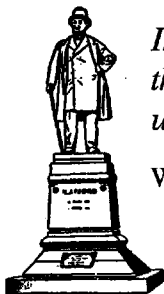


Henning Staun og Frode Linnemann
Statens Husdyrbrugsforsøg
Lis Eriksen og Knud Nielsen
Institut for intern medicin
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
Hans V. Sønnichsen
Institut for kirurgi
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole
og
Jørgen Falk Rønne
Charlottenlund Travbane
Per Schambye og Poul Henckel
Gymnastikteoretisk laboratorium
August Krogh Institutet, Københavns
Universitet
Egon Fræhr
Dansk Varmblod

Foderstyrkens indflydelse på unghestens udvikling indtil en alder af 18 mdr.



*Influence of feeding intensity on
the development of the young growing horse
until 18 months of age*

With English summary and subtitles

I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 Frederiksberg C.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a/s 1987

FORORD

Denne beretning omfatter første års resultater fra et i oktober 1985 iværksat forsøg vedrørende foderstyrkens betydning for unghestens udvikling.

Forsøget gennemføres på Statens Forsøgsgård Trollesminde, Hillerød i stalde, der tidligere har været anvendt til løsdriftsforsøg med kvæg. Der blev indkøbt 14 hingsteføl, der ved forsøgets begyndelse den 3. oktober var 5-6 mdr. gamle. Da der efter første forsøgsår er opnået en række resultater, der er af stor betydning for det praktiske hestehold, er det valgt at offentliggøre disse, inden forsøget endeligt afsluttes i 1988-89.

Avlsorganisationen Dansk Varmblod og foreningen Hestens Værn har velvilligt stillet midler til rådighed for indkøb af føl. Tuborgfondet og Kreaturforsikringen Danmarks Jubilæumsfond har ydet økonomisk støtte til forsøgets gennemførelse. Dansk Landbrugs Grovvarerelskab har støttet forsøget ved levering af den nødvendige mængde tilskudsfoder. Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd har ydet støtte til anskaffelse af udstyr til muskelundersøgelser.

Forsøget gennemføres under aktiv medvirken af følgende personer fra andre institutioner: lektor, dr. med. vet. L. Eriksen, landskonsulent E. Fræhr, cand. scient. P. Henckel, prof., dr. med. vet. K. Nielsen, dyrlæge J. Falk Rønne, prof., dr. med. vet. P. Schambye, lektor, dr. med. vet. H.V. Sönnichsen.

Der rettes en varm tak til Klinisk Centrallaboratorium ved Institut for mindre husdyrs sygdomme og klinisk praksis for udførelse af blodanalyser og til Statens Veterinære Institut for Virusforskning, Lindholm, for gennemførelse af de serologiske undersøgelser.

Firmaet 3M takkes for velvilligt at have stillet røntgenfilm og -teknik til rådighed.

Til beslagsmedene H. Rolin og P. Jørgensen, Institut for kirurgi, rettes en tak for veludført arbejde ved beskæring og korrektion af hove.

Professor, dr. B. Saltin takkes for vejledning under gennemførelsen af muskelundersøgelserne og for at have stillet de nødvendige faciliteter til rådighed for August Krogh Institutet. Laboranterne I. Kring, M. Vannby og B. Bolmgreen har forestået det praktiske analysearbejde, og M. Hemmingsen har medvirket ved udarbejdelsen af figur 9.1 og 9.2.

Den daglige fodring, pasning og pleje er gennemført af forsøgsassistenterne T. Olsen og A. Staun. Cand. agro. F. Linnemann har haft den daglige ledelse og koordinering af forsøget. Stud. lic. agro. J. N. Jørgensen har medvirket ved den statistiske bearbejdning af resultaterne.

Manuskriptet er renskrevet og klargjort til trykning af ass. R. Eiland.

København, maj 1987

Henning Staun

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
1 SAMMENDRAG	7
2 SUMMARY	8
3 INDLEDNING	10
4 DYREMATERIALE	11
5 FORSØGSPLAN.....	13
5.1 Foderplan og fodring.....	13
6 TILVÆKST OG FODERFORBRUG.....	16
6.1 Tilvækst og foderforbrug i staldperioden.....	16
6.2 Tilvækst og foderforbrug i græsningsperioden	18
6.3 Kropsmålenes udvikling	20
6.4 Højde 1, 2 og 3	23
6.5 Brystomfang	25
6.6 Kroplængde	26
6.7 Brystdybde og bringebredde.....	27
6.8 Krydsbredde.....	28
6.9 Forpibe og bagpibe	29
6.10 Sammenfatning	31
6.11 Referencer	33
7 SUNDHEDSTILSTAND	35
7.1 Materiale og metoder	35
7.2 Resultater	35
7.3 Diskussion	39
8 BEVÆGEAPPARAT	41
8.1 Metoder	41
8.2 Resultater	42
8.3 Diskussion	46
8.4 Konklusion	46
8.5 Referencer	46
9 SKELETMUSKULATURENS UDVIKLING	47
9.1 Indledning.....	47
9.2 Skeletmuskulaturens sammensætning og stofskifte- mæssige egenskaber.....	47
9.3 Materiale og metoder	56
9.4 Statistik.....	58
9.5 Resultater og Diskussion.....	58

	Side
9.6 Konklusion	67
9.7 Referencer	68
10 APPENDIKS	70

1 SAMMENDRAG

De hidtidige resultater fra forsøget viser, at det i høj grad er muligt gennem den daglige ernæring at påvirke unghestens tilvækst og udvikling gennem vinterfodringen på stald. Den daglige tilvækst for de stærkt fodrede plage (hold 1) var 787 g, og for de svagt fodrede (hold 2) 433 g. I den efterfølgende græsningsperiode på rigelig græs var den daglige tilvækst henholdsvis 578 g og 1064 g. Dette svarer til, at hold 1 har forøget vægten fra 433 til 508 kg, eller ialt 75 kg, mens hold 2 har forøget vægten fra 343 kg til 481 kg, eller ialt 138 kg i gns. pr. dyr i græsningsperioden. Ved indbinding var der en forskel på 27 kg i vægten mellem de to hold. Det er beregnet, at plagene har fortrædet 40-50 kg græs pr. dag.

Mankehøjden var 5 cm større for hold 1 end for hold 2 ved vinterfodringens ophør. Denne forskel fandtes også ved græsningsperiodens afslutning. Pibeomfangets forøgelse afsluttedes tidligere for hold 1 end for hold 2.

Plagenes sundhedstilstand har været god og har ikke været påvirket af fodringen. Der er ikke forekommet udbrud af influenza. Næseflåd og hoste er forekommet sporadisk hos alle plage. Gødningundersøgelserne har understreget, hvor vigtigt det er med regelmæssig behandling for orm, når vandrende parasitter skal holdes i ave.

Bortset fra at to plage har vist osteochondrose, har lemmerne udviklet sig godt, været velstillede og med god bevægelse. Hovene har ligeledes udviklet sig normalt og kun været underkastet få korrektioner i forbindelse med den regelmæssige hovpleje ca. hver 6. uge.

Regelmæssige muskelprøver er udtaget af krydsmuskulaturen med en speciel nål og under lokalbedømmelse. De gennemførte analyser for forskellige muskelenzymer har ikke kunnet afsløre nogle varige forskelle mellem de to hold, idet de forskelle, der var fremkaldt under staldperioden, blev udlignet i græsningsperioden.

2 SUMMARY

The influence of high and low feed intake during early stages of development (6-12 months) on subsequent growth and performance of young Danish Warmblood horses has been investigated in this study.

The experiment commenced in October, 1985. Feeding levels and further information about experimental diets are given in Tables 5.1, 5.2, and 5.3

Intensively fed colts recorded an average live weight daily gain of 787 g. Animals subjected the low energy and protein intake have gained only 433 g.

The growth curves for both treatment groups are shown in Figures 6.1 and 6.2. During the subsequent grazing period (12-18 months) intensively fed colts gained 75 kg, those on formerly restricted diet partially compensated by gaining 138 kg, while on pasture. Despite of this compensatory growth the intensively fed animals maintained a significant advantage in live weight during this study.

The changes in body size and conformation patterns are shown in Table 6.3. A significant difference of 5 cm in height has been recorded. Faster development of cannonbones in the intensively fed colts has also been confirmed. Further changes will be closely monitored and reported on completion of this study.

The health status of the colts has not been influenced by the nutrition. There have been no outbreaks of influenza. The picture of the antibody status against equine herpes virus and equine influenza A virus is shown in figure 7.1, 7.2 and 7.3. No differences were found in blood profile between the two groups. The mean levels of all samples are shown in table 7.1.

The regular control of internal parasites has emphasized the importance of a regular routine of deworming in order to keep the invasion of parasites at an acceptable level.

Despite of the two cases of osteochondrosis dissecans, (one colt in each group), the bones and legs have developed normally. The development of the legs was correct and the movement straight and smooth. The hoofs developed satisfactorily and only minor corrections were necessary during inspections in 6 week intervals

Muscle biopsies have been taken from the m. gluteus medius 5 times during the experimental period and analysed for lactate dehydrogenase (LHD), citrate synthase (CS), 3-hydroxyacyl-CoA-dehy-

drogenase (HAD), glycogen synthase (GS) and muscle glycogen. No differences between the two groups could be identified (see table 9.4 and 9.5). The differences observed during the controlled feeding were estimated at the end of the grazing period.

3 INDLEDNING

Opdræt af ungheste er et område, som kun har været underkastet meget få og ikke særlig dybtgående forskningsmæssige undersøgelser. Det har i høj grad været de enkelte opdrætters egen erfaring og håndelag, der har styret unghestens fodring og pleje og dermed dens udvikling.

Stærk fodring af ungheste er gennem de senere år blevet mere almindelig, fordi man gerne vil have hesten så udviklet som muligt, inden træningen begynder til 2-års løbene for trav og galop. Inden for ridehesteavlens fodres plage kraftigt for at sikre tilstrækkeligt store og veludviklede heste, når de er 3 år og skal fremvises og godkendes i forbindelse med udvalg til videre avl eller salg til ridebrug.

Væksthastighed hos heste kan påvirkes af mange faktorer. Dels de arvelige anlæg for vækst, dels miljømæssige forhold, som f.eks. mængde og kvalitet af foder, klima, parasitbyrde og sygdomme.

Overfodring af ungheste betragtes ofte som årsag til en række problemer i hesteholdet. Dette gælder især skeletforandringer, der kan påvirke hestens naturlige bevægelsesmønster samt på længere sigt hestens holdbarhed og brug.

Der er kun gennemført få undersøgelser med heste til afklaring af spørgsmålet om årsagen til f.eks. ledforandringer. En bestemt form for kontraherede sener, der konstateres hos føl og ungheste op til ca. 12 mdr. og involverer den overfladiske og/eller den dybe bøjesene, skyldes meget ofte overfodring med energi og protein (Owen, 1975; Sönnichsen & Bille-Hansen, 1979). Rooney (1969) fandt, at ovennævnte tilstand kunne korrigeres ved en drastisk reduktion af energitilførslen, f.eks. ved at der kun anvendes hø ved den daglige

fodring. Strömberg (1979) konstaterede en stigende tendens i frekvensen af osteochondrose hos unge hurtigtvoksende heste. Som årsag angav han genetisk disposition for lidelsen i sammenhæng med hurtig vækst og overfodring med energirigt foder. Schougaard et al. (1987) fandt en heritabilitet af osteochondrose hos travheste på 0,24. Hintz (1982) konstaterede, at ungheste, der var holdt tilbage i vækst og derefter fodret for hurtig vækst, havde tilbøjelighed til at udvikle skeletforandringer. Det er således vist, at visse ledforandringer opstår som en konsekvens af et genetisk-miljøbestemt samspil.

Mens der foreligger adskillige undersøgelser over normal vækst og kropsudvikling hos forskellige hesteracer (Hintz, 1982; Petzold & Schorm, 1986), er der kun enkelte undersøgelser, der belyser ernæringens indflydelse på udviklingen (Hansson & Müller, 1929; Witt & Lohse, 1965).

Der findes ingen undersøgelser, der belyser hestenes holdbarhed i relation til ernæringen i den tidlige opdrætningsperiode.

Formålet med nærværende forsøg med opdræt af ungheste var at belyse to foderstyrkers indflydelse på:

- Udviklingen i vægt og kropsmål
- Udviklingen i knogler, led og hove
- Frekvensen af ledforandringer
- Forekomst af indvoldsparasitter
- Udviklingen i forskellige blodværdier
- Muskulaturens udvikling

4 DYREMATERIALE

I sommeren 1985 blev der indkøbt 14 hingsteføl af Dansk Varmblodsafstamning. Når det blev valgt at gennemføre forsøget udelukkende med hingsteføl, skyldes det, at forsøget skulle strække sig over flere år, og at det derfor ville blive vanskeligt at have både hopper og hingste samtidigt. Endvidere kunne det ikke udelukkes, at der ville være en vejledningsværdi for hingsteopdrættere i at opdrætte forsøgshestene i flok, som senere beskrevet.

Da det inden for heste er umuligt at skaffe helsøskende af samme alder, og næsten ligeså umuligt at skaffe halv søskende, var man henviset til at indkøbe føl af forskellig afstamning.

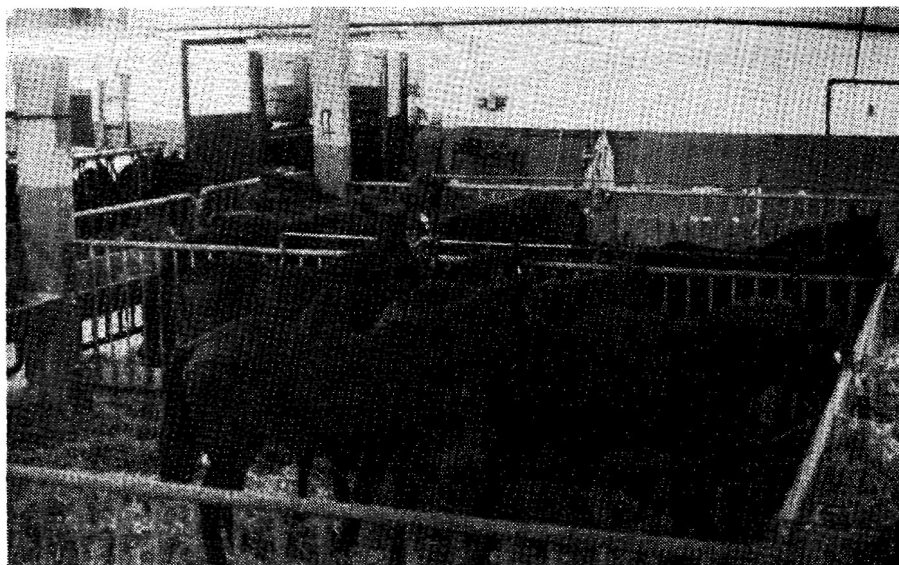


Foto 4.1 Føllene efter ankomst til Trollesminde

Photo 4.1 The foals after arrival to Experimental Station

Føllene blev inddelt på de to forsøgshold ved lodtrækning. Holdenes sammensætning og føllenes afstamning, vægt og alder ved forsøgets begyndelse er vist i tabel 4.1.

Tabel 4.1 Føllenes afstamning, vægt, alder og inddeling på hold

Table 4.1 Individual names, weight, age, and allocation to groups

Føllets navn	Far	Vægt, kg	Alder, dage
<u>Hold 1. Stærk fodring:</u>			
Impala	Ibikus	250	160
Kerrygold	Kawango	250	186
Vesuv	Voltaire	270	221
Elmbo's Sympati	Schwedengruss	245	168
Esau	Schwedengruss	205	138
Jasman	Weinberg	255	222
Ravallo	Raimondo	225	148
<u>Hold 2. Svag fodring:</u>			
Delta	Lorbas	255	157
Clongo	Clongish	250	159
Six Søgård	Weltstar	200	155
Pelops	Schwarm	280	192
Cheval	Lavallo	265	186
Kirmit	Kawango	230	146
Haendel	Avanti	200	143

Forsøget blev gennemført på Trollesminde, Hillerød. En ledig-bleven uisolaret løsdriftsstald til køer blev ændret i indretning, så føllene kunne holdes i to adskilte grupper med fri adgang til hver sin løbegård på ca. 250 m². Der blev opsat krybber, så føllene kunne opbindes under fodringen med kraftfoder. Der var fri adgang til drikkevand. Foruden løbefolden i tilknytning til stalden, blev der indhegnet to store folde af ca. 2 tdr. land hver, hvor hestene kunne motioneres under frie forhold flere gange om ugen.

5 FORSØGSPLAN

Det blev vedtaget, at hold 1 skulle fodres, så der opnåedes maksimal daglig tilvækst. Hold 2 skulle fodres, så den daglige tilvækst var 30-40 pct. lavere end for hold 1. For at kunne regulere foderplanen og dermed vægten, blev dyrene vejlet en gang om ugen. Som det vil fremgå af senere afsnit, er væksten af forskellige kropsmål samt knoglernes og hovenes udvikling fulgt gennem forsøget. Dyrenes kliniske status, blodværdier, parasitbelastning og muskeludvikling har ligeledes med jævne mellemrum været nøje fulgt gennem forsøgsperioden. Der henvises til de specielle afsnit herom.

5.1 Foderplan og fodring

Efter føllenes ankomst blev de i den første uge fodret med hør, halm og kraftfoderblanding. Efter vejningen den 3. okt. 1985 blev forsøgsfodringen iværksat. Den indledende plan fremgår af tabel 5.1.

Tabel 5.1 Retningsgivende foderplan vinteren 1985-86
Table 5.1 Feed plan for winter 1985-86

Fodermiddel	Hold 1	Hold 2
Hør	max. 3 kg	-
Kraftfoder	semi ad lib.	max 2,0 kg
Majsensilage	-	ad lib.
Byghalm	ad lib.	ad lib.
ad lib: efter ædelyst		
semi ad lib: ødt op i løbet af 30 min.		

Føllene i hold 1 og 2 fik kraftfoderet tildelt ved 2 daglige fodringer. Hold 1 fik kraftfoderet reguleret hver uge i henhold til det princip, at krybben skulle være renslikket inden for en halv

time. Hold 2 fik i begyndelsen maksimalt tildelt 2 kg kraftfoder pr. dag eller 1 kg pr. fodring samt den mængde majsensilage de ville æde. Dyrene var opbundet under kraftfoderfodringen.

I april 1986 var hold 1 oppe på i gns. at få tildelt 6,5 kg kraftfoder daglig. Af hensyn til majsensilagens ernæringsmæssige kvalitet blev kraftfodermængden til hold 2 hævet til 2,5 kg pr.dag.

Hestene havde fri adgang til vand og byghalm.

I begyndelsen var der for enkelte af hestenes vedkommende nogen vanskeligheder med at få dem til at æde tilstrækkeligt. Dette skal sikkert ses i forbindelse med den varierende alder og fravænnings-tidspunkt (enkelte føl kom lige fra moderen). Majsensilagen er blevet fortæret tilfredsstillende bortset fra, at enkelte føl havde løs afføring, hvilket formentlig kan henføres til en kombination af lav staldtemperatur og majsensilagens kvalitet. Majsensilagen blev fortæret med større ædelyst, jo ældre føllene blev.

Gennem hele vinteren blev der kun konstateret et par lettere tilfælde af kolik, der måtte behandles af dyrlæge.

Adfærdsmæssigt har der ikke været problemer. Rangordenen blev hurtigt oprettet, hvilket også bevirkede, at hestene ved fodringen linede op i samme rækkefølge hver gang. Det var karakteristisk, at hold 1 var mere energisk end hold 2. Leg og kampadfærd var betydeligt mere udtalt i hold 1 end i hold 2, der virkede mere dvaske, men ikke sløve. Et af føllene i hold 1 måtte aflives på grund af tilskadekomst.

