0,00±0,22	0,07*	0,02±0,29
<i>Width of thurls</i>								
Kroplængde	0,06	0,30±0,18	0,09	0,39±0,21	0,10*	0,20±0,19	0,04	-0,24±0,25
<i>Body length</i>								

Tabel 43. Genetiske (r_A) og fænotypiske (r_P) korrelationskoefficienter mellem ungtyres kødproduktionsegenskaber og deres fædrene halvsøstres kropsmål som 1. kalvs køer og udvoksede køer (baseret på gennemsnit af fædrene halvsøskendegrupper fra datasættene A, B og C)

Table 43. Genetic (r_A) and phenotypic (r_P) correlations between beef production traits and body measurements at heifers and cows (calculated on group averages of paternal halfsibs groups from datagroups A, B and C)

1. kalvs køer <i>Heifers</i>	Gns. dgl. tilv. (15 dg.-450 kg) <i>Daily gain (15 days-450 kg)</i>		Gns. dgl. nettotilv. (15 dg.-450 kg) <i>Carcass gain (15 days-450 kg)</i>		% pistolkød <i>% pistollean</i>	
	RDM	SDM	RDM	SDM	RDM	SDM
Antal hold <i>Number of groups</i>	67	44	67	44	67	44
Vægt <i>Weight</i>	r_P 0,40	0,36	0,34	0,33	0,22	0,05
Skulderhøjde <i>Height at withers</i>	r_P 0,05	0,14	0,05	0,07	0,12	-0,10
Brystdybde <i>Depth of chest</i>	r_P 0,14	0,31	0,15	0,20	0,11	-0,03
Brystomfang <i>Heart girth</i>	r_P 0,17	0,35	0,15	0,30	0,11	-0,05
Hoftebredde <i>Width of hips</i>	r_P 0,19	0,31	0,14	0,30	0,00	-0,08
Omdrejerbredde <i>Width of thurls</i>	r_P 0,20	0,33	0,21	0,30	0,04	0,10
Udvoksede køer <i>Adult cows</i>						
Antal hold <i>Number of groups</i>	32	25	32	25	32	25
Skulderhøjde <i>Height at withers</i>	r_P 0,41 r_A 0,62	-0,01 -0,02	0,48 0,72	0,00 0,00	0,52 0,73	0,19 0,29
Brystdybde <i>Depth of chest</i>	r_P 0,33 r_A 0,53	0,10 0,16	0,33 0,53	-0,06 -0,10	0,38 0,58	-0,13 -0,20
Brystomfang <i>Heart girth</i>	r_P 0,49 r_A 0,79	0,00 0,00	0,50 0,81	-0,12 -0,20	0,48 0,73	-0,04 -0,06
Hoftebredde <i>Width of hips</i>	r_P 0,40 r_A 0,66	0,13 0,21	0,42 0,68	0,23 0,36	0,37 0,60	0,23 0,34

Tabel 44. Fænotypiske korrelationskoefficienter mellem kropsmål hos RDM avlstyre og kropsmål hos deres afkom (Datasæt A, B, C og D)

Table 44. Phenotypic correlations between body measurements at RDM AI bulls and their progenies (Datagroups A, B, C and D)

Tylens egne mål for: Body measurements at the bull:	Tilsvarende kropsmål hos afkomsgupper bestående af: Corresponding body measurements from progeny groups of:											
	Ungtyre Young bulls				1. kalvs køer 1. calves heifers				Udvoksede køer Adult cows			
	Aldersgruppe, mdr. Age group mths	18	30	42	55	18	30	42	55	18	30	42
Antal <i>Number</i>	36	54	41	34	110	148	118	79	19	26	14	15
Skulderhøjde <i>Height at withers</i>	0,30	0,25	0,42	0,34	0,46	0,40	0,32	0,22	0,48	0,41	0,03	0,45
Brystdybde <i>Depth of chest</i>	0,03	0,18	0,35	0,41	0,36	0,25	0,27	0,33	0,45	0,44	-0,03	0,14
Brystomfang <i>Heart girth</i>	-0,07	-0,01	0,13	0,24	0,23	0,27	0,27	0,26	0,51	0,40	-0,07	0,23
Hoftebredde <i>Width of hips</i>	-	-	-	-	0,29	0,04	-0,04	0,13	0,42	0,05	0,19	0,47
Omdrejerbredde <i>Width of thurls</i>	0,22	0,05	-0,47	-0,28	0,07	-0,04	0,00	0,20	-	-	-	-

Tabel 45. Foderudnyttelsens genetiske og fænotypiske relationer til prænatal og postnatal tilvækst samt tilvækstens sammensætning (ungtyre fra datasæt A)

Table 45. Genetic and phenotypic correlations between foder utilization and prenatal and postnatal gain and composition of the gain (young bulls from datagroup A)

		r	F.e./kg tilv.	F.e./kg nettotilv.	F.e./kg kød- tilv.	% produktions- foder
			F.u./kg gain	F.u./kg carcass gain	F.u./kg lean gain	Percent f.u. to production
Drægtighedsperiodens længde <i>Gestation length</i>	r _P		-0,12**	-0,12**	-0,10**	
	r _A		-0,24±0,19	-0,34±0,20	-0,32±0,20	
Fødselsvægt <i>Birth weight</i>	r _P		-0,31**	-0,31**	-0,30**	-0,42**
	r _A		-0,46±0,18	-0,51±0,18	-0,55±0,18	-0,57±0,18
Gns.dgl.tilv. (15 dage-450 kg) <i>Daily gain (15 days-450 kg)</i>	r _P		-0,94**	-0,86**	-0,78**	-0,46**
	r _A		-0,95±0,30	-0,79±0,29	-0,73±0,27	-0,69±0,22
FORM indeks <i>FORM index</i>	r _P		0,52**	0,46**	0,39**	
	r _A		0,59±0,17	0,61±0,18	0,55±0,18	
Gns.dgl.nettotilv. (15 dage-450 kg) <i>Carcass gain (15 days-450 kg)</i>	r _P		-0,82**	-0,93**	-0,88**	-0,37**
	r _A		-0,88±0,33	-0,97±0,37	-0,93±0,36	-0,81±0,25
Gns. dgl. tilv. af »affald« <i>Daily gain of »offal«</i>	r _P		-0,85**	-0,63**	-0,52**	-0,46**
	r _A		-0,82±0,24	-0,53±0,22	-0,46±0,20	-0,48±0,19
Gns. dgl. tilv. af kød <i>Daily gain of lean</i>	r _P		-0,74**	-0,88**	-0,95**	-0,40**
	r _A		-0,75±0,28	-0,87±0,32	-0,97±0,34	-0,73±0,23
Gns. dgl. tilv. af talg <i>Daily gain of fat</i>	r _P		0,05	0,07	0,32**	0,24**
	r _A		0,33±0,17	0,31±0,18	0,56±0,14	0,31±0,16
Gns. dgl. tilv. af knogler <i>Daily gain of bone</i>	r _P		-0,69**	-0,65**	-0,58**	-0,34**
	r _A		-0,80±0,21	-0,68±0,22	-0,56±0,21	-0,64±0,18

Tabel 46. Foderudnyttelsens genetiske og fænotypiske relationer til slagtekroppens sammensætning og form (ungtyre fra datasæt A)

Table 46. Genetic and phenotypic correlations between food utilization and carcass composition and conformation (young bulls from datagroup A)

		F.e./kg tilvækst F.u./kg gain	F.e./kg netto tilv. F.u./kg carcass gain	F.e./kg kødtilv. F.u./kg lean gain	% produktions- foder Percent f.u. to production
Slagteprocent	Γ_P	0,32**	-0,04**	-0,14**	0,22**
<i>Dressing percentage</i>	Γ_A	0,46±0,14	0,06±0,17	-0,00±0,17	0,11±0,16
% kød	Γ_P	-0,32**	-0,45**	-0,69**	-0,33**
<i>% lean</i>	Γ_A	-0,32±0,19	-0,43±0,20	-0,69±0,23	-0,35±0,18
K/T	Γ_P	-0,36**	-0,45**	-0,66**	-0,39**
	Γ_A	-0,53±0,19	-0,58±0,21	-0,79±0,23	-0,52±0,19
K/KN	Γ_P	-0,02	-0,21**	-0,36**	-0,02
	Γ_A	0,27±0,17	0,04±0,18	-0,17±0,19	-0,14±0,17
KP/KT	Γ_P	-0,18**	-0,18**	-0,14**	
	Γ_A	-0,40±0,18	-0,53±0,19	-0,44±0,18	
% pistolkød	Γ_P	-0,36**	-0,46**	-0,63**	-0,36**
<i>% pistollean</i>	Γ_A	-0,48±0,19	-0,64±0,21	-0,79±0,23	-0,65±0,18

Konstruktion og sammenlignende vurdering af selektionsindeks

1. Litteratur og problemstilling

I avlsarbejdet kan alle de egenskaber, der er omtalt i de foregående kapitler, ikke tillægges samme vægt, hvorfor det er nødvendigt at foretage en prioritering. Prioriteringen skal ske på baggrund af de enkelte egenskabers relative produktionsøkonomiske betydning, genetiske spredning og indbyrdes sammenhæng. Endvidere bør der ved prioriteringen tages tilbørligt hensyn til de enkelte egenskabers korrelerede effekt på andre vigtige produktionsegenskaber samt til de omkostninger, der er forbundet med deres registrering.

En selektion af avlsdyr baseret på flere informationskilder kan gennemføres efter tandem metoden, minimumskrav metoden eller indeks metoden. Af disse er indeks metoden den mest enkle at anvende i praksis. Som vist af blandt andre Hazel og Lush (1942) og Young (1961) er indeks metoden endvidere den mest effektive selektionsform, idet den alt andet lige giver den største, samlede genetiske fremgang. Ifølge Henderson (1963) er indeks metoden velegnet i følgende tilfælde:

- 1) ved selektion for *én* egenskab, hvor informationerne stammer fra individet selv og/eller dets slægtninge.
- 2) ved selektion for *flere* egenskaber, hvor informationerne stammer fra individet selv.
- 3) ved selektion for *flere* egenskaber, hvor informationerne stammer fra individet selv og/eller dets slægtninge.

Endvidere er indeksprikket ofte anvendt i teoretiske modelstudier til sammenligning af direkte og korrelerede avlsmæssige ændringer ved forskellige selektionsstrategier.

Som vist af Hazel (1943) kan et selektionsindeks sammensat af to egenskaber skrives som:

$$(48) \quad I = b_1P_1 + b_2P_2, \text{ hvor}$$

P_1 og P_2 er dyrets fænotype for egenskaberne 1 og 2 og b_1 og b_2 vægtfaktorerne for de tilsvarende egenskaber. Ifølge Rønningen (1972) blev indekismetoden udviklet af Smith (1936) (c.f. Rønningen (1972)) og senere tilpasset anvendelse i husdyravlen af Hazel (1943) og Henderson (1963). Cunningham (1970) har konstrueret et EDB program til indeksberegninger. Programmet er baseret på de på side 16 og 17 omtalte matriksligninger.

Forudsætningerne for konstruktion af et selektionsindeks er følgende (Cunningham (1969)):

- 1) at egenskaberens relative økonomiske værdi er bestemt uden fejl.
- 2) at egenskaberens relative økonomiske værdi er konstante inden for det givne variationsområde.
- 3) at egenskaberens relative økonomiske værdi ikke ændres med tiden.
- 4) at de genetiske og fænotypiske varianter og covarianter er bestemt uden fejl.
- 5) at såvel indekset som egenskaberne i den sammensatte genotype er normalfordelte.

Imidlertid kan der afviges ret stærkt fra flere af disse forudsætninger, uden at det får større praktisk betydning. Således viste Pease et al. (1967), at et fejlskøn på op til 50% for de økonomiske parametre maksimalt reducerer indeksets effektivitet med 2%. Samme forfattere viste, at fejlskøn på heritabilitetskoefficienterne ligeledes har en meget lille effekt på indekset, hvorimod fejl i covarianterne synes at være mere kritiske.

Selektionsindeks med flere egenskaber og/eller flere informationskilder har hidtil haft en begrænset udbredelse i praktisk kvægavl. Ved de svenske individprøver for kødracetyre selekteres der på grundlag af et T-tal, hvori der indgår tyrens egen fravænningsvægt samt dens tilvækst på individprøvestationen (Puntala och Persson, 1972). Ved de danske afkomsprøver for kødproduktion er der siden 1971 beregnet et K-indeks omfattende afkomsgruppernes gennemsnitlige nettotilvækst, pistolkødprocent og kødkonsistens (Andersen et al., 1971). Det danske Y-tal er et selektionsindeks, der beskriver en ko's avlsværdi for smørfedtydelse på grundlag af dens egne samt slægtninges præstationer (Ovesen, 1971). I Norge har Fimland (1972) konstrueret et selektionsindeks, der kombinerer oplysningerne om en tyrs egen individprøvetilvækst og dens forældres avlsværdi for mælkeproduktionssevne. Endvidere anvendes indeksprikkippet i flere igangværende selektionsforsøg, ligesom det som tidligere omtalt er meget anvendt i teoretiske modelstudier.

2. Egne undersøgelser

Egne undersøgelser i nærværende kapitel omfatter indeksberegninger baseret på udvalgte egenskaber fra ungtymaterialet i datasæt A samt kropsmål på udvoksede køer fra datasæt C. Begrundelsen for ikke at inddrage kalvematerialet i beregningerne er 1) en formodning om at udviklingen i praksis vil fortsætte mod stadig større slagtevægt, 2) at de fremtidige individprøver og kombinerede afkoms- og individprøver vil blive baseret på 11 til 12 måneders ungtyre og 3) at kalvedata og ungtyredata for næsten alle egenskaber har givet sammenfaldende parametre.

Som vist af Andersen og Ernst (1972) og Andersen (1974 a og 1975) kan der ved en ultralydmåling af lændemuskulaturen på levende ungtyre opnås meget

nær samme genetiske variation i muskelarealet og samme indirekte beskrivelse af slagte kvaliteten som ved at måle muskelarealet direkte på den overskårne slagtekrop. Slagtekroppens muskelareal (beskrevet side 42) kan således give et relevant billede af, hvad der genetisk kan opnås ved at inddrage ultralydmålinger i individprøven, og er derfor medtaget i de konstruerede indekser.

Sammenhængen mellem ungt tyrenes tilvækst og slagte kvalitet og deres fædrene halvsøstres kropsmål som udvoksede køer er som anført side 80 forskellig for RDM og SDM, men indekseberegningerne vil blive baseret på et gennemsnit af de varianser og covarianser, der er opnået for de to racer.

