

151de Beretning

fra

# Forsøgslaboratoriet

---

Undersøgelser

over

Væksten hos Svin

I.

Kalk- og Fosforsyreomsætningen hos unge,  
voksende Svin

af

*Lars S. Spildo*

---

Udgivet af den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles  
Laboratorium for landøkonomiske Forsøg

---

København

Kommission hos Aug. Bang

Trykt i C. Th. Thomsens Bogtrykkeri, Nyhavn 11

1933

## **Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums Organisation.**

### **Statens Husdyrbrugsudvalg:**

Forstander *H. J. Rasmussen*, Næsgaard, Udvalgets Formand.

(Valgt af De samvirkende danske Landboforeninger).

Gaardejer *N. Nielsen*, Ejlekærsgaard.

(Valgt af Det kgl. danske Landhusholdningsselskab).

Professor *O. H. Larsen*, København.

(Valgt af Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole).

Statskonsulent *W. A. Kock*, København.

(Valgt af De danske Fjerkræavlsorganisationer).

Godsejer *J. Theilmann*, København.

(Valgt af De samvirkende danske Andelsslagterier).

Gaardejer *H. P. Nielsen*, Danehøj.

(Valgt af De samvirkende danske Husmandsforeninger).

Gaardejer *M. K. Gram*, Københoved.

(Valgt af De provinsielle Husdyrbrugsudvalg).

### **Administrerende Forstander:**

Cand mag. *N. O. Hofman-Bang*, der tillige fungerer som Sekretær for Statens Husdyrbrugsudvalg.

### **Dyrefysiologisk Afdeling:**

Forstander: Professor *H. Møllgaard*.

Forsøgsleder: Landbrugskand. *Aage Lund*.

### **Husdyrbrugsafdelingen:**

Kvægforsøgene forestaas af Professor *L. Frederiksen*.

Forsøgsleder: Landbrugskand. *H. Wenzel Eskedal*.

Forsøgsleder: Landbrugskand. *V. Steensberg*.

Assistent: Landbrugskand. *P. S. Østergaard*.

Svinefodringsforsøgene forestaas af Prof. *Johs. Jespersen*.

Assistent: Landbrugskand. *U. A. Plesner*.

Forsøg med Avlscentersvin, Høns m. m.

Forstander: cand. mag. *N. O. Hofman-Bang*.

Forsøgsleder: Landbrugskand. *N. Beck*.

Forsøgsleder: cand. polyt. *E. Holm*.

### **Kemisk Afdeling** (herunder Foderstofkontrollen):

Forstander: cand. polyt. *A. C. Andersen*.

Afdelingsleder: cand. polyt. *J. E. Winther*.

Assistent ved Foderstofkontrollen: cand. polyt. *J. Gredsted-Andersen*.

Forsøgslaboratoriets, Udvalgets og Afdelingernes Adresse er:  
Rolighedsvej 25, København V.

*Til Statens Husdyrbrugsudvalg.*

*Idet jeg hermed fremsender en Forsøgsberetning af Hr. Spildo vedrørende Mineralstofskiftet hos voksende Svin og udført paa mit Laboratorium, tillader jeg mig at foreslaa, at Afhandlingen offentliggøres som Beretning fra Forsøgslaboratoriet.*

København, i Februar 1933.

*HOLGER MØLLGAARD.*

*Ovennævnte Beretning er forelagt for Statens Husdyrbrugsudvalg og godkendt til Offentliggørelse.*

København, i Marts 1933.

*H. J. RASMUSSEN,  
Formand.*



## INNHold

	Side
<b>1ste Hovedavsnitt.</b>	
Kapittel I. Mineralstoffskiftet. Alm. oversikt .....	2
A. Kroppens kjemiske sammensetning .....	2
B. Calcium og Fosfors tilstandsform i organismen .....	8
C. Fordøielse og resorpsjon av Calcium og Fosfor .....	9
1. Calcium .....	9
2. Fosforsyre .....	11
D. Calcium og Fosfors utskillelsesforhold .....	13
E. Organismens Calcium- og Fosforbehov .....	15
Kapittel II. Faktorer som har innflytelse paa omsetningen av Calcium og Fosfor i organismen .....	20
A. Exogene faktorer .....	20
1. De absolutte mengder .....	20
2. $P_2O_5$ : CaO-kvotienten i foret .....	21
3. Forholdet mellem Syre : base-ekvivalenter .....	22
4. Sollysets betydning .....	25
5. Vitaminer .....	28
B. Endogene faktorer .....	31
1. Glandula thyreoidea og gl. parathyreoidea .....	31
2. Andre indre organer .....	31
3. Nervøs paavirkning .....	31
4. Drektighet og laktasjon .....	32
5. Alder og utviklingstrin .....	32
Kapittel III. Fosfor og Calciums opgave i organismen .....	34
A. Næringsstoff .....	34
B. Osmotisk trykk .....	35
C. H-jon-konsentrasjonen (pH verdien) og dens regulering .....	35
1. Ved syreoverskudd .....	37
2. Ved baseoverskudd .....	38
D. Andre jone-konsentrasjoner .....	39
Kapittel IV. Blodets mineralstoffinnhold og forandringer i dette .....	40
A. Fosforsyre .....	41
B. Calcium .....	43

## 2dre Hovedavsnitt.

Kapittel I. Tidligere mineralstoff-forsøk med svin .....	45
A. <i>Stephan Weisers</i> forsøk .....	45
B. <i>Harts og Ms. Collums</i> forsøk .....	50
1. <i>Hart, Dr. Miller og Mc. Collums</i> forsøk med svin ....	51
2. <i>Hart, Mc. Collum og Fullers</i> forsøk .....	52
C. <i>H. R. Davidsons</i> forsøk .....	57
D. <i>R. E. Evans</i> forsøk .....	58
E. <i>Richards, Goddens og Husbands</i> forsøk .....	60
F. <i>R. Bartels'</i> forsøk .....	61
G. <i>Carl Petersens</i> forsøk .....	65
H. Praktiske forings-forsøk med svin .....	69
Kapittel II. Forsøk med kaniner over vekst og forbening .....	73
A. <i>May Mellanby og Esther Margaret Killick's</i> forsøk .....	73
B. Forsøk med antirachitvitaminer .....	76

## 3die Hovedavsnitt.

## Egne undersøkelser.

<i>Forsøk med svin</i> .....	78
Kapittel I. ....	78
A. Innledning .....	78
B. Forsøksteknikk .....	79
1. Bur .....	79
2. Hus .....	80
3. Avveining av foret .....	80
4. Foring .....	81
5. Opsamling av gjødsel og urin .....	81
6. Veining av dyrene .....	82
7. Forsøksdyrene .....	82
8. Blodprøver og Blodplasmaanalyser .....	82
a. Blodprøvene .....	83
b. Calcium- og Fosfor-analyser i blodplasmaet ....	85
9. Blindanalyser til bestemmelse av nøiaktigheten av analysene .....	87
a. Ca-bestemmelsen .....	87
b. P-bestemmelsen .....	89
10. Kalk- og Fosforsyre-bestemmelser i forstoffer, gjød- sel og urin .....	94
a. Kalk-bestemmelser .....	95
1. I faste stoffer .....	95
2. I flytende stoffer .....	95
b. Fosforsyre-bestemmelser .....	95