De enkelte fodermidlers kemiske sammensætning fremgår af tabel 5.2.

Tabel 5.2 Fodermidlernes kemiske sammensætning
Table 5.2 Chemical composition of the feedstuffs

	Kraftf.bl.	Hø	Majsensilage
Tørstof, pct.	85,4	76,7	20,5
<u>g pr. kg:</u>			
Råprotein	154	81	22
Ford. råprotein	112	53	14
Råfedt	47	34	7
Træstof	76	215	52
N-fri ekstrst.	507	391	111
Ca	10,4	2,6	0,6
P	7,6	0,5	0,8
FE pr. 100 kg	98	48	15

Den anvendte kraftfoderblanding havde følgende sammensætning og beregnede indhold af næringsstoffer:

Kødbenmel, askefattigt	2,50
Sojaskrå, toasted	10,88
Solsikkeskrå, (delvis afsk.)	3,25
Grønmel	2,00
Animalsk fedt	1,00
Melasse, sukkerroe	6,50
Dicalciumfosfat	1,67
Calciumkarbonat	0,70
Natriumklorid	1,25
Avitren 11, mineral-vit.bl.	0,25
Byg	17,50
Havre	52,50
	<u>100,00</u>

Beregnet indhold

87 FE pr. 100 kg
124 g ford. råprotein pr.kg
27 " " råfedt pr. kg
15 " " træstof pr. kg
420 " " N-fri ekstrst. pr. kg

Aminosyrer

5,5 g ford. lysin pr.kg
2,0 " " methionin pr.kg
2,4 " " cystin pr. kg

Mineraler pr. kg

11,2 g kalcium
7,4 " fosfor
1,3 " magnesium
153 mg jern
25 " kobber
81 " zink
0,18 " selen

Vitaminer pr. kg

25.000 IE vit. A
2.500 IE vit.-D ₃
62,5 mg vit.-E
3 " thiamin
4 " riboflavin
6 " niacin
10 " pantotensyre
2 " folinsyre
1,25 " biotin
0,025 " B ₁₂

Foderforbruget i staldperioden minus halmforbruget er opgjort i tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hestenes forbrug af de enkelte fodermidler i staldperioden
Table 5.3 The consumption of feedstuffs while stabled (238 days)

Hold	1		2	
<u>Foder pr. hest, dgl.:</u>				
Kraftfoder, kg	semi ad lib.		2,0-3,0	
Hø, kg	3,0			
Majsensilage, kg			ad lib.	
Halm, kg	ad lib.		ad lib.	
<u>Fortæret pr. hest</u>				
i 238 dage	Gns.	SD	Gns.	SD
Kraftfoder, kg	1269	± 12	584	± 8
Hø, kg	714			
Majsensilage, kg			889	± 151
<u>FE, total</u>				
	1588	± 11	703	± 25
Ford. råprotein, ialt, kg	180	± 4	78	± 2
Ford. råprotein, g pr. FE	113		111	

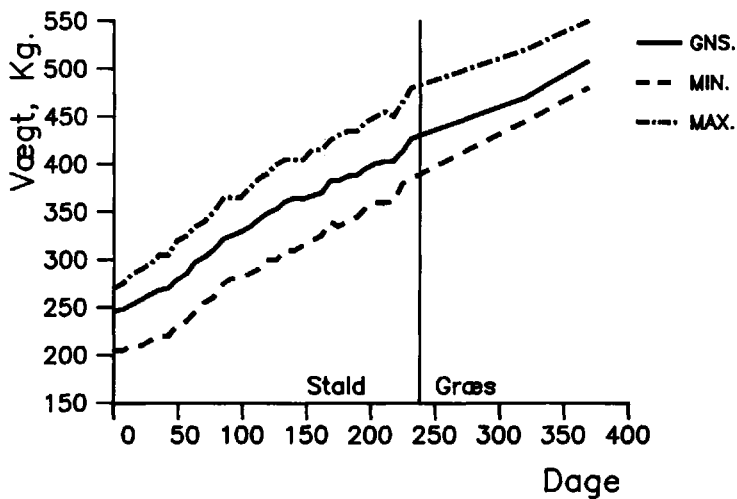
6 TILVÆKST OG FODERFORBRUG

6.1 Tilvækst og foderforbrug i staldperioden

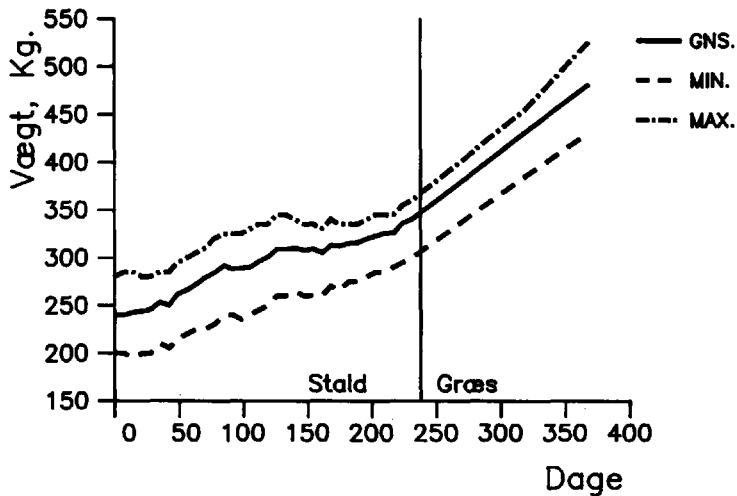
Som det fremgår af figur 6.1 og 6.2, er det lykkedes temmelig godt at opfylde forsøgsplanens intention om en betydelig forskel i daglig tilvækst mellem de to hold i staldperioden.

Til sammenligning med de gennemsnitlige vækstkurver er indlagt vejetalene for den tungeste og letteste hest i hvert af de to hold. Det fremgår heraf, at udviklingsforløbet har været stort set ens for alle heste, når der ses bort fra den helt tidlige fase, hvor der var nogen variation på grund af individuel forskel i den daglige foderoptagelse.

Hold 1 har i gennemsnit vokset 787 g pr. dag, og hold 2 433 g pr. dag.



Figur 6.1 Hestenes vægtændring i løbet af det første år. Hold 1
 Figure 6.1 Changes in weight during the first year. Group 1



Figur 6.2 Hestenes vægtændring i løbet af det første år. Hold 2
 Figure 6.2 Changes in weight during the first year. Group 2

Det gennemsnitlige foderforbrug pr. kg tilvækst har for hold 1 været 8,5 FE og for hold 2 7,4 FE.

Økonomien omkring de to foderplaner kan beregnes ud fra tabel 5.3 ved at indsætte aktuelle foderpriser.

Den individuelle totale tilvækst og gennemsnitlige daglige tilvækst fremgår af tabel 6.1.

Tabel 6.1 Gennemsnitsresultater for hestens tilvækst og foderforbrug i staldperioden

Table 6.1 The mean gain and feed efficiency while stabled

	Hold 1		Hold 2	
	Gns.	SD	Gns.	SD
Vægt v. forsøgets beg., kg	246 ±	22	240 ±	31
Vægt v. staldper. slutn., kg	433 ±	32	343 ±	24
Tilvækst, kg	187 ±	16	103 ±	15
Daglig tilvækst, g	787 ±	67	433 ±	65
FE pr. kg tilvækst	8,5 ±	0,7	7,4 ±	1,2

For hold 1 har den daglige tilvækst varieret fra 718 til 912 g og for hold 2 fra 353 til 546 g. I gennemsnit har den daglige tilvækst for hold 2 været 45 pct. mindre end for hold 1.

Det er således muligt at styre og kontrollere tilvæksten hos ungheste i vinterperioden ved fri adgang til grovfoder og individuel tildeling af kraftfoder.

6.2 Tilvækst og foderforbrug i græsningsperioden

Hestene kom på græs den 29. maj og kom på stald igen den 6. oktober 1986. Ved udbinding var der god vækst i græsset. Den meste saftighed var gået af græsset, men der var god og rigelig græsning hele sommeren. De benyttede folde, ca. 8 ha, havde været lagt ud med græs gennem adskillige år, men ikke været benyttet til afgræsning af heste.

Tilvæksten i græsningsperioden fremgår af tabel 6.2.

Tabel 6.2 Gennemsnitsresultater for hestenes tilvækst samt et beregnet foderforbrug i græsningsperioden
 Table 6.2 Gain and calculated feed efficiency during the grazing period (means)

	Hold 1		Hold 2	
	Gns.	SD	Gns.	SD
Vægt v. græsningsper. beg., kg	433 ±	32	343 ±	24
Vægt v. " slutn., kg	508 ±	24	481 ±	31
Tilvækst, kg	75 ±	13	138 ±	16
Daglig tilvækst, g	578 ±	98	1064 ±	123
FE daglig	6,8 ±	0,2	7,6 ±	0,4
FE i græsningsperioden	888 ±	34	994 ±	57
Græs, kg pr. dag	41 ±	4	46 ±	3
FE pr. kg tilvækst	12,0 ±	1,5	7,4 ±	0,4

Foderforbruget i græsningsperioden er beregnet efter Presthegge (1952), der angiver vedligeholdelsesfoderet i forhold til vægten efter følgende tabel:

<u>Vægt, kg</u>	<u>FE dgl.</u>
350	4,1
400	4,4
450	4,7
500	5,0

Samtidig angiver han et forbrug til vækst, der for heste ved en alder af 15-21 mdr. i normal foderstand er 3,0 FE pr. kg tilvækst og for heste i god foderstand 3,5 FE pr. kg tilvækst. Den enkelte hests foderforbrug er beregnet ud fra egen gennemsnitsvægt og tilvækst i perioden.

Eksempel: Hest nr. 8 havde en gennemsnitsvægt på 450 kg, svarende til 4,7 FE daglig til vedligehold. Dens daglige tilvækst var 492 g og dens foderstand god, svarende til 3,5 FE pr. kg tilvækst.

$(4,7 + (3,5 \times 0,492)) \times 130$ foderdage = 835 FE optaget i græsningsperioden.

Den daglige tilvækst blev voldsomt forøget for hold 2, da de kom på græs og fik fri adgang til at optage den mængde foder, de ønskede.

Som det fremgår af figur 6.1, var tilvæksten jævnt stigende gen-

nem hele perioden. Mængde og kvalitet af græsset har således været tilfredsstillende. I græsningsperioden var der ud over fri adgang til vand også fri adgang til en mineralblanding bestående af 60 pct. dicalciumfosfat, 20 pct. kridt og 20 pct. kogsalt. Dette svarer til, at der pr. 100 g blanding gives 23 g calcium, 11 g fosfor og 8 g natrium. Der blev fortåret ca. 60 g mineralblanding daglig i græsningsperioden.

Hestenes opførsel i folden var upåklagelig. I begyndelsen holdt de sig i et vist omfang holdvis, men i løbet af 14 dage var flokken smeltet sammen og et nyt hierarki oprettet.

Ved indbinding var vægtforskellen mellem de 2 hold reduceret til 27 kg. Vægten på græs var naturligvis påvirket af en større fyldningsgrad af mave-tarmkanalen. Der gik derfor nogen tid efter indbinding, inden vægten blev stabiliseret for den enkelte hest.

Der har således hos hestene været en stor græsoptagelse. Ud fra vedligeholdelsesfoderets størrelse og forbruget pr. kg egentlig tilvækst, som er fastsat ved andre undersøgelser (f.eks. Presthegge, 1952) samt den gennemsnitlige daglige tilvækst, kan det beregnes, at hold 1 i gennemsnit har optaget 41 kg græs, og at hold 2 har optaget 46 kg græs pr. dag.

Det må således konstateres, at heste, der i vinterperioden har været holdt tilbage i vækst, i den efterfølgende sommerperiode på græs kan indhente en væsentlig del af den i vintertiden tabte vægtforøgelse. Denne vægtforøgelse er naturligvis betinget af græsmarkens kvalitet og produktion. Det kan ligeledes konkluderes, at ungheste, der ved udbinding er velnærede og kraftigt udviklede, fortsætter deres vægtforøgelse gennem græsningsperioden.

6.3 Kropsmålenes udvikling

Ud over den ugentlige vejning er der med visse mellemrum i forsøgsperioden foretaget en række målinger af den eksteriøre udvikling.

Der er foretaget følgende målinger:

Højde 1:	højeste punkt på manke, stangmål, cm
" 2:	laveste punkt bag manke, " "
" 3:	højeste punkt over kryds, " "
Brystomfang:	gjordmål, laveste punkt bag manke, båndmål, cm
Kroplængde:	fra bovspids til sædebenets bageste kant, stangmål, cm
Brystdybde:	laveste punkt bag manke til underkant af bryst, stangmål, cm
Bringebredde:	afstand mellem udvendige bovspidser, skydelære, cm
Krydsbredde:	afstand mellem udvendige hoftehjørner, skydelære, cm
Pibeomfang:	for- og bagpipe, båndmål, cm

Forøgelsen i de enkelte mål er vist i tabel 6.3.

Udviklingen over tidsperioden er anskueliggjort ved en række figurer.

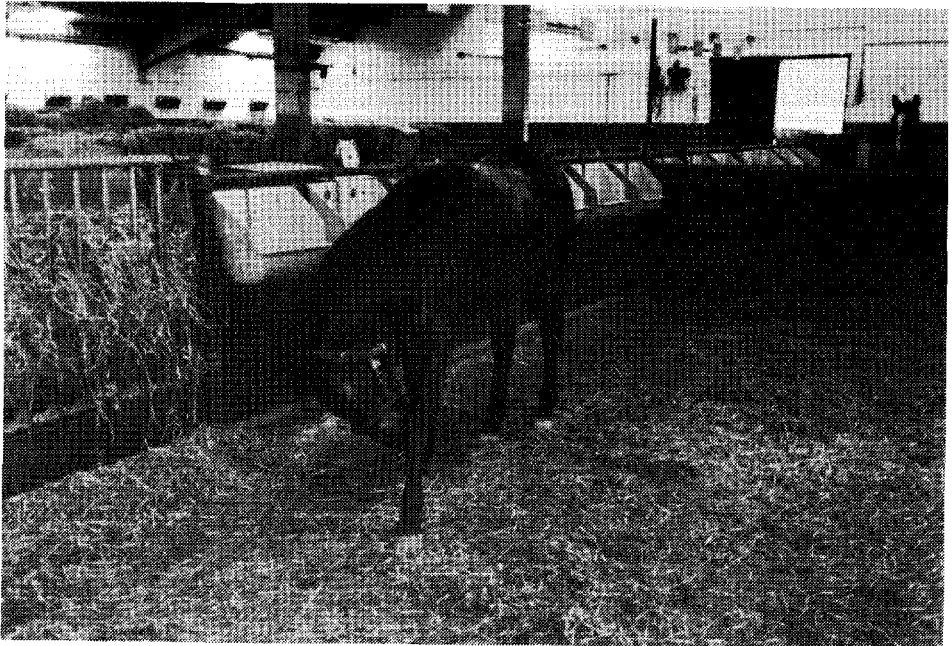


Foto 6.1 Løsdriftstaldens to afdelinger
Photo 6.1 The loose box stable

Tabel 6.3 Eksteriørmålenes udvikling i første forsøgsår, gns.
 Table 6.3 Development of body measurements during the first experimental year

	Hold 1	SD	Hold 2	SD
<u>Højde 1 over manke, cm:</u>				
3.10.85	132	± 2	132	± 4
1.05.86	152	± 2	147	± 3
18.08.86	157	± 3	152	± 4
<u>Højde 2 bag manke, cm:</u>				
3.10.85	128	± 3	128	± 4
1.05.86	146	± 2	142	± 4
18.08.86	151	± 3	146	± 4
<u>Højde 3 over kryds, cm:</u>				
3.10.85	135	± 3	139	± 7
1.05.86	153	± 1	149	± 4
18.08.86	160	± 3	156	± 3
<u>Kroplængde, cm:</u>				
3.10.85	123	± 6	124	± 3
1.05.86	153	± 4	144	± 6
18.08.86	156	± 3	153	± 5
<u>Brystomfang, cm:</u>				
3.10.85	148	± 5	139	± 5
1.05.86	176	± 5	164	± 4
18.08.86	184	± 5	176	± 2
<u>Brystdybde, cm:</u>				
3.10.85	52	± 4	48	± 2
1.05.86	61	± 4	58	± 2
18.08.86	63	± 3	61	± 2
<u>Bringebredde, cm:</u>				
3.10.85	35	± 2	34	± 2
1.05.86	42	± 1	37	± 1
18.08.86	43	± 1	40	± 1
<u>Krydsbredde, cm:</u>				
3.10.85	38	± 1	38	± 2
1.05.86	47	± 2	44	± 2
18.08.86	51	± 2	48	± 2
<u>Forpibe, cm:</u>				
3.10.85	17	± 1	17	± 1
1.05.86	21	± 1	19	± 0
18.08.86	21	± 1	20	± 1
<u>Bagpibe, cm:</u>				
3.10.85	19	± 1	19	± 1
1.05.86	22	± 1	21	± 1
18.08.86	23	± 1	23	± 1

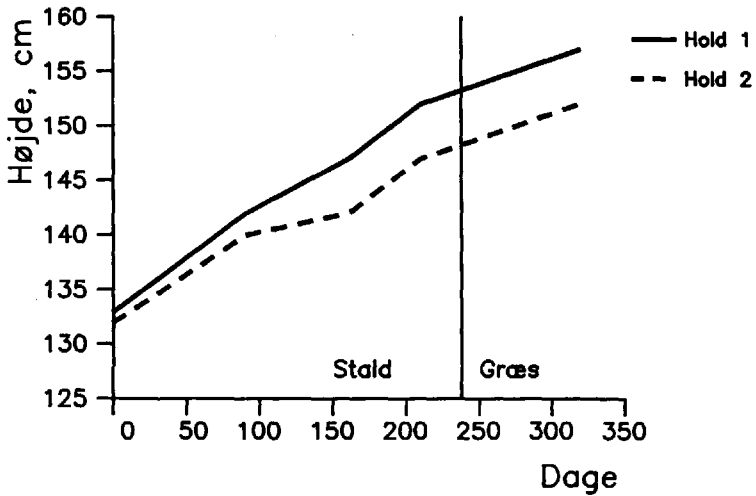


Foto 6.2 Føllene i den udendørs løbefold
Photo 6.2 Foals in the paddock

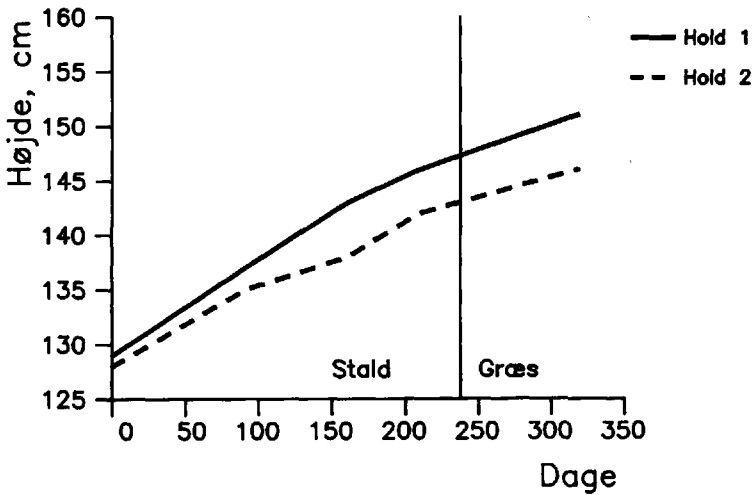
6.4 Højde 1, 2 og 3

Højde 1 eller stangmål, som det kaldes i daglig tale, var et naturligt mål at medtage, da det er det mål, man lægger vægt på i praksis, når unghestens udvikling diskuteres.