2.1. Konstruktion af T-tal og K-tal

2.1.1. Økonomiske parametre

Den bedste beskrivelse af de enkelte egenskabers relative produktionsøkonomiske betydning fås ved en partiel regressionsanalyse (Cunningham, 1969). Materialet fra »Egtved« er velegnet til en sådan analyse som følge af den standardiserede opfodring, den individuelle foderkontrol samt den detaljerede bestemmelse af de enkelte dyrs slagteværdi. Nettoudbyttet i ungt yreproduktionen er beregnet dels på grundlag af en subjektiv klassificering (NU_s), dels på grundlag af slagtekroppens reelle kødindhold (NU_o).

$$(49) \quad NU_s = \text{Kold slagtevægt (kg)} \times \text{kr./kg} - (\text{total foderenheder} \times 0,9 \text{ kr./f.e.} + \text{antal foderdage} \times 2,0 \text{ kr./dag} + 15 \text{ dages vægt (kg)} \times 15 \text{ kr./kg}).$$

$$(50) \quad NU_o = (\text{kg pistolkød} \times 25 \text{ kr./kg} + \text{kg restkød} \times 15 \text{ kr./kg}) - (\text{total foderenheder} \times 0,9 \text{ kr./f.e.} + \text{antal foderdage} \times 2,0 \text{ kr./dag} + 15 \text{ dages vægt (kg)} \times 15 \text{ kr./kg}).$$

Faktoren 2,0 kr./foderdag er fastsat på følgende måde: rentekrav = 0,5 kr./ungtyr/dag; arbejde = 0,9 kr./ungtyr/dag og bygninger + dyrlæge m.v. = 0,6 kr./ungtyr/dag (modificeret efter Hindhede og Petersen, 1973). Afregningsprisen pr. kg kold slagtevægt er afhængig af den opnåede officielle klassificering fastsat til følgende (Kousgaard, 1975):

Klasse AI	= 15,0 kr./kg
Klasse A ⁺	= 14,5 kr./kg
Klasse A	= 14,3 kr./kg
Klasse A ⁻	= 14,1 kr./kg
Klasse B ⁺	= 13,9 kr./kg
Klasse B	= 13,6 kr./kg
Klasse B ⁻	= 13,2 kr./kg
Klasse C ⁺	= 12,3 kr./kg

De udvalgte kødproduktionsegenskabers relative indflydelse på nettoudbyttet er herefter beregnet ved den partielle regressionsligning:

$$(51) \quad Y = a + b_1P_1 + b_2P_2 + \dots + b_nP_n, \text{ hvor}$$

Y = det beregnede nettoudbytte (NU_s eller NU_o)
 a = en regressionskonstant
 b_i = den partielle regressionskoefficient for egenskab »i«
 P_i = den fænotypiske afvigelse fra populationsgennemsnittet for egenskab »i«

Med de anførte forudsætninger bliver spredningen i nettoudbytte pr. ungtyr ved den subjektive afregningsmetode 250 kr. mod 236 kr., hvor afregningsprisen baseres på kroppens sande kødindhold.

Nettoudbyttets afhængighed af de vigtigste kødproduktionsegenskaber fremgår af tabel 47. Afhængigheden er beskrevet såvel ved fænotypiske korrelationskoefficienter (r_{xy}) som ved regressionen af nettoudbyttet på de enkelte egenskaber ($b_{x/y}$). For hvert grams stigning i den gennemsnitlige daglige tilvækst øges nettoudbyttet (objektiv) således med 2,17 kr.; én cm^2 muskelareal har en produktionsøkonomisk værdi på 12,10 kr., én % pistolkød 128,10 kr., o.s.v. De tilsvarende værdier for nettoudbyttet (subjektiv) er henholdsvis 2,05 kr., 12,50 kr. og 95,60 kr. Ved at basere regressionskoefficienterne på spredningsenheder i stedet for på absolutte enheder reduceres forskellen mellem de aktuelle egenskabers økonomiske betydning.

Som det fremgår af tabel 48 beskriver den gennemsnitlige daglige tilvækst alene ca. en trediedel af variationen i NU_s og næsten halvdelen af variationen i NU_o . Ved at registrere foderoptagelsen er det kun muligt at beskrive yderligere 5% af variationen i nettoudbyttet, medens en måling af den lange rygmuskels tværsnitsareal forøger R^2 med ca. 10 procentenheder. Nettotilvæksten alene beskriver næsten dobbelt så stor en del af variationen som den gennemsnitlige daglige tilvækst, hvilket illustrerer slagteprocentens store økonomiske betydning. Når nettotilvæksten kendes, giver en dissektion af slagtekroppen kun beskedne yderligere oplysninger om NU_s , medens kendskab til % pistolkød og kød/knogle forhold øger beskrivelsen af NU_o fra 75 til 90%. Herefter fås der ingen nævneværdig forbedring af beskrivelsen ved at inddrage flere egenskaber i ligning (51). En supplerende analyse på kalvematerialet viste, at for 250 kg's kalve har tilvækst og foderudnyttelse en relativt mindre, og slagte kvaliteten en tilsvarende større betydning for det økonomiske udbytte, end hvad der er fundet for ungtyrene.

På grundlag af ligning (51) er der endvidere beregnet følgende økonomiske vægtfaktorer, der indsættes i vektoren \underline{V} i formel (7) side 16 (tabel 49 og 50).

2.1.2. Genetiske og fænotypiske parametre

Opbygningen af de vektorer og matricer, der skal anvendes som input til

Oversigt 9. Partielle regressionskoefficienter af NU_0 på selekterede kødproduktionsgenskaber (ungtyre fra datasæt A)

Egenskab	Partielle regressionskoefficienter	
	absolut	relativ
Nettotilvækst	3,9906	1,0000
% pistolkød	55,8389	13,9926
Kød/knogle	158,6230	39,7492

standardprogrammet SELIND, er vist med et eksempel i tabel 49. De tilhørende numeriske værdier fremgår af tabel 50. Egenskaberne 1 til 9 er målt på ungtyre og egenskaberne 10 og 11 på udvoksede køer.

Vektoren \underline{V} indeholder de økonomiske vægtfaktorer, der er omtalt i det foregående afsnit.

Matricen \underline{P} omfatter fænotypiske varianser og covarianser beregnet indenfor år og race for de egenskaber, der indgår i indekset. I det i tabel 49 viste eksempel, er indekset sammensat af en tyrs egen tilvækst og muskelareal; tilvækst og muskelareal hos otte af dens fædrene halvbrødre og nettotilvækst samt % pistolkød hos otte andre fædrene halvbrødre. Symbolerne er valgt således, at P_{33} står for den individuelle fænotypiske variation i egenskab 3; \bar{P}_{53} for den fænotypiske covarians mellem afkomsguppegennemsnit for egenskaberne 5 og 3 målt på samme individ; G_{53} for den genetiske covarians mellem egenskaberne 5 og 3 o.s.v.

Matricen \underline{C} omfatter genetiske varianser og covarianser for de M egenskaber i den sammensatte genotype og matricen \underline{G} genetiske varianser og covarianser mellem de N egenskaber i indekset og de M egenskaber i den sammensatte genotype.

De genetiske og fænotypiske varianser og covarianser for enkeltindivider er beregnet som beskrevet i kapitel V. De fænotypiske varianser og covarianser for afkomsguppegennemsnit, hvor egenskaberne er målt på samme individ, er beregnet ud fra formlerne:

$$(52) \quad \bar{P}_{xx} = \frac{1 + (k-1) \cdot t}{k} \cdot P_{xx} \text{ og}$$

$$(53) \quad \bar{P}_{xy} = \frac{1}{k} (P_{xy} + (k-1) \cdot 0,25 \cdot G_{xy}), \text{ hvor}$$

\bar{P}_{xx} = fænotypisk varians på afkomsguppegennemsnit

k = vejet gennemsnit af afkomsgruppestørrelserne

t = intraklassekorrelation mellem halvsøskende

P_{xx} = fænotypisk varians på enkeltobservationer

\bar{P}_{xy} = fænotypisk covarians mellem afkomsguppegennemsnit

P_{xy} = fænotypisk covarians mellem enkeltobservationer

G_{xy} = genetisk covarians mellem enkeltobservationer

Som det fremgår af tabellerne 51 og 52, er der konstrueret ialt 17 forskellige T-tal og 11 forskellige K-tal. Af tabellerne ses, hvilke egenskaber der indgår i de forskellige indekser, samt vægtfaktorerne (b) for de enkelte egenskaber.

2.2. Direkte og korreleret genetisk effekt ved selektion for T-tal eller K-tal

Den forventede genetisk betingede »overlegenhed« for de egenskaber, der indgår i den sammensatte genotype G, er beregnet ved anvendelse af formlerne (12), (13) og (14) på side 17. Indeksens beskrivelse af den sammensatte genotypes økonomiske værdi udtrykkes ved R_{IA} , der beregnes ved formel (11) side 16.

I tabel 53 sammenlignes korrelationskoefficienterne mellem indeks og sammensat genotype (R_{IA}) samt de genetiske ændringer, der kan forventes, hvis der selekteres for de forskellige T-tal med intensiteten $i = 3,45$. Begrundelsen for at vælge denne »i«-værdi er, at det ved ensidig selektion for tilvækst (T 1a) giver en genetisk overlegenhed i gennemsnitlig daglig tilvækst på 100 gram. Ifølge en økonomisk optimal avlsplan udarbejdet af Petersen et al. (1974) svarer disse 100 gram til resultatet af ca. 20 års avlsarbejde, forudsat 80% af de individafprøvede tyre frasorteres på grund af for lav tilvækst.

I »basisindekset« T 1 a indgår kun den gennemsnitlige daglige tilvækst. Som det fremgår af tabel 53, kan en avlsmæssig forbedring af tilvæksthastigheden på 100 gram baseret på dette indeks forventes at medføre en indirekte stigning i fødselsvægten på ca. 3 kg, en stigning i skulderhøjden hos de udvoksede køer på ca. 2 cm og en stigning i brystomfanget på 6 cm (svarende til ca. 50 kg levende vægt). Endvidere medfører T 1 a lidt senere udviklede dyr, hvilket udtrykkes såvel i et lavere FORM indeks som i en lidt højere pistolkødprocent og et bedre KP/KT forhold. Derimod bliver muskelfylden udtrykt ved muskelarealet og kød/knogle forholdet forringet ved selektion for T 1 a.

I T 1 b indgår kun tværsnitsarealet af den lange rygmuskel. Selektion for dette indeks kan forventes at medføre en næsten uændret fødselsvægt og udvokset vægt, en ubetydelig tilbagegang i gennemsnitlig daglig tilvækst og en mindre forbedring af nettotilvæksten. Endvidere vil T 1 b give en betydelig forbedring af pistolkødprocenten og en markant forbedring af muskelarealet og kød/knogle forholdet.

Ved at inddrage fødselsvægten i indeks T 1 a fås T 2 a, og R_{IA} øges fra 0,37 til 0,53. Sammenlignet med T 1 a giver T 2 a en mindre reduktion af fremgangen i gennemsnitlig daglig tilvækst, men en lidt større fremgang i nettotilvækst og en betydeligt bedre slagte kvalitet. Til gengæld medfører T 2 a nogen stigning i drægtighedsperiodens længde samt en markant stigning i fødselsvægten og de udvoksede køers skulderhøjde og brystomfang.

I indeks T 2 b er fødselsvægten holdt konstant. Dette medfører ingen reduktion af fremgangen i daglig tilvækst, men en relativ forringelse af nettotilvæksten (lavere slagteprocent) og slagte kvaliteten. Endvidere medfører T 2 b et stærkt reduceret form-indeks samt uændret skulderhøjde og brystomfang hos de udvoksede køer.

I indeks T 3 a og T 3 b indgår drægtighedsperiodens længde i stedet for fødselsvægten. Tendensen i disse indekser svarer til T 2 a og T 2 b, men udslagene er mindre markante.

Ved at inddrage muskelarealet i T 1 a fås indeks T 4 a. Dette medfører, at R_{IA} øges fra 0,37 til 0,59. Den forventede fremgang i gennemsnitlig daglig tilvækst reduceres fra 100 til 58 gram, medens nettotilvæksten kan forventes at stige fra 36 til 37 gram. Der vil således være tale om en betydelig forbedring af slagteprocenten. Ydermere giver T 4 a en ret stærk forøgelse af muskelarealet, pistolkødprocenten og kød/knogleforholdet. Der vil således være tale om en markant forskel i tilvækstens sammensætning hos de genotyper, der udvælges på basis af de to forskelligt konstruerede indekser. T 4 a giver nogen stigning i fødselsvægt og brystomfang hos de udvoksede køer, men næsten uændret skulderhøjde.

Søges kød/knogle forholdet holdt konstant som i T 4 b, opnås der sammenlignet med T 4 a en større fremgang i tilvækst, lidt mindre genetisk overlegenhed i pistolkødprocent og en lidt større forøgelse af de udvoksede køers højde og vægt.

I T 5 a og T 5 b indgår ud over tilvækst og muskelareal tyrens egen fødselsvægt. I T 5 a er der ingen restriktioner på fødselsvægten, og da denne har en høj heritabilitet samt en positiv korrelation til såvel tilvækst som slagte kvalitet, vil der i dette indeks blive lagt en positiv vægt på fødselsvægten. Derfor medfører T 5 a en markant stigning i såvel fødselsvægt, tilvækst og slagte kvalitet som i de udvoksede køers skulderhøjde og brystomfang. Ved konstruktionen af T 5 b blev der indføjet den restriktion, at fødselsvægten i den sammensatte genotype skulle holdes konstant. Dette medfører en halvering af den forventede avlsmæssige fremgang i tilvækst; en fortsat stærk forbedring af slagte kvaliteten samt en mindre reduktion i de udvoksede køers skulderhøjde og brystomfang.

I indeks T 6 a indgår drægtighedsperiodens længde i stedet for fødselsvægten. Fødselsvægten er holdt konstant og sammenholdt med T 5 b giver dette indeks en endnu mindre fremgang i tilvækst, en endnu stærkere forbedring af slagte kvaliteten, medens de udvoksede køers skulderhøjde og brystomfang kan forventes at reduceres til henholdsvis 1,5 og 3 cm under det nuværende racegennemsnit.

Ved at holde såvel fødselsvægten som de udvoksede køers brystomfang konstant, som det er gjort i indeks T 6 b, opnås en betydelig ændring i den forventede avlsmæssige effekt. Selektion for T 6 b kan således forventes at give en ret stor fremgang i daglig tilvækst, men yderligere reduktion af fremgangen i nettotilvækst (lavere slagteprocent) og en forringelse af samtlige slagte kvalitetsmål. Derfor giver T 6 b en så lav R_{IA} værdi som 0,06.

I indeks T 7 a indgår foruden gennemsnitlig daglig tilvækst både fødselsvægt og drægtighedsperiodens længde, men ikke muskelarealet. Dette indeks kan forventes at give samme avlsmæssige effekt som T 2 a.

Indeks T 7 b viser som T 6 b, at fremgangen i gennemsnitlig daglig tilvækst kan opretholdes, selvom fødselsvægten og de udvoksede køers vægt holdes konstant. Men det må forventes, at også dette indeks vil give en reduktion i den avlsmæssige fremgang i nettotilvækst og en forringelse af slagtekvaliteten.

Indeks T 8 a og T 8 b fremkommer ved at tilføje muskelarealet til indeks T 7 a og T 7 b. Baseres selektionen på T 8 a kan der forventes en uændret fødselsvægt; en ret begrænset fremgang i tilvækst, en god fremgang i slagtekvaliteten og en skulderhøjde og et brystomfang hos de udvoksede køer, der ligger lidt under de nuværende racegennemsnit. Holdes såvel fødselsvægt som brystomfang konstant (T 8 b), opnås en betydelig større fremgang i tilvækst, men nogen reduktion i slagtekvalitetens forbedring.

Det sidste indeks T 9 omfatter tyrens egen tilvækst og muskelareal, 8 halvbrødres gennemsnitlige daglige tilvækst og muskelareal samt 8 andre halvbrødres nettotilvækst og pistolkødprocent. Sammenholdt med indeks T 4 a ses det, at der ved at supplere en tyrs egen individprøveresultat med resultaterne for ialt 16 samtidigt afprøvede halvbrødre opnås en lille stigning i R_{IA} værdien fra 0,59 til 0,64 samt en begrænset forøgelse af den avlsmæssige effekt på tilvækst, slagtekvalitet og udvokset mål og vægt.

