

656

Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Henning Staun, Frode Linnemann,
Birgitte Hansen
Statens Husdyrbrugsforsøg

Hans Schougaard
Nørlund Hestehospital, Them

Lis Eriksen
Institut for intern medicin
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Betydningen af fodrets kalcium- fosforforhold for unghestens vækst og udvikling

*The influence of two different calcium-
phosphorus relationships on bone development in
the young growing horse*

With English summary and subtitles



Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a.s 1989



FORORD

Knogle- og ledsygdomme er et tiltagende problem for opdrættere af rideheste. Det gennemførte lille forsøg, hvor der er gået til ydergrænserne med hensyn til foderets kalcium-fosforforhold, specielt ved den første vinterfodring, har haft til hensigt at være forløber for et mere indgående forsøgsarbejde vedrørende lemmernes sundhed og styrke.

Forsøget er gennemført med økonomisk støtte fra Landlegatet, Dansk Varmblod og Foreningen Hestens Værn, der alle bringes en varm tak herfor.

Forsøget er gennemført på "Trollesminde", inden den endelige udflytning af Statens Husdyrbrugsforsøg til Foulum.

Den daglige pasning og pleje er gennemført af forsøgsassistenterne Tage Olsen og Anette Staun under ledelse af Frode Linnemann.

Manuskriptet er renskrevet og klargjort til trykning af assistent Rita Eiland.

København, marts 1989

Henning Staun

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	6
1. INDLEDNING	7
2. FORSØGSPLAN	8
3. RESULTATER	9
4. KLINISK-ORTOPÆDISKE UNDERSØGELSER	11
4.1 Metoder	11
4.2 Symptomer	12
4.3 Diskussion	15
4.4 Konklusion	16
5. Ca- OG P-OMSÆTNINGEN	18
5.1 Ca-omsætningen	18
5.2 P-omsætningen	18
6. KNOGLESYSTEMETS UDVIKLING	19
6.1 Unormal knogledannelse	22
7. OVERFODRING MED Ca ELLER P	23
7.1 Knoglemisdannelse ved overfodring med Ca	23
7.2 Knoglemisdannelse ved overfodring med P	23
7.3 Diskussion og konklusion	25
8. FODRINGEN	26
8.1 Fodermidlernes indhold af næringsstoffer	26
8.2 Foderbehov og normer	28
8.3 Foderplan	28
9. REFERENCER	31

1 SAMMENDRAG

Kalcium (Ca) og fosfor (P) er de to vigtigste mineraler i forbindelse med knogleudviklingen hos unge voksende heste. Mængden og forholdet mellem de to mineraler vil under de mange forskellige fodringsbetingelser kunne variere betydeligt og hermed påvirke knoglernes udvikling. Det gennemførte "pilotforsøg" har haft til formål at belyse indflydelsen af 2 yderpunkter i forholdet mellem Ca og P i det daglige foder, specielt hos føl i alderen 1/2 - 1 1/2 år.

Til forsøget anvendtes 6 varmbloods hingsteføl. Det daglige foder bestod af en kraftfoderblanding, hø og bygalm. To grupper på hver 3 føl fik foderets Ca:P-forhold reguleret, så det henholdsvis blev ca. 2,5:1 og ca. 1:2,5. Den daglige tilvækst blev ikke påvirket af foderets indhold af Ca og P. Føllene blev inspiceret klinisk-ortopæisk 4 gange. Samtlige føl havde i første vinterperiode hævelser i vækstlinierne og galler i leddene. To heste i Ca-holdet og alle 3 heste i P-holdet havde osteochondrose i ét eller flere led. En hest fik slingerhed og måtte aflives.

Det skæve Ca:P forhold i begge retninger betød således dårlig vævskvalitet, hævede vækstlinier, galler, kronledshævelser, hævede kodeled, stejle koder og osteochondrose. Forstyrrelserne var kraftigst i P-holdet (overfodring med P).

Græsningssæsonen rettede meget op på tilstanden, men kunne dog ikke reparere de under første vinterfodring opståede skader. Et korrekt Ca/P-forhold (1,5:1) i unghestenes foder den første vinter har således stor og afgørende betydning for styrke og holdbarhed af led og lemmer.

I et afsluttende afsnit gives eksempler på, hvorledes man under praktiske forhold bør afstemme foderplanen til unge voksende heste.

2 SUMMARY

In a pilot experiment 6 half year old Danish Warmblood foals were divided into two groups of 3 foals each. During the winter feeding period both groups were offered 2 kg per 100 kg live weight of a grain-soybean feed mixture, 3 kg of grass-hay, and barley straw ad libitum. Group 1, the Ca-group, had their grain-hay ration regulated to a Ca/P relationship of 2,5:1, and group 2 the Ca/P relationship regulated to 1:2,5.

The different Ca/P relationships had no influence on daily live weight gain and the height of withers.

The horses were kept in two groups in deep litter pens 10 x 10 m and allowed 3-4 times a week to exercise in big paddocks. The grain mixture was fed two times a day under which the foals were tethered for a half to one hour.

At the beginning of the experiment all foals were thoroughly inspected clinical and orthopaedic supplied with x-raying of the joints in toes, knees, and hocks. The inspection was repeated two times during the first year, and at the end of the experiment, when the horses were two years of age.

Within the first year all foals had epiphysitis and synovial distension in one or more joints. A single horse in the Ca-group showed hyperflexion and had very straight fetlocks. Enlarged pastern joints were also noticed by the foals in the P-group. Two foals in the Ca-group and all three foals in the P-group were diagnosed to have osteochondrosis in two or more joints. After a year in experiment one horse in the P-group showed the "wobbler" syndrome and was slaughtered. Only one horse from the Ca-group is still alive. Almost all horses developed small hoofs, which could be a result of the way of housing them. Under the growing period from May to October the horses recovered to some extent, but the bad bone quality could not be repaired.

The correct Ca/P relationship in the feed during the early growth periode (1,5:1) is therefore of great importance for the quality of the tissues in bones and joints. The poor tissue quality at this stage could easily influence later strength and durability in the horse.

1. INDLEDNING

I efteråret 1985 iværksattes et forsøg med unge voksende varmblodsføl, der primært skulle belyse fodertyrkens betydning for kroppens og lemmernes vækst og udvikling (630. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg). I dette forsøg var mineralstoftilførslen m.h.t. Ca:P forholdet afbalanceret til 1,5:1. I praksis er fodringen af ungheste ofte varierende med hensyn til fodermidler og anvendte mængder, ligesom foderet dyrkes på forskellige lokaliteter og med forskellig gødsning. Dette kan bevirke, at mineralstofindholdet også vil variere betydeligt, specielt foderets indhold af kalcium (Ca) og fosfor (P).

Ud over foderets naturlige indhold af mineralstoffer gives der i praksis ofte et ekstra mineralstoftilskud, enten kridt eller dicalciumfosfat eller måske en af de mange specielle mineralblandinger, der er på markedet til heste.