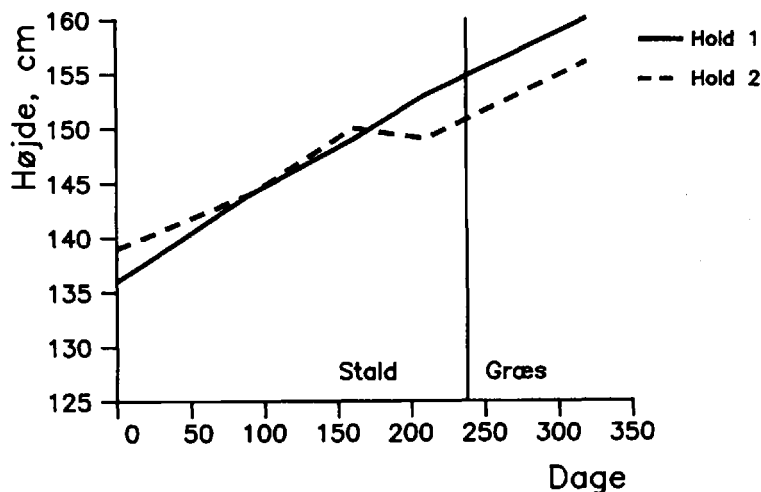
Som vist i fig. 6.3, er det først efter ca. 3 mdr.'s forløb, der viser sig en egentlig forskel mellem de to hold. Denne forskel på ca. 5 cm holder sig gennem staldfodringsperioden. Det er bemærkelsesværdigt, at den samme forskel mellem holdene også konstateres efter græsningsperiodens ophør. Hvorvidt denne forskel senere vil indhentes kan ikke afgøres, men holder forskellen sig indtil hestene er 2½ år, der er det tidspunkt, hvor unghingste forbesigtiges for kåring, er resultaterne ikke uinteressante. Højde 2 og 3 er vist i henholdsvis figur 6.3 og 6.4. Udviklingsforløbet i disse mål er stort set det samme som for højde 1. Højden over krydset, højde 3, er den største og er udtryk for overbyggetheden. Forskellen mellem de to hold indtræder først ca. 2 mdr. senere end for de to andre højdemål.



Figur 6.3 Vækst af højde over manke i løbet af det første år
Figure 6.3 Growth of withers during the first year



Figur 6.4 Vækst af højde bag manke i løbet af det første år
Figure 6.4 Growth of saddle height during the first year



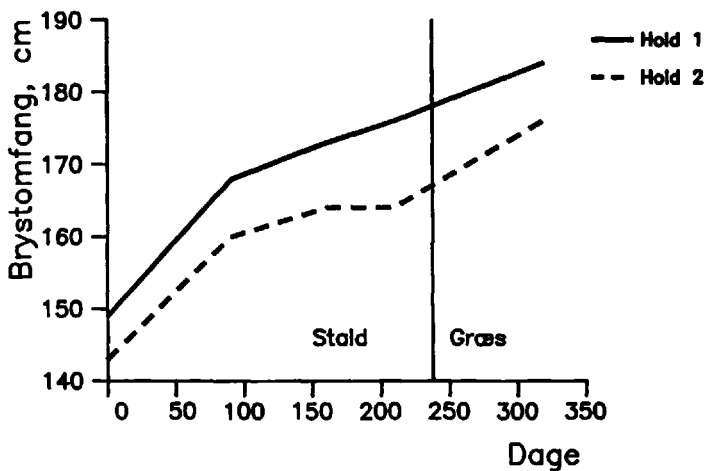
Figur 6.5 Vækst af højde over kryds i løbet af det første år
 Figure 6.5 Changes in croup height during the first year of study

6.5 Brystomfang

I brystomfanget (fig. 6.6) er der en klar forskel mellem holdene allerede fra starten, og den holder sig gennem hele perioden. Der er dog en tendens til, at forskellen indsnævres noget gennem græsningsperioden. Dette er ikke unaturligt, da brystomfanget har en nær sammenhæng til vægten. En beregning over hvilke mål, der er det bedste udtryk for unghestens vægt, har givet følgende formel:

$$\text{Vægt, kg} = -769 + 5,1 \times \text{højde 1} + 10,0 \times \text{bringebredde}$$

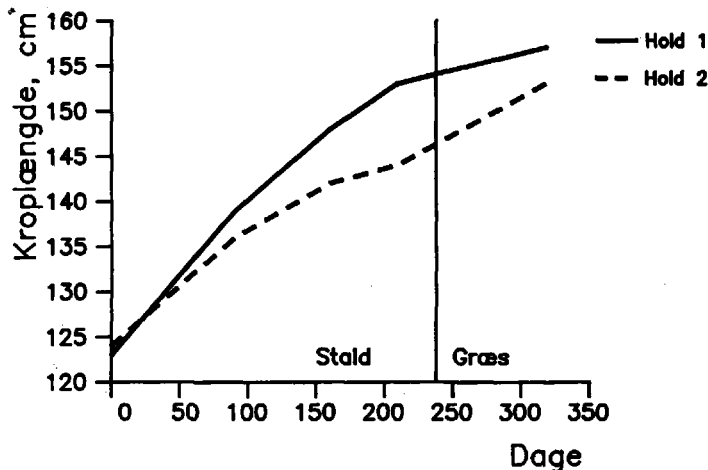
Endelig fastlæggelse af en sådan formel til at bestemme hestes vægt på forskelligt udviklingstrin kan først beregnes ved forsøgets afslutning.



Figur 6.6 Vækst af brystomfang i løbet af det første år
 Figure 6.6 Changes in girth measurement during the first year

6.6 Kroplængde

Kroplængden (fig.6.7) har tilsyneladende været bremset betydeligt gennem fodringen. Græsningsperioden har ligeledes indsnævret forskellen mellem de to hold.

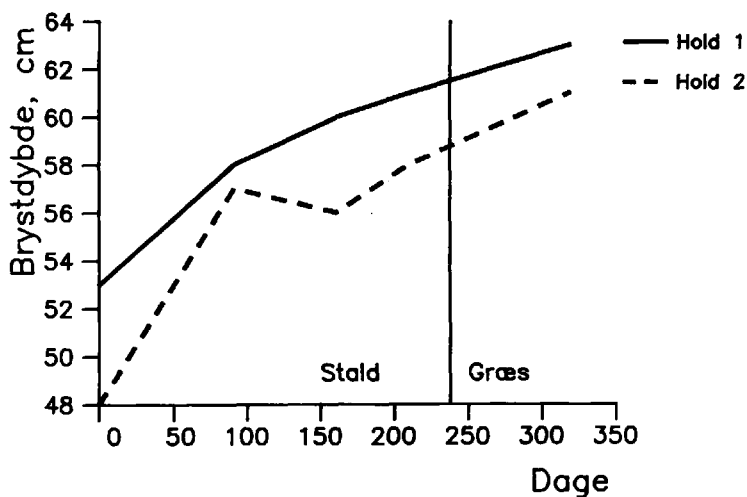


Figur 6.7 Vækst af kroplængde i løbet af det første år
 Figure 6.7 Growth of body length during the first year

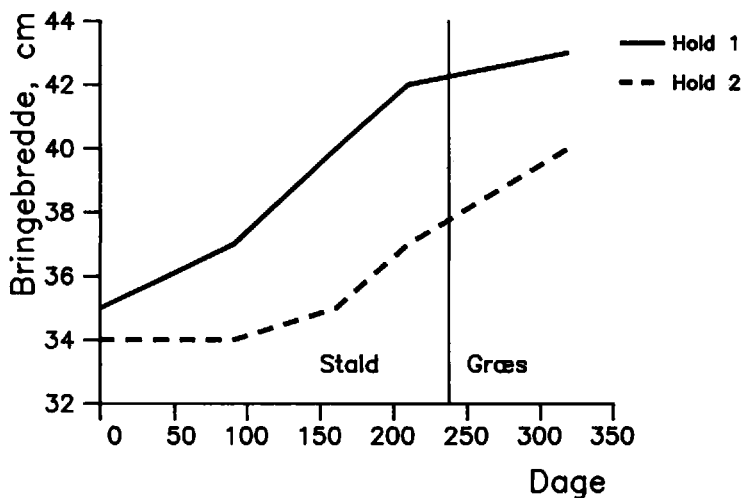
6.7 Brystdybde og bringebredde

Udviklingen i brystdybden (fig. 6.8) foregår ret langsomt. Forskellen mellem de to hold fortsætter. Der vil formentlig komme en noget stærkere udvikling i dette mål i den 2. staldfodringsperiode.

Bringebredden (fig. 6.9) udviser ligeledes en forskel mellem de to hold.



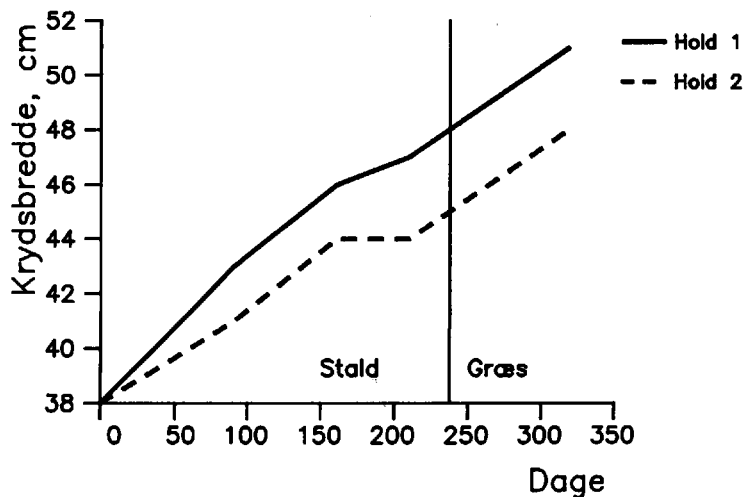
Figur 6.8 Vækst af brystdybde i løbet af det første år
 Figure 6.8 Changes in chest depth during the first year



Figur 6.9 Vækst af bringebredde i løbet af det første år
 Figure 6.9 Growth of the chest during the first year

6.8 Krydsbredde

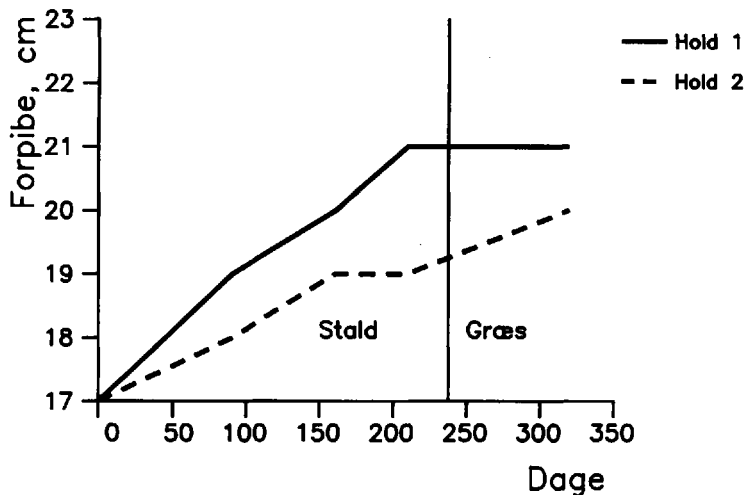
Krydsbredden (fig.6.10) tegner samme mønster som brystdybde og bringebredde, en stagnation i slutningen af staldperioden.



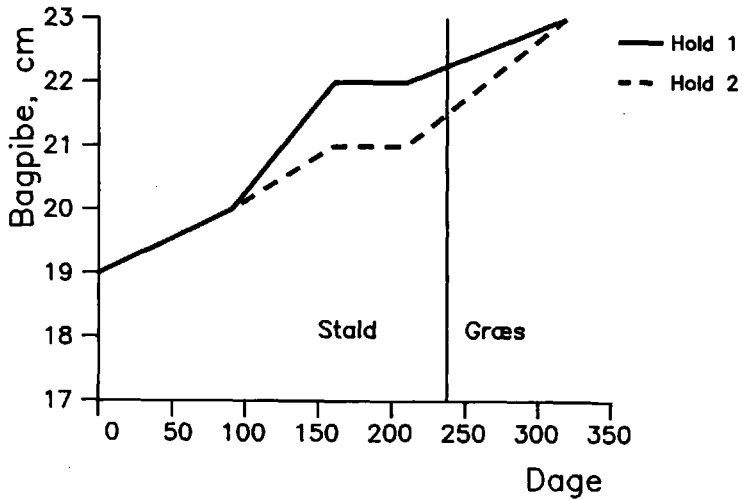
Figur 6.10 Vækst af krydsbredde i løbet af det første år
 Figure 6.10 Growth of width of the group during the first year

6.9 Forpibe og bagpibe

Pibeomfang anvendes som udtryk for lemmernes førhed. Som det fremgår af figur 6.11 og 6.12, var der tidligt i forsøgsperioden en tydelig forskel mellem målene hos de to hold, specielt for forpiben. Denne forskel har også holdt sig for forpibens vedkommende indtil 2. staldfodringsperiodes begyndelse.



Figur 6.11 Vækst af forpibens omfang i løbet af det første år
 Figure 6.11 Growth of the circumference of the cannon during the first year



Figur 6.12 Vækst af bagpibens omfang i løbet af det første år
Figure 6.12 Growth of the circumference of the hind cannon during the first year



Foto 6.3 Føllene i den 1 ha store løbefold
Photo 6.3 Foals in the big paddock (1 ha)

6.10 Sammenfatning

I tabel 6.4 er vist den konstaterede tilvækst i nogle mål i såvel staldfodringsperioden som i græsningsperioden for de to hold samt fra Flyingeforsøgene 1929 (Hansson & Müller, 1929). Selv om disse forsøg er foretaget for 50 år siden, giver de alligevel grundlag for en sammenligning med nærværende resultater, da det drejer sig om varmblodsheste og er et af de grundigste forsøg vedrørende opdrætning af rideheste.

For vægtens vedkommende er der en helt klar forskel mellem de 2 hold i vinterperioden, hvilket også var tilsigtet gennem fodringen. Hold 2, der var holdt tilbage i vægt i vinterperioden, havde den største tilvækst i sommerperioden, men indhentede ikke hold 1.

De 5 cm forskel i mankehøjde mellem hold 1 og 2 efter vinterperioden blev ikke påvirket under sommerperioden.

Der var 10 cm forskel i kroplængde ved udbindingen. Denne forskel blev indsnævret betydeligt i sommerperioden, hvor hold 2 voksede 9 cm og hold 1 kun 3 cm i længden. Det samme billede gør sig gældende vedrørende bringebredden.

Det må konstateres, at pibeomfangets forøgelse for hold 1 er afsluttet allerede efter vinterperiodens afslutning. Det vil sige, at lemmernes udvikling afsluttes ved 1 års alderen. Hvorvidt hold 2 vil indhente den sidste cm i pibeomfang vil vise sig i løbet af den kommende forsøgsperiode.

Brystomfanget er efter sommergræsningen stabiliseret, så der ingen forskel er mellem de 2 hold.

Til sammenligning er der i tabel 6.4 vist nogle resultater af Flyingeforsøgene (Hansson & Müller, 1929).

Tabel 6.4 Tilvækst i kg og cm af nogle mål i to perioder, vinterperioden (a) og græsningsperioden (b)
 Table 6.4 Changes in live weight and body size during the study.
 Winterperiod (a), summer period (b)

Tilvækst i:		Hold 1	Hold 2	Hansson & Müller (1929)
Vægt, kg	a	187	103	135,0
	b	75	138	34,5
Total		262	241	169,5
Mankehøjde, cm	a	20	15	13,3
	b	5	5	4,7
Total		25	20	18,0
Kroplængde, cm	a	30	20	20,4
	b	3	9	6,2
Total		33	29	26,6
Forpibe, cm	a	4	2	2,3
	b	0	1	0,3
Total		4	3	2,6
Brystomf., cm	a	28	25	25,4
	b	8	12	2,8
Total		36	37	28,2
Bringebr., cm	a	7	3	-
	b	1	3	-
Total		8	6	-

De anførte vægte og mål antyder, når der sammenlignes med nærværende resultater, at føl af svensk varmblod på dette tidspunkt var senere udviklet. Tallene dækker stort set samme perioder og alder af føl, som der er arbejdet med i det danske forsøg. Tallene for tilvæksten er generelt mindre. Dette kunne naturligvis skyldes fodringen. I vinterperioden har de svenske heste fået 6,5 foderenheder pr. dag. I dette forsøg har hold 1 fået 6,7 og hold 2 3,0 foderenheder i det kontrollerede foder, hvortil kommer den frit fortærede mængde bygalm. I gennemsnit er de danske føl således næppe fodret stærkere end de svenske. Derimod er der noget, der tyder på, at sommergræsningen for de svenske plage har været mere sparsom end for de danske, idet tilvæksten på græs kun har været 34,5 kg i det svenske forsøg.

Ved forsøgets afslutning vil det være muligt at beregne hvor stor en procentdel af den totale vækst, der er opnået på forskellige tidspunkter.

6.11 Referencer

- Hansson, N. & Müller, W. 1929. Højda äggvitegivors inflytande på unghästarnas utveckling. Medd. nr. 351. Centralanst. f. försöksv. på Jordbruksomr. pp. 58.
- Hintz, H.F. 1982. The growth rate of horses. Procee. Fourth Bain-Fallon Mem. Lect. Univ. of Sydney, 1982. p. 97-103.
- Owen, I.M. 1975. Abnormal flexion of the coronal pedal joint or "contracted tendons" in unweaned foals. Equine vet. J. 7: 40-45.
- Petzold, P. & Schorm, G. 1986. Wachstumsverlauf und Körpermasseentwicklung von Fohlen des Edlen Warmbluts. Tierzucht 40: 319-320.
- Prestegge, K. 1952. Forslag til endringer av NJF's norm til unghester for opptakning av f.e. fra beite. Nord. Jordbruksf. 1952: 93-98.
- Rooney, I.R. 1969. Biomechanics of Lameness in Horses. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Schougaard, H., Falk Rønne, J. & Philipson J. 1987. Incidence and inheritance of osteochondrosis in the sport horse. EAAP-meet. Lisbon.
- Strömberg, B. 1979. A review of the salient features of osteochondrosis in the horse. Equine vet. J. 11: 211-214.
- Sönnichsen, H.V. & Bille-Hansen. 1979. Er epifysitis/styltefod hos pluge fodringsbetinget/miljøbetinget? Dansk Vet. Tidsskrift, 62, 6: 307-314.
- Witt, M. & Lohse, B. 1965. Beeinflussung der Körperentwicklung von Fjordpferden bis zum dritten Lebensjahr durch unterschiedliche Winterfütterung. Zeitschr. Tierz. u. Züchtungsbiol. 81: 167-199.