For samtlige T-tal er fødselsvægtens procentvise andel af køernes udvoksede vægt beregnet som:

$$(54) \quad FV/VV = \frac{100 \times (40 + \text{ændringer i fødselsvægt})}{640 + 8 \times \text{ændringer i udvoksede køers brystomfang}}$$

I det anvendte datamateriale har fødselsvægten i gennemsnit udgjort 6,3% af de udvoksede køers vægt. Som det fremgår af tabel 53 er fødselsvægt og udvokset vægt så stærkt korrelerede, at 20 års selektion for forskellige T-tal kun vil medføre små ændringer i FV/VV forholdet.

I tabel 54 er de genetisk betingede ændringer, der kan forventes ved en langtidssелеktion for forskellige K-tal, sammenlignet på samme måde som for T-tallene. Der er valgt en »i« værdi på 4,17, hvilket medfører, at der ved en afkomsprøveselektion for indeks K 1 opnås en forventet genetisk overlegenhed i gennemsnitlig daglig tilvækst på 100 gram.

Generelt vurderet opnås der ved selektion for K-tal en forholdsvis større del af fremgangen på nettotilvækst og slagtekvalitet end ved de tilsvarende T-tal.

Af de konstruerede K-tal skal fremhæves K 6, der er sammensat af 8 sønners gennemsnitlige daglige tilvækst og muskelareal. Egenskaber, der kan registreres uden at der skal gennemføres forsøgsslagtinger. Selektion for dette indeks kan forventes at medføre en ret stærk stigning i fødselsvægt, tilvækst og slagtekvalitet og en moderat stigning i de udvoksede køers størrelse og vægt.

Ved at inddrage yderligere 8 sønner med slagterresultater i indekset fås K 7, som giver en særdeles sikker beskrivelse af den sammensatte genotype med R_{IA}

= 0,80. Stærk selektion for K 7 over en lang tidsperiode kan forventes at medføre en stærk stigning i fødselsvægt, tilvækst og slagtekvantitet, og nogen stigning i de udvoksede køers skulderhøjde og brystomfang.

I tabel 55 vises resultaterne fra en undersøgelse over afkomsgruppestørrelsens betydning for indeksets sikkerhed og selektionseffekten. I alt fem forskellige indekser sammenlignes, idet såvel afkomsgruppen med daglig tilvækst og muskelareal som afkomsgruppen med nettotilvækst og % pistolkød er analyseret for gruppestørrelserne 8, 6 og 4.

3. Diskussion og konklusion

De gennemførte undersøgelser over kødproduktionsegenskaberne relative økonomiske betydning viste, at der ved ungtyreproduktion på »Egtved« uanset den ensrettede fodring, pasning, opstaldningsform og slagtevægt er en individuel spredning i nettoudbyttet på ca. 250 kr.

Nettoudbyttet er beregnet såvel på baggrund af en subjektiv klassificering af slagtekroppen (NU_s) som på baggrund af kroppens sande kødindhold (NU_o). Kun parametrene for NU_o er anvendt ved indeksberegningerne. Ca. 45% af variationen i NU_o beskrives af den gennemsnitlige daglige tilvækst, hvilket skyldes en direkte effekt på arbejdsforbrug, staldleje og rentekrav samt en indirekte effekt gennem foderudnyttelse og slagtekvantitet. Som følge af den stærke sammenhæng mellem tilvækst og foderudnyttelse giver en registrering af foderoptagelsen en meget begrænset yderligere beskrivelse af variationen i NU_o, når tilvæksten allerede kendes. Måling af ryg og lændemuskulaturen øger beskrivelsen fra 45 til 55% og bestemmelse af slagteprocenten fra 45 til 75%. En opskæring af slagtekroppen øger beskrivelsen fra 75 til 90%.

Med det formål at undersøge individprøveselektionens og afkomsprøveselektionens effekt på fødselsvægten, ungtyrenes tilvækst og slagtekvantitet og køernes højde og brystomfang, er der konstrueret forskellige T-tal og K-tal. Resultaterne viser, at det gennem indeksets sammensætning er muligt at påvirke tilvækstens sammensætning og kroppens udvikling i ret stærk grad.

Således medfører ensidig selektion for stor daglig tilvækst indirekte en stigning i fødselsvægt og voksenalvægt samt nogen forringelse af slagteprocent og muskelfylde. Men ved med varierende vægt at kombinere egenskaber som daglig tilvækst, muskelareal, fødselsvægt og/eller drægtighedsperiodens længde i indekset, er det muligt at udvikle dyr med stor forskel i fødselsvægt, tilvæksthastighed, kropsudvikling og udvokset størrelse og vægt. Dette er illustreret med en række eksempler i oversigt 10 side 100.

Med undtagelse af T 1 b giver de anførte indekser alle en forbedring af tilvækstkapaciteten. Men den indirekte effekt på fødselsvægt, voksenalvægt og muskelfylde er meget forskellig. Således kan det forventes, at selektion for T 5 b på længere sigt vil resultere i forholdsvis små og muskuløse dyr; T 8 b i middelstore, ret muskuløse dyr; T 1 b i middelstore, meget muskuløse dyr, T 2

Oversigt 10.

Indeks	Fødselsvægt (kg)	Gns. dgl. tilv. (gr.)	Slagteprocent	Kød/knogle	Udvoksede køers vægt (kg)
T 1a BT	43	1240	53,7	3,95	690
T 1b LD	41	1135	58,7	4,45	630
T 2b BT+(FV)	40	1227	53,6	3,93	640
T 4a BT+LD	43	1198	55,7	4,28	665
T 4b BT+(LD)	43	1230	54,6	4,10	680
T 5b BT+(FV)+LD	40	1171	56,1	4,33	620
T 6b BT+DL+LD	40	1217	53,1	3,84	640
T 8b BT+(FV)+DL+LD	40	1194	55,1	4,17	640
T 9 BT+LD+ (16 halvsøsk.)	44	1202	55,6	4,29	670
Gns. af RDM og SDM i 1975	(40)	(1140)	(55,2)	(4,1)	(640)

b og T 6 b i middelstore, men ret muskelfattige dyr; T 1 a i store og ret muskelfattige dyr; T 4 b i store dyr med uændret muskelfylde og T 4 a samt T 9 i store og ret muskuløse dyr.

Fødselsvægt og udvokset vægt er tilsyneladende så stærkt korrelerede, at en stigning i fødselsvægten modsvares af en tilsvarende stigning i køernes udvoksede vægt. Derfor vil fødselsvægt/udvokset vægt forholdet sandsynligvis forblive på det nuværende niveau, uanset hvorledes der selekteres for fødselsvægt, drægtighedsperiodens længde, tilvækst og slagte kvalitet.

Tabel 47. De vigtigste kødproduktionsegenskabers effekt på nettoudbyttet i unglytreproduktionen (ungtyre fra datasæt A) (y = absolutte enheder og z = spredningseenheder af de aktuelle egenskaber)
Table 47. Effect of selected beef traits on the net profit in young bull production (young bulls from datagroup A) (y = 1 absolut unit and z = 1 standard deviation unit of the actual trait)

		Egenskab Trait							
		Gns. dgl. tilv., gr.	Gns. dgl. netto-tilv. gr.	FE/BT	Slagte-procent	Muskel-areal, cm ²	% pistolkød	Kød/knogle	KP/KT
		Av. daily gain, gr	Av. daily carcass gain, gr	F.U./BT	Dressing percentage	Muscle area, cm ²	% pistollean	Lean/bone	KP/KT
Nettoudb. objektiv (x =kr./ungtyr)	r_{xy}	0,67	0,87	- 0,71	0,40	0,33	0,69	0,50	0,37
	$b_{x/y}$	2,17	5,07	-482,2	61,8	12,1	128,1	429,0	13,1
	$b_{x/z}$	158,1	205,4	-168,8	95,2	77,9	162,7	115,8	87,6
Nettoudb. subjektiv (x =kr./ungtyr)	r_{xy}	0,60	0,84	- 0,64	0,48	0,32	0,49	0,41	0,42
	$b_{x/y}$	2,05	5,14	-463,5	78,7	12,5	95,6	369,2	15,6
	$b_{x/z}$	149,3	208,3	-162,2	121,2	80,5	121,4	99,7	104,4

Tabel 48. De vigtigste kødproduktionsegenskabers kombinerede effekt på nettoudbyttet i unglytreproduktionen (ungtyre fra datasæt A)
Table 48. The combined effect of selected beef traits on the net profit in young bull production (young bulls from datagroup A)

Egenskab Trait	R ² × 100	
	NU _s	NU _o
BT	35,6	44,9
BT + FE/BT	41,3	50,4
BT + LD	45,7	55,5
NT	69,7	75,9
NT + PK	71,2	87,0
NT + PK + K/Kn	73,7	89,9

Tabel 49. Eksempel på opbygning af matricer til standardprogrammet SELIND. Indekset er sammensat af en tyrs egen tilvækst og muskelareal + 8 halvsøskendes tilvækst og muskelareal + 8 andre halvsøskendes nettotilvækst og procent pistolkød (Indeks T 9)

Table 49. Input matrixes to the program SELIND. The index is composed of an AI bull's own gain and muscle area + gain and muscle area of 8 half sibs + carcass gain and % pistolean of 8 other halvesibs

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		DL	FV	BT	NT	LD	PK	KP/KT	K/Kn	FORM	SH	Bo
$V (M \times 1)$												
		<u>BT</u>	<u>LD</u>	<u>BT8H</u>	<u>LD8H</u>	<u>NT8H</u>	<u>PK8H</u>					
$P (N \times N)$	3.BT } I	P33										
	5.LD } I	P53	P55									
	3.BT } 8H	¼G33	¼G35	P33								
	5.LD } 8H	¼G53	¼G55	P53	P55							
	4.NT } 8H	¼G43	¼G45	¼G43	¼G45	P44						
	6.PK } 8H	¼G63	¼G65	¼G63	¼G65	P64	P66					
$Q (M \times M)$												
1.DL		G11										
2.FV		G21	G22									
3.BT		G31	G32	G33								
4.NT		G41	G42	G43	G44							
5.LD		G51	G52	G53	G54	G55						
6.PK		G61	G62	G63	G64	G65	G66					
7.KP/KT		G71	G72	G73	G74	G75	G76	G77				
8.K/Kn		G81	G82	G83	G84	G85	G86	G87	G88			
9.FORM		G91	G92	G93	G94	G95	G96	G97	G98	G99		
10.SH		G101	G102	G103	G104	G105	G106	G107	G108	G109	G1010	
11.Bo		G111	G112	G113	G114	G115	G116	G117	G118	G119	G1110	G1111
$G (N \times M)$												
3.BT } I		G31	G32	G33	G34	G35	G36	G37	G38	G39	G310	G311
5.LD } I		G51	G52	G53	G54	G55	G56	G57	G58	G59	G510	G511
3.BT } 8H		¼G31	¼G32	¼G33	¼G34	¼G35	¼G36	¼G37	¼G38	¼G39	¼G310	¼G311
5.LD } 8H		¼G51	¼G52	¼G53	¼G54	¼G55	¼G56	¼G57	¼G58	¼G59	¼G510	¼G511
4.NT } 8H		¼G41	¼G42	¼G43	¼G44	¼G45	¼G46	¼G47	¼G48	¼G49	¼G410	¼G411
6.PK } 8H		¼G61	¼G62	¼G63	¼G64	¼G65	¼G66	¼G67	¼G68	¼G69	¼G610	¼G611

Tabel 50. Eksempel på matricer til standardprogrammet SELIND. Parametre svarende til modellen i tabel 49
Table 50. Input matrixes to the program SELIND. Actual parameters to the model in table 49

		1 DL	2 FV	3 BT	4 NT	5 LD	6 PK	7 KP/KT	8 K/Kn	9 FORM	10 SH	11 Bo
$V (1 \times M)$		1,0000			13,9926			39,7492				
		<u>BT</u>	<u>LD</u>	<u>BT</u>	<u>LD</u>	<u>NT</u>	<u>PK</u>					
$P (N \times M)$	3.BT } I	4571,8										
	5.LD }	-2,4179	33,233									
	3.BT }	490,51	-2,288	1001,2								
	5.LD }	-2,288	4,530	-2,332	8,142							
	4.NT }	176,8	7,763	176,8	7,763	248,2						
	6.PK }	3,0246	0,4852	3,0246	0,4852	4,2184	0,2963					
		1.DL	2.FV	3.BT	4.NT	5.LD	6.PK	7.KP/KT	8.K/Kn	9.FORM	10.SH	11.Bo
$C (M \times M)$		10,4780										
		5,9484	13,756									
		24,4230	66,076	1962,0								
		19,8780	37,036	707,40	381,870							
		5.LD	-0,4728	1,4888	-9,1512	31,0530	18,120					
		6.PK	0,5848	2,0840	12,098	9,6400	1,9408	0,6644				
		7.KP/KT	0,3820	1,4024	7,5156	6,1784	1,0308	0,3639	0,4884			
		8.K/Kn	0,06648	0,02753	-2,9676	-0,0737	0,5796	0,08992	0,0201	0,03894		
		9.FORM	-9,9132	3,1516	-164,088	-81,756	-6,374	-1,0400	-0,3946	0,1324	57,2960	
		10.SH	4,6457	9,2703	43,4280	26,2660	-1,3965	1,3305	0,5604	-0,02976	-3,8041	10,160
		11.Bo	12,4390	23,145	118,540	46,1350	-2,1210	1,8320	2,0267	0,06456	8,2540	17,195
		3.BT	5.LD	3.BT	5.LD	4.NT	6.PK	7.KP/KT	8.K/Kn	9.FORM	10.SH	11.Bo
$C (N \times M)$	3.BT } I	24,4230	66,0760	1962,0	707,39	-9,1512	12,098	7,5156	-2,9676	-164,088	43,428	118,54
	5.LD }	-0,4728	1,4888	-9,1512	31,053	18,1196	1,9408	1,0308	0,5796	-6,3744	-1,3965	-2,121
	3.BT }	6,1057	16,5190	490,51	176,85	-2,2878	3,0246	1,8789	-0,7419	-41,022	10,857	29,635
	5.LD }	-0,1182	0,3722	-2,2878	7,7632	4,5299	0,4852	0,2577	0,1449	-1,5936	-0,3491	-0,530
	4.NT }	4,9696	9,7590	176,85	95,467	7,7632	2,4101	2,4101	-0,01842	-20,439	6,5665	11,534
	6.PK }	0,1462	0,5210	3,023	2,1395	0,4852	0,1661	0,09097	0,02248	-0,2600	0,3326	0,4580

Tabel 51. Vægtfaktorer (b) og korrelationskoefficienter mellem indeks og sammensat genotype (R_{IA}) for forskellige T-tal

Table 51. Weight factors (b) and coefficient of correlations (R_{IA}) between index and aggregate genotype for various T-indices

Indeks	b for:								R_{IA}
	BT	LD	FV	DL	BT.8H	LD.8H	NT.8H	PK.8H	
T 1	1,0000								(0,37)
T 2a	0,1145		2,6300						0,53
T 2b	0,1034		-0,4966						0,22
T 3a	0,1555			1,4586					0,42
T 3b	0,0695			-0,7718					0,18
T 4a	0,1673	2,4940							0,59
T 4b	0,2173	1,1127							0,57
T 5a	0,1196	2,5061	2,7368						0,71
T 5b	0,0995	2,1899	-0,7147						0,47
T 6a	0,0543	2,0553		-1,1171					0,43
T 6b	0,0230	-0,0862		-0,2338					0,06
T 7a	0,1126		2,4416	0,7800					0,54
T 7b	0,1004		-0,3507	-0,3042					0,21
T 8a	0,1022	2,1929	-0,7283	-0,0002					0,47
T 8b	0,1152	0,8938	-1,2348	1,3520					0,36
T 9	0,1489	2,2064			0,0755	0,6581	0,1047	9,6098	0,64