Anvendelse af mineralstoftilskud uden på forhånd at beregne totalfoderets indhold af Ca og P og deres indbyrdes forhold kan føre til, at man utilsigtet får et uheldigt forhold mellem Ca og P, og måske af denne grund får en unormal knogleudvikling. Problemet kan opstå, hvis man fodrer med havre, hvedeklid, sojaskrå og lidt hø og halm, og f.eks. som ekstra tilskud giver en for fosforrig mineralblanding. Det har i praksis vist sig, at der meget ofte opstår uheldig balance mellem Ca og P, fordi det anvendte hø ikke indeholder de mængder af de to stoffer, som man forventer i henhold til fodermiddeltabeller.

Formålet med dette lille forsøg var at gå til yderlighederne med hensyn til forholdet mellem Ca og P i to mindre grupper af unge voksende heste for at undersøge, om det medførte en uheldig knogleudvikling.

2. FORSØGSPLAN

Der blev indkøbt 6 varmblods hingsteføl 5-6 mdr. gamle. De ankom til Statens Forsøgsgård Trollesminde, Hillerød, 1. okt. 1986. Føllene blev tilfældigt fordelt på 2 grupper, men gik i flok i en ca. 100 m² stor boks. De blev motioneret i store folde 3-4 gange ugentligt, men havde ikke konstant adgang til løbefolde. Føllene fik kraftfoder 2 gange dagligt og blev opbundet ved fodringen.

Som det fremgår af tabel 2.1, blev der valgt en foderplan, hvor føllene fik mellem 2 og 1,2 f.e. pr. 100 kg legemsvægt.

Tabel 2.1 Foderplan for føllene i vinteren 1986-87.

Table 2.1 Daily feed per day during the winter period 1986-87

Vægt kg	FE	Ca-holdet		P-holdet	
		Kraftfoder kg	Hø kg	Kraftfoder kg	Hø kg
200	4,0	3,6	1,9	3,6	2,0
250	4,3	3,9	2,1	3,9	2,1
300	4,7	4,2	2,3	4,3	2,3
350	5,0	4,5	2,4	4,6	2,5
400	5,3	4,8	2,6	4,8	2,6
450	5,7	5,1	2,8	5,2	2,8
500	6,0	5,4	2,9	5,4	3,0

Byghalm blev givet efter ædelyst

Kraftfoderet havde følgende sammensætning

	Kraftfoder "Ca"	Kraftfoder "P"
Sojaskrå, toasted	12,31	12,31
Havre	63,23	65,92
Hvedeklid	15,38	11,54
Melasse	5,00	5,00
Natriumklorid	1,54	1,54
Kridt	2,54	-
Mononatriumfosfat	-	3,69
Ca:P	100 pct. 2,5 : 1	100 pct. 1 : 2,5

Ved forsøgets start blev føllene vaccineret mod influenza og stivkrampe 2 gange med en måneds mellemrum og igen i sommeren 1987. Der blev gennemført ormekur med Equalan vet. ved forsøgets begyndelse. Ormekur blev herefter givet på baggrund af jævnlige undersøgelser af gødningsprøver for ormeæg.

Føllene blev gennemgået klinisk, dels ved medicinsk undersøgelse suppleret med blodprøver, og dels ortopædisk suppleret med røntgen-

fotografering.

Der blev gennemført beskæring med jævne mellemrum efter behov. Vægten blev kontrolleret ved ugentlige vejninger.

3. RESULTATER

Den daglige tilvækst og selve vækstforløbet har, som det fremgår af tabel 3.1 sammenlignet med det tidligere gennemførte forsøg (Beretn. 630), været helt normalt. Den daglige tilvækst var i første vinterperiode på ca. 630 g. Til sammenligning voksede de stærkt fodrede føl i opdrætningsforsøget dagligt 787 g, og de svagt fodrede 433 g. Et af føllene i Ca-holdet fik "vokseværk" og blev i en lang periode udelukkende fodret med hø, men fik tildelt mineralstof, så forholdet mellem Ca og P blev opretholdt på 2,5:1. Der var ingen forskel mellem holdene i daglig tilvækst.

Ved udbinding på græs i begyndelsen af juni 1987 var samtlige føl stive i lemmer og led og gennemgående med små hove.

Tabel 3.1 Vægt og tilvækst i perioden 6.10.86 - 15.3.88

Table 3.1 Live weight and weight gain from 6.10.86 to 15.3.88

	Ca-holdet	P-holdet*)
Vægt 6.10.86, kg	230	228
" 4. 6.87, "	383	383
" 8.10.87, "	468	460
" 15. 3.88, "	515	513

<u>6.10.86 - 4.6.87</u>		
Antal foderdage	240	240
Kg tilvækst, ialt	153	149
Daglig tilvækst, g	638	621
<u>4.6.87 - 8.10.87</u>		
Antal foderdage	126	126
Kg tilvækst, ialt	85	77
Daglig tilvækst, g	675	611
<u>8.10.87 - 15.3.88</u>		
Antal foderdage	159	159
Kg tilvækst, ialt	47	53
Daglig tilvækst, g	296	333

*) Fra 4. juni 1987 kun 2 heste

De rettede sig op i græsningsperioden, og der kunne ikke umiddelbart ses nogle uheldige forhold hos hestene og deres lemmer. Sidst på sommeren fik en af hestene i hold 2 i fosforholdet en hovbyld og var desuden observeret slinger. Den blev overført til medicinsk klinik i august og måtte aflives i november (se senere).

Tilvæksten i anden vinterperiode har for de resterende 5 plage været normal. De fik i denne periode samme kraftfoderblanding som hestene i opdrætningsforsøget, men holdene fik henholdsvis kridt eller mononatriumfosfat givet i det daglige foder. Foderopførelsen for de to vinterperioder fremgår af tabel 3.2.

Sidst i april 1988 afgik 4 plage til slagtning. Alle fire ben blev afskåret, således at samtlige led var intakte for klinisk diagnostisering. Kun 1 plag fra kalciumholdet blev ikke slagtet. Den var mindst påvirket af forsøgsbehandlingen og viste ingen tegn på knogleforandringer, muligvis fordi den voksede lidt langsommere end de øvrige, og måske har været i stand til bedre at regulere sin mineralstofbalance.

Tabel 3.2 Foderopgørelse for vinteren 86/87 og 87/88

Table 3.2 Total consumption of feed in the stable period 86/87 and 87/88.

<u>1. vinter, 234 dage</u>	<u>Ca-holdet</u>	<u>P-holdet</u>
Kraftfoder, kg	992	1048
Hø, "	599	453
Mineralstof, " *)	5	-
Foderenh. totalt, ÷ halm	1171	1148
" daglig	5,0	4,9
Ford. prot. pr. foderenh., g	146	152
Kalcium, kg	11,4	5,4
" , daglig, g	49	23
Fosfor, kg	6,6	14,8
" , daglig, g	28	63
Ca:P	1,8	0,4
<u>2. vinter, 162 dage</u>		
Kraftfoder, kg	853	829**)
Hø, "	522	522
Kridt, "	16,5	-
Mononatriumfosfat, kg	-	25,0
Foderenh. totalt ÷ halm	972	951
" daglig	6,0	5,9
Ford. prot. pr. fodereh., g	121	121
Kalcium, kg	13,6	7,2
" , daglig, g	84	45
Fosfor, kg	5,5	10,2
" , daglig, g	34	63
Ca:P	2,5	0,7

*) dikalciumfosfat (1 hest)

***) 2 heste

De egenskaber, der blev målt på de udtagne blodprøver viste ingen forskel mellem de 2 hold. Ca- og P-indholdet i blodet har i hele forsøgsperioden været inden for normalområdet. Blodprofiler er således ikke noget hjælpemiddel i forbindelse med vurdering af Ca:P-status hos føl.