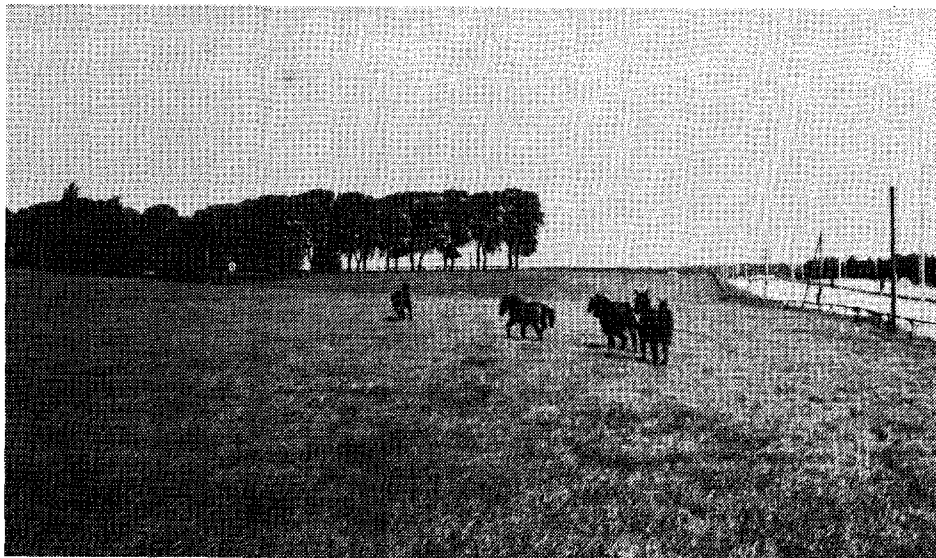


Foto 6.4 & 6.5 Den først dag på græs
Photo 6.4 & 6.5 The first day on pasture



7 SUNDHEDSTILSTAND

7.1 Materiale og metoder

I forsøgsperioden blev hestene tilset en gang om måneden, og der blev udtaget blodprøver til bestemmelse af blodets mineraler (kalций, fosfor og magnium), enzymer (asparaginaminotransferase, kreatinkinase og basisk fosfatase) samt hæmatokrit (cellevolumenprocent af røde blodlegemer), totaltælling af røde og hvide blodlegemer samt differentialetælling af hvide blodlegemer.

Der blev endvidere udtaget blodprøver med henblik på bestemmelse af antistoffer over for luftvejsvirus (influenza, herpes (virusabort) og arteritis), udført på Statens Veterinære Institut for Virusforskning.

Elektrocardiografi er udført hvert halve år til en vurdering af hjertets funktion.

Gødningsundersøgelser er foretaget regelmæssigt til kontrol for indvoldsparasitter. Ormebehandling er i det første forsøgsår blevet foretaget med Eqvalan^(R) (Ivermectin) pasta ca. hvert kvartal afhængig af fund af æg i gødningen.

Hestene er vaccineret mod stivkrampe og influenza (Fluvac-T^(R)) lige efter ankomsten samt en måned og et år senere. Hestene blev ikke vaccineret mod virusabort.

7.2 Resultater

Sundhedstilstanden har været god hos forsøgshestene i det første forsøgsår. Takket være den daglige håndtering og opbinding under fodring vænnede hestene sig hurtigt til nær kontakt med mennesker. Hestene har været overordentlig nemme at omgås og tage prøver af.

I de første måneder var der en del lette tilfælde af forkølelse, hvor hestene havde hoste og næseflåd. Deres almenbefindende og ædelyst var ikke påvirket, og der blev ikke foretaget medikamentel behandling af luftvejsinfektionerne. En del af hestene blev behandlet for ringorm lokalt ved påsmøring af dixantogenolie på de forandrede hudpartier, og dette standsede angrebet. En enkelt hest havde en del vorter omkring mulen, disse forsvandt spontant.

Sidst i december 1985 og først i 1986 kom der endnu en bølge af forkølelse, heller ikke denne gang blev der konstateret nogen almenliden, og der blev ikke foretaget nogen behandling. I den svagt fodrede gruppe (hold 2), der fik majsensilage, var der i den kolde

tid af vinteren tendens til løs afføring. En hest havde diarré i ca. en måned, og den tabte sig i denne periode. Ved bakteriologisk undersøgelse af gødningen kunne der ikke påvises sygdomsfremkaldende tarmbakterier. De øvrige heste i hold 2 havde grødet afføring eller afsatte normal pæret fæces, hvor der til sidst kom et skvat vand. Fordøjelsesforstyrrelserne blev ikke behandlet medikamentelt. I den pågældende periode var det meget koldt både udenfor og i den uisolerede stald, og ensilagen har muligvis været for kold ved fodringen. Den uisolerede stald var i den kolde periode endvidere meget fugtig, og rigelige mængder kondensvand fandtes på vægge og lofter.

I marts-april 1986 var hestenes forkølelse forsvundet, og kun en enkelt hest i hold 2 havde stadig løs afføring.

Allerede fra nytår kunne der tydeligt ses forskel på de to hold forsøgsheste. Hold 1 havde et pænt, tæt og blankt hårlag og markerede sig tydeligt som velnærede, mens hold 2 havde langt, mat og tattet hårlag, markerede ribben, vommet udseende og dårlig ernæringstilstand.

Begyndende kamp om rangordenen inden for de to hold afslørede sig i løbet af foråret som en del sår, skrammer og ar efter slagsmål. Kun få læsioner efter slagsmål har været behandlingskrævende.

Resultaterne af blodprøverne er vist i tabel 7.1. Da der ikke har kunnet påvises nogen forskel på værdierne mellem de to hold, angives gennemsnittet og standardafvigelse for samtlige heste. De fundne

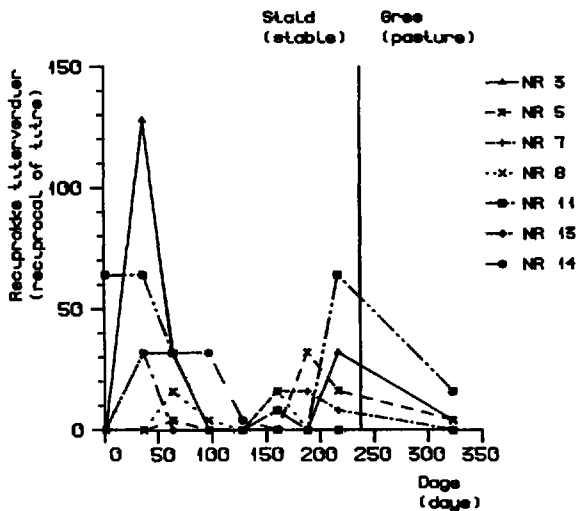
Tabel 7.1 Gennemsnit af blodværdier for samtlige forsøgsheste
*Table 7.1 The mean values and standard deviation in blood profile
 for all horses*

	Gennem- snit	Standard- afvigelse
Hæmoglobin (Fe), mmol/liter	7,72	0,74
Hæmatokrit	0,30	0,04
Erythrocyttal, bill/liter	6,34	0,72
Leukocyttal, mia/liter	9,98	1,78
Kalcium, mmol/liter	3,13	0,25
Fosfor, mmol/liter	0,68	0,09
Magnium, mmol/liter	1,73	0,23
Asparaginaminotransferase, mikrokatal/liter	4,61	1,43
Basisk fosfatase, mikrokatal/liter	12,01	2,55
Kreatinkinase, mikrokatal/liter	3,65	2,69
Lymfocytter, pct.	48	9
Neutrofile granulocytter, pct.	48	9

blodværdier ligger alle inden for de i litteraturen angivne normale grænseværdier. De fundne blodværdier er undersøgt for korrelation med andre parametre målt i forsøget (hestens mål og vægt). En sådan korrelation har ikke kunnet påvises.

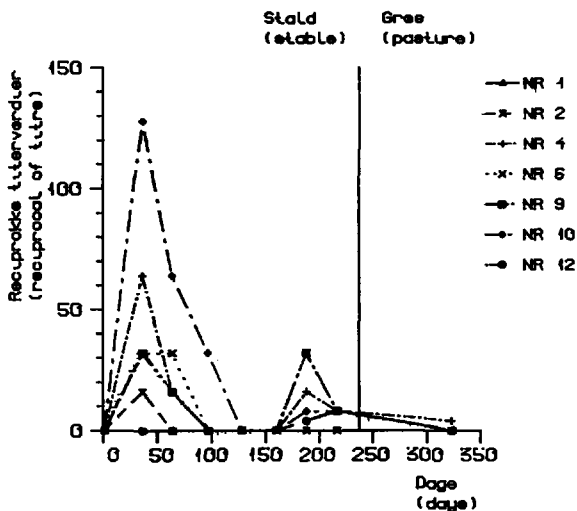
Speciel interesse er knyttet til blodets indhold af basisk fosfatase. Det forekommer i høj koncentration i knogler, lever og tarm, og indholdet i blodet vil stige, såfremt der er sygelige tilstande i disse organer. Hvis hestene vokser hurtigere end mineralaflejringen i skeletsystemet kan følge med, og der opstår beskadigelse af knoglerne, vil blodets indhold af dette enzym stige. Kun en enkelt hest havde forøget indhold af basisk fosfatase i blodet i den periode, den havde diarré, hvilket er foreneligt med et øget henfald af tarmepithelceller. Den forskellige vækstintensitet inden for de to hold er således ikke afspejlet i fosfataseværdierne.

Resultaterne af antistofundersøgelserne viste, at ingen af hestene i det første forsøgsår havde påviselige mængder af antistoffer i blodet over for equin arteritis virus. Med hensyn til antistoffer over for equint herpes virus (virusabort virus) (figur 7.1 og 7.2) viste det sig, at en enkelt hest havde antistoffer ved ankomsten. I løbet af 1-2 måneder havde alle de andre heste antistoffer, hvilket tyder på, at denne ene hest har udskilt equint herpes virus ved ankomsten og har smittet de øvrige heste. Blodprøverne viste endvidere, at der senere på vinteren er en genopblussen af infektionen, der afspejler sig i en ny stigning i antistofindholdet i blodet. Herpes virusinfektionerne kan være een af årsagerne til de tilfælde af forkølelse, der er registreret. Resultaterne af undersøgelserne for influenza virus A1 og A2 ved ankomsten viser, at alle heste havde antistoffer over for influenza A1, og 8 heste havde også antistoffer over for A2. Disse antistoffer er formentlig passivt overført fra kolostrum og kan være medvirkende til, at ca. halvdelen af hestene reagerer med en svag antistofproduktion på de 2 første vaccinationer. Et eksempel på de serologiske undersøgelser over for influenza virus er vist i figur 7.3.



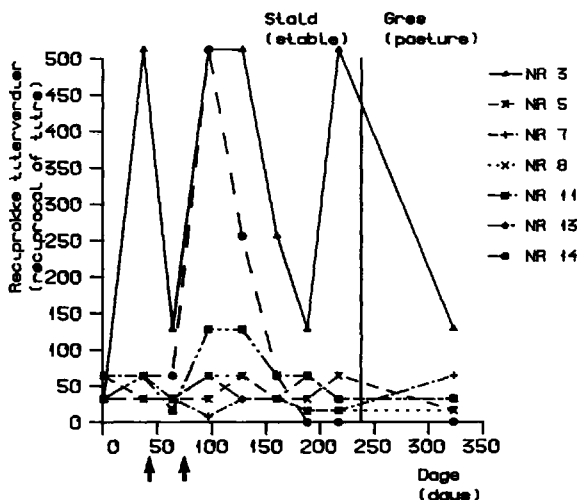
Figur 7.1 Komplementbindende antistoffer overfor equine herpes virus i blodet hos hestene i hold 1

Figure 7.1 Circulating complement of fixating antibodies against equine herpes virus, group 1



Figur 7.2 Komplementbindende antistoffer overfor equine herpes virus i blodet hos hestene i hold 2

Figure 7.2 Circulating complement of fixating antibodies against equine herpes virus, group 2



Figur 7.3 Hæmagglutinerede antistoffer overfor influenza A 1 virus i blodet hos hold 1. Pilene angiver tidspunkter for influenza vaccination

Figure 7.3 Circulating haemagglutinating antibodies against equine influenza virus A 1. Arrows indicate times of influenza vaccination

Gødningsundersøgelserne viste, at ved ankomsten udskilte 2 heste strongylideæg, og 8 spolormeæg. Efter ormebehandling ophørte ægudskillelsen indtil december, hvor 6 heste udskilte strongylideæg, mens der ikke kunne påvises spolormeæg. Efter endnu en ormebehandling var det ikke muligt at påvise æg før i april, her udskilte 10 heste strongylideæg og 8 spolormeæg. Hestene blev igen ormebehandlet, inden de blev sluppet på græs. De påviste ægmængder i gødningen har været lave, 200-300 æg pr. gram gødning, undtagen hos en enkelt hest, der ved første undersøgelse udskilte 1000 æg af begge slags pr. gram gødning.

7.3 Diskussion

I det første forsøgsår har der ikke været påvist nogen negative virkninger på forsøgshestenes sundhedstilstand. Som tilsigtet trivedes hold 2 dårligere i staldfodringsperioden, men de var i meget høj grad i stand til at indhente det i græsningsperioden. Hvorvidt de bliver i stand til at udvikle sig som hold 1 må afhænge af resulta-

terne i det andet forsøgsår.

Elektrocardiogrammerne viste normale ledningsforhold i hjertet med undtagelse af en enkelt hest, der forbigående havde ekstrasystoler.

Forsøgshestene blev vaccineret mod influenza, og ca. halvdelen af hestene reagerede med antistofproduktion efter de 2 første vaccinationer. Bortset herfra tyder de serologiske undersøgelser ikke på, at der i det første forsøgsår er forekommet udbrud af influenza blandt forsøgshestene.

Forkølelse (virusinfektioner i luftvejene) er almindeligt forekommende i den danske hestepopulation, og forsøgshestene er ingen undtagelse. Dels er der klinisk registreret næseflåd og hoste, og dels er der målt antistoftiterstigning over for equint herpes virus. Forkølelse forårsages foruden af influenza og herpes virus af en hel række andre virus, hvor det ikke er muligt at få foretaget serologisk diagnostik.

Resultatet af gødningsundersøgelserne og behandlingerne for indvoldsparasitter understreger endnu engang, at det er vigtigt regelmæssigt at behandle heste for orm. Under de givne forsøgsbetingelser er det lidet sandsynligt, at hestene er blevet reinficeret med orm i staldfodringsperioden, og genopdukken af ormeæg i gødningen i december tyder på, at det er parasitter med en lang vandringsperiode, der nu er nået frem til tarmen. Vandrende parasitlarver er som bekendt vanskelige at udrydde ved ormebehandling, der hovedsagelig udrydder den kønsmodne orm i tarmkanalen.

8 BEVÆGEAPPARAT

Institut for kirurgi's opgave ved forsøgets gennemførelse var at følge hove og lemmers udvikling samt tænder.

8.1 Metoder

Føllene er i perioden 1.10.85 - 1.10.86 undersøgt hver 5.-6. uge, ialt 8 gange, med hensyn til hove, lemmer, tænder og andet.

Hovene blev målt for hovrandsomfang og hovvinkel (vinkel mellem underflade og hornvæg i tåled), bedømt for hornkvalitet, form og stilling. Hovene blev beskåret efter behov.

Lemmerne blev bedømt med hensyn til benstilling og undersøgt for sygelige tilstande, herunder eventuel halthed.

Tænderne er kun undersøgt i den udstrækning, som eventuelle stillingsfejl eller tyggevanskeligheder gav anledning til. Der er ikke på noget tidspunkt brugt mundjern.

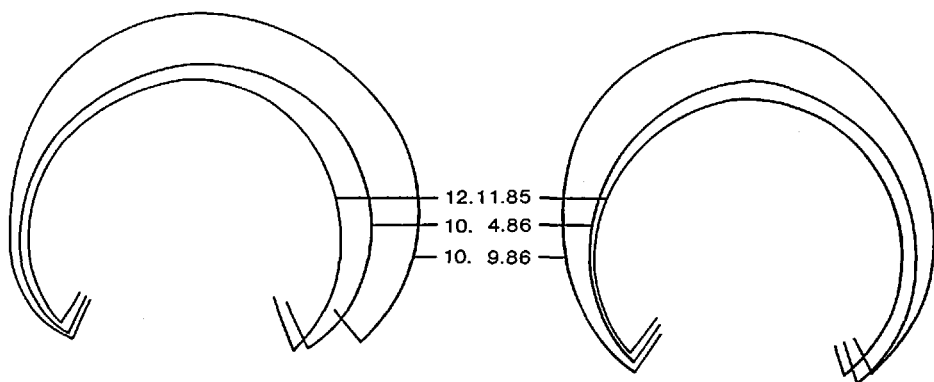
Andet omfatter direkte konstaterede sygdomme, temperament og lignende. Føllene er røntgenfotograferet 2 gange, kort efter ankomsten og kort før udbinding. Der er fotograferet alle 4 tæer i sideoptagelse og begge haser i 2 projektioner samt på visse føl knæled eller andet på særlige indikationer fundet undervejs.

Planlagte målinger af knogletæthed måtte opgives p.g.a. tekniske og økonomiske vanskeligheder.

8.2 Resultater

Samtlige hove var ved den første undersøgelse veludviklede og velstillede og med god hornkvalitet, bortset fra et føl med bukkehov på venstre forben (se senere). Kun omkring halvdelen af føllene havde behov for trimning p.g.a. vækst, og ingen p.g.a. afvigende benstilling. To føl tillod ikke opløftning af ben i begyndelsen, de øvrige var rimeligt tilvænnede. Ved de følgende rutineundersøgelser holdt hovenes gode tilstand sig, og korrektioner har været meget beskedne. Hornkvaliteten har været udmærket, og der er ikke fundet afvigelser de to hold imellem. Sur stråle har kun været konstateret helt sporadisk på enkelte hove. Dette kunne formodes at blive et problem, da soignering af hoven kun blev foretaget ved de rutinemæssige besøg samt selvrensning ved motionering.

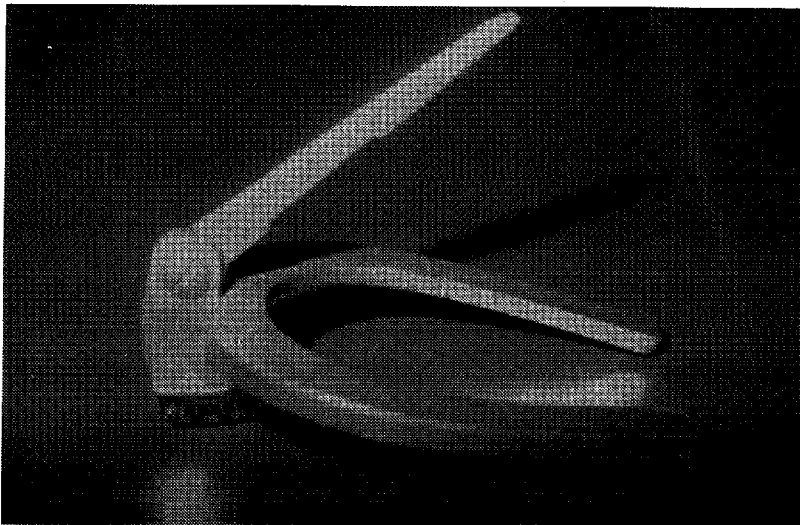
Hovrandens omfang er målt ved aftegning på papir af den beskårne hov. Ved de første undersøgelser på alle 4 hove, derefter kun på forhovene. De herved fremkomne aftryk viser regelmæssig og ensartet øgning af omfanget for alle føl. I græsningsperioden fandtes for alle heste en betydelig forøgelse af hovens omfang, hvilket bekræfter den gamle erfaring, at motionering fremmer hovens udvikling, se fig. 8.1.