Tabel 52. Vægtfaktorer (b) og korrelationskoefficienter mellem indeks og sammensat genotype (R_{IA}) for forskellige K-tal

Table 52. Weight factors (b) and coefficient of correlations between index and aggregate genotype for various K-indices

Indeks	b for:						R_{IA}
	NT.8A	PK.8A	FV.8A	DL.8A	BT.8A	LD.8A	
K-tal 1	1.0000						(0,53)
K-tal 2	0,5137	30,6784					0,71
K-tal 3a	0,4644	27,7448	1,7542				0,72
K-tal 3b	0,5238	19,4008	-4,3495				0,47
K-tal 4a	0,4785	30,2789		1,6461			0,72
K-tal 4b	0,4052	2,0432		-3,2384			0,29
K-tal 4c	0,4685	-5,8080		-0,8824			0,21
K-tal 5a	0,5225	19,4294	-4,4034	0,1226			0,47
K-tal 5b	0,5564	-2,5602	-1,9494	1,9407			0,29
K-tal 6					0,3908	5,1010	0,62
K-tal 7	0,3193	25,5709			0,2528	3,2332	0,80

Tabel 53. Forventet avlsmæssig langtidsseffekt ved individprøveselektion baseret på forskellige T-tal

Table 53. Genetic effect of performance test selection based on different T-indices

		Ændringer i response for:												
Indeks	Egenskaber i indeks	Dr. længde (dage)	Føds. vægt (kg)	Dgl. tilv. (gram)	Netto- tilv. (gram)	LD areal (cm ²)	% pistol- kød %	KP/KT	K/kn	FORM	Skul- derh. (cm)	Bryst- omf. (cm)	100 × FV/ VV	R _{1A}
		Gest. length (days)	Birih wgt. (kg)	Daily gain (gram)	Carcass gain (gram)	Muscle area (cm ²)	pistol- lean	KP/KT	K/kn	FORM	H. at withers (cm)	H. girth (cm)		
T 1a	BT	1,2	3,3	100	36	-0,5	0,6	0,4	-0,15	- 8	-2,2	6	6,3	(0,37)
T 1b	LD	-0,3	0,9	- 5	18	10,9	1,2	0,6	0,35	- 4	-0,7	- 1	6,3	(0,46)
T 2a	BT+FV	3,9	9,3	85	38	0,6	1,5	1,0	-0,06	- 2	6,2	16	6,4	0,53
T 2b	BT+FV (FV konst.)	-0,2	0,0	87	28	-0,9	0,1	0,0	-0,17	-10	-0,1	0	6,2	0,22
T 3a	BT+DL	5,2	5,1	92	38	-0,6	0,7	0,5	-0,10	-11	3,7	10	6,3	0,42
T 3b	BT+DL (FV konst.)	-4,1	0,0	75	22	-0,2	0,3	0,1	-0,17	- 2	-0,4	- 1	6,3	0,18
T 4a	BT+LD	0,6	2,8	58	37	8,3	1,3	0,7	0,18	- 8	0,7	3	6,5	0,59
T 4b	BT+LD (K/kn konst.)	1,0	3,4	90	41	3,9	1,0	0,6	0,0	- 9	1,7	5	6,4	0,57
T 5a	BT+LD+FV	2,8	7,8	62	42	7,6	1,9	1,2	0,19	- 4	4,3	11	6,5	0,71
T 5b	BT+LD+FV (FV konst.)	-0,7	0,0	31	27	9,1	1,0	0,5	0,23	- 8	-1,3	- 2	6,4	0,47
T 6a	BT+LD+DL	-3,0	0,0	16	21	9,8	1,1	0,6	0,25	- 3	-1,5	- 3	6,5	0,43
T 6b	BT+LD+DL (FV+BO konst.)	-3,5	0,0	77	17	-3,2	-0,1	0,0	-0,26	- 2	0,1	0	6,3	0,06
T 7a	BT+FV+DL	5,3	9,5	84	39	0,5	1,4	1,0	-0,04	- 4	6,5	17	6,5	0,54
T 7b	BT+FV+DL (FV+BO konst.)	-1,5	0,0	87	27	-0,7	0,2	0,1	-0,17	- 8	-0,2	0	6,3	0,21
T 8a	BT+LD+FV+DL	-0,7	0,0	32	27	9,1	1,0	0,5	0,23	- 8	-1,3	- 2	6,4	0,47
T 8b	BT+LD+FV+DL (FV+BO konst.)	2,9	0,0	54	29	4,0	0,4	0,2	0,07	-13	-0,5	0	6,3	0,36
T 9	BT+LD+BT.8H +LD.8H+NT.8H +PK.8H	0,9	3,6	62	39	8,3	1,5	0,9	0,19	- 8	1,4	4	6,5	0,64

Tabel 54. Forventet avlsmæssig langtidseffekt ved afkomsprøveselektion baseret på forskellige K-tal
Table 54. Genetic effect of progeny test selection based on different K-indices

		Ændringer i response for:											
Indeks	Egenskaber i indeks	Dr. længde (dage) <i>Gest. length (days)</i>	Føds. vægt (kg) <i>Birth wgt. (kg)</i>	Dgl. tilv. (gram) <i>Daily gain (gram)</i>	Netto- tilv. (gram) <i>Carcass gain (gram)</i>	LD areal (cm ²) <i>Muscle area (cm²)</i>	% pistol- kød <i>% pistol- lean</i>	KP/KT <i>KP KT</i>	K/Kn <i>K Kn</i>	FORM	Skul- derh. (cm) <i>H. at withers (cm)</i>	Bryst- omf. (cm) <i>H. girth (cm)</i>	RIA
K 1	NT	2,2	4,8	100	58	4,3	1,3	0,8	-0,01	-14	2,8	5 (0,53)	
K 2	NT+PK	2,7	7,9	70	47	7,2	2,4	1,4	0,26	1	5,2	8 0,71	
K 3a	NT+PK+FV	3,4	9,3	73	48	6,7	2,5	1,5	0,24	1	6,2	11 0,72	
K 3b	NT+PK+FV (FV konst.)	-0,6	0	46	33	6,9	1,3	0,6	0,23	1	-0,1	- 6 0,47	
K 4a	NT+PK+DL	4,2	8,5	70	48	6,9	2,4	1,4	0,26	- 1	5,7	9 0,72	
K 4b	NT+PK+DL (FV konst.)	-5,9	0	55	26	4,3	0,8	0,5	-0,01	15	-0,4	- 4 0,29	
K 4c	NT+PK+DL (FV+BO konst.)	-1,1	0	78	34	1,2	0,1	0,2	-0,20	17	0,2	0 0,21	
K 5a	NT+PK+FV+DL (FV konst.)	-0,5	0	46	33	6,9	1,3	0,6	0,23	1	-0,1	- 6 0,47	
K 5b	NT+PK+FV+DL (FV+BO konst.)	4,3	0	66	36	2,0	0,2	0,1	-0,05	5	0,5	0 0,29	
K 6	BT+LD	0,8	3,7	80	48	9,8	1,6	0,9	0,20	-11	1,1	4 0,62	
K 7	NT+PK+BT+LD	2,2	7,4	86	55	9,9	2,5	1,4	0,29	- 5	4,2	7 0,80	

Tabel 55. Forventet avlsmæssig langtidseffekt ved afkomsprøveselektion baseret på forskellige K-tal
Table 55. Genetic effect of progeny test selection based on different K-indices

		Ændringer i response for:											
Indeks	Egenskaber i indeks	Dr. længde (dage)	Føds. vægt (kg)	Dgl. tilv. (gram)	Netto- tilv. (gram)	LD areal (cm ²)	% pistol- kød	KP/KT	K/Kn	FORM	Skul- derh. (cm)	Bryst- omf. (cm)	RIA
		<i>Gest. length (days)</i>	<i>Birth wgt. (kg)</i>	<i>Daily gain (gram)</i>	<i>Carcass gain (gram)</i>	<i>Muscle area (cm²)</i>	<i>% pistol- lean</i>	<i>KP/KT</i>	<i>K/Kn</i>	<i>FORM</i>	<i>H. at withers (cm)</i>	<i>H. girth (cm)</i>	
K 7a	a)	2,2	7,4	86	55	9,9	2,5	1,4	0,29	-5	4,2	7,2	0,80
K 7b	b)	2,3	7,4	83	54	9,5	2,5	1,4	0,29	-4	4,3	7,2	0,79
K 7c	c)	2,4	7,5	79	52	9,0	2,5	1,4	0,28	-3	4,5	7,3	0,77
K 7d	d)	2,0	6,9	84	54	9,8	2,4	1,4	0,28	-6	3,8	6,8	0,77
K 7e	e)	1,7	6,3	82	52	9,8	2,3	1,3	0,27	-7	3,3	6,2	0,74

- a) BT·8H + LD·8H + NT·8H + PK·8H
 b) BT·6H + LD·6H + NT·8H + PK·8H
 c) BT·4H + LD·4H + NT·8H + PK·8H
 d) BT·8H + LD·8H + NT·6H + PK·6H
 e) BT·8H + LD·8H + NT·4H + PK·4H

KAPITEL VII

Sammenfattende diskussion

Formålet med det i denne afhandling omtalte arbejde har været at kortlægge den genetisk betingede variation i de danske kombinationsracers fødselsvægt, præ- og postnatale tilvækst, kropsudvikling, slagtekvantitet og foderudnyttelse, samt disse egenskabers indbyrdes sammenhæng.

Arbejdet er fortrinsvis gennemført på datamateriale fra afkomsprøverne for kødproduktion samt kropsmåliger på udvoksede køer i brugsbesætninger. I kapitel II konkluderes det, at det anvendte materiale er af en sådan natur, at de opnåede resultater kan antages at være repræsentative for racerne RDM og SDM.

Resultaterne af de gennemførte undersøgelser har bekræftet, at kvægets tilvækst og udvikling i relation til den kronologiske alder følger et ret veldefineret forløb. Men dette gælder kun ved en generel vurdering. I kapitel IV er der således påvist en stor genetisk betinget variation i fødselsvægt, tilvæksthastighed og udviklingsforløb. Dette muliggør gennem et systematisk avlsarbejde væsentlige ændringer af de bestående kvægracer.

Gennem en lang årrække har et sådan avlsarbejde været baseret på dyrskuefremstilling af køer og avlstyre. I begyndelsen af 1960'erne blev dyrskuefremstillingen suppleret med afkomsprøver for kødproduktion af unge avlstyre. Imidlertid er dyrskuedommernes subjektive vurdering af dyrenes størrelse og kropsbygning kun i ringe grad et udtryk for avlsværdien for kødproduktion. Ved afkomsprøverne for kødproduktion kan der opnås en sikker avlsværdivurdering, men her er afprøvningskapaciteten til gengæld så begrænset, at kun en lille del af en årgangs avlstyre kan afprøves. Endvidere er afkomsprøverne for kødproduktion en avlsforanstaltning, som vanskeligt lader sig indpasse i nutidens effektive avlsplaner med ventetyre og krav om et hurtigt generationsskifte. Derfor søges den avlsmæssige forbedring af kvægets tilvækst og slagtekvantitet nu baseret på en individafprøvning af alle unge, potentielle avlstyre. Det er en sikker og relativt billig afprøvningsform, som kan gennemføres i tyrenes opdrætningsperiode. Den centrale opdrætning muliggør endvidere en mere sikker sammenligning af tyrenes konstitution og eksteriørmæssige udvikling, samt specielle undersøgelser over hormon- og enzymproduktion, befrugtningsevne m.v. Endelig fritager individprøveforanstaltningen kvægavlforeninger og private opdrættere for arbejdet med at opdrætte tyrekalvene, hvilket utvivlsomt vil medvirke til, at der vil blive indsat og afprøvet flere unge tyre til gavn for det samlede avlsarbejde.

De på side 96 omtalte beregninger vedrørende optimale avlsplaner for danske kombinationsracers viste, at det økonomisk bedste resultat opnås, når

80% af de individafprøvede tyre frasorteres på grund af lav tilvækst. En sådan selektion kan forventes at medføre en årlig fremgang i gennemsnitlig daglig tilvækst på ca. 5 gram eller ca. 100 gram over en 20 årig periode.

Som vist i kapitel V eksisterer der en indbyrdes afhængighed mellem mange af de aktuelle kødproduktionsegenskaber, ligesom flere af disse er korreleret til fødselsvægt og udvokset vægt. Selektion for én bestemt egenskab kan derfor forventes indirekte at påvirke flere andre egenskaber i positiv eller negativ retning.

Ved de fremtidige individprøver kan der anlægges forskellige selektionsstrategier, og det bedste sammenlignende skøn over disse strategiers avlsmæssige effekt opnås ved at anvende indeksteorien som beskrevet i kapitel VI.

En vurdering af ialt 17 forskelligt konstruerede T-tal kan sammenfattes i følgende:

1. En avlsmæssig forbedring af tilvækstkapaciteten medfører en generel stigning i fødselsvægten. Men sideløbende hermed øges også køernes udvoksede vægt, således at fødselsvægtens procentvise andel af køernes vægt (FV/VV forholdet) trods tilvækstselektionen forbliver uændret.
2. Det er muligt at holde fødselsvægten konstant samtidig med at tilvæksten forbedres, hvis fødselsvægten og/eller drægtighedsperiodens længde indruges i T-tallet. Men dette indebærer samtidig, at også vægten af de udvoksede køer enten forbliver konstant eller sænkes. Endvidere medfører en tilvækstforbedring med konstant fødselsvægt og voksendevægt, at slagteprocenten og slagte kvaliteten forringes i betydelig grad.
3. En avlsmæssig forbedring af tilvækstkapaciteten vil sandsynligvis medføre en svag stigning i pistolkødprocenten samt nogen reduktion i slagteprocenten og kød/knogle forholdet. Den positive effekt på pistolkødprocenten må alene tilskrives, at ved konstant slagtevægt giver større tilvækst lavere slagtealder, og dermed alt andet lige en bedre muskelfordeling og et mindre fedtindhold. Tilvækstforbedringens negative effekt på slagteprocent og kød/knogle forhold skyldes derimod, at en forholdsmæssig stor del af tilvækstfremgangen er placeret på komponenterne »slagteaffald« og knoglevæv.
4. Som vist med indeks T 4 a (tilvækst + muskelareal) kan en betydelig større del af tilvækstfremgangen placeres på kødtilvæksten, hvis muskelarealet inddrages i T-tallet. Når der ved selektion for T 4 a opnås en omfattende forbedring af slagte kvaliteten, skyldes det både en indirekte effekt ved at de hurtigere voksende dyr slagtes på et tidligere udviklingstrin (bedre muskelfordeling og lavere fedningsgrad) og en direkte effekt gennem øget muskelareal og kød/knogle forhold.

Blandt de konstruerede T-tal synes indeks T 4 b at være det, der harmonerer bedst med de gældende avlsmål for racerne RDM og SDM. Ved at basere individprøveselektionen på dette indeks kan der opnås en forøgelse af tilvækst,

foderudnyttelse og kroppsstørrelse. Muskelfylden kan holdes uændret på det nuværende niveau, idet der i indekset er lagt så megen vægt på muskelarealet, at det netop udligner tilvækstforbedringens negative effekt på slagteprocent og kød/knogle forhold.

Under forudsætning af, at alle fremtidige RDM og SDM tyre individafprøves, og kun den bedste femtedel af tyrene anvendes til avl (højeste T 4 b-tal), kan RDM og SDM efter 20 års avlsarbejde forventes at få en tilvækstkapacitet, der ligger 90 gram/dag over niveauet i 1975. Omkring halvdelen af denne fremgang vil skyldes en forbedring af nettotilvæksten, der igen er fordelt med + 40 gram i kødtilvækst, -5 gram i talgtilvækst og + 10 gram i knogletilvækst. Fødselsvægten kan forventes at stige med ca. 3 kg; de udvoksede køers højde med ca. 2 cm og deres vægt med ca. 40 kg, således at forholdet mellem fødselsvægt og voksenvægt vil forblive uændret.