4. KLINISK-ORTOPÆDISKE UNDERSØGELSER

4.1 Metoder

Føllene blev undersøgt første gang ved indsyningen. Herefter er de undersøgt regelmæssigt ca. hver 3. måned, sidste gang 15.3.1988.

Undersøgelsen har bestået i en grundig inspektorisk og palpatorisk gennemgang af samtlige lemmer, incl. hovene. Specielt er leddene

undersøgt med henblik på øget ledvæske (galle) og fortykkelse i ledkapslen. De palperbare vækstlinier (epifyser) har været udsat for speciel opmærksomhed. Disse er vækstlinierne på kronbenet ved kronleddet, på kodebenet lige under kodeleddet, på piben lige over kodeleddet, på spolebenet lige over forknæet og på skinnebenet lige over haseleddet.

Vækstlinierne i tåens knogler er normalt lukket indenfor de første 1½ år, medens vækstlinierne over forknæet og haseleddet er lukket indenfor 2-4 år.

Samtlige føl er blevet røntgenfotograferet 4 gange (29.10.1986, 28.1.1987, 2.6.1987 og 15.3.1988). Ved de første 3 røntgenfotograferinger er taget røntgenbillede af samtlige tåled fra siden (L-M projection) og forfra-bagud (dordo-palmar/plantar projection). Haserne er røntgenfotograferet i 3 planer og bagbenets knæled i sideprojection (L-M).

Ved sidste røntgenfotografering er kun haserne og bagknæleddene fotograferet.

4.2 Symptomer

Indenfor det første år, inden føllene blev lukket på græs, havde samtlige føl mere eller mindre udtalte reaktioner på vækstforstyrrelser. Samtlige havde galler og hævelser i vækstlinien. På foto nr. 1 er vist en galle i venstre bagbens knæled. Mindst påvirket var nr. 22 og 23. Føl nr. 25 og 26 havde kraftige hævelser omkring kronleddene. En oversigt over symptomerne fremgår af tabel 4.1. Føl nr. 21 havde udtalt senestyltefod på begge forben.

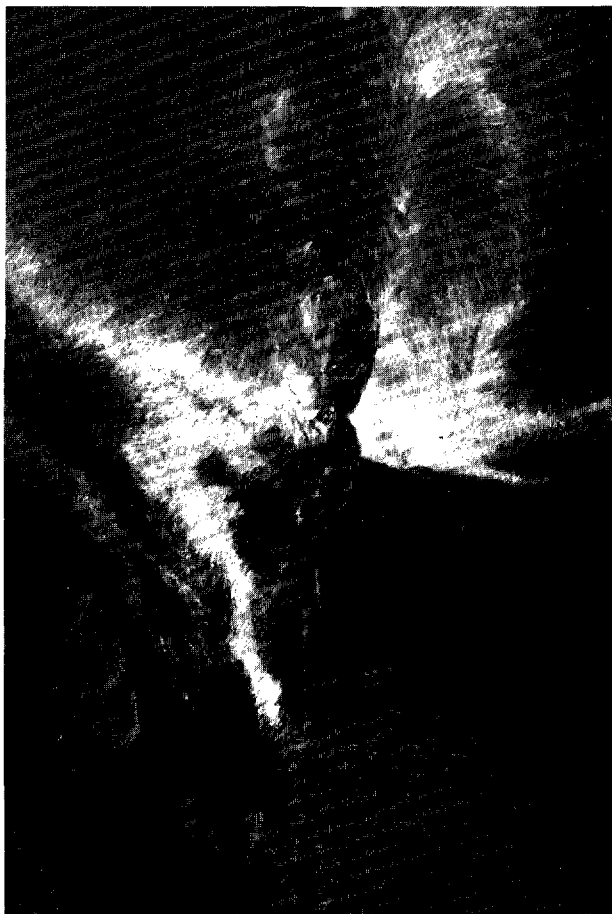


Foto 1 Galler ses i mange led og ses her tydeligt i højre bagbens knæled

Photo 1 Synoal distension showed up in more joints. Here in the knee of the right hind leg

Den 28.1.1987 havde føl nr. 21 og 24 osteochondrose på røntgen. Samtlige føl havde små hove.

Efter græsningssæsonen havde samtlige føl rettet sig så meget, at vækstlinierne kun i ganske ringe grad var hævede. En oversigt over symptomerne ved den sidste undersøgelse den 15.3.1988 fremgår ligeledes af tabel 4.1.

5 heste havde udviklet osteochondrose. Nr. 21 i såvel begge bagbens haser som i knæled, nr. 22 i venstre bagbens knæled, nr. 24 i højre bagbens knæled og nr. 25 i højre bagbens haseled.

Tabel 4.1 Vækstforstyrrelser hos føllene påvist ved undersøgelse

Table 4.2 Disorders diagnosed at different times during the experiment

Føl nr.	Ca-holdet												P-holdet										
	21				22				23				24				25				26		
Undersøgelsesdato*)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3**)
Hævelser i vækstlinier (epiphysitis)	+	+	+	+	-	a	+	+	-	a	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	a	+	+
Kronledshævelser (enlarged pastern joint)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
Hævede kodede (enlarged fetlocks)		+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+
Galler (synoval distension)	+	+	+	+	-	b	+	+	-	b	+	+	-	+	+	+	b	+	+	+	-	+	+
Osteochondrose (osteochondrosis dissecans)	a	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
Senestyltefod (hyperflexion)	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stejle koder (straight fetlocks)	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Små hove (small hoofs)	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+

*) Undersøgelsesdato: 1: 29. okt. 1986
 2: 28. jan. 1987
 3: 2. juni 1987
 4: 15. marts 1988

a: let reaktion (slight reaction)
 b: enkelt led (a single joint)
 c: aflivet (dead)

***) Aflivet p.g.a. slingerhed ("wobbler") nov. 1987

Alle føl havde galler og markerede hævede kodeled (nr. 25). Nr. 21's senestyltefod havde rettet sig så meget, at den nu kun havde stejle koder. Billede nr. 2 viser hest nr. 21 med de meget rette koder.



Foto 2 Rette koder er et udpræget vækstproblem
Photo 2 Hyperflexion is a typical growth problem

En hest, nr. 26 fra P-holdet, udviklede en fremadskridende bevægelsesforstyrrelse, og hesten blev indsat på Medicinsk klinik på Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Hesten blev i løbet af en måned gradvis mere og mere slinger, og den var til sidst ude af stand til at koordinere sine bevægelser. Den havde besvær med at rejse sig, og den lå fast flere gange. Røntgenfoto af halsen viste kompression af rygmarvens halsdel. Ved obduktion fandtes årsagen til hestens bevægelsesforstyrrelse at være tryk på rygmarven i halsen som følge af osteochondrose i halshvirvlernes led.

De fire heste, der blev slagtet sidst i april, indgik sammen med den aflivede hest nr. 26 i en undersøgelse af samtlige lemmers led.