	Side
Kapittel II. Forsøkene gang og resultater .....	96
A. S-forsøket .....	96
B. A-forsøket .....	98
1. Blodanalyser .....	102
2. Tilvekst ved A-forsøket .....	103
C. Diskusjon av A-forsøket .....	105
1. Mangelfull organisk næring .....	105
a. Proteinmengde og biologisk verdi .....	105
b. Innhold av nettokalorier .....	106
2. Mangelfullt mineralstofftilskudd .....	107
3. Vitaminmangel .....	109
4. Mangel på direkte lys .....	110
D. B-forsøket .....	111
1. Forsøkets gang, journalutdrag .....	112
2. Formengder og tilvekst .....	116
3. Blodanalyser .....	120
4. Kort diskusjon av B-forsøket .....	120
a. Rasjon I .....	120
b. „ II .....	123
c. „ III .....	124
d. „ IV .....	125
e. „ V .....	126
5. Mineralstofftilskudd til B-rasjonene .....	127
6. Virkningen av mineralstofftilskudet .....	130
a. Forandring av kvotienten („a“grisene) .....	130
b. Ultranol- og mineralstofftilskudd til B 7 .....	131
c. Økning av de absolutte mengder („b“grisene) .....	133
E. C-forsøket .....	134
1. Forsøkets gang. Journalutdrag .....	137
2. Formengde og tilvekst .....	141
3. Blodanalyser .....	144
4. Kort diskusjon av C-forsøket .....	145
a. Rasjon VI .....	145
b. „ VII .....	147
c. „ VIII .....	152
d. „ IX .....	157
e. Har veksten av disse dyr vært tilfredsstillende? .....	160
5. Balanseforsøk for Calcium og Fosfor .....	162
6. Benanalyser .....	170
7. Skelettmaalingen .....	178
8. Hæmoglobinbestemmelser .....	180
9. Resorpsjon og utskillelse af Fosfor og Calcium .....	181
10. Maater aa iakttå og maale resultatene paa .....	185
11. Hvordan stemmer disse forsøksresultater med de praktiske forsøk? .....	187
12. Resumé av forsøkene med svin .....	191

# VIII

	Side
<b>Forsøk med kaniner.</b>	
<b>Kapittel I. Orientering</b> .....	<b>195</b>
A. Formaal og plan .....	195
B. Dyremateriale og opstilling .....	196
C. Foring og sundhetstilstand .....	197
D. Maaling av utslaget .....	197
<b>Kapittel II. De enkelte forsøk</b> .....	<b>198</b>
A. Rasjon II .....	198
B.   "    III og IV .....	200
C.   "    I og V .....	202
D. Skelettmaaling hos kaniner .....	208
E. Resumé av kaninforskene .....	211
F. Slubbemerkning .....	212
G. Orientering til vekstkurven og røntgenfotografiene ....	215
Summary .....	217
Litteratur .....	223
Vekstkurver for svin.	
"        " kaniner.	
Røntgenfotografier av svineknokler.	
"        " kaninknokler.	

---

## Forord.

---

De undersøkelser som denne avhandling bygger paa, er utført paa Forsøgslaboratoriets dyrefysiologiske Afdeling ved den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole i København i tiden 1. Sept. 1930—1. Jan. 1932.

De svin som har vært anvent, har alle sammen staatt i Laboratoriets vekstforsøk, men samtidig har jeg ved elskverdig imøtekommenhet fra herr prof. *H. Møllgaard* faatt lov og anledning til aa foreta mineralstoffundersøkelser samt blodanalyser paa de samme dyr.

Planleggelse av forrasjoner og mineralstofftilskudd er skjedd i fellesskap mellem prof. *H. Møllgaard*, forsøgsleder *Aage Lund* og mig, og det daglige tilsyn av forsøkene er utført av forsøgsleder *Lund* og mig.

Kaninforsøkene er helt gjennomført av mig.

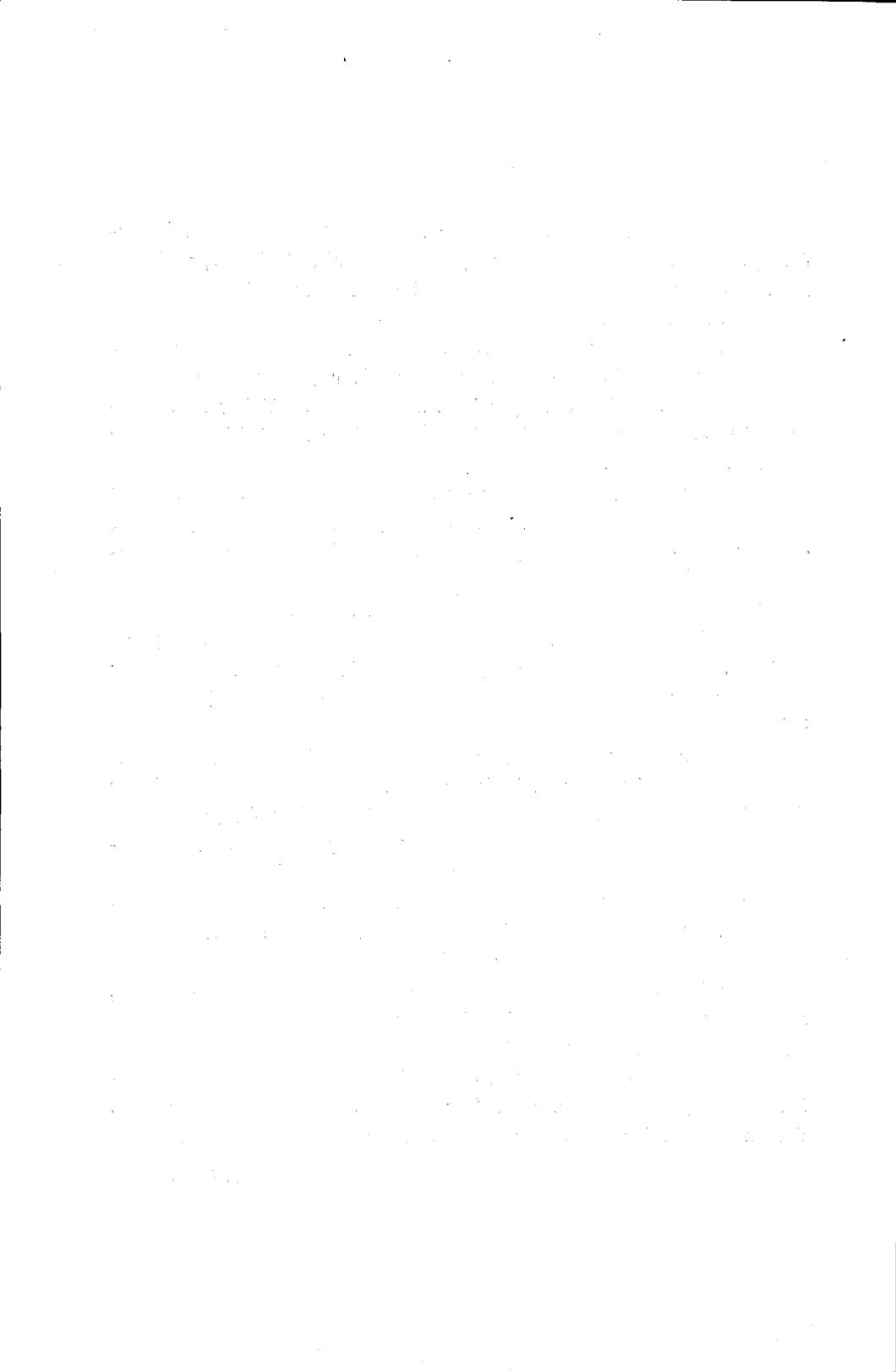
For all direkte hjelp og elskverdig imøtekommenhet jeg har møtt under dette arbeide, vil jeg herved faa bringe forsøgsleder *Aage Lund* og Laboratoriets øvrige personale min hjerteligste takk.