Figur 8.1 To eksempler på hovrandens relative omfang i løbet af forsøgsperioden

Figure 8.1 Two examples of the relative circumference of the hoof wall during the test period

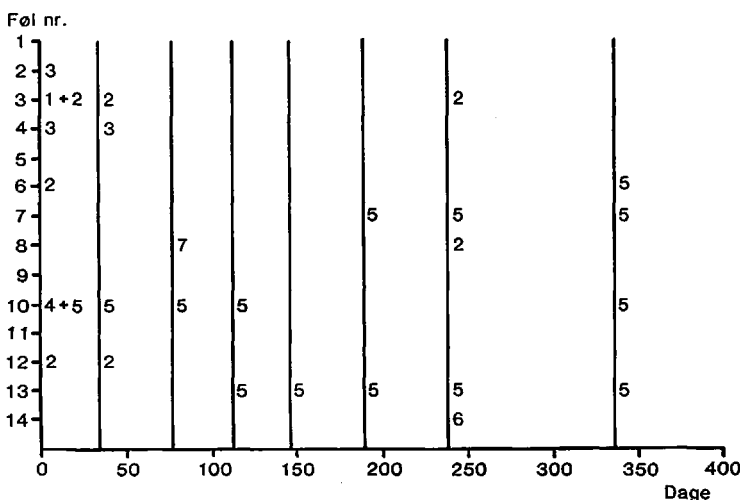
Hovvinklen er målt efter hovens beskæring med en amerikansk konstrueret vinkelmåler, se fig. 8.2, og har stedse ligget mellem 54° og 62°. Den ret store variation må forklares med vinkelmålerens utilstrækkelige nøjagtighed.



Figur 8.2 Hovvinkelmåler
Figure 8.2 Hoof gauge

På lemmerne har to fund været dominerende: hævede kodeled og galler.

I staldperioden fandtes efterhånden næsten alle kodeled dårligt markerede med udflydende og diffuse konturer. Det aftog i løbet af perioden og gav ikke på nogen måde anledning til kliniske symptomer iøvrigt, svarende til tidligere erfaringer. Et par føl blev i den anledning yderligere røntgenfotograferet, uden at det gav anledning til specifikke fund. Det andet fund har været galler (øget mængde væske i ledkapsler) i kodeled og seneskeder, igen uden specifikke symptomer, men endvidere i haser og knæ, se senere under røntgenundersøgelser. Figur 8.3 viser en oversigt over nogle konstaterede lidelser.



Figur 8.3 Lidelser og abnormiteter fundet ved undersøgelserne: 1. Bukkehov, 2. Sur stråle, 3. Temperament, 4. Opdrevne epifyser, 5. Galler, 6. Ulykke, 7. Hæmatom.

Figure 8.3 Some of the conditions diagnosed during examinations: 1. Contracted deep digital flexor tendon, 2. Thrush, 3. Ill tempered, 4. Epiphysitis, 5. Synoal distension, 6. Accident, 7. Hematoma

Lemmerne har, som tidligere nævnt, været velstillede, og de resterende fund har været enkelttilfælde, som beskrevet under "andet".

Ved de udførte tandundersøgelser er fundet et føl med overbid, hvor overmundens fortandsrække har været 4-6 mm foran undermundens. Der har ikke været påvist gener af dette, og kindtænderne synes ikke berørt.

"Andet". Ved første undersøgelse fandtes et føl med bukkehov på venstre forben. Føllet blev opereret, som beskrevet af Lysholt og Sönnichsen (1969) på Institut for kirurgi, og har nu helt normal benstilling. Der er ved første undersøgelse noteret vanskeligt temperament hos 2 føl. Dette har holdt sig ved det ene, mens de øvrige alle er meget nemme at håndtere.

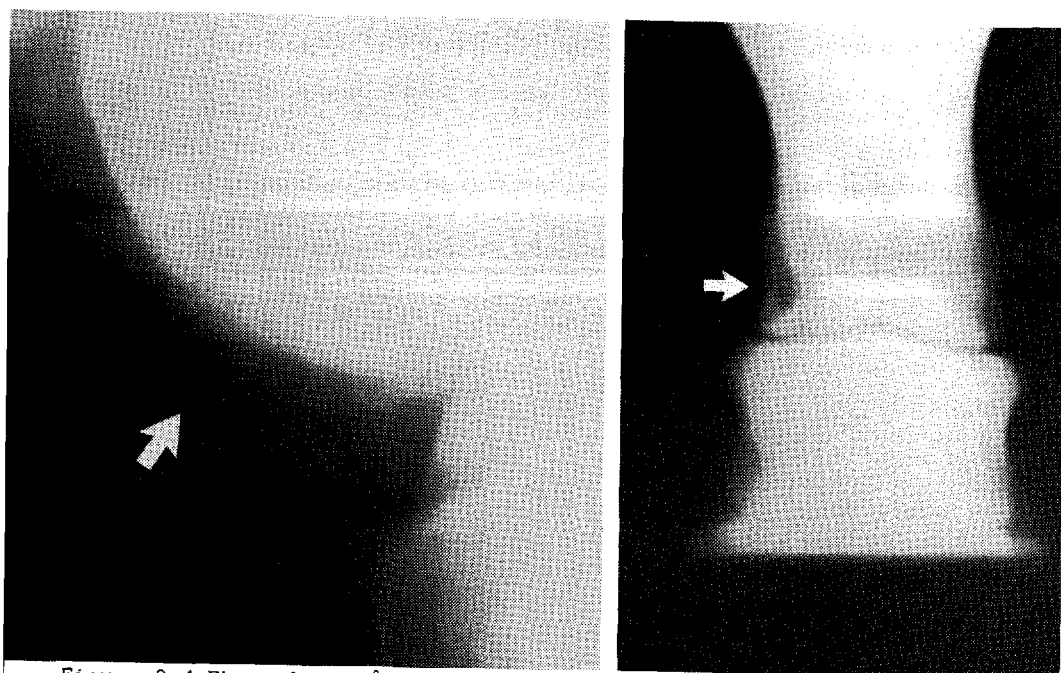
Af "enkelttilfælde" kan nævnes, at et føl i efteråret fik et hæmatom i venstre lår, formentlig efter spark fra et andet føl. Det blev behandlet og helede komplikationsfrit. I marts kom et føl så alvorligt til skade ved et uheld, at det måtte aflives.

Ved græsningsperiodens begyndelse blev et føl stærkt halt på et

forben. Det var et føl, hvor der var konstateret galle i knæ i december og ved røntgenfotografering i maj konstateret forandringer i flere led, herunder OD (osteocondritis dissecans) i begge knæ. Føllet blev indsat på Institut for kirurgi i tiden 9.-11.6. for behandling og nærmere undersøgelse. Haltheden aftog hurtigt, men ved røntgenfotografering fandtes OD i begge knæ samt en cyste i venstre bagkødben, se figur 8.4.

Føllet kom ved hjemkomsten på græs med de andre føl og viste ikke yderligere symptomer.

På et andet føl fandtes ved røntgenfotografering i oktober OD i haser. Føllet fik efterhånden galler i flere led, og vækstlinierne viste forandringer ved røntgenundersøgelsen, men der blev ikke påvist halthed eller andre symptomer.



Figur 8.4 Eksempler på røntgenfund. Til venstre osteochondritis dissecans i knæled, til højre cyste i kodeben
Figure 8.4 Examples of radiological conditions. Left osteochondritis dissecans in the knee, right cyst in first pastern

8.3 Diskussion

Bortset fra de to føl med OD har lemmerne udviklet sig normalt, og føllene havde ved periodens afslutning velstillede lemmer og med god bevægelse. Hovenes udvikling var ligeledes normal. Det må erindres, at de 14 føl ikke er udvalgt med særligt hensyn til afstamning og eksteriør. Den omhyggelige og regelmæssige hovpleje med små korrektioner gennem den tidlige vækstperiode må derfor konstateres at være et vigtigt element for at imødegå eventuelle senere problemer med lemmernes stilling.

Der er ikke registreret afvigelser eller sygdomme, som kan henføres til fodringen af de to hold. De to påviste tilfælde af OD var fra hvert sit hold, men dette kan dog ændre sig, da OD i praksis ofte først konstateres, når lidelsen bliver symptomgivende ved hestens ibrugtagning. Frekvensen af OD på det talmæssigt meget lille materiale harmonerer godt med tidligere undersøgelser på ungheste (Kristoffersen & Sönnichsen, 1980; Rønne & Kristoffersen, 1980)

Det var ved forsøgets planlægning et uafklaret spørgsmål, hvordan hingsteplage ville arte sig i flok. Der kunne forventes voldsomheder føllene imellem, men den meget ringe skadefrekvens vidner om det modsatte. Føllene har hurtigt indordnet sig i flokken(e), og der har, som vist, ingen problemer været i den sammenhæng.

Det vil være af betydelig værdi at følge føllene som planlagt, men måske af endnu større værdi at følge dem under ibrugtagning (tilridning) og videre i arbejde, da eventuelle skader under opvæksten ofte først kan erkendes i denne fase.

8.4 Konklusion

Der er ikke i den forløbne periode påvist udviklingsforstyrrelser eller skader på hov, lemmer eller tænder, som kan sættes i relation til det gennemførte fodringsforsøg.

8.5 Referencer

- Lysholt, B. & Sönnichsen, H.V. 1969. Senestyltefod hos føl og plage. Nord. Vet.Med. 21, 601-608.
- Kristoffersen, J. & Sönnichsen, H.V. & 1980. Osteochondrose. Hipp. Tidsskr. 6, 28-29.
- Rønne, J. Falk & Kristoffersen, J. 1980. Forekomsten af osteochondrose i talo-cruralledet hos unge travheste i træning. Dansk Vet. Tidsskr. 63, 141-143.

9 SKELETMUSKULATURENS UDVIKLING

9.1 Indledning

Gennem de sidste 10-15 år er der foretaget en lang række undersøgelser på hestemusculatur. Disse undersøgelser har vist, at sammensætningen i muskulaturen hos unge og voksne heste, både hvad fibertyper og metaboliske potentialer angår, er en kombination af såvel arvelige som træningsbetingede faktorer. Vort kendskab til fodringens betydning for muskulaturens udvikling er imidlertid meget begrænset. Med de anstrengelser, der i dag udfoldes for at optimere avlen af en tidlig udviklet og holdbar hest, bl.a. gennem fodringen, er det relevant at få undersøgt netop dennes betydning for muskulaturens udvikling. Hertil kommer, at vort kendskab til muskulaturen hos danske varmblodsheste generelt er ringe, hvorfor det alene ud fra disse betragtninger vil være af betydning at få undersøgt disse heste.

9.2 Skeletmuskulaturens sammensætning og stofskiftemæssige egenskaber

Hurtighed har været et af kravene til heste for at kunne overleve som art gennem evolutionen. I dette deler den skæbne med mange andre planteædere. For at opnå denne hurtighed har kravet til muskelfunktionen tillige været at kunne stabilisere fremdriften af den relativt store krop gennem effektive og hurtige korrektioner for underlagets beskaffenhed, således at afsæt og støtte ikke fjerner kroppen alt for meget fra dens lineære bevægelser, hverken horisontalt eller vertikalt. Mennesket har derpå domesticeret en dyreart, som den ved avl og selektion har udviklet i flere forskellige funktionelle retninger. I hvilket omfang denne avlsstyring har påvirket

udviklingen af muskulaturen hos de forskellige hesteracer, både kvantitativt og kvalitativt, vil det føre for vidt at behandle her, men blot henviser til tabel 9.1, hvor det angives, hvorledes muskulaturen hos en række hesteracer er forskelligt sammensat.

Tabel 9.1 Fibertypesammensætningen i *M. glutæus medius* fra forskellige hesteracer i pct. af typen (Snow, 1983)
 Table 9.1 *Fibertype distribution in per cent in M. glutæus medius of different breeds of horses (Snow, 1983)*

	Type I/ST fibre	Type II fibre		
		total	FTH	FT
Fuldblod	11,0	89,0	57,1	32,0
Travere	18,1	81,9	55,4	26,6
Arabere	14,4	85,6	47,8	37,8
Quarter Horses	8,7	91,3	51,0	40,3
Pony	22,5	77,5	40,4	37,1
Heavy hunter	30,8	69,2	37,1	32,1

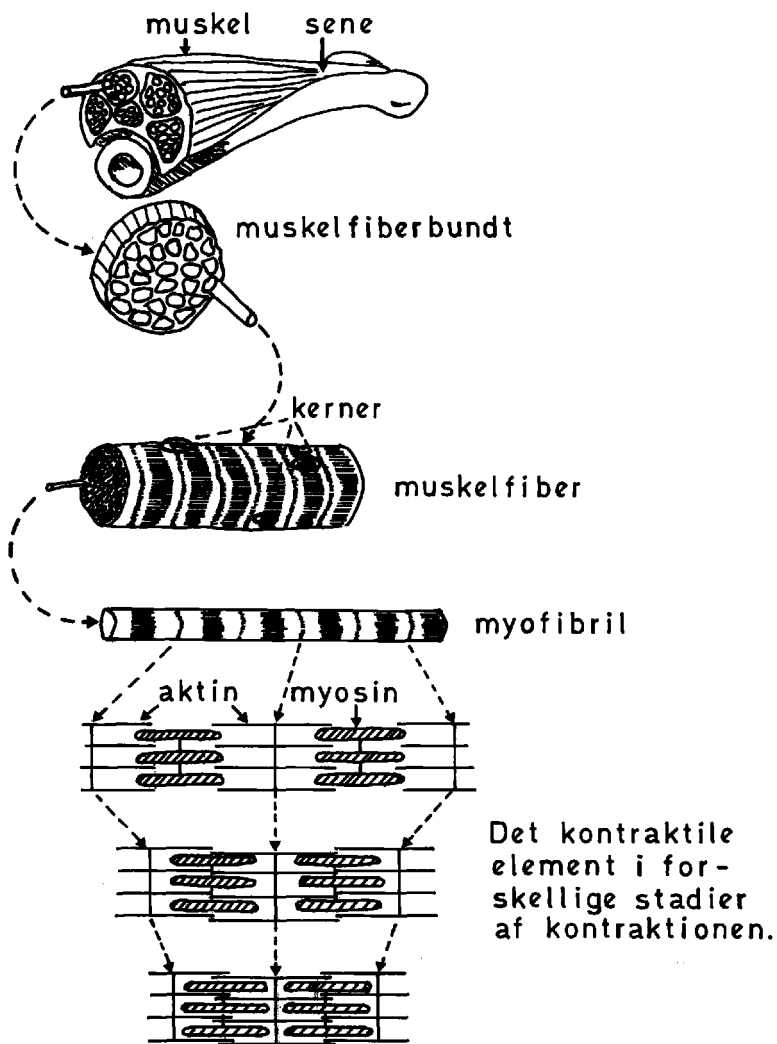
Type I/ST = langsomme fibre

Type II = hurtige fibre (FTH og FT henholdsvis oxidative og glycolytiske)

For at kunne forstå og vurdere, hvilken betydning musklens sammensætning har for bevægelsen, er det nødvendigt med viden om, hvordan selve muskelen er bygget op samt hvordan stofomsætningen i muskelen foregår, d.v.s. hvordan den energi, der tilføres med foderet, omdannes til bevægelsesenergi.

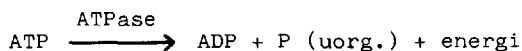
Muskelcellerne benævnes muskelfibre på grund af deres aflange struktur og går oftest fra en knogle til en anden, d.v.s. fiberen er næsten lige så lang som selve muskelen. Bundter af fibre er indlejret i bindevæv. Samlinger af sådanne bundter udgør selve muskelen, der igen er omgivet af en til tider ret kraftig bindevævshinde (fascie). En fiber består ikke af en enkelt celle, men er sammensat af mange enkeltceller, hvis kerner ligger placeret perifert i fiberen. Inden i fibrene ligger bundter af såkaldte myofibriller, som er opbygget af bl.a. de to for kontraktionen væsentligste strukturproteiner myosin og aktin, der ligger indlejret på en ganske speciel måde (se figur 9.1).

TVÆRSTRIBET MUSKULATUR



Figur 9.1 Skeletmuskulaturens opbygning
Figure 9.1 The structure of skeletal muscle

På myosinmolekylerne findes dels bindingssteder for aktin og dels områder, der har enzymatisk karakter. Som enzym katalyserer myosinet nedbrydningen af den energirige forbindelse adenosintrifosfat (ATP) således:

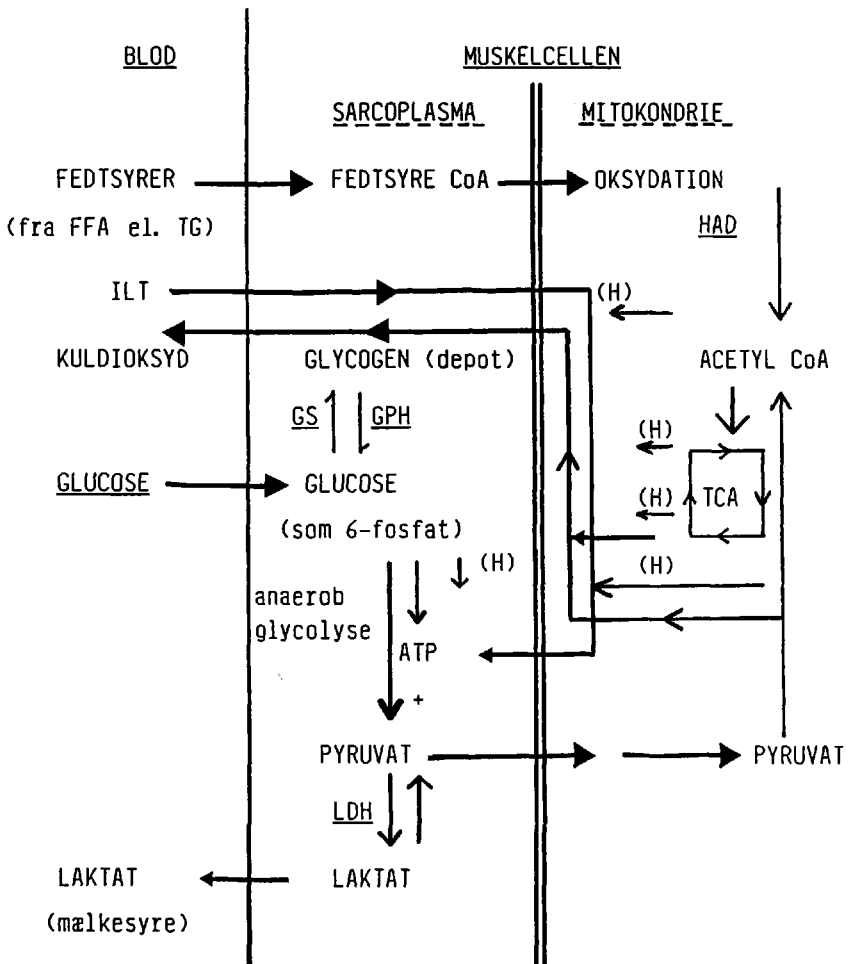


Det er disse områder, der refereres til ved betegnelsen myosin-ATPaser. På basis af myosin-ATPasens pH-følsomhed kan man vævskemisk inddele muskelfibre i flere typer. Der er to hovedtyper, type I eller ST fibre, som er langsomme, og type II eller FT fibre, som er hurtige. Dette gælder både i relation til kontraktions- og relaxations-tider, d.v.s. den tid det tager for en muskel at trække sig sammen, og den tid det tager for den at vende tilbage til udgangstillingen. En oversigt over fordelingen af fibertyperne hos forskellige hesteracer er angivet i tabel 9.1. Inddelingen af type II fibre i undergrupper kan foretages på flere forskellige måder. Gøres dette på baggrund af myosin-ATPasens pH-følsomhed, benævnes typerne oftest IIA og IIB fibre, men også FTA og FTb fibre benyttes i denne sammenhæng. Benyttes derimod metaboliske egenskaber ved fibre til adskillelse, benævnes disse oftest som FTH og FT fibre eller FOG og FG fibre. Dette relaterer i begge de sidstnævnte tilfælde til fibre-nes oxidative og/eller glycolytiske kapacitet (en uddybning af disse begreber vil blive givet senere). En oversigt over de forskellige typers karakteristika ses i tabel 9.2. En yderligere opdeling i typer baseret på immunologiske metoder er mulig, men vil ikke blive gennemgået her.