4.3 Diskussion

Samtlige føl havde indenfor det første år hævelser i vækstlinierne og galle i leddene.

På blot én græsningsæsson blev symptomerne betydeligt mindre,

således at føllene kun havde svage kliniske forstyrrelser i vækstlinierne ved den afsluttende undersøgelse.

Der var galle i leddene hos samtlige heste som tegn på dårlig ledkvalitet.

Hos to heste fra P-holdet var der desuden hævelser omkring kronleddene. Ved afslutningen havde 4 af de 5 heste hævede markerede kodeled.

To heste i Ca-holdet og 3 heste i P-holdet havde osteochondrose, altså 5 ud af 6 heste, hvilket er over det normale gennemsnit på 15-20 pct. (Schougaard et al., 1987).

Hovene rettede sig meget i løbet af græsningsæsonen.

Kun én af hestene havde ved forsøgets afslutning normale hove.

Årsagen til de små hove skyldes formentlig den anvendte opstaldningsform. Der kan ikke siges noget om Ca/P-forholdets indflydelse på hovenes størrelse og form.

En nærmere vurdering af hestens genetiske konstitution med hensyn til optræden af osteochondrose er ikke mulig på baggrund af det lille hestemateriale i det nærværende forsøg. En kontrolgruppe af heste fodret med afbalanceret Ca/P-forhold manglede i forsøget. I et tidligere forsøg, der belyser foderstyrkens indflydelse på unghestens udvikling, fandtes med optimalt forhold mellem Ca og P i foderet en hest med lette osteochondrotiske forandringer i hver forsøgsgruppe på henholdsvis 6 og 7 forsøgsheste.

4.4 Konklusion

Trods det lille materiale fremgår det klart af forsøget, at det skæve Ca/P-forhold i begge retninger har en kraftig indflydelse på leddenes og knoglernes vævskvalitet, der er tydelig nedsat. Disse symptomer på nedsat knoglevævskvalitet var hævede vækstlinier, gal-ler, kronledshævelser, hævede kodeled, stejle koder og osteochondrose.

P-holdet havde lidt kraftigere forstyrrelser end Ca-holdet, men på grund af materialets størrelse kan der intet sikkert udtales herom. Både for meget kalcium og for meget fosfor giver nedsat vævskvalitet.

Græsningsæsonen rettede på tilstanden, hvilket viser, hvor godt et fodermiddel græs er, og hvor gavnlige motion er. Dette kunne dog ikke helt rette den dårlige knoglevævskvalitet op, hvilket viser, hvor vigtigt et korrekt Ca/P-forhold er, specielt i den første vin-

terfodringsperiode.

De opståede skader den første vinter har ved de anvendte Ca/P-forhold ikke kunnet rettes op i sommergræsningsperioden. Benene har derfor stærkt nedsat holdbarhed, og det er tvivlsomt, om nogen af hestene ville kunne anvendes til ridebrug.

Det korrekte Ca/P-forhold spiller således en meget stor rolle for knoglernes og leddenes vævskvalitet og dermed for hestenes senere holdbarhed.

5. Ca- OG P-OMSÆTNINGEN

5.1 Ca-omsætningen

I den øverste del af tyndtarmen sker den største absorption af Ca. Kun en meget lille del bliver absorberet i tyktarmen. Tabel 5.1 viser netto-absorptionen i de enkelte tarmafsnit.

Tabel 5.1 Nettoabsorption af Ca i de enkelte tarmafsnit.

(Schryver et al., 1970)

Table 5.1 Netabsorbttion of Ca in different parts of the intestines

	Pct.
Duodenum (Tolvfingertarm)	39,9
Ileum (Tyndtarm, nederste del)	1,8
Cecum (Blindtarm)	2,1
Large Colon)	
Small Colon) (Tyktarm)	2,4

Ca-absorptionen gennem tarmvæggen sker ved aktiv transport, som reguleres af 1,25 dihydroxycholecalciferol, der er en metabolit af Vitamin D, som produceres i nyrene ved lav Ca-koncentration i plasma. Lavt pH øger Ca-absorptionen, mens andre faktorer som fytat, oxalater og fosfater hæmmer absorptionen (Rook & Thomas, 1983).

Efter absorptionen distribueres Ca med blodet og den ekstracellulære væske til alle organer og væv (Schryver et al., 1971).

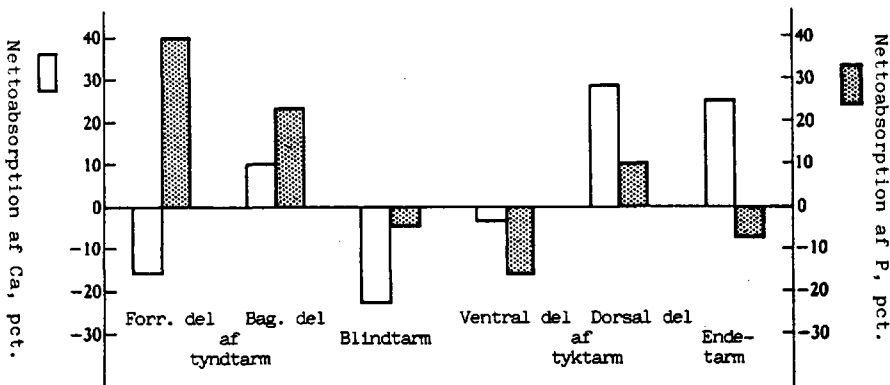
Knogler betragtes som reservoir for Ca. Mere end 99 pct. af kroppens indhold af Ca opbevares i knoglerne, hvorfra det igen kan mobiliseres til vedligeholdelse af Ca homeostasis (Schryver et al., 1971).

5.2 P-omsætningen

Størstedelen af P absorberes fra den dorsalt liggende colon (stor colon og lille colon) samt en mindre del af ileum i tyndtarmen (Schryver et al., 1972).

P-absorptionen foregår ved passiv transport, hvor absorptionen er afhængig af ionkoncentrationen i tarmvæsken (Jacobsen & Riis, 1958).

Figur 5.1 viser nettoabsorptionen af Ca og P hos hest. Figuren viser klart i hvilke tarmafsnit, der sker absorption og sekretion. Sekretionen er størst i Duodenum og Cecum, som efterfølges af resorption i colonaftsnittene (Schryver et al., 1974).



Figur 5.1 Netto absorption af Ca og P i forskellige tarmafsnit hos hest (Schryver et al., 1974)

Figure 5.1 Net fractional of Ca and P from various regions of the horse intestine (Schryver et al., 1974).