Jeg vil ogsaa gjerne paa dette sted faa uttrykke min hjerteligste og ærbødigste takk til herr prof. *H. Møllgaard*, saavel for den store interesse, hvormed han hele tiden har fulgt mitt arbeide som for de mange gode raad og vink jeg har mottat. Samtidig vil jeg gjerne faa takke for alt hvad han har gitt mig som min lærer gjennom sine forelesninger og eksaminatorier, ved private samtaler og diskusjoner, og ikke minst for det utmerkede, daglige samarbeide paa Laboratoriet.

Jeg vil ogsaa faa takke *Dansk Chemo Therapeutisk Selskap*, som saa generøst har stillet sitt røntgenfotografiapparat til min raadighet, og hvor jeg har tatt alle røntgenfotografiene.

Endelig vil jeg fremføre min beste takk til *Statens Husdyrbrugsudvalg*, Danmark, som har tillatt mig aa trykke og utgi denne avhandling som Beretning fra Forsøgslaboratoriet.

*Lars S. Spildo.*



## 1ste Hovedavsnitt.

### *Innledning.*

Livsytringene, deres aarsak og sammenheng, har lenge interessert menneskene. Dels fordi disse direkte griper meget sterkt inn i vaar egen sundhet og hele vaart ve og vel som mennesker, og dels fordi de spiller en overordentlig stor rolle i alt husdyrbruk. Foruten vaar trang til blott og bart *aa vite*, saa knytter der sig store økonomiske interesser til disse spørsmaal.

Siden ernæringsfysiologien for ca. 100 aar siden begynte aa komme over fra filosofi paa eksperimentell basis, har forskerne, paa grunnlag av forsøk, samlet den viden og formet den lære vi idag har om ernæringen. Paa mange punkter synes det ogsaa som denne lære er nogenlunde fyldestgjørende, m. a. o., at saavel aarsaks- som virkningsforholdet er klarlagt.

Dette er i all fall tilfelle med de organiske næringsstoffer, som ogsaa har vært ofret den største interesse og det største arbeide. Her kan man si, at vi kjenner de viktigste lover og betingelser for *resorbsjon*, *omsetning* og *utnyttelse* i organismen, samt det *behov*, organismen har for disse stoffer.

Om de uorganiske næringsstoffer derimot, kan man ikke si det samme. Baade naar det gjelder *resorbsjon*, den *intermediære omsetning*, *ekskresjon* og *behovet* for de forskjellige uorganiske forbindelser, er vaar viden mangelfull, og meningene ofte motstridende. „De olika mineralämnenas uppgift vid djurnäringen känner man ännu ganska föga“, *Nils Hansson* 1929 (1). „For nu, under Hensyn til hele Usikkerheden i vor Viden om Mineralstoffsiftet hos de planteædende Husdyr, at faa nogle Holdepunkter for praktiske Anvisninger, o. s. v.“ *Holger Mølgaard* (2).

„Unser Wissen über den Umsatz der Mineralstoffe im Organismus, d. h. ihre Aufnahme, Verteilung in den Geweben und Ausscheidung ist noch äusserst lückenhaft“. *W. Heubner* (3).

Og dog er visstnok alle enige om, at dette ikke er uvesentlige ting. Det kan dreie sig om dyr i den aller beste kondisjon, til utrivelighet, vekststans, ufruktbarhet — ja endog alvorlige patologiske tilfeller med dødelig utgang.

For om mulig aa bringe litt mere klarhet over mineralstoffenes betydning i ernæringen til unge, voksende dyr, er det at disse undersøkelser er foretatt.

Ved alle forsøk av denne art, gjelder det aa stille spørsmålene saa klart som mulig for aa faa klare og entydige svar. Det sier sig selv, at man da ikke kan ha for mange variable størrelser med i forsøket. Jeg har i dette arbeide begrenset mig til bare to av hele den store rekke uorganiske stoffer som forekommer saavel i organismen som i forstoffene, nemlig calcium (Ca) og fosfor (P). Videre har jeg kun arbeidet med svin og kaniner.

Før jeg gaar over til aa forklare de utførte forsøk og diskutere de fundne resultater, skal jeg gi en liten oversikt over, hvad man mener aa vite om mineralstoffskiftet — særlig da calcium- og fosforomsetningen i den dyriske organisme. Denne oversikt tror jeg er nødvendig aa ha som grunnlag baade for forstaelsen av og diskusjonen av de senere utførte forsøk og deres resultater.

## Kap. I.

### Mineralstoffskiftet.

#### *A. Dyrekroppens kemiske sammensetning.*

I den eksperimentelle ernæringsfysiologi har kemien spillet en stor rolle — vi kan gjerne si dominerende rolle. Og med rette. Til den livsytring vi kaller vekst, er det klart, at organismen enten direkte maa faa tilført de forbindelser som avleires, eller faa dem i en saadan form, at den selv kan syntetisere disse. Grunnstoffene maa den i alle fall ha, baade kvalitativt og kvantitativt.

Enkelte, Aron, (4) hevder at der regelmessig finnes nogen faa grunnstoffer i organismen som denne kan klare sig foruten (As, Ba, Zn, bl. a.). Men forholdet er enda saa lite undersøkt, at vi kan se bort fra det i denne forbindelse.