Med baggrund i det foranstående bør den fremtidige individprøveselektion baseres på indeks T 4 b. I tilknytning til individprøverne kan der endvidere gennemføres en afkomsprøve for kødproduktion af hver årgangs udpegede tyrefædre. Prøven kan gennemføres ved, at de individafprøvede tyrekalve, der ikke ønskes anvendt til avl, sendes til forsøgsslagtning 12 måneder gamle. Afprøvningsresultaterne for en tyrefaders sønner anvendt til avl og dens sønner anvendt til forsøgsslagtning kombineres i ét K-tal, som vist med indeks K 7. For at opnå en rimelig afprøvningssikkerhed vil det være nødvendigt med resultater fra mindst 10 sønner og heraf mindst 6 med slagterresultater.

Disse kombinerede afkoms- og individprøver gennemføres for tyrefædre, der allerede er udpeget på grundlag af en række andre vigtige egenskaber. Antallet vil ydermere være begrænset til 4-6 tyre pr. race og år, og K-tallet kan derfor ikke forventes at få nogen større indflydelse på tyrefædrenes anvendelse. Der er ikke inddraget kødkvalitetsegenskaber i de konstruerede K-tal, idet kødkvalitetens produktionsøkonomiske betydning er yderst begrænset. Men kødkvaliteten vil også ved de fremtidige afkomsprøver blive registreret, og resultaterne offentliggjort sammen med K-tallet. Afkomsprøverne vil derfor kunne give en løbende kontrol af, om fremtidens intensive avlsarbejde primært for højere smørfedtydelse har en uønsket effekt på slagte- og kødkvalitetsegenskaberne.

De resultater i afhandlingen, der har størst direkte betydning for kvægbrugeren og for avlsledelsen, kan sammenfattes i følgende:

Kvægbrugeren. De høje heritabilitetskoefficienter for egenskaberne fødselsvægt, tilvækst og slagte kvalitet fortæller, at besætningssejeren gennem sit valg af insemineringstyre i vid udstrækning kan forudbestemme sine kalves fødselsvægt, trivsel, foderudnyttelse og kødfylde. Antallet af dødfødte kalve kan besætningssejeren holde på et rimeligt lavt niveau ved især til 1. gangs kælvende kvier at anvende sæd efter tyre, der gennem indberetningerne fra kontrolforeningerne har vist, at de giver lette kælvninger. Ved at benytte tyre med høje T-tal kan han sikre sig kalve med større tilvækst og foderudnyttelse. For hver

90 gram den arveligt betingede tilvækstevne ligger over racens gennemsnit, vil der kunne spares 30 foderdage og ca. 200 foderenheder ved produktion af en 450 kg's ungtyr. Hos kvieopdrættet vil de 90 grams overlegenhed i tilvækst medføre, at en given vægt ved 1. kælvningsopnås ca. 2 måneder tidligere end for kvier på det nuværende racegennemsnit. Besætningsejere, der ønsker at sætte forholdsvist stærkt på kødproduktionen, kan endvidere anvende sæd efter tyre med meget høje ultralyd tal ved individprøven, eller tyre, der ved afkomsprøverne for kødproduktion har haft afkom med meget høje pistolkødprocenter. For hver cm² muskelareale ligger over racens gennemsnit, øges nettoudbyttet i ungtyreproduktionen med ca. 12 kr. pr. 450 kg's ungtyr. Tilsvarende øges nettoudbyttet med 100–125 kr. for hver enhed pistolkødprocenten ligger over racegennemsnittet.

Avlsledelsen. Raceforeninger og kvægavlsforeninger må i højere grad end enkelte besætningsejer disponere på langt sigt, og i videst muligt omfang kunne forudsige et givet avlsarbejdes langtidseffekt. Resultaterne af de gennemførte undersøgelser fortæller avlsledelsen, at det gennem en systematisk individprøveselektion af unge tyre er muligt at ændre de bestående kvægracers tilvækst, foderudnyttelse og kropsudvikling i en produktionsøkonomisk ønsket retning.

På kortere sigt kan fødselsvægten, og dermed også antallet af dødfødte kalve og vanskelige kælvnings, reduceres ved at sætte stærkt på avlstyre med anlæg for lav fødselsvægt og/eller kort drægtighedsperiode. Men som vist i de foregående kapitler, vil en sådan avlsmæssig indsats for lavere fødselsvægt på længere sigt også føre til en reduktion af køernes størrelse og vægt. Den bedste metode til at reducere kælvningsproblemerne vil derfor være, at alle tyre, der hjemtages fra individprøvestationerne, afkomsprøves for procent dødfødte kalve. Derved vil ikke alene de tyre, som giver *ekstremt* store kalve, kunne frasorteres i tide, men også tyre som giver konstitutionsmæssigt svage kalve, eller kalve med en for kælvningsproblemerne uheldig kropsbygning.

En stærk individprøveselektion for indeks T 4 b vil medføre større ensartethed og større effektivitet hos opdræt og fededyr samtidig med, at egenskaberne muskelareal og kød/knogle forhold bevares på deres nuværende niveau. Tilvækstforbedringen vil på længere sigt medføre en stigning i kalvenes fødselsvægt. Men der kan forventes samme procentvise stigning i køernes udvoksede vægt, således at det for kælvningsforløbet vigtige FV/VV forhold vil forblive uændret. Endelig bør avlsledelsen være opmærksom på, at der er en positiv sammenhæng mellem tilvækst og smørfedydelse. Den tidligere omtalte undersøgelse af Andersen og Andersen (1975) viste, at 100 gram stigning i tilvækstevnen kan forventes at medføre en stigning i smørfedydelsen, der svarer til 2 R-tals enheder.

Inden for rammerne af afhandlingens titel er der ud over de behandlede emner en række aktuelle spørgsmål, som ikke kan belyses på det foreliggende datamateriale. Af disse skal fremhæves:

1. Den genetiske variation i dyrenes basalstofskifte og deponering af organ- og bughulefedt.
2. Foderudnyttelsens genetiske relationer til basalstofskifte og deponering af organ- og bughulefedt.
3. Tilvækstevnens genetiske relationer til basalstofskifte og deponering af organ- og bughulefedt.
4. Tilvækstevnens genetiske relationer til kvieopdrættets kropsudvikling, alder ved første brunst, hormonproduktion og senere mælkeydelse.

Sammendrag

Kapitel I

Salgsindtægterne fra den danske produktion af okse- og kalvekød udgjorde i 1974 2,7 mia. kr., hvilket svarer til ca. 38% af de samlede salgsindtægter fra kvægbruget. Produktionen er i overvejende grad baseret på tyrekalve, overskudskvier og udsætterkøer fra kombinationsracerne RDM, SDM og DRK. Formålet med det i denne afhandling publicerede arbejde har været at analysere den genetisk betingede variation i disse racers fødselvægt, tilvækst, kropsudvikling, slagte kvalitet, foderudnyttelse og voksenalvægt samt disse egenskabers indbyrdes sammenhæng. Resultaterne fra en sådan analyse vil kunne bidrage til planlægningen af den mest hensigtsmæssige udnyttelse af individ- og afkomsprøverne for kødproduktion, med det formål at forbedre kvægracernes produktionsøkonomiske effektivitet.

Kapitel II

Egne undersøgelser i nærværende afhandling er baseret på ialt 2330 RDM, SDM og DRK kalve og ungtyre fra afkomsprøverne for kødproduktion slagtet ved en levende vægt af henholdsvis 250 kg og 450 kg. For disse dyr er der indsamlet oplysninger om drægtighedsperiodens længde, fødselsvægten, tilvæksten, foderoptagelsen, kropsmålene og slagtekroppens indhold af kød, talg og knogler. Materialet er suppleret med vægt og kropsmål fra ialt 230 hold RDM og SDM 1. kalvs køer fra afkomsprøverne for mælkeproduktion, kropsmål fra ialt 1679 udvoksede RDM og SDM køer og kropsmål fra ialt 572 dyrskuefremstillede RDM tyre.

Kapitel III

I dette kapitel er de anvendte statistiske metoder detaljeret beskrevet. Samtlige EDB analyser er gennemført på NEUCC, Lundtofte.

Kapitel IV

Begrebet vækst defineres i afhandlingen som tilvækst + udvikling. Tilvæksten måles ved vægtforøgelsen og udviklingen ved de alders og vægtbetingede ændringer i kroppens ydre form og anatomiske sammensætning.

Fødselsvægten er bestemt af drægtighedsperiodens længde samt af fostrets gennemsnitlige daglige tilvækst (den prænatale tilvækst). Den fænotypiske variationskoefficient for drægtighedsperiodens længde og fødselsvægten er henholdsvis 1,6% og 12,1% og de tilsvarende heritabilitetskoefficienter 0,55 og

0,72. For hver dag drægtighedsperioden forlænges, stiger fødselsvægten med 0,35 kg. Direkte selektion for lav fødselsvægt vil være 2,3 gange så effektiv som en indirekte selektion for kortere drægtighedsperiode.

Variationskoefficienten for daglig tilvækst fra fødsel til slagtning ved 250/450 kg er ca. 6% og de tilsvarende heritabilitetskoefficienter 0,55/0,42. For ungtymaterialet giver FORM indekset en beskrivelse af tilvækstkurvens form fra fødsel til slagtning. FORM indekset har en variationskoefficient på 26% og en h^2 -værdi på 0,19. Indekset viser, at SDM inden for det givne aldersinterval er den tidligst udviklede race. Herefter følger RDM og DRK i anførte rækkefølge.

Egne undersøgelser vedrørende den postnatale kropsudvikling er baseret på kropsmål fra alle fire datasæt samt dissektionsresultater fra datasæt A. Alder, race og tyr indenfor race har en stor effekt på de ydre kropsmål, tilvækstens sammensætning, slagtekroppens sammensætning og slagtekroppens form. Med stigende alder øges muskelvævet og endnu stærkere fedtvævet relative andel af den totale tilvækst. Det medfører, at ungtirene sammenlignet med kalvene har højere slagteprocent, talgprocent og kød/knogle forhold og lavere kødprocent, knogleprocent og kød/talg forhold. Også vævsfordelingen er aldersbestemt, idet KP/KT forholdet falder 3, TP/TT forholdet 2 og KNP/KNT forholdet 1 procentenhed fra kalve til ungtirestadiet. Følgende oversigt viser den fænotypiske variationskoefficient samt racegennemsnit og heritabilitetskoefficient for en række egenskaber:

Oversigt 11.

Egenskab	Gennemsnit for:								
	VK		kalve			ungtyre			h^2
	kalve	ungtyre	RDM	SDM	DRK	RDM	SDM	DRK	
Gns. dgl. affaldstilv.	6,8	8,3	496	501	495	504	504	497	0,49
Gns. dgl. nettotilv. . .	7,0	6,4	573	607	618	623	650	675	0,45
Gns. dgl. kødtilv. . . .	8,9	8,3	384	416	431	421	441	470	0,54
Gns. dgl. knogletilv.	8,2	8,3	105	111	107	100	103	103	0,53
Gns. dgl. talgtilv. . . .	17,4	14,1	58	54	53	92	95	94	0,34
Slagteprocent	2,9	2,9	53,0	53,9	54,5	54,8	55,7	56,9	0,58
Kød/knogle	6,7	6,7	3,5	3,6	3,8	4,1	4,1	4,3	0,52
Kød/talg	18,1	17,5	6,8	7,7	8,0	4,8	4,9	5,2	0,50
% pistolkød	3,9	4,0	33,2	34,7	34,9	30,8	31,8	32,0	0,54
KP/KT	2,4	2,5	47,8	49,0	48,7	45,0	46,2	45,7	0,29

Det er bemærkelsesværdigt, at de konstaterede raceforskelle i gennemsnitlig daglig tilvækst næsten udelukkende beror på raceforskelle i gennemsnitlig daglig kødtilvækst. Det er ligeledes bemærkelsesværdigt, at SDM har den relativt største del af muskulaturen placeret i pistoldelen, selvom denne race med det højeste FORM indeks er tidligere udviklet end RDM og DRK.

Slagteprocenten er positivt korreleret til kødtilvæksten, ukorreleret til både knogletilvækst og talgtilvækst og svagt negativt korreleret til talgprocenten. Kødtilvæksten beskriver ca. 80%, talgtilvæksten ca. 10% og knogletilvæksten ca. 4% af variationen i gennemsnitlig daglig nettotilvækst.

Foderforbruget udtrykt som f.e./kg tilvækst stiger fra 3,1 i gennemsnit for kalvene til 4,2 i gennemsnit for ungtirene. De tilsvarende variationskoefficienter er 7,4/8,2 og heritabilitetskoefficienten 0,36.

Ud fra de i kapitel IV gennemførte analyser konkluderes det, at variationen i tilvækst, kropsudvikling og foderudnyttelse er stærkt arveligt betinget. Gennem selektion af avlsdyr baseret på afkoms- og individprøveresultater vil det derfor være muligt at ændre de bestående racer i en produktionsøkonomisk ønsket retning.

Kapitel V

For at kunne udforme en så hensigtsmæssig avlspolitik som muligt er det nødvendigt at kende de enkelte egenskabers indbyrdes sammenhæng. I kapitel V omtales de fænotypiske og genetiske relationer mellem parametre til beskrivelse af prænatal tilvækst, postnatal tilvækst, postnatal kropsudvikling og foderudnyttelse.

Egne undersøgelser viser, at større fødselsvægt (og længere drægtighedsperiode) medfører en lille stigning i tilvæksten, samt lidt senere udviklede dyr med den deraf følgende lavere fedningsgrad og højere pistolkødprocent. Endvidere er fødselsvægten stærkt positivt korreleret til udvokset størrelse og vægt.

En forøgelse af tilvækstkapaciteten medfører indirekte en forbedring af kød/talg forholdet og kødfordelingen, lidt lavere kød/knogle forhold og en mindre forringelse af slagteprocenten. Den gennemsnitlige daglige tilvækst af slagteaffald, kød, talg og knogler beskriver henholdsvis 31, 22, 4 og 2% af variationen i gennemsnitlig daglig tilvækst, medens de resterende 41% fortrinsvis skyldes en samspilseffekt mellem slagteaffald og kødtilvækst.

Der er konstateret en meget stærk sammenhæng mellem tilvæksthastighed og foderudnyttelse. For hver 100 gram den gennemsnitlige daglige tilvækst øges, falder det totale foderforbrug til en 450 kg's ungtyr med 187 f.e. Heraf udgør de 112 f.e. sparet produktionsfoder og de 75 f.e. sparet vedligeholdelsesfoder. Standard partielle regressionsanalyser viser, at variationen i f.e./kg tilvækst næsten udelukkende er bestemt af tilvæksthastigheden, medens forskelle i slagteprocent og kødprocent er af helt underordnet betydning for foderudnyttelsen.

Kapitel VI

Den bedste sammenlignende vurdering af en given selektions effekt på en række indbyrdes korrelerede egenskaber opnås ved anvendelse af indeksteorien.

Konstruktion af et selektionsindeks forudsætter kendskab til de aktuelle egenskabers relative økonomiske værdi, genetiske spredning og indbyrdes sammenhæng. Egne undersøgelser viser, at for hvert grams stigning i den gennemsnitlige daglige tilvækst, øges nettoudbyttet i ungtyreproduktionen med 2,17 kr. Tilsvarende medfører 1 cm² stigning i muskelarealet 12,10 kr. mere i nettoudbytte og én procentenhed pistolkød 128,10 kr. Næsten 90% af variationen i nettoudbyttet beskrives af egenskaberne nettotilvækst, % pistolkød og kød/knogle forhold.