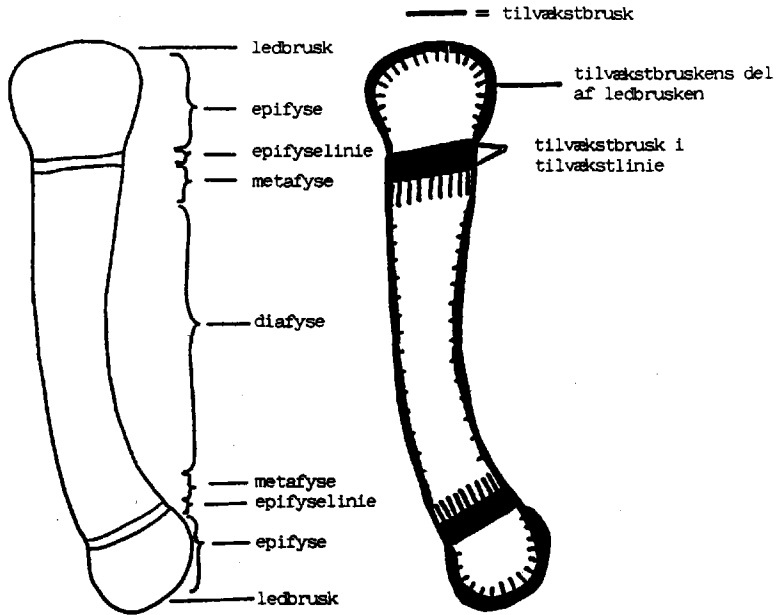
Uabsorberet P og endogen sekretion af P udskilles med fæces og urin. Urinudskillelsen af P er afhængig af den tilførte mængde (Schryver et al., 1972).

Omkring 80 pct. af kroppens P findes i knoglerne, og en mindre del i de bløde væv (Moustgaard, 1963).

P-koncentrationen i plasma kan tolerere større udsving end Ca-koncentrationen. P-balanceforsøg giver ikke et klart billede af P-balancen i skelettet (Schryver et al., 1972).

6. KNOGLESYSTEMETS UDVIKLING

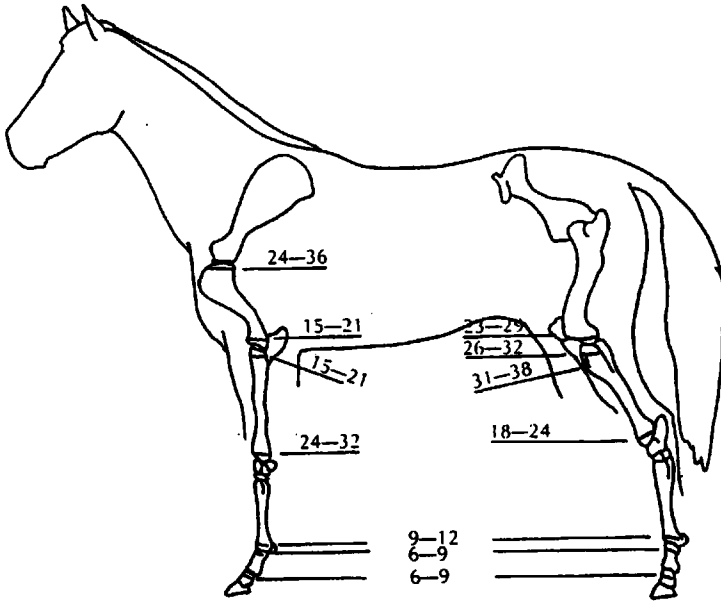
Knoglesystemet eller skelettet består af et stort antal knogler, ca. 200, varierende fra dyreart til dyreart. Knoglerne er meget forskellige i form og kan ordnes i tre grupper: korte, flade og lange knogler. De lange knogler findes i lemmerne og betegnes ofte rørknogler på grund af hulrummet, der er fyldt med marv. I dette afsnit vil kun rørknoglens udvikling blive gennemgået.



Figur 6.1 En rørknogles bestanddele. (Efter Åsheim, 1978)
Figure 6.1 The anatomy of a tubular bone (After Åsheim, 1978)

Knoglens længdevækst foregår ved, som vist i figur 6.1 til venstre, at bruskcellerne i vækstlinien øges på den side, der vender mod epifysen, mens brusken forkalker og indvaderes af blodkar i den side af vækstlinien, som vender mod metafysen (Kristoffersen, 1980). Knogledannelsen i denne fase sker, som tidligere nævnt ved, at den forkalkede brusk nedbrydes, og de knogledannende celler danner en grundsubstans bestående af en organisk matrix, hvor mineralsaltene Ca, P og Mg indlejres (Jacobsen & Riis, 1958). Mineralsalte transporteres dertil med blodplasma gennem de dannede blodkar. Under hele udviklingen må knoglen remodelles for at bevare formen, og styrken må øges for at klare det øgede pres, som knoglen udsættes for, efterhånden som dyret vokser og/eller udsættes for belastninger (Hansen, 1982). Figur 6.1 til højre viser en skematisk remodelering af en knogle gennem væksten.

Når føllet fødes, er der flere åbne vækstlinier. Figur 6.2 viser de vækstlinier, der endnu ikke er lukket ved fødsel. Tallene viser ved hvilken alder i måneder, de lukker sig. Når alle vækstlinier er lukket, ophører yderligere vækst (Åsheim, 1978).



Figur 6.2 Skematisk billede af tilvækstlinierne i for- og bagben. Tallene angiver forventet alder i mdr. ved lukning af tilvækstlinien (modificeret efter Åsheim, 1978)

Figure 6.2 Schematic illustration, which shows the age (in months) at which the growth plates are closed (modif.a.Åsheim,1978)

Selv om væksten er stoppet, er knoglevævet stadig et aktivt væv, hvor der i hele hestens liv sker en opbygning og nedbrydning af knoglevævet. Knogler dannes, som før omtalt, ved at Ca og P indlejres. Derefter fungerer knoglerne som reservoir for disse mineraler. Ved nedbrydning af vævet opløses grundsubstansen, og mineralerne frigøres til blodet og udskilles med urin og fæces (Kristoffersen, 1980). Processen, der betegnes turn-over, er balancen mellem aflejring og nedbrydning. Forløber denne proces hurtigere end normalt, udskilles mere Ca og P end der indlejres, og knoglerne bliver skøre.

6.1 Unormal knogledannelse

Årsagen til osteochondrose i ledbrusken er en forstyrrelse af den normale forbeningsproces i tilvækstbrusken. Tilvækstbrusken vokser normalt, men forkalkningen af bruskvævet i det dybere lag udebliver, blodkarene kan ikke trænge inde i bruskvævet, og forbeningen kan ikke finde sted, da knoglevævsdannende celler er afhængig af næringsstofftilførslen fra blodkarene.

Forstyrrelsen i knogledannelsesmekanismen finder hovedsagelig sted i lemmernes led, der er udsat for kraftig mekanisk påvirkning. Følgen af forstyrret knogledannelse er, at brusken bliver ved med at vokse, hvorved den bliver unormal tyk. Så længe det kun er en bruskfortykkelse, viser dyret ingen symptomer. Fortykkelsen betyder, at bruskenes mekaniske modstandskraft nedsættes, og dets ernæring besværliggøres. Det gælder både for defekt ledbrusk og fortykket vækstliniebrusk.

Ledbruskens celler, som hovedsagelig ernæres af ledvæsken, dør i de dybestliggende lag af den fortykkede brusk på grund af den forøgede afstand fra ledvæsken. Når bruskceller dør i de dybere liggende lag, falder brusken sammen, og der opstår revner, der ofte kan gå helt igennem brusken til knoglevævet. På den måde løsnes en del af brusken fra sit underlag. Når processen er nået dertil, er osteochondrosen opstået. Lidelsen er ofte smertefuld og giver anledning til bevægelsesforstyrrelser og halthed.