Ved aa analysere organismen paa forskjellige stadier i utviklingen, samt tilvekstens sammensetning, kunde man tro, at man derav kunde beregne dyrets *minimumsbehov* til denne produksjon. Det har ogsaa vært gjort. Forholdet er imidlertid ikke saa enkelt. En slik kemisk analyse sier oss nemlig ingenting om utnyttelsen av de samme stoffer. Den er allikevel en meget verdifull støtte baade for vaare forsøk og beregninger, forsaavidt som det viser oss den *laveste grenseverdi* for forets innhold av disse stoffer.

Betrakter vi nu en saadan totalanalyse av dyreorganismen, saa springer det straks i øinene hvilken kvantitativ dominerende rolle de to grunnstoffer Ca og P spiller. Efter disse analyser utgjør CaO og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, for halvfet okse 85,44 %, for halvfet sau (Faar) 82,92, og for tynne svin 80,61 % av samtlige mineralstoffer.

Videre maa vi legge merke til hvor *like* de forskjellige dyreslag er, naar dyrene er i nogenlunde samme hold. Derimot er det f. eks. for svin, en temmelig stor forskjell paa mineralstoffinnholdet enten dyret er *fett* eller *magert*. Mens CaO + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i det magre dyr opgis til 2,145 % av levendevekten, saa utgjør de samme stoffer i det fete svin bare 1,290 %.

Undersøker vi videre *hvor* i organismen de forskjellige stoffer forekommer, faar vi straks en forklaring paa dette forhold.

Efter Gyørgy (Handbuch d. norm. und pathl. physiologie), saa finnes 99 % av alt Ca i organismen i skelettet, og bare 1 % i alle de øvrige organer tilsammen. For P's vedkommende er tallene henholdsvis 65 og 35 %.

Dyrets alder og utviklingstrin spiller ogsaa en rolle for mineralstoffinnholdet. Dette forhold er best og mest systematisk undersøkt for menneskets vedkommende ved analyse av fetus paa forskjellige stadier. Jeg refererer her Charles Michel's analyser (5).

Tab. 1. *Lawes og Gilbert* (citert efter *Forbes* (6) Pct. av lev. vekt.

		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> O	Cl	Si
Okse	{ Halvfet .....	1,839	2,111	0,085	0,205	0,146	0,040	0,038	0,087	0,059	0,013
	{ Fet .....	1,551	1,792	0,061	0,176	0,126	0,024	0,033	0,071	0,055	0,006
Kalv	{ Fet .....	1,535	1,646	0,079	0,206	0,148	0,021	0,041	0,047	0,063	0,005
Sau (Faar)	{ Tynn .....	1,118	1,321	0,056	0,173	0,120	0,037	0,052	0,037	0,072	0,021
	{ Halvfet .....	1,199	1,350	0,052	0,168	0,104	0,042	0,035	0,053	0,051	0,020
	{ Fett .....	1,040	1,184	0,048	0,148	0,097	0,034	0,031	0,041	0,044	0,026
	{ Svært fet .....	1,108	1,240	0,055	0,158	0,129	0,030	0,028	0,049	0,066	0,016
Lam	{ Fet .....	1,126	1,281	0,052	0,166	0,103	0,026	0,039	0,043	0,053	0,012
Svin	{ Tynn .....	1,066	1,079	0,053	0,196	0,110	0,022	0,053	0,021	0,056	0,005
	{ Fet .....	0,654	0,636	0,032	0,138	0,073	0,013	0,029	0,021	0,043	0,003

Tab. 2. Askeinnholdet i et menneskefoster.

Fosterets alder mndr.	Aske ialt %	CaO %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %
3,4	1,729	0,465	0,489
5,0	1,948	0,597	0,643
7,0	2,487	0,804	0,788
Fullbaaret	3,373	1,393	1,282

Tab. 3. Middeltal for askeinnholdet i humerus og femur hos unge rotter.

Alder i dager	Hanner			Hunner		
	Vekt g	% aske i		Vekt g	% aske i	
		Humerus	Femur		Humerus	Femur
23	27,3	17,1	13,3	28,5	17,5	14,3
30	41,3	17,6	14,4	38,7	18,0	15,0
50	74,5	23,5	20,1	74,2	26,4	23,5
65	120,8	31,5	28,3	105,0	31,5	28,8
75	133,2	33,7	31,5	115,8	36,2	33,8
100	162,3	37,8	35,6	137,6	42,0	40,1
150	244,3	43,4	41,3	174,7	45,1	43,0

Tabell 3, som er tatt fra *F. S. Hammett* (7) viser med all ønskelig tydelighet den forandring som foregaar i skelettet under veksten.

En glimrende illustrasjon er ogsaa *Sherman og Macleod's* (8) undersøkelser over Ca-innholdet hos unge, voksende hvite rotter paa forskjellige alderstrinn. Dyrene blev holdt under fullstendig ens ernæringsforhold og ytre omgivelser, og analysene er utført paa hele dyret etterat mave-tarmkanalen var fjernet. Middeltalene for hver aldersgruppe og for hvert kjønn bygger paa fra 10—20 dyr.

Tab. 4. Total Ca-innhold hos hvite rotter (uten mave-tarminnhold).

Alder i dager	Hanner		Hunner		
	Vekt g	% Ca	Vekt g	% Ca	
	4,7	0,25	4,7	0,25	
15	23	0,58	23	0,60	
30	46	0,69	43	0,74	
60	135	0,76	107	0,86	
90	217	0,93	157	1,09	
120	252	1,01	ikke drektig	183	1,09
over 170		Drektig, ell. eft. første fødsel	188	0,99	
(utvoksede dyr)		Utenfor laktasjonsperiod.	178—244	1,17	
	238—363	1,07	Efter laktasjonsperioden	168—262	1,08

Til sammenligning skal jeg gjengi *Robert Bartels* analyser av 2 nyfødte griser (38). Tallene er av mig omregnet fra Ca og P til Ca O og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> for oversiktens skyld.

Tab. 5. CaO- og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-innhold i nyfødte griser.

	Lev. vekt kg	CaO %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %
Gj.sn. av 2 griser	1.225	1.49	1.42

For den første periode av et dyrs liv, er det særlig to ting som er karakteristiske. 1. Den sterke vekst og omdannelse av skelettet. 2. Økning av muskelmassen. Helt fra fosterstadiet foregaar der en kontinuerlig omvandling av det oprindelige, mineralfattige bruskskelett, til det mineralrike benskelett (ossification), samtidig som der foregaar en nydannelse av brusks- og henvev (Jfr. tab. 2 side 5).

Naar disse processer er kommet til et visst stadium, karakteristisk for de enkelte dyrearter og -raser, saa stanser nydannelsen. Ossificationen er paa det nærmeste ferdig. Dannelse av binde- og muskelvev likedan. Dyret er utvokset. Det som det legger paa sig efter den tid og utover dette, er for størstedelen fett. Skelettet hos et utvokset dyr holder sig praktisk talt konstant under jevne, normale ernæringsforhold. Enkelte forskere mener dog, at med stigende alder avtar magnesium- og fosforinnholdet en smule, mens kullsyremengden stiger (9, 10, 11).