En sammenligning af langtidseffekten ved selektion for 17 forskelligt konstruerede T-tal (individprøver) og 11 forskelligt konstruerede K-tal (afkomsprøver) viser, at det gennem indeksets sammensætning er muligt at regulere udviklingen i fødselsvægt, tilvækst, kropsudvikling og voksendvægt. Således kan selektion for ét indeks forventes at resultere i forholdsvis små og muskuløse dyr, et andet indeks i middelstore, meget muskuløse dyr, et tredje indeks i store og ret muskelfattige dyr o.s.v. (oversigt 10 på side 100).

Kapitel VII

I kapitel VII foretages en sammenfattende diskussion over det anvendte materiale og de opnåede resultater. Det konkluderes, at det gennem et systematisk avlsarbejde er muligt at opnå betydelige ændringer i de bestående kvægracers tilvækst og kropsudvikling. Hidtil har avlsarbejdet for disse egenskaber været baseret på dyrskuer og afkomsprøver for kødproduktion. Men dyrskueresultaterne har været for usikre og afkomsprøverne vanskelige at indpasse i moderne avlsplaner. Derfor søges alle unge avlstyre nu individafprøvet.

De avlsmæssige resultater af individprøverne afhænger af hvilken selektionsstrategi, der anlægges. En sammenligning af 17 forskellige T-tal har vist:

1. at en tilvækstforbedring medfører en stigning i fødselsvægten og samme procentvise stigning i de udvoksede kørs vægt.
2. at fødselsvægten kan holdes konstant trods en tilvækstforbedring. Men det indebærer at voksendvægten også holdes konstant eller reduceres, samtidig med at slagtekvaliteten forringes stærkt.
3. at øget tilvækst medfører en svag stigning i % pistolkød og nogen reduktion i muskelfylde og slagteprocent.
4. at muskelarealet inddraget i T-tallet kan modvirke tilvækstforbedringens negative effekt på slagtekvaliteten.

Indekset T 4 b har en langtidseffekt, der harmonerer med de gældende avlsmål for RDM og SDM. Derfor anbefales det at basere den fremtidige individprøveselektion på dette indeks. Individafprøvede tyre, der ved prøvens afslutning skal slagtes, bør indgå i en afkomsprøve for kødproduktion. Tyrefaderens avlsværdi kan udtrykkes ved indeks K 7, hvori der indgår daglig tilvækst + muskelareal for sønnerne anvendt til avl og nettotilvækst + % pistolkød for sønnerne anvendt til slagtning.

Sidst i kapitlet beskrives resultaternes praktiske værdi for kvægbrugeren og avlsledelsen:

De høje h^2 -værdier fortæller kvægbrugeren, at han gennem valg af insemineringstyr i vid udstrækning kan forudbestemme sine kalves fødselsvægt, trivsel og kødfylde. For hver 90 gram større tilvækstkapacitet spares 30 foderdage + 200 f.e. til produktion af en 450 kg's ungtyr og ca. 60 foderdage ved opdræt af en 550 kg's kælvekvie.

Raceforeninger og kvægavlsforeninger må disponere på længere sigt end den enkelte kvægbruger. De opnåede resultater viser, at fødselsvægten kan reduceres ved at selektere for lav fødselsvægt eller kort drægtighedsperiode. Men på længere sigt vil det også give en reduktion i de udvoksede køers størrelse og vægt. Derfor anbefales det at gennemføre en systematisk afkomsprøve for kælvningsforløb. På baggrund heraf kan kvægavlsforeningerne frasortere tyre, der giver ekstremt store kalve, svage kalve og kalve med en uheldig kropsbygning.

Selektion for indeks T 4 b giver på længere sigt større ensartethed og effektivitet hos opdræt og fededyr og uændret slagte kvalitet. En sådan selektion kan endvidere forventes at give større fødselsvægt, større voksenalvægt og uændret FV/VV forhold.

Summary

Chapter I

The market value of the Danish production of beef and veal totalled in 1974 a sum of 2.700 million D.kr. It is 38% of the total market value of products from the Danish cattle industry.

The beef and veal production is predominantly based on bull calves, surplus heifers and culled cows from the dual purpose breeds RDM (Red Danish Cattle), SDM (Black Pied Danish Cattle), and DRK (Red and White Danish Cattle).

The purpose of the work published in this thesis has been to analyze the genetically determined variations of prenatal growth, birthweight, postnatal growth, body development, carcass composition, carcass conformation, feed utilization and mature weight and the correlations between these traits. The results of such an analysis can contribute to the elaborating of plans for the optimal selecting and breeding strategy aiming at an improvement of the economic effectiveness of the breeds.

Chapter II

Own investigations in the thesis are based on information on a total of 2330 RDM, SDM and DRK veal calves and young bulls from the progeny test for beef production (page 13) slaughtered at a weight of 250 kg and 450 kg respectively. For these animals information was collected concerning gestation length, birthweight, body measures, daily gain, shape of the growth curve, feed consumption and complete dissection results on the content of lean, fat and bone in right side of the carcass. The material was supplemented with data on weight and body measurements from a total of 230 progeny groups of RDM and SDM cows in first lactation from the progeny test stations for milk production, body measurements from 1679 mature RDM and SDM cows and body measurements from 572 A.I. bulls of RDM.

Chapter III

The statistical methods used in the analyses are described in detail in chapter III. All electronic data processing analyses were carried out at the Northern Europe University Computing Center, Copenhagen.

Chapter IV

The birthweight is determined by gestation length and average daily gain of the embryo (prenatal gain). Own investigations show a phenotypic coefficient

of variation for gestation length and birthweight of 1.6% and 12.1% respectively (Table 1). The corresponding coefficients of heritability were 0.55 and 0.72 (Table 3). The birthweight increases 0.35 kg for each day the gestation period is prolonged. Direct selection for low birthweight will be 2.3. times as effective as an indirect selection for shorter gestation period (Formula 17 page 21).

The coefficient of variation for daily gain from birth to slaughter at 250/450 kg was approximately 6% (Table 6) and the corresponding coefficients of heritability 0.55/0.42 (Table 10). The FORM-index (Formula 22 page 29) gives a description of the shape of the growth curve for young bulls from birth to slaughter. Higher FORM index is equal to earlier developed animals. The coefficient of variation for the FORM-index was 26% (Table 7) and the h^2 -value was 0.19 (Table 14). The index shows that SDM in the given interval of age is the earliest developed breed, followed by RDM and DRK (Table 9).

Own investigations concerning the postnatal body development were based on body measurements from all four datagroups and on results from the carcass dissections from datagroup A. Age, breed and sire within breed had a strong effect on the external body development (Tables 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24 and 25), the composition of gain (Tables 26, 28 and 29), and on the composition and conformation of the carcass (Tables 29, 30 and 32). The gain of muscular tissue and, in particular, that of fat tissue constitutes an increasingly higher proportion of the total weight gain with age. This causes that young bulls compared to veal calves have a higher dressing percentage, higher percentage of fat, higher lean/bone ratio, smaller percentage of lean and bone and a smaller

Trait	C.V. (%)		Average for:						h^2
	veal calves	young bulls	veal calves			young bulls			
			RDM	SDM	DRK	RDM	SDM	DRK	
Av. daily gain									
of offal	6.8	8.3	496	501	495	504	504	497	0.49
Av. daily gain									
of carcass	7.0	6.4	573	607	618	623	650	675	0.45
Av. daily gain									
of lean	8.9	8.3	384	416	431	421	441	470	0.54
Av. daily gain									
of bone	8.2	8.3	105	111	107	100	103	103	0.53
Av. daily gain									
of fat	17.4	14.1	58	54	53	92	95	94	0.34
Dressing									
percentage	2.9	2.9	53.0	53.9	54.5	54.8	55.7	56.9	0.58
Lean/bone	6.7	6.7	3.5	3.6	3.8	4.1	4.1	4.3	0.52
Lean/fat	18.1	17.5	6.8	7.7	8.0	4.8	4.9	5.2	0.50
% pistollean	3.9	4.0	33.2	34.7	34.9	30.8	31.8	32.0	0.54
KP/KT	2.4	2.5	47.8	49.0	48.7	45.0	46.2	45.7	0.29

lean/fat ratio. The distribution of tissues is also determined by age, as the MP/MT ratio (see appendix) decreases with 3, the TP/TT ratio with 2, and the KNP/KNT ratio with 1 percent units approximately from the veal calf stage to the young bull stage. The survey page 119 shows the phenotypic coefficients of variation, breed averages, and coefficients of heritability for a number of selected traits.

It is remarkable that the demonstrated breed differences in average daily gain are almost exclusively due to breed differences in average daily gain of lean. It is also remarkable that SDM has the relatively largest part of the musculature in the pistol-portion, although this breed with the highest FORM- index is earlier developed than RDM and DRK.

The dressing percentage is positively correlated to gain of lean, uncorrelated to gain of bones and fat, and slightly negatively correlated to percentage of fat. The gain of lean describes app. 80%, the gain of fat app. 10%, and the gain of bones app. 4% of the variation in average daily carcass gain.

The feed utilization expressed as Scandinavian food units (f.u.) per kg gain increased on the average from 3.1 for veal calves to 4.2 in average for young bulls (Table 36). The corresponding coefficients of variation were 7.4. and 8.2 (Table 36) and the coefficient of heritability 0.36 (Table 38).

From the results of own investigations and studies of the international literature it is in chapter IV concluded that the variations of birthweight, daily gain, body development, carcass quality, and feed utilization are strongly genetically determined. By selection of A.I. bulls based on progeny and/or performance test results, it will consequently be possible to modify the existing breeds in an economically desirable direction.

Chapter V

Knowledge and understanding of the interrelations between different traits are necessary to be able to establish the most appropriate breeding plan. Chapter V deals with the phenotypic and genetic relations between selected traits describing prenatal growth, postnatal growth, postnatal body development, and feed utilization.

Larger birthweight (and to a smaller extent longer gestation period) causes a small increase in the growth capacity and slightly later matured animals and hence a lower degree of fatness and higher percentage of pistollean (Table 40). Furthermore, the birthweight is strongly positively correlated to adult size and weight of the animals (Table 41).

An increase of the growth capacity causes indirectly an improvement of the lean/fat ratio and of the muscle distribution, a slight reduction of the lean/bone ratio, and a considerable reduction in dressing percentage (Table 42). Standard partial regression analysis shows that the variation in daily gain of »slaughter offal«, lean, fat and bone describes 31%, 22%, 4%, and 2% respectively, of the

variation in average daily gain. The remaining 41% are predominantly caused by an interaction between offal and lean gain (Figure 11, page 80). The rate of gain from birth to 450 kg live weight is slightly positively correlated to adult size of the animal (Table 43).

A very strong relation between average daily gain and feed utilization is found (Table 45). For each 100 grams of increase in average daily gain the total feed consumption to a 450 kg young bull is decreased with 187 f.u. (Figure 10 page 78). Of these 112 f.u. are saved from the feed for weight gain and 75 f.u. from the feed for maintenance (Figure 13 page 82). Analysis of standard partial regressions shows that the variation in f.u. per kg gain is almost exclusively determined by the rate of gain, while the dressing percentage and the lean percentage are of absolute minor importance (Figure 12 page 81).

Chapter VI

The best comparative judgement of the effect of a given selection on a number of correlated traits is achieved by use of the index theory.

The construction of a selection index requires a knowledge of the involved traits regarding the relative economic importance, the genetic variation and their interrelations. Own investigations showed that an increase of the daily gain of 1 gram causes an increase of the net return per young bull of 2.17 kr. Similarly will an increase of the muscle area of 1 cm² add 12.10 kr. to the net return per young bull, and 1 percent unit pistollean 128.10 kr. Almost 90% of the variation in the net return is described by the traits carcass gain, % pistollean and lean/bone ratio.

A comparison of the long term effect of selection for 17 differently constructed T-indices (performance tests) and 11 differently constructed K-indices (progeny tests) showed that it is possible to regulate the genetic development in birthweight, growth rate, body development, and adult weight through the composition of the index. Thus, selection for one index can be expected to result in rather small and muscular animals, another index in medium sized, very muscular animals, a third index in large and rather unmuscular animals, etc. (survey 10, page 100).

Chapter VII

Chapter VII consists of a summarizing discussion on the used material and the achieved results. It is concluded, that it is possible through systematic selection to obtain considerable modifications of the growth rate, and body development of the existing cattle breeds. Till now, selection for these traits has been based on cattle shows and progeny testing for meat production. The subjective evaluation at the cattle shows, however, has been too uncertain and the progeny tests too difficult to incorporate in modern breeding programs. Consequently, it is now planned to have all young breeding bulls performance tested.

The genetic effect of the performance tests depends on the selection strategy. A comparison of 17 different T-indices has shown:

1. that an improvement of the daily gain causes an increased birthweight and a similar, relative increased weight of adult cows.
2. that the birthweight can be kept constant in spite of an improvement of daily gain. This, however, means that the adult weight also will be kept constant or reduced and the carcass quality simultaneously is strongly decreased.
3. that increased daily gain causes a slight increase of % pistol lean and some reduction in muscularity and dressing percentage.
4. that incorporation of the muscle area in the T-index can counteract the negative effect of a gain improvement on the carcass quality.

The index T 4 b has a long term effect that harmonizes with the current breeding goal for RDM and SDM. Consequently, it is recommended to base the future performance test selection on this index. Performance tested bulls, that are to be slaughtered at the end of the test, ought to enter a progeny test for meat production. The breeding value of the sire of the tested bulls can be expressed by the index K 7, that includes daily gain + muscle area for the sons used for breeding and daily carcass gain + % pistollean for the sons used for slaughter.

In the last part of the chapter the practical value of the results in regard to the farmer and to the A.I. associations is described.

The high h^2 -values tell the farmer that he is able, by his choice of A.I. bulls, to predetermine to a great extent the birthweight, growth rate and muscularity of his calves. For each 90 grams increase of growth capacity, 30 days feeding + 200 f.u. are saved in producing a young bull of 450 kg, and app. 60 days of feeding by rearing an in-calf heifer of 550 kg.

The A.I. associations and breeding organisations must make dispositions on longer terms than the farmer. The results in this thesis show, that the birthweight can be reduced by selection for low birthweight and short gestation period. However on a longer term this will also result in a reduction in size and weight of adult cows. A systematical progeny testing for difficult calving is consequently recommended. On this basis the A.I. associations can sort out bulls, that give extremely large calves, weak calves and calves with an unfavourable body shape.

A selection for index T 4 b gives greater homogeneity and effectiveness in the rearing stock and the fattening bulls and an unchanged carcass quality. Such a selection gives also greater birthweight, greater adult weight and unchanged FV/VV ratio.