Tabel 9.2 Karakteristiske træk ved muskelfibertyperne hos heste (Snow, 1983)
Table 9.2 Characteristics of muscle fibre types in the horse (Snow, 1983)

	Type I	Type II	
	ST	FTH	FT
Kontraktionshastighed	lav	høj	høj
Oxidativ kapacitet	stor	middelstor	lille
Glycolytisk kapacitet	middel	stor	stor
Kapillærtæthed	stor	middel	lille
Glycogenmængde	middel	stor	stor
Fedtmængde	stor	middel	lille
Muskelfiber/motorisk enhed	få	mange	mange
Træthedssensitivitet	høj	middel	lav

Stofskiftet i den dyriske celle måles ved dens optagelse af ilt eller dens produktion af kuldioxid. En skematisk oversigt over de væsentligste stofskifteprocesser i muskelfibrene findes i figur 9.2. Det oxidative stofskifte, som det kaldes, baserer sig på, at der i cellen findes partikler (mitokondrier), der ved deres membran er adskilte fra cellens øvrige bestanddele (sarkoplasmaet). I disse mitokondrier findes systemer af enzymer, som ved en aktivering af ilt gør det muligt for cellen at forbrænde næringsstoffer fuldstændig til kuldioxid og vand. Næringsstoffer i denne forstand er de stoffer, som efter nedbrydning i tarmen er blevet overført i blodbanen og via den bragt frem til musklen. Det væsentligste stof for denne forbrænding i muskelcellerne er sukkerstoffet glucose, men også fedt kan indgå i en forbrænding. Ved selve forbrændingen overføres den i næringsstoffet værende energi til den kemisk energirige forbindelse ATP. Dette stof bliver således ved sin nedbrydning, der styres af myosinet, den direkte leverandør af energi til muskelkontraktionen. En anden mulighed for at få noget af energien i glucose overført til ATP er gennem en proces, som finder sted i sarkoplasmaet uden forbrug af ilt (anaerobt), se figur 9.2. Ved denne proces nedbrydes glucosemolekylet, der består af seks kulstofatomer, til to molekyler pyruvat, hver bestående af tre kulstofatomer. Processen er således ikke en fuldstændig forbrænding, idet der stadig findes energi tilbage i pyruvatmolekylet. Denne del af nedbrydningsprocessen benævnes glycolysen. Pyruvatmolekylerne kan nu gennemløbe en fuldstændig forbrænding til kuldioxid og vand ved at blive transporteret ind i mitokondrierne og der gennemløbe den resterende del af forbrændingen. Skal dette finde sted, er det nødvendigt, at muskelcellen får tilført ilt via blodet. Er ilttilførslen utilstrækkelig, hvilket sker under maksimale belastninger som sprint, omdannes pyruvaten til det reducerede produkt, mælkesyre, som under sådanne betingelser kan ophobes i musklerne. Nedbrydningen af glucose til pyruvat og videre til mælkesyre betyder, at muskelcellerne i et vist begrænset omfang kan fortsætte med at arbejde, altså producere energi til kontraktionen, uden tilstedeværelsen af ilt. Muskulens kapacitet for at producere energi uden ilt kaldes også muskulens anaerobe kapacitet. Et vist indtryk af denne størrelse kan man få ved at måle muskelvævet indhold af det enzym, som katalyserer omdannelsen af pyruvat til mælkesyre, nemlig laktatdehydrogenase (LDH). Et udtryk for den anaerobe glycolyses omfang ved et givet veldefineret muskelarbejde



Figur 9.2 Skematiske hovedtræk i skeletmuskelcellernes stofomsætning, nogle enzym-katalyserede processer og ATP-produktionen

Figure 9.2 Major metabolic pastways of skeletal muscle cells. The catalysing enzymes and the ATP-formation are indicated

Enzymer: **CS** citratsyntase; **HAD** 3-hydroxyacyl-coenzym A-dehydrogenase; **GS** glycogensyntase; **GPH** glycogenfosforylase; **CoA** coenzym A
 Forkortelser: **ATP** adenosintrifosfat; **TCA** trikarbocyrcyklus Krebs' cyklus; **FFA** frie fedtsyrer eller fra **TG** triglycerider ved lipolyse

(H): Produktion af reduktionsækvivalenter, der i mitokondriemembranens respirationskæde oxideres under produktion af ATP

kan man få ved at måle hvor meget mælkesyre, der afgives fra den arbejdende muskel.

Begge undergrupper af hurtige fibre har en høj glycolytisk kapacitet, jvf. tabel 9.2. Hvad den oxidative kapacitet angår, har type IIA fibre en høj kapacitet og type IIB fibre en meget lav kapacitet. Denne størrelsesangivelse er dog relativ, idet de forskellige fibertyper kan ændre deres oxidative egenskaber ved træning. Selve aktivitetsniveauerne kan synliggøres vævskemisk ved farvning af et enzym, der er knyttet til mitokondriernes elektrontransportsystem. Også dette system er en forudsætning for den totale udnyttelse af forbrændingsenergien, men vil ikke blive uddybet nærmere her. For type I fibre er den oxidative kapacitet højere end for type IIA, og man regner med, at dette forhold er afgørende for, at disse fibre udviser høj grad af træthedsresistens, d.v.s. de udmattes langsomt. Denne resistens er middelstor for type IIA fibre, mens de glycolytiske fibre, IIB, trættes hurtigst. Det er iøvrigt ikke afgjort, om træthed alene er forbundet med ophobningen af mælkesyre i muskelcellen.

Udover tilførsel af glucose fra blodet eller nedbrydningen af depotstoffet glycogen - et glucosepolysakkarid, der findes både i musklerne og i leveren - kan de oxidative fibre udnytte fedtsyrer, der enten tilføres med blodet eller kommer fra intramuskulære fedtdepoter. Denne omsætning af fedtsyrer til kuldioxid og vand sker for den sidste del af processernes vedkommende fælles med nedbrydningen af det pyruvat, som blev dannet ved den anaerobe glycolyse (se figur 9.2).

Der er altså udviklet et fælles intramitokondrielt system af forbrændingsprocesser, som gennem en trinvis nedbrydning af fællesproduktet acetyl-coenzym A skaber mulighed for at få oxideret dette stof videre til kuldioxid og ved en aktivering af molekyler ilt at få reduktionsækvivalenterne bundet i vand under samtidig binding af den ved oxidationen frigjorte energi i den energirige forbindelse adenosintrifosfat (ATP).

Et udtryk for muskelvævets kapacitet for omsætningen af fedtsyrer fås ved at bestemme aktiviteten af 3-hydroxyacyl-coenzym A-dehydrogenase (HAD), som katalyserer et iltningstrin i processen, der fører frem til dannelsen af det såkaldte aktiverede eddikesyremolekyle - acetyl-coenzym A -, der er et slutprodukt i den intramitokondrielle nedbrydning af fedtsyrerne. Samtidig kan man bestemme aktiviteten af et andet intramitokondrielt enzym, citratsyntase (CS). I figur 9.2 er

det angivet at dette system katalyserer den videre omsætning af den aktiverede eddikesyre (acetyl-coenzym A) til citronsyre (citrat). På den måde får cellen eddikesyremolekylet til at indgå i en serie af processer, hvorved de fraspalter to molekyler kuldioxid (de to kulstofatomer, der indgår i eddikesyremolekylet) og hydrogen. Hydrogenet forbindes med det aktiverede molekyllære ilt under dannelse af vand og energi i form af det tidligere omtalte adenosintrifosfat (ATP).

Det er ikke alene i muskelceller, vi finder denne arbejdsdeling mellem mitokondriernes omsætning af ilt under samtidig fuldstændig nedbrydning af stof (oxidativ forbrænding) og sarkoplasmaets nedbrydning af glucose (anaerobe glycolyse), der kun giver en begrænset udnyttelse af den i stoffet værende energi. Den kan finde sted i alle celler med mitokondrier. I muskelceller er det dog værd at pege på, at energioverførelsen fra næringsstof til ATP finder sted på samme lokalitet, nemlig i selve fibren, hvorfra også dets forbrug styres. Selve nedbrydningen af ATP er en forudsætning for den interaktion mellem proteinstofferne, som betinger muskelcellens forkortelse eller fastlåsning i en bestemt længde. Samtidigt hermed er der dog andre regulatoriske mekanismer, der sikrer hvornår, i hvilket omfang og i hvilken stofomsætning, muskelcellerne aktiveres. Dette indgår dog ikke i denne redegørelse, der alene har haft til formål at redegøre for muskelfibrenes sammensætning og stofskifte.

Når en muskel skal trække sig sammen, udvikle spænding, sker dette gennem en differentieret elektrisk stimulering fra motorneuronerne. Motorneuronerne er nerveceller beliggende i rygmærven, som både står i forbindelse med hjernen og med musklerne og styrer således al bevægelse. Der er både små og store motorneuroner. De små er karakteriserede ved en lav tærskelværdi, lav ledningshastighed og innerverer primært langsomme fibre. Store motorneuroner har en høj tærskelværdi og ledningshastighed og innerverer FT fibre. En motorneuron med de fibre, den innerverer, kaldes en motorisk enhed (motor unit). Skal en hest arbejde submaksimalt, selv med en endog meget lav intensitet, sker dette ved aktivering af både ST og FTa fibre, der begge er oxidative (udholdende). Dette gælder både i skridt, trav og galop. Arbejdes maksimalt inden for gangarterne, d.v.s. ud over den hastighed, hvor hestene naturligt ville skifte gangart, sker dette ved at involvere FTb fibre. Dette er i modsætning til forholdene hos mennesker, hvor submaksimalt arbejde kun involve-

rer type I fibre. Sammensætningen i en muskel af fibre fra forskellige motoriske enheder, fordelingen af fibertyper, er således af afgørende betydning for hvilken type af bevægelser, musklen er mest velegnet til. Eksisterer en høj forekomst af type I og type IIA fibre, har musklen stor udholdenhed; er IIB fibre dominerende, er musklen i stand til hurtig acceleration og har dermed gode sprinter- og springegenskaber. Det foregående gælder for den enkelte engagerede muskel, men samtidigt må det erindres, at en kraftig bevægelse og fremdrift også er afhængig af, at flere og flere muskelgrupper kommer i aktion. Et forhold der kan medføre, at betingelserne for forsyning med ilt via blodkredsløbet ændres. Særlig betydning får det, fordi fibersammensætningen ikke er identisk i de enkelte muskler, formodentligt fordi der ikke stilles identiske funktionelle krav.

Skal man vurdere fibersammensætningen i forskellige hesteracer, må prøverne udtages fra den samme muskelmasse og på en identisk lokalitet. Oversigten i tabel 9.1 viser typefordelingen hos forskellige hesteracer på grundlag af materiale indsamlet af forskellige forskergrupper, der siden 1974 har foretaget undersøgelser af hestemuskulaturens opbygning og funktioner (Snow, 1983).

Den undersøgte muskel er den mellemste lårballemuskel, glutæus medius, der som hovedfunktion skaber grundlaget for baglemmets fremdrift. Biopsierne er udtaget, som angivet i afsnit 9.3. Det foreliggende materiale viser, hvorledes arabere og fuldblod har et relativt lavt antal af type I fibre, kun overgået af den ekstreme sprintertype "Quarter Horse". En tilsvarende forskel gør sig ikke helt gældende for fordelingen af type IIA fibrene. For type IIB er det tilsyneladende de ekstremt hurtige travere og fuldblod, som har det laveste relative antal, men mange undersøgelser over ændringen i fibertypesammensætningen under og efter intens træning viser dog, at man skal være varsom med sammenligninger mellem fibertyper på forskellige hesteracer og i særdeleshed heste i forskellig træningstilstand. For dem, der måtte være interesseret i et nøjere kendskab til fysiologiske forandringer i hesten som følge af træning, kan henvises til Snow (1984), hvori behandles både muskulære, cardio-vaskulære og respiratoriske forhold under arbejde og ved træning.

I de følgende afsnit fremlægges resultaterne fra bestemmelserne af enzymaktiviteterne og glycogenindholdet i de prøver, der er udtaget fra glutæus medius i løbet af den første fodringsperiode og under og efter den første græsningsperiode.

Der er endnu ikke gennemført en sammenlignende undersøgelse af fibersammensætningen i disse perioder. Når denne foreligger, vil der kunne foretages en sammenligning med forholdene hos andre hesteracer og med de ændringer, der sker under selve vækstprocessen. Desuden vil andre forhold af betydning for en karakterisering af musklernes struktur blive medtaget. Dette gælder primært morfologiske strukturer, såsom kapillærtæthed og relative arealer af de tre fibertyper.

9.3 Materiale og metoder

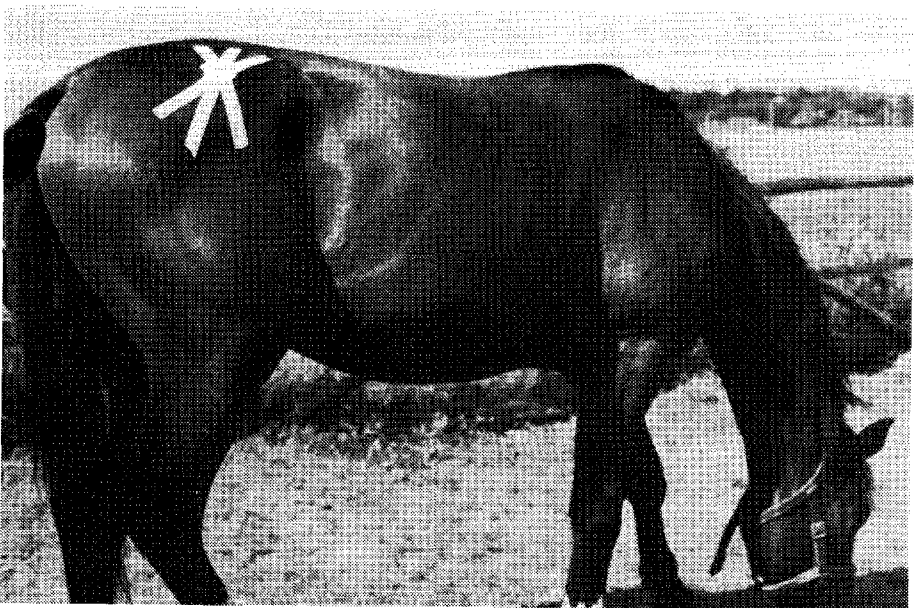
Muskelpøverne blev udtaget fra m. glutæus medius med en biopsinål med en ydre diameter på 6 mm. Prøver fra både højre og venstre side indgår. Alle prøver er taget om formiddagen efter morgenfodringen og er foretaget på følgende måde: Et område på ca. 4 x 4 cm, 15 cm fra hoftebenskammen på linien mellem denne og haleroden blev barberet og rensat i sprit. Efter anlæggelse af en subcutan lokalbedøvelse (carbocain ca. 2,5 ml) i området, blev der foretaget et snit på ca. 7 mm gennem huden og den fascie (bindevævshinde), der dækker musklen. Igennem dette incisions hul førtes biopsinålen ned til en dybde af ca. 7 cm, hvorfra prøven blev udtaget. Metoden er beskrevet af Lindholm og Piehl (1974) og er den samme, som anvendes på mennesker. Inde i musklen findes ingen smertesanser, hvorfor totalbedøvelse ikke er nødvendig. Hestene reagerede derfor ikke på selve udtagelsen af biopsien (se foto), men ved anlæggelse af lokalbedøvelsen kunne iagttages en let smertereaktion overfor selve indførelsen af kanylen gennem huden. I enkelte tilfælde blev der anvendt næsebremse på grund af, at hesten udviste en sådan grad af nervøsitet og uro blot ved palpationen før indstikket, at anlæggelse af anæstesen blev unødigt kompliceret. Ingen bivirkninger har været observeret hos hestene, og hudsnittene har altid helet per primam.

Efter udtagelsen blev prøven delt i to dele, en for biokemiske analyser og en for histokemiske analyser. Den biokemiske del blev umiddelbart nedfrosset i isopentane, nedkølet til frysepunktet med flydende kvælstof. Den histokemiske del blev først nedfrosset efter indlejring i et indlejringsmedie (Ames tissue-tec, OCT-embedding). Begge prøver blev opbevaret ved -80°C indtil analyse. Prøver fra de to hold er udtaget, som angivet i tabel 9.3.



Foto 9.1 og 9.2 Hestene under og lige efter udtagning af en muskel-
biopsi

Photo 9.1 and 9.2 The horses shown during biopsying



Tabel 9.3 Dage for biopsitagning efter forsøgets begyndelse
Table 9.3 Days of biopsying after the onset of the experiment

Hold 1	11	147	231	319	370
Hold 2	71	148	235	320	369
Staldperiode, dag	0 - 237				
Græsningsperiode, dag	238 - 368				

I figurer og tabeller er angivet dagene 11 og 71 for første biopsi fra hhv. hold 1 og hold 2. Anden biopsi for begge hold dag 147, 3. biopsi dag 233, 4. biopsi dag 319 og 5. biopsi dag 369. Staldperioden går fra dag 0 til dag 237, og græsningsperioden fra dag 238 til dag 368. Den histokemiske del af undersøgelsen er endnu ikke færdiggjort, hvorfor vi her kun skal referere de biokemiske metoder og resultater.

Den biokemiske del af muskelprøven blev inden analysefasen frysetørret og vandindholdet bestemt. Efter tørringen blev prøverne rensset for synligt bindevæv og blod og delt op i mindre portioner til bestemmelse af aktiviteten af følgende enzymer: laktatdehydrogenase (LDH), citratsyntase (CS), 3-hydroxyacyl-CoA-dehydrogenase (HAD), glycogensyntase (GS) samt mængden af glycogen i muskulaturen. Følgende metoder har været anvendt: For LDH, CS og HAD's vedkommende blev vævet homogeniseret i isafkølet kaliumfosfatbuffer 1:100, og aktiviteten blev målt med en fluorimetrisk metode efter Lowry og Passonneau (1972). LDH dog først efter yderligere fortynding 1:440. GS er bestemt efter en modifikation af filtrerpapirmetoden (Thomas et al., 1968; Schlender & Larner, 1973), og glycogenindholdet efter Lowry og Passonneau (1973).

9.4 Statistik

Til beregning af ændringer gennem forsøgsperioden og forskelle mellem de to hold har været anvendt henholdsvis parret og uparret Student t-test. En P-værdi mindre end 0,05 blev betragtet som signifikant.

9.5 Resultater og diskussion

Vandindholdet i muskulaturen er angivet i tabel 9.4 og vist grafisk i figur 9.3.

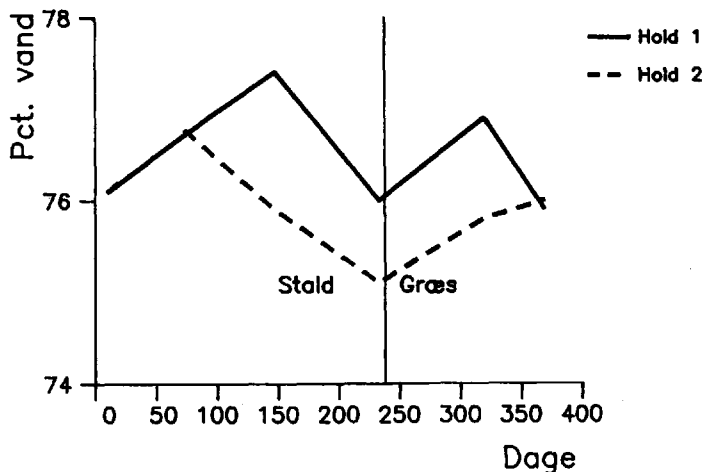
Tabel 9.4 Det procentuelle vandindhold i muskulaturen
 Table 9.4 The percentage watercontent in the muscle

Forsøgsdag	11	71	147	233	319	369
Hold 1	76,1		77,4	76,0	76,9	75,9
Hold 2		76,8	75,9a	75,1	75,8	76,0

a: signifikant forskellig ($P < 0,05$) fra hold 1.