Osteochondrose i tilvækstlinierne viser sig på en anden måde end osteochondrose i ledbrusken. Vækstlinierne er indesluttet af knoglevæv, og der kan ikke afstødes løse bruskflapper. Osteochondrose i vækstlinierne kan ved sprækkedannelse medføre, at den normale vækst forstyrres. Dette afspejles i forkert udvikling af diafysis og kan være årsag til forkert benstilling (Kristoffersen, 1980).

7. OVERFODRING MED Ca ELLER P

Ikke alene mængden af Ca og P er afgørende, men det indbyrdes forhold skal også være afstemt. Der er dog mange forhold, der spiller ind på det optimale forhold.

Teoretisk vil man kunne ønske en angivelse af Ca:P-forholdet på f.eks. 1,4 : 1. Men det er i praksis vanskeligt at ramme det optimale nøjagtigt på grund af forskel i fordøjelighed og tilgængelighed i de enkelte foderremner (Schryver & Hintz, 1974a). Endvidere hæmmer store mængder af det ene mineral optagelsen af det andet.

Schryver et al. (1970a, 1971a, 1971b) har belyst indvirkningen på den metaboliske omsætning af Ca ved varierende mængde af P samt Ca-omsætningen ved varierende mængde Ca, og P-omsætningen ved varierende mængde P.

7.1 Knoglemisdannelse ved overfodring med Ca

Overfodring med Ca er sjælden, men kan forekomme ved kraftig ensidig fodring med kløverhø, lucernehø eller et højt tilskud af foderkridt.

Ved overfodring med Ca stiger blodets indhold af Ca. For at regulere dette formindsker organismen ved hjælp af hormonet calcitonin resorptionen fra knoglevævet for derigennem at mindske Ca-frigørelsen.

Ved overfodring med Ca øges behovet for zink, kobber, mangan og magnesium. Mangel på disse mikromineraler fremmer muligvis udviklingen af osteochondrose.

Hos den udvoksede hest sker der en kontinuerlig remodellering af knoglerne, og en formindsket resorption fra knoglevævet forstyrrer denne ombygning, og knoglekvaliteten bliver derved dårlig (Kristoffersen, 1980).

7.2 Knoglemisdannelse ved overfodring med P

Overfodring med P er den hyppigste mineral-fodringsfejl. Højt P-indhold i foderet mindsker, som før nævnt, absorptionen af Ca fra tarmen, og dette medfører, at blodets indhold af Ca falder. Ved lavt indhold i blodet, øges blodets indhold af paratyroidhormonet, som er i stand til at øge resorptionen af Ca fra knoglevævet til vedligeholdelse af blodplasmakoncentrationen (Evans et al., 1977). Denne øgede resorption af Ca fra knoglevævet bevirker, at knoglevævet

bliver skørt.

Hos hest rammes først og fremmest hovedets og lemmernes knogler. I hovedet specielt omkring næseryggen, hvor knoglepartiet fortykkes (big head-disease), og samtidig opstår forstyrrelser ved lemmeknoglernes vækstlinier (Evans et al., 1977).

Lemmeknoglernes yderside består af circulære lameller, som danner et hårdt underlag for benhinden. I denne tynde hinde hæftes muskler, sener, ledbånd og ligamenter. Ved øget knogleresorption mister benhinden noget af sit faste underlag og bliver følsom overfor tryk, træk og anden belastning. Ved længerevarende knogleresorption kan en del af knoglevævet erstattes af et blødere væv, som kan øge betændelsestilstanden i benhinden. Men ved at stabilisere mineralstofforsyningen igen, kan symptomerne afhjælpes.

Rammer knogleresorptionen den del af knoglevævet, som danner grundlag for ledbrusken og denne deformeres, opstår der skader, der aldrig kan oprettes.

Forekommer der forstyrrelser i den normale knoglevækst omkring vækstlinierne, vil disse blive mere følsomme overfor mekaniske påvirkninger. Ved høj knogleresorption kan vævet i vækstlinierne blive så ustabil, at der kan komme løsninger af epifysen (Kristoffersen, 1980).

Symptomer på P-overfodring er stive bevægelser og diffus halthed samt ømhed ved tryk på piben og tilsvarende steder, hvor ligamenter m.m. tilhæftes som følge af behindebetændelse.

Ved alvorlige tilfælde af P-overfodring ses ofte udpræget hævelser i epifyselinerne med kraftig halthed til følge. Hævelserne forekommer, fordi organismen forsøger at styrke knoglerne ved at øge mængden af grundsubstans (Kristoffersen, 1980).

Schougaard et al. (1987) har for osteochondrose fundet en arvbarehed (h^2) på ca. 0,25 blandt travheste. Indenfor Dansk Varmblod registreres osteochondrose hos hingste til kåring, og der oplyses herom. Inden for travravlen kan heste, der har osteochondrose ikke bortauktioneres ved kåringsauktionen.

Allerede inden føllet er født, må opdrætteren være opmærksom på den drægtige hoppers foderration med hensyn til indholdet af Ca og P, da føllets skeletudvikling er afhængig af næringsstofftilførslen fra moderen.

Efter fødslen får føllet sit behov dækket gennem modermælken, der har en høj næringsmæssig kvalitet.

Efter fravæning bør unghestene fodres efter de anbefalede normer, som er vist i tabel 8.2. Man bør undgå overfodring med energi og/eller protein, da overskydende protein sammen med meget energi giver så høj vækstrate, at knoglevæksten ikke kan følge muskeludviklingen, hvorved hesten bliver for tung til knoglesystemet, og knoglerne bryder sammen i vækstlinier og ledbrusk (Sønnichsen & Bille-Hansen, 1979). Ved overfodring med protein ses også øget udskillelse af Ca og P i urinen, hvilket kan resultere i negativ Ca-balance (Meakim et al., 1980).

Vitamin D skal være til stede i foderrationen for at få optimal udnyttelse af Ca og P (Kristoffersen, 1980). Vitamin D fås gennem soltørret hø og dannes i huden ved solbestråling. Ekstra tilskud af Vitamin D kan rette op på en utilstrækkelig tildeling af Ca og/eller P (Cunha, 1980). Det bør dog kun ske i en periode, da det ikke kan anbefales, at øgede mængder af Vitamin D skal kompensere for manglende mængder af Ca og P, fordi D-vitamin er giftigt for heste og kan forårsage Ca-udfældning i blodkarrene.

7.3 Diskussion og konklusion

Optimal udvikling er betinget af, at ungheste kommer på græs om sommeren. Undersøgelser fra Tyskland (Müller-Reh, 1972) har vist, at optagelsen af de to mineraler Ca og P er næsten optimale ved græsfodring.

Ser man på de foderplaner, der anvendes i praksis i Danmark, er der tendens til overfodring med P. Overskud af P hæmmer optagelsen af Ca. Ca koncentrationen i serum falder, og derved øges blodets indhold af parathyroidhormonet, som er i stand til at øge resorptionen af Ca fra knoglevævet. Forløber denne fodringsfejl i længere tid, vil knoglevævet blive skørt (Evans et al., 1977).