Litteraturliste

- Agergård, E. og B.B. Andersen, 1976. Faktorer, der påvirker fødselsvægt og drægtighedsperiodens længde hos RDM og SDM. Meddelelse fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København. (Under trykning).
- Andersen, B.B., 1970. Individprøve for slagtekvælitet. Licentiatforhandling, K.V.L., København. 110 pp.
- Andersen, B.B., 1974a. Danish investigations with ultrasonic measurements of cattle. 25th Annual Meeting EAAP, Copenhagen. Stenciltryk. 7 pp.
- Andersen, B.B., 1974b. Danish crossbreeding experiment with beef and dual purpose cattle. Proc. Working Symposium. Breed Evaluation and Crossing Experiments, Zeist, Holland. 149-156.
- Andersen, B.B., 1975. Recent experimental development in ultrasonic measurement of cattle. *Livestock Prod. Sci.* 2, 137-146.
- Andersen, B.B. og G.S. Andersen, 1975. Sammenhængen mellem mælkeproduktionsevne, kødproduktionsevne og kropsmål hos RDM og SDM. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. Meddelelse nr. 71. 4 pp.
- Andersen, B.B. and H.R. Andersen, 1974. Genotype \times Environment Interaction for Beef Production Traits in Dual Purpose Cattle Breeds. *Acta Agric. Scand.* 24, 335-338.
- Andersen, B.B. und E. Ernst, 1972. Ergebnisse von Ultraschallmessungen an Jungbullen. *Züchtungskunde* 44, 81-90.
- Andersen, B.B., H.T. Fredeen and G.M. Weiss, 1974. Correlated response in birth weight, growth rate and carcass merit under single-trait selection for yearling weight in Beef Shorthorn Cattle. *Can. J. An.Sci.* 54, 117-125.
- Andersen, B.B., A. Nielsen, T. Liboriussen, K. Kousgaard og L. Buchter, 1971. Afkomsprøver for kødproduktion IV. 392. beretning fra forsøgslaboratoriet, København. 64 pp.
- Andersen, H. 1962. Sammenhængen mellem drægtighedsperiodens længde og kalvens fødselsvægt. Årsberetning fra Sterilitetsforskningsinstituttet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København. 155-160.
- Andersen, H.R. 1974 c. Slagtevægtens og foderstyrkens indflydelse på vækst, foderudnyttelse og slagtekvælitet hos RDM-ungtyre. Licentiatforhandling, K.V.L., København. 154 pp.
- Averdunk, G., 1969. Ergebnisse und Problematik der Eigenleistungs- und Nachkommenprüfung auf Fleischleistung beim Rind. *Züchtungskunde* 41, 152-161.
- Bailey, C.M., W.R. Harvey, J.E. Hunter and C.R. Torell, 1971. Estimated direct and correlated response to selection for performance traits in closed Hereford lines under different types of environments. *J.An. Sci.* 33, 541-549.

- Barr, A.J. and J.H. Goodnight, 1972. SAS. A users guide to the statistical analysis system. North Carolina State Univer., Raleigh, North Carolina. 260 pp.
- Becker, W.A., 1967. Manual of procedures in quantitative genetics. Washington State Univer. Press, Washington State. 130 pp.
- Berg, R.T. and R.M. Butterfield, 1966. Muscle: bone ratio and fat percentage as measures of beef carcass composition. *An.Prod.* 8, 1-11.
- Biondini, P.E., T.M. Sutherland and L.H. Haverland, 1968. Body composition of mice selected for rapid growth rate. *J.An.Sci.* 27, 5-12.
- Brakel, W.J., D.C. Rife and S.M. Salisbury, 1952. Factors associated with the duration of gestation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 35, 179-194.
- Brinks, J.S., R.T. Clark, N.M. Kieffer and J.J. Urich, 1964. Estimates of genetic, environmental and phenotypic parameters in range Hereford females. *J.An.Sci.* 23, 711-716.
- Broadbent, P.J., 1967. The growth and carcass characteristics of pure Ayrshire steers. *Ayrshire cattle Society of Great Britain and Ireland.* 44 p.
- Brody, S., 1945. Bioenergetics and growth. Hafner Publishing Company, New York. 1023 pp.
- Brown, J.E., C.J. Brown and W.T. Butts, 1972. A discussion of the genetic aspects of weight, mature weight and rate of maturing in Hereford and Angus cattle. *J.An.Sci.* 34, 525-537.
- Brännäng, E., 1965. Slaktkropparnas sammensättning hos våra nötkreaturs raser. *Aktuellt från Lantbr.högsk.* 75, 46-55.
- Brännäng, E., 1968a. Growth records of cattle: Methods, expression and interpretation of results. 19th Annual Meeting EAAP, Dublin. Stenciltryk.
- Brännäng, E., 1968b. En studie i avkommebedömningsteknik för tillväxt och slagtegenskaper hos kombinerade mjölk-köttraser. *Lantbrukshögskolans meddelanden nr. 101.* Uppsala. 48 pp.
- Butterfield, R.M., 1963. Relative growth of the musculature of the Ox. In symposium on carcass composition and appraisal of meat animals. (Ed. Tribe, D.E.) C.S.I.R.O., Melbourne, Australia. 7-1 - 7-14.
- Butterfield, R.M., 1965. The relationship of carcass measurements and dissection data to beef carcass composition. *Res.Vet.Sci.* 6, 24-32.
- Callow, E.H., 1947. Comparative studies of meat. I. The chemical composition of fatty and muscular tissue in relation to growth and fattening. *J.Agric. Sci.* 37, 113-124.
- Callow, E.H., 1948. Comparative studies of meat. II. The changes in carcass during growth and fattening, and their relation to the chemical composition of the fatty and muscular tissues. *J.Agric.Sci.* 38, 174-199.
- Callow, E.H., 1961. Comparative studies of meat. VII. A comparison between Hereford, Dairy Shorthorn and Friesian steers on four levels of nutrition. *J. Agric.Sci.* 56, 265-282.

- Cundiff, L.V., K.E. Gregory, R.M. Koch and G.E. Dickerson, 1971. Genetic relationships among growth and carcass traits of beef cattle. *J.An.Sci.* 33, 550-555.
- Cunningham, E.P., 1969. Animal breeding theory. Internordic licenciat course in quantitative genetics. Institute of Animal Genetics and Breeding. The Agricultural College of Norway, Vollebakk, Norway, 272 pp.
- Cunningham, E.P. 1970. SELIND. Computer program specification. Dublin, Ireland. 6 pp.
- Cunningham, E.P. and T. Broderick, 1969. Genetic and environmental parameters of growth and carcass traits in dual-purpose cattle. *Ir.J.Agric.Res.* 8, 397-416.
- Davis, H.P., M. Plum and B. Brost, 1954. Studies of herd management records. II. Relation of gestation length to birth weight of Holstein calves of both sexes at various calvings. *J. Dairy Sci.* 37, 162-166.
- DeFries, J.C., R.W. Touchberry and R.L. Hays, 1959. Heritability of the length of the gestation period in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 42, 598-606.
- Dickerson, G.E., 1954. Hereditary mechanisms in animal growth. In *Dynamics of Growth Processes*, Princeton Univ. Press, 242-276.
- Dietert, W., J.H. Weniger und U. Pfeleiderer, 1970. Untersuchungen über verschiedene Prüfungsverfahren auf Mastleistung und Schlachtkörperwert beim Rind. *Züchtungskunde* 42, 349-361.
- Dreyer, D., 1965. Geburtsablauf und Kälberverluste, untersucht an Nachkommen ostfriesischer Besamungsbullen in Testbetrieben. Diss. Göttingen. 158 pp.
- Eisen, E.J., 1974. The laboratory mouse as a mammalian model for the genetics of growth. In *Proceeding. Vol. 1. I. World Congress on Genetics Applied to Animal Production*, Madrid. 467-492.
- Eisen, E.J., B.J. Lang and J.E. Legates, 1969. Comparison of growth functions within and between lines of mice selected for large and small body weight. *Theor. Appl. Genetics* 39, 251-260.
- Everett, R.W. and W.T. Magee, 1965. Maternal ability and genetic ability of birth weight and gestation length. *J. Dairy Sci.* 48, 957-961.
- Falconer, D.S., 1964. *Introduction to quantitative genetics*. Oliver and Boyd, Edinburgh. 365 pp.
- Fimland, E., 1972. Indeks for seleksjon av ungokse-emner. SHS meddelande nr. 58, Hållsta. 17-23.
- Fimland, E.A., 1973. Estimates of Phenotypic and Genetic Parameters for Growth Characteristics of Young Potential AI Bulls. *Acta Agr. Scand.* 23, 209-216.
- Fitzhugh, H.A. and St.C.S. Taylor, 1971. Genetic analysis of degree of maturity. *J.An.Sci.* 33, 717-725.

- Flatnitzer, F., G. Averdunk und H. Bogner, 1969. Gewichtsermittlung weiblicher Tiere im Feld im Vergleich zur Stationsprüfung über männliche Tiere zur Zuchtwertschätzung von Vätern auf Zuwachsleistung. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 46, 828-853.
- Flock, D.K., R.C. Carter and B.M. Priode, 1962. Linear body measurements and other birth observations on beef calves as predictors of preweaning growth rate and weaning type score. *J.An.Sci.* 21, 651-655.
- Forrest, R.J., 1964. The relation between birth weight, subsequent weights, body weight gain and feed consumption of Holstein-Friesian steers. *Can.J.An.Sci.* 44, 187-194.
- Gallagher, R.M., 1963. The influence of growth rate selection on some carcass characteristics of beef cattle. In Symposium on Carcass composition and appraisal of meat animals (Ed. Tribe, D.E.). C.S.I.R.O., Melbourne, Australia. 9-1 - 9-9.
- Gould, G.M., 1966. Gestation length and growth rate. *Vet. Rec.* 79, 663-664. *Anim.Br.Abstr.* 35, 1207.
- Gravert, H.O., E. Rosenhahn, E. Ernst und P. Feddersen, 1971. Entwicklung und Bedeutung der Nachkommenschaftsprüfungen auf Fleischleistung beim Rind in Schleswig-Holstein. *Züchtungskunde* 43, 155-161.
- Hafez, E.S.E. and I.A. Dyer, 1969. *Animal Growth and Nutrition*. Lea and Febiger, Philadelphia. 402 pp.
- Haldane, J.B.S., 1950. The accuracy of growth curves. *Proceedings of the Royal Society of London*, 37, 488-489.
- Hammond, J., 1920. On the relative growth and development of various breeds and crosses of cattle. *J. Agric.Sci.* 10, 233-289.
- Hammond, J., I. Johansson und F. Haring, 1958. *Handbuch der Tierzüchtung*. Band 1. Paul Parey, Hamburg und Berlin. 527 pp.
- Hansen, M., 1972. Kælvningsforløb samt relationer mellem dette og nogle kødproduktionssegenskaber hos RDM og SDM. *Licentiatafhandling*, K.V.L., København. 73 pp.
- Harvey, W.R., 1972. *Instructions for use of LSM LMM*. Ohio State Univer., Ohio. 30 pp.
- Hazel, L.N., 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28, 476-490.
- Hazel, L.N. and J.L. Lush, 1942. The efficiency of three methods of selection. *J. Hered.* 33, 393-399.
- Henderson, C.R., 1963. Selection index and expected genetic advance. Symposium on Statistical Genetics and Plant Breeding. NAS-NRC 982, 141-163.
- Hindhede, J. og A. Petersen, 1973. Helårsforsøg med kvæg. XIII. 410. beretning fra forsøgslaboratoriet, København. 164 pp.

- Hinks, C.J.M. and B.B. Andersen, 1969. Genetic aspects of growth and carcass quality in veal calves. *Anim. Prod.* 11, 43-45.
- Huth, F.W. 1966. Typfragen und Mastmethoden beim Rind. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.* 82, 122-138.
- Jafar, S.M., A.B. Chapman and L.E. Casida, 1950. Causes of Variation in Length of Gestation in Dairy Cattle. *J.An.Sci.* 9, 593-601.
- Jakobsen, P.E., 1957. Proteinbehov og proteinsyntese ved fosterdannelse hos drøvtyggere. 299. beretning fra forsøgslaboratoriet, København. 190 pp.
- Jensen, G., 1974. EDB program til beregning af sigmoide tilvækstfunktioner. Personlig meddelelse.
- Jensen, N.E., 1963. Drægtighedstidens længde hos kvæget. *Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums årbog*, København. 375-380.
- Kavanagh, A.J. and O.W. Richards, 1942. Mathematical analysis of the relative growth of organisms. *Proc. Rochester Acad. Sci.* 8, 150-174.
- Koch, R.M., L.A. Swiger, D. Chambers and K.E. Gregory, 1963. Efficiency of feed used in beef cattle. *J.An.Sci.* 22, 486-494.
- Kousgaard, K., 1975. Afregningspriser for kalveog ungtyre foråret 1975. Personlig meddelelse.
- Kräusslich, H., 1973. Probleme der Zuchtwertschätzung auf Mast- und Schlachtleistung beim Rind. *Züchtungskunde* 45, 296-306.
- Langholz, H.J. und C. Jongeling, 1972. Untersuchungen zum genetischen Aussagewert der stationären Nachkommenprüfung auf Mastleistung und Schlachtkörperwert beim Rind. *Züchtungskunde* 44, 368-384.
- Langlet, J.F., H.O. Gravert and E. Rosenhahn, 1967. Untersuchungen über die Erbllichkeit der Fleischleistung bei schwarzbunten Rindern. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.* 83, 358-370.
- Lasley, J.F., B.N. Day and J.E. Comfort, 1961. Some genetic aspects of gestation length and birth and weaning weight in Hereford cattle. *J.An.Sci.* 20, 737-741.
- Lickley, C.R., H.H. Stonaker, T.M. Sutherland and K.H. Riddle, 1960. Relationship between mature size, daily gain and efficiency of feed utilization in beef cattle. *J.An.Sci.* 19, 957.
- Liljedahl, L.-E., 1975. Growth parameters and their genetic determination in young bulls. *Acta Agric. Scand.* 25, 42-48.
- Lindhé, B., 1964. Skal vi köpa tunga kalvar för köttproduktionen. *Svensk Husdjursskötsel. Årgang* 1964, 83-84.
- Lindhé, B. and T. Henningsson, 1968. Crossbreeding for beef with Swedish Red and White Cattle. Part II. Growth and efficiency under standardized conditions together with detailed carcass evaluation. *Lantbr.högsk. An.* 34, 517-550.
- Lindhé, B. 1969. Individprövning og dödfödslar. *Svensk Husdjursskötsel. Årgang* 1969, 12-13.

- Lindström, U. and K. Maijala, 1970. Evaluation of Performance Test Results for AI Bulls. *Acta Agric. Scand.* 20, 207–218.
- Lindström, U.B., 1974. Points of view on performance testing dual purpose bulls. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.* 91, 11–21.
- Linner, J.L.M., 1973. Beziehung zwischen Merkmalen der Milchleistung und der Mast- und Schlachtleistung beim deutschen Fleckvieh. Diss. München 1973. 79 pp.
- Martin, T.G., N.L. Jacobson and L.D. McGilliard, 1962. Factors related to weight gain in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 45, 886–892.
- Mason, I.L., 1951. Performance recording in beef cattle. *Anim.Br. Abstr.* 19, 1–24.
- Mason, I.L., 1971. Comparative beef performance of the large cattle breeds of Western Europe. *Anim. Br. Abst.* 39, 1–29.
- McMeekan, C.P., 1940. Growth and development of the pig with special reference to carcass quality characters. *J.Agric.Sci.* 30, 387–436.
- Medawar, P.B., 1945. Size, shape and age. In »Growth and Form«. (Ed.by Clark and Medawar). Clarendow Press, Oxford. 408 pp.
- Melton, C.C., C.J. Brown, P.K. Lewis and M.C. Heck, 1967. Beef bull performance and secondary sex characteristics. *J.An.Sci.* 26, 244–249.
- Merrit, E.S., 1974. Selection for growth rate in broilers with a minimum increase in adult size. In Proceeding. Vol. 1. I. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Madrid. 951–958.
- Mukhoty, H. and R.T. Berg, 1973. Influence of breed and sex on muscle weight distribution of cattle. *J.Agric.Sci.Camb.* 81, 317–326.
- Needham, A.E., 1964. The rate of growth. »The growth process in animals«. Pitman Press, London. 522 pp.
- Nielsen, E., 1964. Nogle faktorer, som har indflydelse på kalvenes fødselsvægt. 345. beretning fra forsøgslaboratoriet, København. 36 pp.
- Nielsen, E., A. Nielsen, Aa.D. Andersen, J. Mandrup-Jensen, K. Kousgaard og J. Wismer-Pedersen, 1969. Afkomsprøver for kødproduktion II. 372. beretning fra forsøgslaboratoriet, København. 103 pp.
- Nielsen, E. og B. Vesth, 1975. Afkomsprøver med tyre. XXIX. 423. beretning fra forsøgslaboratoriet, København. 148 pp.
- Nielsen, J., 1963. En orienterende undersøgelse vedrørende kvægets benstilling. *Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums årbog*, København. 365–375.
- Ovesen, E., 1971. Køers og opdræts ydelsesmæssige avlsværdi. *Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums årbog*, København. 449–460.
- Ovesen, E.B., 1970. Undersøgelser over malkeorganernes morfologiske egenskaber hos køer i 1. laktation. Licentiatafhandling. K.V.L., København. 148 pp.
- Pålsson, H., 1955. Conformation and body composition. In »Progress in the physiology of farm animals«. Vol. 2. (Ed. by Hammond, J.). Butterworths, London. 430–542.