For de enkelte *deler* av skelettet vil en analyse beregnet paa frisk masse vise ikke saa liten skilnad i mineralstoffinnholdet.

Mesteparten av denne skilnad skriver sig dog fra ulikt vann- og fettinnhold, slik at *askens* sammensetning er temmelig konstant. Efter *Schrodt* (12) gjengir jeg følgende tabel der viser dette forhold.

Tab. 6. Skelettets pct.iske sammensetning hos hund.

	Av frisk masse %					Av benasken %			
	Vann	Ca	Mg	P	CO <sub>2</sub>	Ca	Mg	P	CO <sub>2</sub>
Hvirvellegemer	44,35	10,42	0,19	4,93	1,85	37,0	0,67	17,5	6,48
Ribben ...	35,58	14,16	0,25	6,59	2,48	37,3	0,67	17,4	6,55
Skulderblad ..	27,36	14,90	0,21	6,72	2,39	37,9	0,54	17,1	5,94
Bekken ...	24,33	14,34	0,21	6,51	2,06	38,1	0,56	17,3	5,47
Laarben ...	19,15	14,36	0,20	6,61	2,33	37,6	0,51	17,3	6,10
Fotrot ...	21,01	17,25	0,23	7,95	2,09	38,0	0,51	17,5	4,61
Kraniet ...	15,68	19,73	0,32	8,95	2,74	38,0	0,61	17,2	5,22

Vanninnholdet svinger i disse tilfeller fra 44,35 % og helt ned til 15,68 %, beregnet paa frisk masse, mens Ca beveger sig i motsatt retning som vannpct. — om enn ikke stigningen er saa stor. At dette ikke er noget som er spesifikt for hunden, viser følgende oversikt; tatt efter *Morgulis* (13).

Tab. 7. Calcium- magnesium- fosfor- og kullsyreinnhold i laarbenet (femur).

	% av vann- og fettfri masse				% av benmasken				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> CaO
	Ca	Mg	P	CO <sub>2</sub>	Ca	Mg	P	CO <sub>2</sub>	
Elg .....	26,9	0,14	12,90	2,88	38,1	0,71	18,3	4,08	0,62
Sau (Faar) ...	26,7	0,60	12,60	3,12	37,3	0,86	17,8	4,35	0,62
Mulesel .....	26,6	0,57	12,70	3,22	38,1	0,82	18,2	4,59	0,62
Flodhest .....	26,5	0,51	12,60	3,23	38,1	0,74	18,1	4,64	0,62
Frosk (Frø) ...	25,8	0,46	12,00	3,38	38,2	0,68	17,8	5,00	0,60
Hund .....	25,0	0,44	11,90	2,97	37,4	0,65	17,7	4,44	0,61
Menneske .....	25,6	0,39	12,30	2,64	38,3	0,58	18,4	3,94	0,62
Hest .....	23,4	0,38	10,70	3,42	38,3	0,57	17,8	5,17	0,60
Skildpadde ...	24,0	0,54	10,40	4,82	38,2	0,86	16,6	7,66	0,57

I siste rubrik har jeg regnet ut forholdet mellem gram-ekvivalentene av P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og CaO. — Fosforsyren regnet som divalent.

Dette konstante forhold mellem mineralstoffene hos saa mange dyrearter, som denne tabel viser, er det som har faatt enkelte til aa fremsette den hypotese at der eksisterer et spesielt salt, „benapatitt“, en apatitt, hvor kulsyren har overtatt fluorets rolle (14, 15).

Det calcium, som ikke er bundet til skelettet, finnes fordelt i samtlige kroppens andre organer — saavel i vev som i vesker.

De ca. 35 % av fosforet, som finnes utenfor skelettet, er ogsaa fordelt paa alle vev og vesker, ofte i adskillig høiere konsentrasjon enn calciumet. Følgende oversikt av *W. Lintzel* (16) viser dette.

Tab. 8. Fosfor i dyrekroppen (Storfe) i % av frisk masse.

	% P.		% P.
Graa hjernemasse .....	1,41	Blod (total) .....	0,018
Hvit hjernemasse .....	1,51	Lever .....	0,107
Den lille hjerne .....	1,42	Lunger .....	0,088
Ryggmarven .....	1,40	Nyrer .....	0,174
Muskler .....	0,27	Skelettet .....	4,25

I alle organer finnes som vi ser, fosfor, om enn i forholdsvis smaa mengder. Centralnervesystemet staar dog i en klasse for sig med ca. 10 ganger saa stort P-innhold som de øvrige organer utenfor skelettet. Aa gaa nærmere inn paa betydningen av dette ligger imidlertid utenfor denne avhandlings oppgave og ramme.

#### B. Calcium og Fosfors tilstandsform i organismen.

Calciumet finnes i skelettet utelukkende som tertiært fosfat og sekundært karbonat. Mengdeforholdet mellom disse skulde efter *Gassmanns* analyser (15) være  $\text{CO}_3 : \text{PO}_4 = 1 : 11$ . Nyere undersøkelser, bl. a. av *Kramer* (17), viser et forhold paa i gjennemsnitt 1 : 7. Fosfatet er saaledes i masse langt overlegent karbonatet. I vev og vevsvesker finnes calciumet baade i joniserte og ujoniserte forbindelser, i oppløst og i kolloid tilstand (3).

Fosforet finnes praktisk talt bare som derivater av orthofosforsyren.

I skelettet er de tertiære Ca- og Mg-salter kvantitativt de viktigste.

I blod, lymfe, melk og urin er de primære og sekundære alkali- og jordalkalifosfater mest fremtredende. Den aktuelle reaksjon i disse vesker (pH. ca. 7), gjør, at tertiære fosfater felles ut eller er meget lite oppløselige.

I vevene finnes fosforet dessuten i mange forskjellige *organiske* bindinger. Mest kjendt er kanskje *lactacidogenet* (en hexosemonofosforsyrester) som *Emlden* for første gang isolerte i uttrekk fra muskelvev, *fosfatider*, som er glyserinfosforsyrestere koblet til fettsyre eller en quaternær ammoniumbase (cholin eller aminoæthylalkohol), og nucleoproteider.

### C. Fordøielse og resorbsjon av Calcium og Fosfor.

**Calcium.** I forstoffene finnes Ca som salter i form av klorider, karbonater, fosfater eller bundet til org. syrer. (Endel finnes ogsaa som Ca-forbindelser i eggehvitestoffene). Utenfor forstoffene kan det være tale om aa tilføre Ca i form av mer eller mindre rene salter (klorid, karbonat, fosfat eller som benmel).

Da der ingen vesensforskjell er paa fordøielsen og resorbsjonen, enten Ca er knyttet til et organisk forstoff, som bygg og høi, eller som uorganisk salt, f. eks.  $\text{CaCO}_3$ , kan de behandles underett i dette avsnitt. *Steenbock, Hart, Sell og Jones* (20), har vist, at saavel lactatet, karbonatet, fosfatet og silicatet utnyttes av organismen.