Ved overfodring med P eller mangel på Ca kan også lemmeknoglernes vækstlinier rammes af forstyrrelser. Ved øget Ca-resorption mister benhinden noget af sit faste grundlag, hvor muskler, sener, ledbånd og ligamenter er tilhæftet, derved bliver de følsomme overfor tryk, træk og anden belastning (hestens bevægelser bliver stive og ømme). Ved længere varende knogleresorption kan knoglevævet erstattes af blødere væv, som kan give betændelsestilstande i benhinden. Rammer knogleresorptionen den del af knoglevævet, som danner grundlag for ledbrusken, så denne deformeres, opstår der alvorlige skader (Kristoffersen, 1980).

Ungheste, der er fejlerenæret og samtidig er under en eller anden form for træning, vil ofte udvikle forandringer i ledbrusk eller i vækstlinierne i en mere udbredt grad end ungheste, der ikke belastes.

Det kan anbefales at røntgenfotografere ungheste inden rationel træning sættes ind for at undgå de skader, man kan påføre de led, hvor evt. en ledmus er udviklet. Ledmus kan fjernes ved en mindre operation (Falk-Rønne, 1988).

Ved 3-4 års alderen er vækstlinierne lukkede, og hestene kan bedre tolerere et udsving i et Ca:P-forhold, der ikke er optimalt. Organismen er i stand til at opretholde ligevægten af Ca og P ved at oplagre eller mobilisere Ca og P fra kroppens reserver i kortere eller længere perioder uden nævneværdige skadelige følger. Varierer den tilførte mængde mere end det angivne, kan der opstå knogleskørhed og hævelser i hovedet (big-head-disease) (Evans et al., 1977).

Det er svært at give en hel endegyldig plan, som ungheste skal opdrættes efter for at blive holdbare brugsdyr. Der er store individuelle forskelle på omsætningen af næringsstoffer hos heste. Dette gælder også omsætningen af Ca og P. Nogle ungheste, der er opdrættet sammen med andre, kan have vækstforstyrrelser, mens andre fra flokken har et normalt udviklingsforløb. De arvelige forhold har derfor også betydning.

8. FODRINGEN

8.1 Fodermidlernes indhold af næringsstoffer

Der er mange muligheder for valg af foder til heste. I generationer har hestefolk som de vigtigste fodermidler anvendt hør, havre, byg og hvedeklid. For at dække hestens behov for næringsstoffer er det imidlertid nødvendigt at vide, hvad de enkelte fodermidler indeholder af energi, protein, træstof, Ca og P og andre næringsstoffer. I tabel 8.1 er angivet indholdet af forskellige næringsstoffer i en række fodermidler.

For at opnå optimale mængder af Ca og P i foderet må der ofte tilsættes ekstra mineraler til foderblandingen. Der findes flere variationsmuligheder for tilsætning, bl.a. afhængig af behovet. De almindeligste tilskudsfoderblandinger er tilsat Ca og P i en eller anden form, men ofte i utilstrækkelig mængde, så ekstra tilskud er nødvendig

Tabel 8.1 Fodermidler til heste
 Table 8.1 Feed stuffs for horses

	Tør- stof pct.	FE pr. 100kg	ford. prot.	træ- stof	g pr. kg foder						mg pr. kg foder			
					fordøjeligt			Ca	P	Mg	Na	Fe	Cu	Zn
					lysine	meth.	cystine							
Byg	85	98	81	41	3,0	1,5	1,8	0,4	3,2	1,0	0,2	60	4	26
Havre	86	86	79	92	3,3	1,4	2,3	0,8	3,2	1,0	0,2	69	4	26
Hvedeklid	88	81	114	91	3,5	1,5	2,2	1,5	10,7	3,9	0,3	110	13	101
Sojaskrå	87	118	392	57	23,8	6,4	6,3	2,8	6,3	2,8	0,1	157	17	62
Solsikkeskrå, delv.afsk.	91	101	380	134	13,6	8,6	5,8	3,4	9,5	5,1	0,2	209	34	105
Melasse	77	77	75		0,2	0,2	0,2	0,5	0,1	0,1	10,0	116	8	39
Grønmel, 25 pct. trøstof	91	58	107	249	4,1	1,4	0,9	6,0	2,9	1,2	0,9		5	24
Kløverhø, beg. blomst	84	48	59	271	3,8	0,9	0,6	9,9	2,7	1,6	0,8		6	23
Grøshø, beg.skridning	84	52	92	268				5,5	2,7	1,1	0,8		5	22
Frøgrøshalm	85	25	17	366				4,2	3,0	1,2	0,9		4	21
Byghalm	85	25	6	384				4,1	0,7	1,2	3,1	399	5	36
Havrehalm	85	26	5	352				3,5	1,2	0,9	2,0	159	6	69
Fodersukkerroe	18	17	6	11	0,2			0,4	0,3	0,2	0,3	53	1	5
Gulerødder	10	9	7	11				0,4	0,3	0,2	0,3	6	0,6	3
Foderkridt								380						
Dikalciulfosfat								260	170					
Mononatriulfosfat									220					

nødvendigt. Der er derfor nederst i tabel 8.1 angivet nogle af de vigtigste Ca- og P-kilder.

8.2 Foderbehov og normer

Hestens behov for disse næringsstoffer er forskellige, om de skal bruges til vækst, vedligehold eller arbejde og er endvidere afhængig af hestens alder og vægt samt arbejdets art (let ridning eller hård træning). I tabel 8.2 er opstillet nogle normer for vækst, vedligehold og arbejde.

Tabel 8.2 Forskellige daglige normer for vækst, vedligehold og arbejde
Table 8.2 Daily standards for different categories of horses

		FE	Ford. protein,g	Ca g	P g
<u>Vækst inkl. vedligehold</u>	<u>Alder, mdr.</u>	<u>daglig</u>			
	6-12	5,2	700	30	20
	12-18	5,7	680		
	18-24	5,8	630	til	til
	24-30	5,6	600		
	30-36	5,5	550	25	18
<u>Vedligehold</u>	<u>Vægt</u>	<u>daglig</u>			
	400	3,6	275	20	12
	450	4,0	300		
	500	4,3	320	til	til
	550	4,7	345		
	600	5,0	365	25	15
<u>Arbejde</u>		<u>pr. time</u>			
	Let ridning	0,5	60	25	15
	Skovtur	1,0	110		
	Ridetime	1,5	170	til	til
	Hård træning	2,5	275	30	20

8.3 Foderplan

Udfra tabel 8.1 og 8.2 kan en foderplan udarbejdes for den daglige foderration.

Sammensætningen af foderplanen afhænger i første række af hvilke fodermidler, der rådes over. I tabel 8.3 vises forskellige eksempler på foderplaner til en unghest (åring) samt i tabel 8.4 til en ridehest, der benyttes 2 timer daglig til ridning.