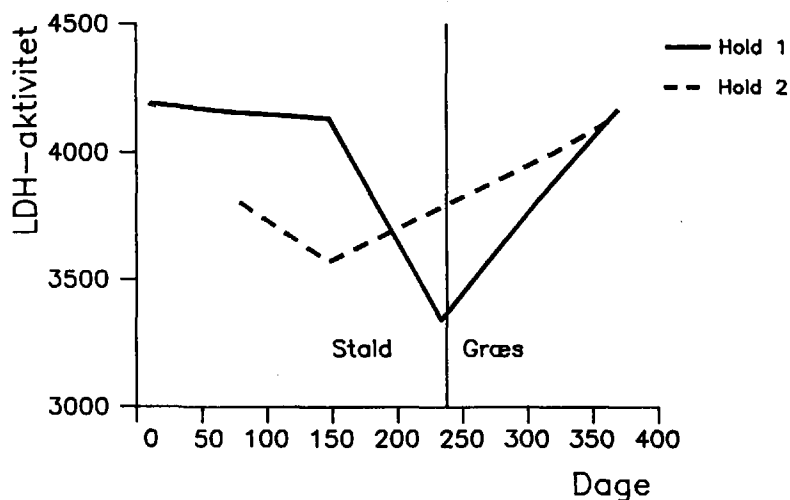
Staldperiode, dag	0 - 237
Græsningsperiode, dag	238 - 368

Betragter vi de to hold hver for sig, har vi ikke kunnet konstatere nogen effekt med alderen. D.v.s. vi har ikke kunnet påvise nogen signifikant ændring i vandindholdet gennem hele forsøgsperioden. Resultaterne fra hold 2 tyder dog på, at denne lavtfodrede gruppe har et aftagende vandindhold i muskulaturen gennem staldperioden. Ved dag 147 observeredes således et signifikant lavere vandindhold i hold 2 hestene ($P < 0,05$). Det er muligt, at ændringer i mængden eller fordelingen af intramuskulære depotstoffer som glycogen og fedt og det dermed associerede vand er ansvarlig for denne forskel mellem holdene. I løbet af græsningsperioden udligner denne forskel sig helt, således at vandindholdet i musklerne er ens for holdene efter græsningsperioden.

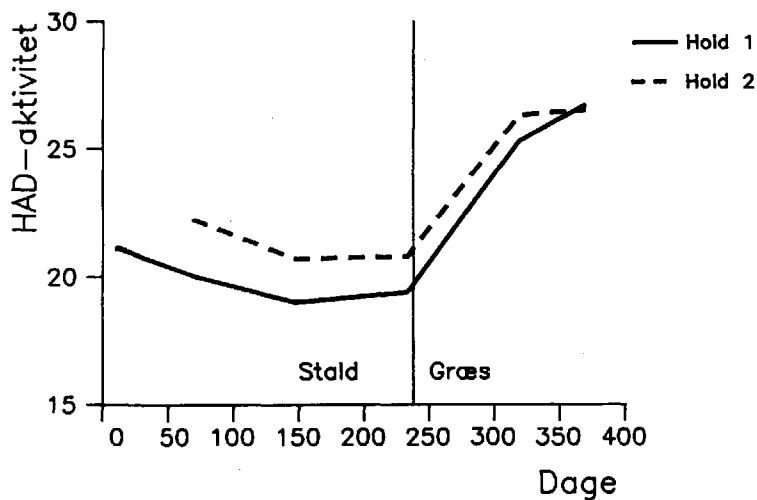


Figur 9.3 Pct. vand i muskel
 Figure 9.3 Per cent water in the muscle

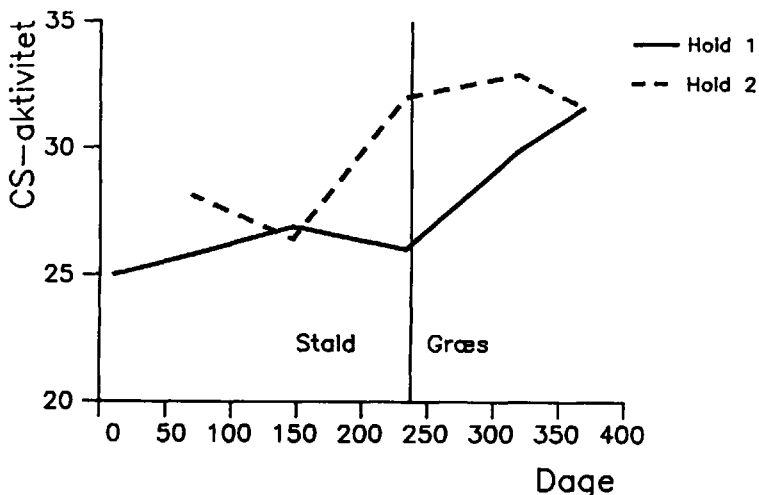
Værdierne af enzymaktivitetsmålingerne er vist grafisk i figurerne 9.4, 9.5 og 9.6 på baggrund af middelværdierne i tabel 9.5. Aktiviteterne af LDH, CS og HAD er angivet i $\mu\text{mol}/\text{gram tørvægt}/\text{min}$.



Figur 9.4 LDH aktiviteten i muskel
Figure 9.4 LDH activity in the muscle



Figur 9.5 HAD aktiviteten i muskel
Figure 9.5 HAD activity in the muscle



Figur 9.6 CS aktiviteten i muskel
Figure 9.6 CS activity in the muscle

Tabel 9.5 Enzymaktivitetsniveauerne for laktatdehydrogenase (LDH), citratsyntase (CS) og 3-hydroxyacyl-coenzym A-dehydrogenase (HAD) i $\mu\text{mol/g}$ tørvægt/min.
Table 9.5 Activity levels of the enzymes LDH, CS, and HAD in $\mu\text{mol/dry weight/min.}$

Forsøgsdag	11	71	147	233	319	369
LDH: Hold 1	4189		4132	3340	3882	4166
Hold 2		3833	3568a	3785	3997	4141x
HAD: Hold 1	21,1		19,0	19,4	25,3vx	26,7x
Hold 2		22,2	20,7	20,8	26,3x	26,5x
CS: Hold 1	25,0		26,9	26,0	29,9	31,6
Hold 2		28,1	26,4	32,0x	32,9vx	31,6x

a: Signifikant forskellig fra hold 1
v: Signifikant forskellig fra dag 11/71
x: Signifikant forskellig fra dag 147

Staldperiode, dag 0 - 237
Græsningsperiode, dag 238 - 368

LDH-enzymet kan betragtes som markør for musklens glycolytiske kapacitet, d.v.s. musklens evne til at producere energi uden tilstedeværelse af ilt, jvf. figur 9.2. Enzymet er ansvarlig for det sidste

led i glycolysen og dermed dannelsen af mælkesyre. Hos begge holdene har der kunnet observeres et svagt (ikke signifikant) fald i aktiviteten gennem staldperioden efterfulgt af en stigning til udgangsaktiviteterne i løbet af græsningsperioden. Det er sandsynligt, at foderet har forstærket dette fald i aktiviteten, idet de svagtfodrede heste (hold 2) ved dag 147 havde signifikant lavere aktiviteter end gruppe 1 hestene ($P < 0,05$). Fra denne dag og frem til periodens afslutning konstateredes ligeledes hos hold 2 hestene en signifikant stigning ($P < 0,05$) i aktivitetsniveauerne. I en undersøgelse af vækstens betydning for muskulaturens udvikling på travheste af samme alder, observerede Essén-Gustavson et al. (1983) et fald i aktiviteten af dette enzym med alderen. Vores resultater er i overensstemmelse med denne antagelse for så vidt angår forløbet i staldperioden. Den påfølgende stigning i aktiviteten i græsningsperioden set i denne undersøgelse kan formodentlig skyldes både en ændring i foderet og en ændring i spontanaktiviteten hos samtlige heste. De målte værdier ligger indenfor tidligere publicerede værdier fra Snow og Guy (1981), der i en undersøgelse af forskellige hesteracer hos Quarter Horses målte en aktivitet på 6213 $\mu\text{mol}/\text{gram}$ tørvægt/min., og hos arabere og engelsk fuldblod en aktivitet på omkring 2000 $\mu\text{mol}/\text{gram}$ tørvægt/min. Quarter Horses er en amerikansk hesterace, som specielt er udviklet med henblik på stor hastighed over kortere afstande (ca. 400 m).

HAD-enzymet katalyserer nedbrydningen af fede syrer (fedt) og indgår i det sæt af enzymer, der forefindes i mitokondrierne. Der blev ikke på noget tidspunkt i forsøgsperioden observeret nogen forskel mellem de to hold. Aktiviteten var stabil og ens for begge hold i staldperioden. I græsningsperioden derimod observeredes en signifikant øgning ($P < 0,01$) i aktiviteten hos begge hold. Undersøgelser har vist, at træning (især udholdenhedstræning) øger aktiviteten af HAD (Hodgson et al., 1985). Det er således sandsynligt, at den observerede stigning i HAD-aktiviteten alene skyldes ændringer i hestenes spontanaktivitet. Resultaterne er i overensstemmelse med Essén-Gustavsons (1983) på unge travheste. Ved en forøgelse af HAD-aktiviteten får hestene en mulighed for under arbejde at spare på en af muskelcellens energireserver, nemlig glycogen, og opnår herved at kunne arbejde længere med den samme arbejdsintensitet. Dette gælder dog kun for submaksimalt arbejde. Lagrene for fedt er langt større end for kulhydrater, og hertil kommer yderligere nogle fordele

forbundet med evnen til en høj fedtforbrænding (Gollnick & Saltin, 1982). Aktiviteterne her er en smule lavere end rapporteret for lidt ældre travheste af Hodgson et al. (1985) og Henckel (1983), og lidt højere end rapporteret for fuldblodsheste på samme alder af Lindholm et al. (1983).

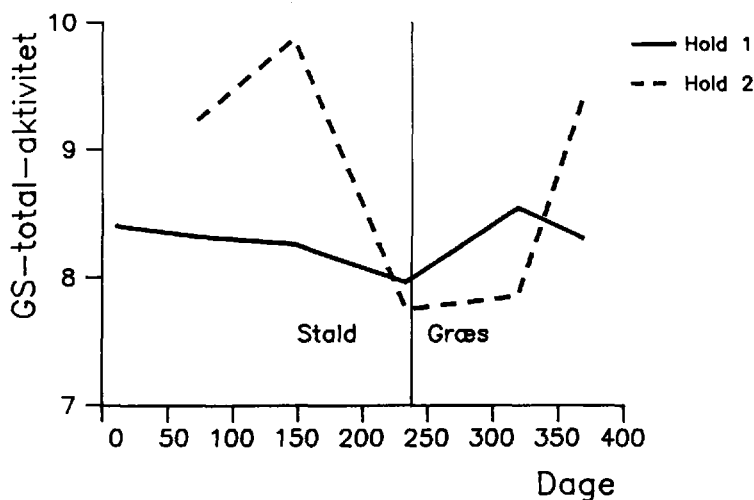
Den oxidative del af nedbrydningen er her repræsenteret ved CS-målingerne. De giver os et indtryk af hvor stor en kapacitet, muskelen har til at skaffe sig energi ved forbrænding under aerobe forhold, d.v.s. når der er ilt til stede. Nedbrydningen foregår gennem Krebs' cyklus (TCA i fig. 9.2), hvori CS aktiverer en af processerne. Endeproduktet af denne forbrænding er udover energien, CO_2 (kuldioxid) og vand. Der er ikke for dette enzyms vedkommende konstateret nogen signifikant effekt af fodringen, hverken i staldperioden eller i græsningsperioden, men der synes at være en stigende tendens med væksten. I hold 2 var aktiviteten signifikant højere fra dag 233 og perioden ud. Essén-Gustavson et al. (1983) fandt ikke nogen signifikant ændring med væksten på travheste, men en forøgelse med træning. Værdierne viser dog samme stigende tendens og ligger præcis på samme niveau. Den signifikante forøgelse af CS-aktiviteten hos hold 2 hestene er således sandsynligvis både en effekt af alderen og en ændret spontanaktivitet. Samme aktivitetsniveauer er også rapporteret for 9-12 måneder gamle fuldblodsheste (Cutmore et al., 1985). En positiv og signifikant korrelation mellem HAD- og CS-aktiviteterne er blevet påvist på såvel fuldblodsheste (Lindholm et al., 1983) som travere (Essén-Gustavson & Lindholm, 1985). En sådan signifikant korrelation fandtes hos begge grupper af de danske varmblodsheste ($P < 0,001$), og synes derfor ikke at være påvirkelig af foderet. Det aktuelle forhold mellem de to enzymer er formodentlig et resultat af hestene generelle aktivitetsmønstre, idet andre undersøgelser viser andre forhold, således Hodgson et al. (1985), der med udholdenhedstræning får højere HAD-aktiviteter end CS-aktiviteter.

Glycogensyntase er det begrænsende enzym i opbygningen af glyco-gen. Det eksisterer i to interkonvertible former, en mindre aktiv D-form, hvis aktivitet er afhængig af tilstedeværelsen af glucose-6-fosfat og en uafhængig I-form (Friedman & Larner, 1963). Den totale aktivitet, aktiviteten af den uafhængige I-form samt denne i pct. af totalaktiviteten er angivet grafisk i figur 9.7, 9.8 og 9.9 samt i tabel 9.6 i $\mu\text{mol/g}$ tørvægt/min. og i pct.

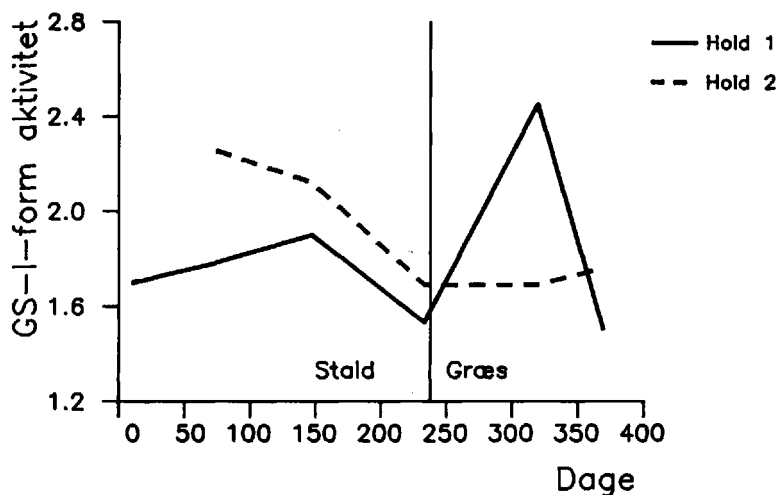
Tabel 9.6 Aktiviteter for glycogensyntase, totalt, for den glucose-6-fosfat uafhængige I-form udtrykt i $\mu\text{mol/g}$ tørvægt/min. og denne i pct. af totalaktiviteten

Table 9.6 The activities of glycogen synthase, total, for the glucose-6-phosphate independent form (I-form) expressed in μmol per g muscle d.w. per min. and the I-form in percentages of total activity

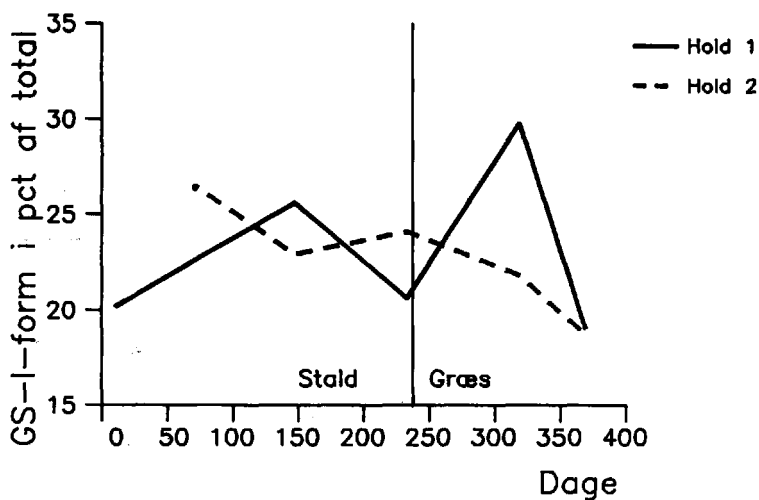
Forsøgsdag		11	71	147	233	319	369
GS	Hold 1	8,40		8,26	7,96	8,54	8,30
total	Hold 2		9,22	9,87	7,75	7,85	9,41
GS-I	Hold 1	1,70		1,90	1,53	2,44	1,50
form	Hold 2		2,26	2,12	1,69	1,69	1,76
GS-I	Hold 1	20,2		25,6	20,6	29,8	19,0
i pct.	Hold 2		26,5	22,9	24,1	21,8	18,7
af total							
Staldperiode, dag		0 - 237					
Græsningsperiode, dag		238 - 368					



Figur 9.7 GS total i muskel
Figure 9.7 GS total in muscle



Figur 9.8 GS-I form aktivitet i muskel
Figure 9.8 GS-I form activity in muscle



Figur 9.9 GS-I form total aktivitet i muskel
Figure 9.9 GS-I form total activity in muscle

For GS-aktiviteternes vedkommende har vi ikke konstateret nogen ændringer overhovedet, hverken når det drejer sig om alder eller fodring. Det kan bemærkes, at vi observerede meget store individuelle svingninger i aktiviteterne af GS-I formen, hvorimod totalaktiviteterne ikke har udvist sådanne svingninger. Dette har naturligvis influeret på procentværdierne, hvor de samme store svingninger genfindes. Det er sandsynligt, at disse svingninger skyldes, at hestene har befundet sig på forskellige stadier af fødeoptagelsen og således har haft en varierende mængde GS-enzym på I-formen på grund af varierende koncentrationer af glucose-6-fosfat i blodet. Hos både mennesker (Danforth, 1965) og heste (Snow & Guy, 1979) har man kunnet vise en omvendt korrelation mellem GS aktiviteten udtrykt som I-form i pct. af totalaktiviteten. Vi fandt ikke en sådan korrelation, hvilket er i overensstemmelse med den opfattelse, at en sådan korrelation ikke eksisterer, når glycogenmængden overstiger et vist niveau, hvilket er tilfældet her (Bogardus et al., 1983). Vi har derimod konstateret en signifikant ($P < 0,01$) og positiv korrelation mellem glycogenmængden og GS-totalaktiviteten, hvilket kunne tyde på en vis association mellem glycogen og GS-enzymet. De observerede værdier er for GS-I formen i overensstemmelse med tidligere publicerede værdier af Snow og Guy (1979) fra fuldblodsheste, hvorimod GS-total værdierne er ca. dobbelt så høje. Dette kan dog skyldes anvendelsen af lidt forskellige analysemetoder.

I tabel 9.7 og figur 9.10 angives glycogenmængderne i muskula-
turen i $\mu\text{mol/g}$ tørvægt.