*Hart, Mc. Collum og Füller* (18) forede svin med Ca-fosfat og fikk posetiv resorbsjon.

Videre skal nevnes foringsforsøk med hunder foret med tricalciumfosfat av *Aron og Freese* (19) og *Zuckmeyers* fistelforsøk med Ca-fordøielsen (21) og *v. Wendt's* oversikt over utnyttelsen av Ca-saltene (22).

Felles for disse Ca-salter er, at de praktisk talt alle oppløses først naar de kommer ned til mavens saltsyre. I oppløst form kan de saa, som andre stoffer, vandre gjennom tarmepithelet. Men vi møter en annen vanskelighet her. Ved de pH verdier som finnes i tarmkanalen, er Ca-jonen, naar der er fosforsyrejoner tilstede, ikke stabil. Den felles ut. Ved en aktuell reaksjon

i jejunum paa pH = 7,8, vil ifølge *Klincke* (23) kun 0,2—0,4 mg Ca pr. liter tarminnhold kunne holde sig opløst, naar der er fosforsyrejoner tilstede. I duodenum ser det derimot ut til aa herske en svak sur eller nøytral reaksjon.

Her kan da endel Ca-joner eksistere trods tilstedeværelse av fosforsyrejoner.

At H-jonkonsentrasjonen spiller en rolle ved Ca-resorbsjonen, viser forsøk med rotter, hvor melkesyre, gitt pr. os, gav bedre Ca-resorbsjon enn uten melkesyretillskudd, mens denne virkning uteblev dersom melkesyren blev gitt parenteralt (24, 25). Forklaringen er, at ved gjæring i mave-tarmkanalen dannes der av melkesukkeret endel organisk syre som altsaa øker joniseringen og derved fremmer Ca-resorbsjonen. *Magel* og *Harvey's* (26) forsøk med 12 uker gamle svin, som de foret med kornblanding og melk, synes aa tyde paa det samme. Kokt melk gav daarligere Ca- og P-avleiring enn ukokt, og denne igjen daarligere enn syret melk. Ved kokningen overføres melkens Ca-salter i en mindre diffusibel og vanskeligere oppløselig tilstand. Og hvad som kanskje er like saa viktig, calciumsaltene felles ut i snerken og setter sig rundt randen paa karret, og fester saa fast til dette, at de ikke kommer med, naar melken helles ut. Kokt melk vil derfor lett bli kalkfattigere enn ukokt (27).

Ennu et forhold ved calciumfordøielsen maa nevnes. Det er fettets betydning. Ved samtidig tilstedeværelse av fett og Ca i tarmkanalen, vil der danne sig endel kalksæper, som i sig selv er meget lite joniserbare; men ved paavirkning av gallesyrer, som cholsyre og desoxycholsyre, blir disse kalksæper ultrafiltrable og maa antas aa kunne passere tarmepithelet (23).

Spør man saa hvor henne i tarmkanalen resorbsjonen av Ca foregaar, da maa vi svare, at etter det vi nu vet, saa foregaar der en smule resorbsjon gjennom hele mave-tarmkanalen. Den alt overveiende del resorberes dog fra tynntarmen, og en stor del av de oppløste kalksalter resorberes allerede i duodenum. *E. Wildt* (28) fant at  $\frac{3}{4}$  av det tilførte Ca resorberes fra tynntarmen. *Förster* (29) fant at allerede etter 4½ time var 50—60 % av alt tilført Ca resorbert.

Med nyere og bedre metodikk er disse gamle forsøk tatt op igjen og bekreftet.

*Aristowsky* (30) kunde ved glimrende gjennomførte forsøk paa hunder vise, at Ca og P resorberes omtrent like hurtig — kanskje P en smule hurtigere enn Ca. I jejunum var liten eller ingen resorbsjon, først i ileum foregikk der en livlig saadan, baade for Ca's og for P's vedkommende.

Videre fant *Aristowsky*, at dersom han forede hunden med Ca fattig kjøtt, kunde han ikke paavise nogen Ca-resorbsjon — ja den kunde endog bli negativ — d. v. s. at en analyse av tarmchymus viste et større Ca-innhold enn foret. Her maatte altsaa ha foregaatt en *ekskresjon* av Ca fra organismen gjennom tarmepithelet.

## 2. Fosfor.

Den gamle forestilling at kun organiske fosforforbindelser (fosfatider, lecitiner, nucleiner, m. fl.) kan tjene til opbygning av de fosforholdige stoffer i dyreorganismen, er nu forlatt. Det kjente forsøk av *Fingerling* (31) hvor han holdt eggleggende ender gjennom flere maaneder paa en kost, som praktisk talt var fri for organisk fosfor, men inneholdt uorganiske fosforsalter, viste at endene trivedes, la egg og produserte mere organiske fosforforbindelser enn der oprindelig var i hele dyret.

*Osborne* og *Mendel* (32) holdt rotter i 1½ maaned paa bare uorganiske fosforforbindelser uten aa opdage sykelige utslag. De uorganiske fosforforbindelser det kan bli tale om aa bruke som tilskudd i ernæringen, er orthofosforsyrens alkali-, magnesium- og calciumsalte. Herunder kommer ogsaa benmel som nevnt under omtalen av calcium.

Om selve resorbsjonen er meningene delte. Det som oppløses av syrene i mave-tarmkanalen, kan vi fort bli ferdig med. Det passerer over i blodet ved diffusjon. Men for de mange organiske fosforforbindelser, som ikke lar sig ekstrahere eller oppløse ved de i mave-tarmkanalen forekommende konsentrasjoner, men som dog faktisk — efter forsøk — utnyttes av organismen, strekker de osmotiske forklaringer ikke til. Nogen forskere mener at disse forbindelser ad fermentativ vei spaltes til diffusible molekylgrupper (33, 34), mens andre mener, at tarmepithelet ogsaa kan resorbere mere komplekse fosforforbindelser, som f. eks. lecitin (35, 36). Ved tilstedeværelse av calcium, vil, som tidligere om-

talt, fosfatet felles ut ved nøytral eller svakt alkalisk reaksjon. Vi møter altsaa de samme vanskeligheter for forstaaelsen av fosforsyre-resorbsjonen, som vi nevnte under omtalen av calciemet. Selvom vi tar med hele vaart kjennskap til iso- og hyper-toniske opløsninger, de elektriske krefter i elektrolytt-systemer og de spesielle egenskaper ved kolloidsystemene, saa maa der en god porsjon „tro“ til for aa faa flyttet over fra tarmen til blodet et tilstrekkelig stort antall calcium- og fosforsyre-molekyler. Enkle og kjente fysisk-kemiske lover strekker ikke til. Dermed mener jeg ikke at disse lover ikke eksisterer, heller ikke at de er suspendert fra aa gjelde for den dyriske organisme. Men kort og godt. Det maa være trinn eller faser i denne reaksjonskjede som vi ikke kjenner.