Tabel 8.3 Eksempler på dagligt foder til unghest (åring)
 Table 8.3 Examples of feeding plans for yearlings

Fodermiddel	kg	FE	Ford. råprotein g	Ca g	P g	Ca/P
Dagligt behov		6-7	800-1000	30-40	20-30	1,5
<hr/>						
Eksempel 1:						
Græshø	4,0	2,0	368	22,0	10,8	
Havre	3,0	2,6	237	2,4	9,6	
Byg	1,0	1,0	81	0,4	3,2	
Sojaskrå	0,5	0,6	196	1,4	3,2	
Sum		6,2	882	26,2	26,8	
<hr/>						
Foderkridt, g	40			15,2		1,5
				41,4	26,8	
<hr/>						
Eksempel 2:						
Græshø	4,0	2,0	368	22,0	10,8	
Havre	3,0	2,6	237	2,4	9,6	
Byg	1,0	1,0	81	0,4	3,2	
Tilskudsfoder	0,75	0,6	180	23,3	10,0	
Sum		6,2	866	48,1	33,6	1,4
<hr/>						
Eksempel 3:						
Græshø	4,0	2,0	368	22,0	10,8	
Kraftfoderbl.	5,0	4,4	500	38,5	27,0	
Sum		6,4	868	60,5	37,8	1,6

Tabel 8.4 Eksempler på dagligt foder til ridehest (550 kg)
(2 ridetimer daglig)

Table 8.4 Examples of feeding plans for a ridinghorse (2 hours work per day)

Fodermiddel	kg	FE	Ford. råprotein g	Ca g	P g	Ca/P
Dagligt behov		6,2	550-650	30	22	1,4
<hr/>						
<u>Eksempel 1:</u>						
Byghalm	8,0	2,0	48	32,8	5,6	
Byg	2,0	2,0	162	0,8	6,4	
Havre	2,0	1,7	158	1,6	6,4	
Sojaskrå	0,5	0,6	196	1,4	3,2	
Sum		6,3	564	36,6	21,6	1,7
<hr/>						
Mononatrium- fosfat, g	20				4,4	
				36,6	26,0	1,4
<hr/>						
<u>Eksempel 2:</u>						
Byghalm	8,0	2,0	48	32,8	5,6	
Byg	2,0	2,0	162	0,8	6,4	
Havre	2,0	1,7	158	1,6	6,4	
Tilsk.f.bl.	0,75	0,6	180	23,4	14,9	
Sum		6,3	548	58,6	33,3	1,8
<hr/>						
Mononatrium- fosfat, g	40				8,8	
<hr/>						
<u>Eksempel 3:</u>						
Byghalm	6,0	1,5	36	24,6	4,2	
Fodersukkerroer	5,0	0,8	30	2,0	1,5	
Kraftoder	4,6	4,1	483	33,6	28,1	
Sum		6,4	549	60,2	33,8	
<hr/>						
Mononatrium- fosfat, g	50				11,0	
				60,2	44,8	1,3

I eksemplerne for unghesten skal der i eksempel 1 gives et tilskud af foderkridt for at opnå et Ca/P forhold på 1,5. Der må i dette eksempel endvidere gives et tilskud af en vitaminblanding. I eksempel 2 og 3 er Ca/P forholdet i orden, selv om der i eksempel 3 er overskud af Ca.

Planerne for ridehesten er for P's vedkommende lavt., og der må gives et tilskud af mononatriumfosfat for at opnå et Ca/P forhold på 1,4. Her må ligeledes i eksempel 1 gives et vitamintilskud.

9. REFERENCER

- Cunha, I.J. 1980. Horse feeding and nutrition. California, 292 pp.
- Evans, J.W., Borton, A., Hintz, H.F. & VanVleck, L.D. 1977. The Horse. 277 pp.
- Falk-Rønne, J. 1988. Travhesten - fra føl til topatlet. Skarv's hipologiske serie. Holte. 217 pp.
- Hansen, A. 1982. Huspattedyrenes anatomi. København. 156 pp.
- Jacobsen, P.E. & Riss, P.M. 1958. Physiology of domestic animals. København.
- Kristoffersen, J. 1980. Vækstproblemer hos opdræt med særlig henblik på knogle- og senesystem. Oplæg ved kursus på Tune Landbrugsskole: Driftsledelse og opdræt i hesteholdet 24.-28. nov. 1980. 15 pp.
- Meakim, D.W., Hintz, H.F., Schryver, H.F. & Lowe, J.E. 1980. The effect of dietary protein on Calcium metabolism and growth of the weanling foal. Proc. Cornell Nit. Conf. for feed manufacturers. 1980-1983, p. 95-101.
- Moustgaard, J. 1963. Husdyrenes ernæring og fysiologi. København.
- Müller-Reh, F. 1972. Untersuchungen über die mineralstoff-(Ca, P, Mg, K, Na) und Spurenelement - (Fe, Cu, Zn, Mn) versorgung beim Pferd. Hannover. 99 pp.
- Rook, J.A.F. & Thomas, P.C. 1983. Nutritional physiology of farm-animals. London. 704 pp.
- Schougaard, H., Falk-Rønne, J. & Philipsson, J. 1987. Osteochondrosis in the tibio tarsal articulation of Trotters and its disposition. 38th Ann. Meet. EAAP, Lisabon. 7 pp.
- Schryver, J.F., Craig, P.H., Hintz, H.F., Hogue, D.E. & Lowe, J.E. 1970. The site of Calcium absorption in the horse. J. Nutr. 100: 1127-1132.
- Schryver, J.F., Craig, P.H. & Hintz, H.F. 1970a. Calcium metabolism in ponies fed varying levels of Calcium. J. Nutr. 100: 955-964.
- Schryver, J.F., Hintz, H.F. & Lowe, J.E. 1971. Calcium and Phosphorus interrelationship in horse nutrition. Eq. Vet. J. 3: 102.
- Schryver, J.F., Hintz, H.F. & Craig, P.H. 1971a. Phosphorus metabolism in ponies fed varying levels of Phosphorus. J. Nutr. 101: 1257-1264.

- Schryver, J.F., Hintz, H.F. & Craig, P.H. 1971b. Calcium metabolism in ponies fed a high Phosphorus diet. *J. Nutr.* 101: 1257-1263.
- Schryver, J.F., Hintz, H.F., Craig, P.H., Hogue, D.E. & Lowe, J.E. 1972. Site of Phosphorus absorption from the intestine of the horse. *J. Nutr.* 192: 143-148.
- Schryver, J.F., Hintz, H.F. & Lowe, J.E. 1974. Calcium and Phosphorus in the nutrition of the horse. *Cornell Vet.* 64: 493.
- Schryver, J.F. & Hintz, H.F. 1974a. Calcium and Phosphorus requirements of the horse. A review. *Feedstuff*: 44. pp 35-38.
- Staub, H. & Jensen, P. 1977. Sportshest og pony. *Avl og fodring. Landhusholdningsselskabets Forlag.* 156 pp.
- Staub, H. 1987. Personlig meddelelse vedr. upubl. forsøgsresultater.
- Staub, H., Linnemann, F., Eriksen, L., Nielsen, K., Sönnichsen, H.V., Rønne, J.F., Schambye, P. & Henckel, P. 1987. Foderstyrkens indflydelse på unghestens udvikling indtil en alder af 18 mdr. 630. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg. 77 pp.
- Sönnichsen, H.V. & Bille-Hansen, V. 1979. Er epifysitis/styltefod hos pluge fodringsbetinget/miljøbetinget. *Dansk Vet. Tidsskr.* 62, 2: 307-314.
- Åsheim, A. 1978. Unghästen. ICA forlaget.