- Pease, A.H.R., G.L. Cook, M. Greig and A. Cuthbertson, 1967. Combined testing. Report DA. 188 of the Pig Industry Development Authority, Hichin, Herts, England. 41 pp.
- Petersen, P.H., L.G. Christensen, B.B. Andersen and E. Ovesen, 1974. Economic Optimisation of the Breeding Structure within a Dual-purpose Cattle Population. *Acta Agric.Scand.* 24, 247–259.
- Preston, T.R. and M.B. Willis, 1970. Intensive beef production. Pergamon Press, New York. 544 pp.
- Puntila, M.-L. och J. Persson, 1972. Individprövning av köttrastjurar. SHS meddelande nr. 58, Hållsta. 50–63.
- Reeve, E.C.R. and J.S. Huxley, 1945. Some problems in the study of allometric growth. In »Growth and Form« (Ed. by Clark and Medawar). Clarendon Press, Oxford. 408 pp.
- Rendel, J., 1959. Factors influencing gestation length in Swedish breeds of cattle. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.* 73, 117–128.
- Ricard, F.H., 1974. Genetic modifications of growth pattern of chickens and some of their consequences. Presented at the 16th British Poultry Breeders Round Table, Birmingham. 2–12.
- Rittmannsperger, F., 1966. Schätzung phänotypischer und genetischer Parameter von Masteigenschaften bei Jungbullen des österreichischen Fleck- und Braunviehs. *Züchtungskunde* 38, 346–353.
- Rønningen, K., 1972. Selektionsindeks – Teori. Universitetsforlaget NLH, Ås, Norge. 113 pp.
- Seebeck, R.M., 1968. Developmental studies of body composition. *Anim. Br. Abstr.* 36, 167–181.
- Sharma, P.K. and A.B. Sarker, 1968. Effect of sire, sex of calf and month of calving on gestation period and birth weight in Murrah Buffaloes. *Indian Vet. Jour.* 45, 413–420.
- Shelby, C.E., W.R. Harvey, R.T. Clark, J.R. Quesenberry and R.R. Woodward, 1963. Estimates of phenotypic and genetic parameters in ten years of Miles City R.O.P. Steer data. *J.An.Sci.* 22, 346–353.
- Skjervold, H., 1958. Registrering av kjøttproduksjonsegenskapene hos storfe. Norges Landbrukshøgskole. Institut for avls- og racelære. Melding nr. 123, Ås. 144 pp.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran, 1967. *Statistical Methods*. 6.ed. Iowa State Univer. Press, Iowa, USA. 593 pp.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf, 1969. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. Freeman and Co., San Francisco. 776 pp.
- Soller, M. and R. Bar-Anan, 1974. Correlated effects of selection for rate-of-gain in dairy cattle. In *Proceeding. Vol. 3. I. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Madrid. 689–691.

- Steinacker, G., 1969. Die Erfassung des Schlachtwertes von Jungstieren durch verschiedene Schlachtleistungsmerkmale und deren Anwendbarkeit in der Leistungsprüfung. *Die Bodenkultur* 20, 65–88.
- Sørensen, P.H., 1962. Forelæsninger over almindelig fodringslære. Referat I., K.V.L., København. 85 pp.
- Taylor, J.C. 1964. The relationship between growth and carcass quality in cattle and sheep. *Emp. J. Exp. Agric.* 32, 191–204.
- Taylor, St.C.S. and H.A. Fitzhugh, 1971. Genetic relationship between mature weight and time taken to mature within a breed. *J. An. Sci.* 33, 726–731.
- Telegdi, L., B.B. Andersen and I. Thysen, 1976. Fitting and Genetic Analysis of Growth Curves for Young Bulls. *J. Theor. Appl. Genetics*. In Press.
- Torreele, G. and T. Slawinski, 1970. A study about the relationship between growth rate, dressing percentage and carcass composition for intensively fattened young bulls. *Med. Facult. Landbouwwetensch. Rijksuniversiteit* 35, Gent, Belgien. 401–408.
- Trappmann, W., 1972. Schätzung phänotypischer und genetischer Parameter der Fleischleistung von Jungbullen bei Stations- und Feldprüfung. *Züchtungskunde* 44, 17–27.
- Van der Meij, G.J.W., 1973. Carcass composition of newborn Dutch Friesian and Meuse-Rhine-Yssel bull calves. *Diss. der Rijksuniversiteit, Utrecht, Holland.* 165 pp.
- Wilson, S.P., 1973. Selection for a ratio of body weight gains in mice. *J. An. Sci.* 37, 1098–1103.
- Witt, M., E. Walter und W.H. Rappen, 1964. Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Faktoren auf das Geburtsgewicht und die Beziehung zwischen dem Geburtsgewicht und dem $\frac{1}{2}$ und 1-Jahresgewicht bei schwarzbunten Rindern. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.* 80, 3–24.
- Young, S.S.Y., 1961. A further examination of the relative efficiency of three methods of selection for genetic gains under less restricted conditions. *Genet. Res.* 2, 106–121.

Appendiks

I. Anvendte symboler og forkortelser

Abbreviations and symbols used in the text and in tables

II. Eksempler på variansanalyser

Examples of analyses of variance

Appendiks I

Anvendte symboler og forkortelser

Abbreviations and symbols used in the text and in tables

A 3	= parameter i »3 parameter« tilvækstfunktionen <i>parameter in »3 parameter« growth function</i>
A 4	= parameter i »4 parameter« tilvækstfunktionen <i>parameter in »4 parameter« growth function</i>
B 3	= parameter i »3 parameter« tilvækstfunktionen <i>parameter in »3 parameter« growth function</i>
B 4	= parameter i »4 parameter« tilvækstfunktionen <i>parameter in »4 parameter« growth function</i>
$b_{y/x}$	= regressionen af y på x <i>coefficient of regression of y on x</i>
BO	= brystomfang <i>heart girth</i>
BT	= gennemsnitlig daglig tilvækst <i>average daily gain</i>
BT 8H	= gennemsnitlige daglige tilvækst (gns. af 8 halvsøskende) <i>average daily gain – average of 8 halvesibs</i>
C 3	= parameter i »3 parameter« tilvækstfunktionen <i>parameter in »3 parameter« growth function</i>
C 4	= parameter i »4 parameter« tilvækstfunktionen <i>parameter in »4 parameter« growth function</i>
cm	= centimeter <i>centimetre</i>
D 4	= parameter i »4 parameter« tilvækstfunktionen <i>parameter in »4 parameter« growth function</i>
DL	= drægtighedsperiodens længde <i>length of gestation period</i>
Dgl.	= daglig <i>daily</i>
DRK	= Dansk Rødbroget kvæg <i>Danish Red and White Cattle</i>
DX3	= værdien af x i »3 parameter« tilvækstfunktionens vendetangentposition <i>x-value in the inflection point in a »3 parameter« growth function</i>
DX4	= værdien af x i »4 parameter« tilvækstfunktionens vendetangentposition <i>x-value in the inflection point in a »4 parameter« growth function</i>
DY3	= værdien af y i »3 parameter« tilvækstfunktionens vendetangentposition <i>y-value in the inflection point in a »3 parameter« growth function</i>
DY4	= værdien af y i »4 parameter« tilvækstfunktionens vendetangentposition <i>y-value in the inflection point in a »4 parameter« growth function</i>

EDB	= elektronisk data behandling <i>electronic data processing</i>
F	= variansanalysens »F-værdi« <i>F-value in an analysis of variance</i>
F.e.	= foderenheder <i>Scandinavian feed units</i>
FE/BT	= foderenheder pr. kg. tilvækst <i>Scandinavian feed units per kilogram gain</i>
FG	= frihedsgrader <i>degrees of freedom</i>
FORM	= indeks til beskrivelse af tilvækstkurvens form <i>index describing the shape of the growth curve</i>
FV	= fødselsvægt <i>birth weight</i>
FV/VV	= $100 \times$ fødselsvægt/køernes voksenalvægt <i>100 \times birth weight/mature cow weight</i>
Gns.	= gennemsnit <i>average</i>
gr.	= gram <i>grams</i>
h^2	= heritabilitetskoefficient <i>coefficient of heritability</i>
i	= selektionsintensitet <i>intensity of selection</i>
K	= kalve <i>calves</i>
K-tal	= indeks fra afkomsprøverne for kødproduktion <i>selection index – progeny test for beef production</i>
kg	= kilo <i>kilograms</i>
K/Kn	= kød/knogle forhold <i>lean/bone ratio</i>
K/T	= kød/talg forhold <i>lean/fat ratio</i>
KNP/KNT	= $100 \times$ knogler i pistol/knogler i hele siden <i>100 \times bone in pistol/bone in the carcass</i>
KP/KT	= $100 \times$ kød i pistol/kød i hele siden <i>100 \times lean in pistol/lean in the carcass</i>
LD	= tværsnitsareal af den lange rygmuskel <i>M.long.dorsi area</i>
LD 8H	= tværsnitsareal af den lange rygmuskel (gns. af 8 halvsøskende) <i>M.long.dorsi area – average of 8 half sibs</i>
LPH	= Landbrugsministeriets Produktivitetsudvalgs Husdyrbrugsudvalg
LSMLMM	= Standardprogram til statistiske analyser <i>EDP program for statistical analyses</i>
Max	= maksimum <i>maximum</i>
mdr.	= måneder <i>month</i>

Min	= minimum <i>minimum</i>
n	= antal <i>number</i>
NEUCC	= Northern Europe University Computing Center
NRF	= Norsk Rødt og Hvidt kvæg <i>Norwegian Red and White Cattle</i>
NT	= gennemsnitlig daglig nettotilvækst <i>average daily carcass gain</i>
NT 8H	= gns.dgl.nettotilvækst (gns. af 8 halvsøskende) <i>average daily carcass gain - average of 8 half sibs</i>
NU _o	= nettoudbytte (objektiv) <i>netprofit - objective</i>
NU _s	= nettoudbytte (subjektiv) <i>netprofit - subjective</i>
R	= multipel korrelationskoefficient <i>multiple coefficient of correlation</i>
r _A	= genetisk korrelationskoefficient <i>genetic coefficient of correlation</i>
RDM	= Rød Dansk Malke race <i>Red Danish Cattle</i>
R _{IA}	= korrelationskoefficient mellem indeks og sammensat genotype <i>coefficient of correlation between index and aggregate genotype</i>
r _P	= fænotypisk korrelationskoefficient <i>phenotypic coefficient of correlation</i>
r _{xy}	= korrelationskoefficient mellem x og y <i>coefficient of correlation between x and y</i>
PFE	= produktionsfoderenheder <i>f.u. to production</i>
PK	= % pistolkød <i>% pistollean</i>
PK 8H	= % pistolkød (gns. af 8 halvsøskende) <i>% pistollean - average of 8 half sibs</i>
R-tal	= indeks - afkomsprøver for smørfedydelse <i>index - progeny test for butterfat yield</i>
SAS	= standardprogram til statistiske analyser <i>program to statistical analyses</i>
SDM	= Sortbroget Dansk Malke race <i>Blackpied Danish Cattle</i>
SELIND	= standard program til statistiske analyser <i>program to statistical analyses</i>
SH	= skulderhøjde <i>height at withers</i>
tilv.	= gennemsnitlig daglig tilvækst <i>average daily gain</i>
TP/TT	= 100 × talg i pistol/talg i hele siden <i>100 × fat in pistol/fat in the carcass</i>

T-tal	= indeks fra individprøverne <i>selection index – performance test</i>
U	= ungtyre <i>young bulls</i>
VFE	= vedligeholdelsesfoderenheder <i>f.u. for maintenance</i>
VK	= variationskoefficient <i>coefficient of variation</i>
Y-tal	= indeks for smørfedtydelse <i>selection index – butterfat yield</i>

Appendiks II

Eksempler på variansanalyser Examples of analyses of variance

Variationsårsag <i>Source of variance</i>	FG <i>DF</i>	Kvadratsum <i>Sums of squares</i>	Middelkvadrat <i>Mean squares</i>	F-værdi <i>F-value</i>	FG <i>DF</i>	Kvadratsum <i>Sums of squares</i>	Middelkvadrat <i>Mean squares</i>	F-værdi <i>F-value</i>
Model 2.								
		Drægtighedsperiodens længde <i>Gestation period</i>				FORM indeks <i>FORM index</i>		
År <i>Year</i>	3	148	49,4	2,71	4	20987	5246,6	17,64
Race <i>Breed</i>	2	2167	1083,6	59,46	2	3844	1921,9	6,46
Rest <i>Remainder</i>	1608	29304	18,2		1004	298571	297,4	
Model 3.								
		Gns. dgl. tilv. (15 dage-250 kg) <i>Av. daily gain (15 days-250 kg)</i>				Gns. dgl. tilv. (15 dage-450 kg) <i>Av. daily gain (15 days-450 kg)</i>		
År og race	14	996335	71167		14	794070	56719	
<i>Year and breed</i>								
Tyr indf. år og race	121	862643	7129	2,56	121	932914	7710	1,89
<i>Sire within year and breed</i>								
Rest <i>Remainder</i>	1182	3292854	2786		872	3558899	4081	

Model 4.

	Kød/talg forhold <i>Lean/fat ratio</i>				Kød/knogle forhold <i>Lean/bone ratio</i>			
År <i>Year</i>	4	302	75,4	72,87	4	6,4	1,60	27,65
Race <i>Breed</i>	2	155	77,5	74,86	2	9,6	4,78	82,80
Kategori <i>Categori</i>	1	1404	1404,4	1356,95	1	68,6	68,61	1187,15
Race × kategori	2	80	40,2	38,83	2	0,3	0,14	2,45
<i>Breed × categori</i>								
Rest <i>Remainder</i>	2319	2400	1,0		2319	134,0	0,06	

Model 5.

	% pistolkød <i>% pistollean</i>				% kød <i>% lean</i>			
År og race	14	1060	75,7	–	14	1252	89,4	–
<i>Year and breed</i>								
Tyr indf. år og race	121	474	3,9	3,59	121	1224	10,1	3,96
<i>Sire within year and breed</i>								
Kategori <i>Categori</i>	1	1429	1428,5	–	1	436	435,7	–
År og race × kategori	14	93	6,7	–	14	241	17,2	–
<i>Year and breed × categori</i>								
Tyr × kategori	121	141	1,2	1,07	121	423	3,5	1,37
<i>Sire × categori</i>								
Rest <i>Remainder</i>	2057	2250	1,1		2057	2,6		