Anerkjenner vi derimot — hvad enkelte forskere ogsaa gjør — en *aktiv* virksomhet fra ephithelsellene paa trods av *osmotiske trykkdifferenser* og *elektriske potensialer*, da blir problemet overmaate enkelt. Tanken er besnærende, og den løser unektelig en hel rekke vanskeligheter i fysiologien (Protein- og fettstoffenes resorbsjon, urinekskresjonen, melkesekresjonen m. fl.). Der er ogsaa ting som tyder paa at det virkelig er slik. Paa den annen side møter teorien eller hypotesen mange motsigelser. Den strenge parallellitet mellom enkelte stoffer, og den avgjørende innflydelse som visse exogene faktorer har paa hele Ca- og P-omsetningen, tjener ikke til at styrke troen paa en sellenes egen aktive virksomhet.

Kun ett er sikkert: At fosforsyren fra de forskjelligste forbindelser, kan, og som regel vil resorberes. *Fingerling* (37) fant ved forsøk med gjet og lam, og hvor han forede med saavel organiske som uorganiske fosforforbindelser, at 50—90 % av P i foret utnyttet av organismen. *Bartels* (38) fant 60—70 % utnyttelse av P hos pattende smaagriser.

Hvor foregaar saa resorbsjonen av fosforsyren?

*Wildt* (28) fant at P vesentlig resorberes i duodenum. *Aristowsky* (30), at det foregaar baade i duodenum og jejunum, men serlig fra ileum. Derav kan vi trygt slutte, at hele tynntarmen er resorbsjonsstedet for fosforsyren.

Resumerer vi det som er sagt om fordøielse og resorbsjon av Ca og P, saa kan det samles i følgende satser:

1. Alle, saavel organiske som uorganiske, calcium- og fosforforbindelser som opløses av mavens saltsyre, kan resorberes og nyttes i organismen.

2. P resorberes litt hurtigere enn Ca; men forskjellen er ikke stor.

3. Resorbsjonen baade av Ca og P foregaar utelukkende fra tynntarmen.

4. Endel av de kalksæper som fett danner med Ca, resorberes ved galdens hjelp.

5. Enkelte uopløselige, ikke diffusible, organiske fosforforbindelser ser ut til aa kunne resorberes som saadanne.

#### D. Calcium og Fosfors utskillelsesforhold.

Normalt har et dyr følgende fire veier, hvorpaa det kan transportere stoffer eller forbindelser det vil kvitte sig med, ut fra organismen:

1. Gjødsele (fæces).

2. Urinen.

3. Aandeluften (Lungeventilationen).

4. Svetten (Perspiration).

Fra de org. næringsstoffers omsetning er vi vant til aa betrakte gjødsele som de uresorbere og uresorberebare rester fra foret, mens det som kommer ut i urinen, aandeluften og svetten, stammer fra resorbere og i organismen omsatte forbindelser.

Naar det gjelder mineralstoffene, er ikke forholdet saa enkelt. Den iakttagelse er titt blit gjort, at der kommer ut mere Ca og P i gjødsele, enn totalmengden i det for dyret har faatt. *Tigerstedt* (39) fant efter tilførsel av 0,027 g P en utskillelse paa 0,134 g P i fæces. *Renvall* (40) fant efter daglig tilførsel av 0,112—0,120 g P en utskillelse gjennom fæces paa 0,223 g P. De bekjente sultekunstnere *Breithaupt* og *Cetti* (41) utskilte ved fullstendig hunger i middeltal henholdsvis 0,044 og 0,065 g P i fæces. Disse smaa mengder kan godt antas aa stamme fra fordøiellessekreter og selleavfall; mens *Tigerstedts* og *Renvalls* resultater kun kan forklares som en ekskresjon av P fra organismen og ut i tarmlumen.

Det samme kan sies om *Aubs* forsøk (42), hvor de i forsøk med 13 personer paa i gjennemsnitt 42 aar i 3 dagers forsøks-

perioder fant 0,60 g Ca i fæces efter en tilførsel paa 0,33 gennem tarmveggen.

Allerede *Liebig* var klar over dette forhold, ser det ut til. Han skrev nemlig følgende (28):

„Infolge des chemischen Beschaffenheit des Harnes die durch den Stoffwechsel frei gewordene Phosphor-säure nicht durch die Niere austreten könnte, sondern von dem Blute aus dem Darne Zugeführt wird, das mithin ein Teil des Darmkanals die Funktion des Nierens als Absonderungsorgan übernimmt“.

Det første eksperimentelle bevis leverte dog *E. Wildt* i 1875 (28). Ved en bestemt metodikk hvor han blandede en ikke resorberbar forbindelse (kiseltsyre) i foret til verer, fant han at  $\frac{3}{4}$  av den tilførte kalk resorberes i tynntarmen og at  $\frac{2}{3}$  av denne mengde atter utskilles i tykktarmen.

*Oeri* (43) gav en forsøksperson Na-fosfat i maaltider som var tydelig avgrenset ved tilblanding av et uresorberbart farvestoff. Det viste sig da at *fosforsyren utskilles i tykktarmen — og sannsynligvis som tertiært calciumsalt*. Videre fant han at denne utskillelse foregikk saa *hurtig*, at calciumfosfatene utskiltes før i colon enn de *ufordøiede rester av forsøksforet rakk aa naa dit*.

Endelig skal nevnes at flere forskere har studert utskillelsen ved parenteralt tilførte Ca- og P-forbindelser, og der kunnet paavise at saavel Ca som P utskilles baade gjennom urinen og gjennom tarmepithelet (44, 45).

Selvom denne fremgangsmaate, med relativt store doser gitt parenteralt, er blitt sterkt kritisert, som en høist „ufysiologisk“ tilstand, saa har det dog vist oss at baade Ca og P *kan* utskilles paa denne maate gjennom tarmkanalen.

De to andre veier det kunde være tale om at stoffene kunde forlate organismen paa, aandeluften og svetten, spiller ingen rolle for Ca og P's vedkom. Disse to stoffers salter er ikke flyktige. Intet vil derfor passere lungene, og ifølge *Taylor* (46) saa utskilles bare ca. 0,1 % av alle fosfater gjennom huden. Derved kan ogsaa denne faktor settes utenfor ved disse betraktninger.

Samler vi resultatene av de hittil utførte forsøk over calcium og fosfors utskillelse i dyreorganismen, kan vi slaa fast:

1. Ca og P utskilles normalt baade gjennom tarmkanalen og gjennom nyrene.

2. Utskillelsen gjennom tarmkanalen foregaar vesentlig i colon.

3. En Ca- og P-bestemmelse i fæces sier oss ingenting om fordøieligheten og resorberbarheten av disse stoffer.

4. Ca- og P-mengden i urinen er ikke noget eksakt maal for disse stoffers omsetning i organismen.

#### E. Organismens Calcium- og Fosforbehov.

Efter det som foran er fremholdt, maa vi ha rett til aa slutte, at *tilveksten* hos et *utvokset* dyr — hvilket som regel vil si fettavleiring + litt protein — kun har et meget lite *calciumbehov*. Behovet for *fosforsyre* er derimot mere avhengig av *proteinavleiringen* og dannelsen av organiske fosforforbindelser.