Tabel 9.7 Glycogenmængden i *M. glutæus medius* i $\mu\text{mol/g}$ tørvægt
Table 9.7 Glycogen content of *M. glutæus medius* in $\mu\text{mol/g}$ dry weight

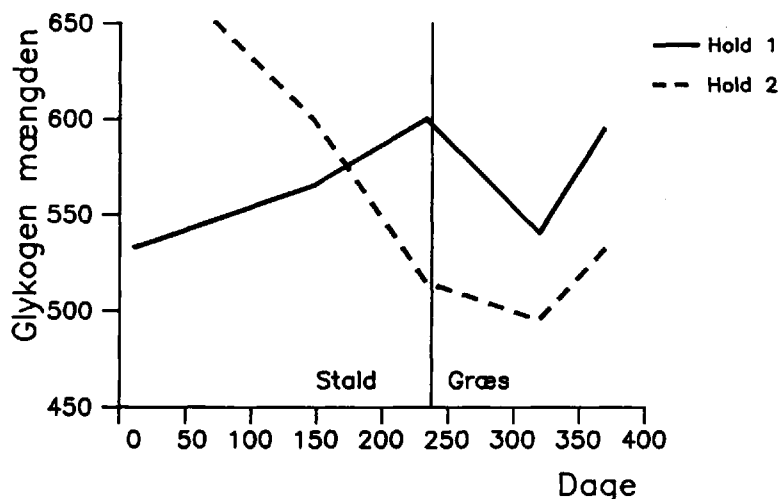
Forsøgsdag	11	71	147	233	319	369
Hold 1	533		565	600	540	595
Hold 2		651a	600	515	495vx	532v

a: Signifikant forskellig fra hold 1/11

v: Signifikant forskellig fra dag 71

x: Signifikant forskellig fra dag 147

Staldperiode, dag	0 - 237
Græsningsperiode, dag	238 - 368



Figur 9.10 Glycogen i muskel
 Figure 9.10 Glycogen in muscle

For hold 1's vedkommende fandtes ingen ændring af glycogenmængden gennem forsøgsperioden. For hold 2 fandtes ved dag 71 en høj glycogenmængde, som var signifikant højere end for hold 1 hestene ved dag 11. Vi kan formode, at der er sket en øgning i mængden i denne periode. Herefter falder mængden gennem staldperioden og er ved begge tilfælde i græsningsperioden signifikant lavere end startværdierne. Vi har for nærværende ingen forklaringer på disse ændringer, men vi formoder, at de ændringer, der er sket, er meget nært knyttet til foderændringer, hvorfor vi vil søge dette belyst i den næstkommende overgangsperiode. Værdierne er af samme størrelsesorden som hos andre heste, lidt lavere end rapporteret for travheste (Essén-Gustavson & Lindholm, 1985), og lidt højere end rapporteret for fuldblod (Nimmo & Snow, 1983).

9.6 Konklusion

På baggrund af disse resultater må vi konkludere, at der kun forekommer en svag forskel i udviklingen af muskulaturen ved de to fodringsmodeller. De ændringer, som blev iagttaget hos de svagt fodrede heste, var ikke af blivende karakter, idet vi ved afslut-

ningen af græsningsperioden kunne konstatere samme enzymaktivitets-niveauer som hos de velfodrede. Det bør dog tilføjes, at betingelserne for at iagttage forskelle fremkaldt af fodringen ikke har været optimale, idet hestene allerede i en periode før dag 233 var i fold nogle timer dagligt. Dette har medført en ændring af deres samlede muskelaktivitet, som i en vis udtrækning har påvirket resultaterne. Vi har været opmærksomme på dette forhold, men har ved forsøgsplanlægningen foretrukket den mere almindelige måde at opdrætte heste på. Da vi så en vis effekt af den svage fodring, kan vi ikke udelukke, at længere perioder med svag fodring kan fremkalde blivende ændringer i muskulaturen.

9.7 Referencer

- Bogardus, C., Thuillez, P., Ravussin, E., Vasques, B., Narimiga, M. & Ashar, S. 1983. Effect of muscle glycogen depletion on in vivo action in man. *J. Clin. Invest.* 72: 1605-1610.
- Cutmore, C.M.M., Snow, D.H. & Newsholme, E.A. 1985. Activities of key enzymes of aerobic and anaerobic metabolism in middle gluteal muscle from trained and untrained horses. *Equine Vet. J.* 17 (5): 354-356.
- Danforth, W.H. 1965. Glycogen synthase activity in skeletal muscle: Interconversion of two forms and control of glycogen synthesis. *J. Biol. Chem.* 240 (1): 588-593.
- Essén-Gustavson, B., Lindholm, A., McMiken, D., Persson, S.G.B. & Thornton, J. 1983. Skeletal muscle characteristics of young Standardbreds in relation to growth and early training. *Equine Exercise Physiology*. Eds. D.H. Snow, S.G.B. Persson & R.J. Rose. Granta Editions, Cambridge. pp 200-210.
- Essén-Gustavson, B., & Lindholm, A. 1985. Muscle fibre characteristics of active and inactive Standardbred horses. *Equine Vet. J.* 17 (6): 434-438.
- Friedman, D.L. & Larner, J. 1963. Studies on UDPG- α -Glucan Transglycosylase. III. Interconversion of Two Forms of Muscle UDPG- α -Glucan Transglucosylase by a Phosphorylation-Dephosphorylation Reaction Sequence. *Biochemistry* 2: 669-675.
- Gollnick, P.D. & Saltin, B. 1982. Significance of skeletal muscle oxidative enhancement with endurance training. *Clin. Physiol.* 2: 1-12.
- Henckel, P. 1983. Training and growth induced changes in the middle gluteal muscle of young Standardbred Trotters. *Equine Vet. J.* 15 : 134-140.

- Hodgson, D.R., Rose, R.J., DiMauro, J. & Allen, J.R. 1985. Effects of a submaximal treadmill training programme on histochemical properties, enzyme activities and glycogen utilization of skeletal muscle in the horse. *Equine Vet. J.* 17 (4): 300-305.
- Lindholm, A. & Piehl, K. 1974. Fibre composition, enzyme activity and concentrations of metabolites and electrolytes in muscle of Standardbred Horses. *Acta Vet. Scand.* 15: 287-309.
- Lindholm, A., Essén-Gustavson, B., McMiken, D., Persson, S. & Thornton, J.R. 1983. Muscle Histochemistry and Biochemistry of Thoroughbred Horses during Growth and Training. In: *Equine Exercise Physiology*. Eds. D.H. Snow, S.G.B. Persson & R.J. Rose. Granta Editions, Cambridge. pp 211-217.
- Lowry, O.H. & Passonneau, J.V. 1973. *A Flexible System of Enzymatic Analysis*. New York, Academic Press.
- Nimmo, M.A. & Snow, D.H. 1983. Changes in muscle glycogen, lactate and pyruvate concentrations in the thoroughbred horse following maximal exercise. In: *Equine Physiology*. Eds. D.H. Snow, S.G.B. Persson & R.J. Rose. Granta Editions, Cambridge. pp 237-244.
- Schlender, K.K. & Larner, J. 1973. Purification and properties of glycogen synthase I from skeletal muscle: Two kinetic forms. *Biochem. Biophys. Acta.* 293: 73-83.
- Snow, D.H. & Guy, P.S. 1979. The effect of training and detraining on several enzymes in horse skeletal muscle. *Arch. inter. Physiol. Bioch.* 87: 87-93.
- Snow, D.H. & Guy, P.S. 1981. Fibre types and enzyme activities of the M. gluteus medius in different breeds of horse. In: *Biochemistry of Exercise Vol. IVB*. Eds. J. Poortmans and G. Niset. University Park Press. pp 275-282.
- Snow, D.H. 1983. Skeletal muscle adaptations: A review. In: *Equine Exercise Physiology*. Eds. D.H. Snow, S.G.B. Persson & R.J. Rose. Granta Editions, Cambridge. pp 160-183.
- Snow, D.H. 1984. Exercise and training. In: *Horse Management*. Ed. J. Hickman. Academic Press. London. pp 251-331.
- Thomas, J.A., Schlender, K.K. & Larsen, J. 1968. A rapid filter paper assay for UDPG-glucose-glycogen glucosyltransferase, including an improved biosynthesis of UDP-14C-glucose. *Anal. Biochem.* 25: 486-499.

10 APPENDIX

Table 4.1 Individual names, weight, age and allocation to groups

Name of the foal	Father	Weight, kg	Age, days
<u>Group 1. High intake of feed:</u>			
Impala	Ibikus	250	160
Kerrygold	Kawango	250	186
Vesuv	Voltaire	270	221
Elmbo's Sympati	Schwedengruss	245	168
Esau	Schwedengruss	205	138
Jasman	Weinberg	255	222
Ravallo	Raimondo	225	148
<u>Group 2. Low intake of feed:</u>			
Delta	Lorbas	255	157
Clongo	Clongish	250	159
Six Søgård	Weltstar	200	155
Pelops	Schwarm	280	192
Cheval	Lavallo	265	186
Kirmit	Kawango	230	146
Haendel	Avanti	200	143

Table 5.1 Feed plan for winter 1985-86

Feedstuff	Group 1	Group 2
Hay	max. 3 kg	-
Feed mixture	semi ad lib.	max. 2.0 kg
Maize silage	-	ad lib.
Barley straw	ad lib.	ad lib.
ad lib: Free access to feed		
semi ad lib.: Consumption within 30 min.		

Table 5.2 The chemical composition of feedstuffs

	Feed mixture	Hay	Maize silage
Dry matter, percent	85.4	76.7	20.5
<u>g per kg:</u>			
Crude protein	154	81	22
Digest. protein	112	53	14
Crude fat	47	34	7
Fibre	76	215	52
N-free extracts	507	391	111
Ca	10.4	2.6	0.6
P	7.6	0.5	0.8
Scand.Feed Units	98	48	15

1 Scand.Feed Unit = 7.72 MJ net energy

The feed mixture had the following composition:

Meat and bone meal, low in ash	2.50
Soybean meal, toasted	10.88
Sunflower seed, partly dehulled	3.25
Grass meal	2.00
Animal fat	1.00
Molasses, beat	6.50
Dicalciumphosphate	1.67
Calciumcarbonate	0.70
Sodiumchloride	1.25
Avitren 11,mineral-vitamin premix	0.25
Barley	17.50
Oat	52.50
	<u>100.00</u>

Calculated content:

87 Scand. Feed Units per 100 kg
124 g dig. crude protein per kg
27 " " crude fat per kg
15 " " fibre per kg
420 " " N-free extr. per kg

Amino acids:

5.5 g digest.lysine per kg
2.0 " " methionine per kg
2.4 " " cystine per kg

Minerals per kg:

11.2 g calcium
7.4 " phosphorus
1.3 " magnesium
153 mg iron
25 " copper
81 " zink
0.18 " selenium

Vitamins per kg:

25.000 IE vit.-A
2.500 IE vit.-D ₃
62.5 mg vit.-E
3 " thiamine
4 " riboflavine
6 " niacine
10 " pantothenic acid
2 " folic acid
1.25 " biotin
0.025 " B ₁₂

Table 5.3 The consumption of feedstuffs while stabled (238 days)

Group	1		2	
<u>Feed per horse daily:</u>				
Feed mixture	semi ad lib.		2.0-3.0	
Hay, kg	3.0			
Maize silage, kg			ad lib.	
Straw, kg	ad lib.		ad lib.	
<u>Total consumption per horse</u>				
<u>in 238 days,</u>	Mean	SD	Mean	SD
Feed mixture, kg	1269	± 12	584	± 8
Hay, kg	714			
Maize silage, kg			889	± 151
<u>Scand. F.U.*), total</u>				
Digest. crude protein,	1588	± 11	703	± 25
total, kg	180	± 4	78	± 2
Digest, crude protein,				
g per Scand. F.U.	113		111	

*) Consumption of straw not included

1 Scand. Feed Unit = 7.72 MJ net energy

Table 6.1 The mean gain and feed efficiency while stabled

	Group 1		Group 2	
	Mean	SD	Mean	SD
Weight (Day 1)	246	± 22	240	± 31
" (on completion)	433	± 32	343	± 24
Gain, kg	187	± 16	103	± 15
Daily gain, g	787	± 67	433	± 65
Scand. F.U. per kg gain	8.5	± 0.7	7.4	± 1.2

1 Scand.Feed Unit = 7.72 MJ net energy

Table 6.2 Gain and calculated feed efficiency during the grazing period (mean)

	Group 1		Group 2	
	Mean	SD	Mean	SD
Weight at the beginning of grazing period, kg	433	± 32	343	± 24
Weight of the end of grazing period, kg	508	± 24	481	± 31
Gain, kg	75	± 13	138	± 16
Daily gain, g	578	± 98	1064	± 123
Scand. F.U., daily	6.8	± 0.2	7.6	± 0.4
Scand.F.U. in grazing period	888	± 34	994	± 57
Grass, kg per day	41	± 4	46	± 3
Scand. F.U. per kg gain	12.0	± 1.5	7.4	± 0.4

1 Scand.Feed Unit = 7.72 MJ net energy

Table 6.3 Development of body measurements during the first experimental year

	Group 1	SD	Group 2	SD
<u>Stock measure 1 over withers, cm:</u>				
3.10.85	132	± 2	132	± 4
1.05.86	152	± 2	147	± 3
18.08.86	157	± 3	152	± 4
<u>Stock measure 2 behind withers, cm:</u>				
3.10.85	128	± 3	128	± 4
1.05.86	146	± 2	142	± 4
18.08.86	151	± 3	146	± 4
<u>Stock measure 3 over croup, cm:</u>				
3.10.85	135	± 3	139	± 7
1.05.86	153	± 1	149	± 4
18.08.86	160	± 3	156	± 3
<u>Body length, cm:</u>				
3.10.85	123	± 6	124	± 3
1.05.86	153	± 4	144	± 6
18.08.86	156	± 3	153	± 5
<u>Breast circumference, cm:</u>				
3.10.85	148	± 5	139	± 5
1.05.86	176	± 5	164	± 4
18.08.86	184	± 5	176	± 2
<u>Depth of breast, cm:</u>				
3.10.85	52	± 4	48	± 2
1.05.86	61	± 4	58	± 2
18.08.86	63	± 3	61	± 2
<u>Width of chest, cm:</u>				
3.10.85	35	± 2	34	± 2
1.05.86	42	± 1	37	± 1
18.08.86	43	± 1	40	± 1
<u>Width of croup, cm:</u>				
3.10.85	38	± 1	38	± 2
1.05.86	47	± 2	44	± 2
18.08.86	51	± 2	48	± 2
<u>Cannonbone, front, cm:</u>				
3.10.85	17	± 1	17	± 1
1.05.86	21	± 1	19	± 0
18.08.86	21	± 1	20	± 1
<u>Cannonbone, hind, cm:</u>				
3.10.85	19	± 1	19	± 1
1.05.86	22	± 1	21	± 1
18.08.86	23	± 1	23	± 1

Table 6.4 Changes in live weight and body size during the study.
Winterperiod (a), summerperiod (b)

		Group 1	Group 2	Hansson & Müller (1929)
Weight gain, kg	a	187	103	135.0
	b	75	138	34.5
Total		262	241	169.5
Hight of withers, cm	a	20	15	13.3
	b	5	5	4.7
Total		25	20	18.0
Body length, cm	a	30	20	20.4
	b	3	9	6.2
Total		33	29	26.6
Cannonbone, front, cm	a	4	2	2.3
	b	0	1	0.3
Total		4	3	2.6
Breast circumference, cm	a	28	25	25.4
	b	8	12	2.8
Total		36	37	28.2
Width of chest, cm	a	7	3	-
	b	1	3	-
Total		8	6	-

Table 7.1 The mean values and standard deviation in blood profiles for all horses

	Mean	Standard-deviation
Hemoglobin (FE), nmol/litre	7.72	0.74
Hematocrit	0.30	0.04
Red blood cell count, 10^3 bill/litre	6.34	0.72
White blood cell count, bill/litre	9.98	1.78
Calcium, nmol/litre	3.13	0.25
Phosphorus, nmol/litre	0.68	0.09
Magnesium, nmol/litre	1.73	0.23
Asparagineaminotransferase, mikrokatal/litre	4.61	1.43
Alkaline phosphatase, mikrokatal/litre	12.01	2.55
Creatinkinase, mikrokatal/litre	3.65	2.69
Lymphocytes, per cent	48	9
Neutrophils, per cent	48	9

Table 9.1 Fibretype distribution in per cent in *M. gluteus medius* of different breeds of horses (Snow, 1983)

	Type I/ST	Type II fibre		
	Total	Total	FTH	FT
Thoroughbreds	11.0	89.0	57.1	32.0
Standard breeds	18.1	81.9	55.4	26.6
Arabs	14.4	85.6	47.8	37.8
Quarter Horses	8.7	91.3	51.0	40.3
Ponies	22.5	77.5	40.4	37.1
Heavy Hunter	30.8	69.2	37.1	32.1

Type I/ST = slow twitch fibres

Type II = fast twitch fibres (FTH and FT oxydative and glycolytic fibres, respectively)

Table 9.2 Characteristics of muscle fibre types in the horse (Snow, 1983)

	Type I	Type II	
	ST	FTH	FT
Contraction speed	low	high	high
Oxydative capacity	high	intermediate	low
Glycolytic capacity	intermediate	high	high
Capillary density	high	intermediate	low
Amount of glycogen	intermediate	high	high
Amount of fat	high	intermediate	low
Muscle fibre per motor units	few	many	many
Resistance against fatigue	high	intermediate	low

Table 9.3 Days of biopsying after the onset of the experiment

Group 1	11	147	231	319	370
Group 2	71	148	235	320	369
Stabling period, day	0 - 237				
Grazing period, dag	238 - 368				

Table 9.4 The percentage watercontent in the muscle

Day of experiment	11	71	147	233	319	369
Group 1	76.1		77.4	76.0	76.9	75.9
Group 2		76.8	75.9a	75.1	75.8	76.0

a: significant different from group 1 ($P < 0.05$)

Stabling periode, day	0 - 237	
Grazing period , day	238	368

Table 9.5 Activity levels of the enzymes LDH, CS, and HAD in $\mu\text{mol/g}$ dry weight/min.

Day of experiment	11	71	147	233	319	369
LDH: Group 1	4189		4132	3340	3882	4166
Group 2		3833	3568a	3785	3997	4141x
HAD: Group 1	21.1		19.0	19.4	25.3vx	26.7x
Group 2		22.2	20.7	20.8	26.3x	26.5x
CS: Group 1	25.0		26.9	26.0	29.9	31.6
Group 2		28.1	26.4	32.0x	32.9vx	31.6x

a: Significant different from group 1
v: Significant different from day 11/71
x: Significant different from day 147

Stabling period, day	0 - 237
Grazing period, day	238 - 368

Table 9.6 The activities of glycogen synthase, total, for the glucose-6-phosphate independent form (I-form) expressed in μmol per g muscle d.w. per min. and the I-form in percentages of total activity

Day of experiment	11	71	147	233	319	369
GS: Group 1	8.40		8.26	7.96	8.54	8.30
total " 2		9.22	9.87	7.75	7.85	9.41
GS-I Group 1	1.70		1.90	1.53	2.44	1.50
form " 2		2.26	2.12	1.69	1.69	1.76
GS-I Group 1	20.2		25.6	20.6	29.8	19.0
in % of " 2		26.5	22.9	24.1	21.8	18.7
of total						

Stabling period, day	0 - 237
Grazing period, day	238 - 368

Table 9.7 Glycogen content in *M. gluteus medio* in $\mu\text{mol/g}$ dry weight

Day of experiment	11	71	147	233	319	369
Group 1	533		565	600	540	595
Group 2		651a	600	515	495vx	532v

a: Significant from group 1/11

v: Significant from day 71

x: Significant from day 147

Stabling period, day 0 - 237

Grazing period, day 238 - 368