Tilveksten hos et *ungt, voksende* individ — (skelettvekst, ossificasjon, proteinavleiring, men forholdsvis lite fett) — skulde derimot ha et *stort* behov baade for *calcium* og for *fosforsyre*.

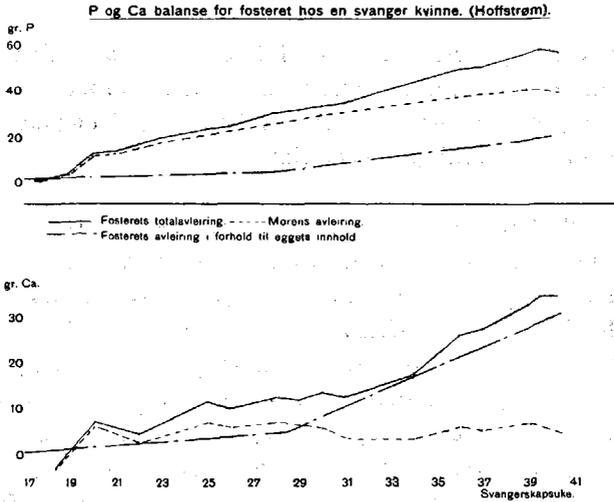
Omvent kan vi likedan slutte, at en større forandring i *Ca-balansen* vesentlig maa gaa ut over *skelettet*. Viser saaledes balanseforsøk med melkedyr at de avgir mere Ca enn de tar inn, vil det gjennom en lengere periode uvegerlig føre til en *decalcinerig* av skelettet. Som vi senere skal se, vil det ikke bare gaa ut over Ca, men ogsaa andre stoffer rives med, slik at man heller burde tale om en *demineralisasjon*.

En forandring i P-balansen maa derimot, ut fra de samme betraktninger, ikke nødvendigvis i den grad gaa ut over skelettet som tilfelle er for Ca. Vi skal nu se at disse rent deduktive slutninger ogsaa stemmer med de forsøk som er gjort.

Alle forskere er enige om at til vekst og melkeproduksjon har vore husdyr et *stort* behov av calcium og fosforsyre, men *hvor* stort dette behov er, har ingen kunnet angi med sikkerhet. Her finnes ingen uklanderlige forsøk paa dette omraade.

Saadanne forsøk hører ogsaa til de vanskeligste stoffskifteundersøkelser vi har. Baade i sin teknikk, og i det aa kunne begrense antallet variable faktorer, uten at forsøket skal bli altfor omfattende, stilles der store krav ved disse forsøk.

Endel brukbare balanseforsøk er utført paa mennesker. Efter *Hoffstrøm* (47) og *Hamilton* (48) gjengis følgende grafiske fremstillinger.



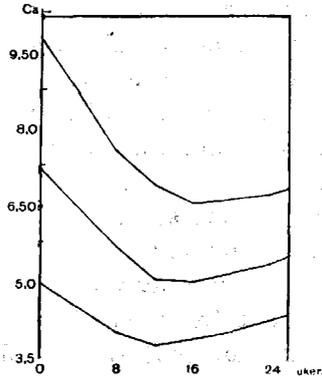
Vi ser her hvordan de to grunnstoffers avleiring følges praktisk talt parallelt, og avleiringen er i stadig stigende fremover i svangerskapet. Dette vil igjen si at *behovet* for disse stoffer stiger i samme tidsrum og tempo.

### Kroppens Calciuminnhold

hos normale barn ved forskjellig alder.

Alle brysternærte, men med ulik begynnelsestidspunkt.

(Efter B. Hamilton).



Den nedgang i Ca-inholdet i de første 3 mdr. efter fødselen som denne undersøkelse av *Hamilton* viser, er ogsaa paavist for dyr — *Aron* (49), og kan derfor betraktes som generell. Det dreier sig ikke bare om en relativ hurtigere vekst av de bløte organer i forhold til skelettet, men ogsaa en direkte uttæring av kalken fra knoklene. Det var dette *Friedleben* (50) kalte „fysiologisk osteoporose“.

Spontant og uten noget som helst terapeutisk inngrep, forandrer ogsaa dette forhold sig ved 3—4 mnd. alder, og Ca-avleiringen stiger nu jevnt en tid fremover.

For tilveksten hos unge svin fant *R. Bartels* (38) følgende tall:

Tab. 9. Tilvekstens sammensetning hos svin (*Bartels*).

Vegt fra—til	Daglig avleiret						$\frac{P_2O_5}{CaO}$
	Ialt		Pr. 100 kg lev. vekt		i % av tilveksten		
	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1,3 kg— 3,25 gj.sn. 2,28.	1,51	1,35	66,0	59,0	0,93	0,84	0,71
17,3 kg—20,50 gj.sn. 18,90.	5,45	4,48	28,8	23,70	1,02	0,84	0,65

Tallene har jeg omregnet fra Ca og P til CaO og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, likedan for avleiret pr. 100 kg lev. vekt, og i pct. av tilveksten.

Jeg skal ogsaa ta med *Weisers* og *Zaitscheck's* analyser over tilveksten hos svin paa forskjellige alderstrin (51).

Tab. 10. Calcium- fosfor- og kvelstoff-avleiring hos svin paa forskjellige alderstrin (*Weiser* og *Zaitscheck*).

Alder i uker	Levende vekt kg	Daglig avleiret pr. 100 kg lev. vekt			$\frac{P_2O_5}{CaO}$
		CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	N g	
16	38,6	34,84	27,0	15,98	0,62
16	39,2	32,46	26,32	17,16	0,64
30	45,0	29,39	22,43	15,91	0,60
20	46,3	27,15	23,12	14,87	0,67
25	48,0	12,87	14,19	30,98	0,87
25	49,5	11,61	8,93	27,98	0,61
28	57,5	10,07	8,01	27,28	0,63
28	58,1	10,63	6,64	25,51	0,50

Tallene for Ca og P er av mig ogsaa her omregnet til CaO og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, likesom jeg for begge tabellers vedkommende har regnet ut kvotienten  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  uttrykt i ekvivalenter.

Disse tabeller sier oss for det første, at det hos svin, likesom ved *Hamiltons* forsøk med barn, i den første del av det extrauterine liv foregaar en relativ *kalkavmagring*. — Tilveksten i *Bartels'* svin er i begge perioder adskillig Ca-fattigere enn den nyfødte unge og ikke saa lite under gjennomsnittet for totalinnholdet hos svin i tab. 1. Balansen er dog positiv — ja der avleires tilmed store mengder Ca i forhold til dyrets lev. vekt; men fosforsyreavleiringen er relativt større. —

Efter tab. 5 er der i den nyfødte gris 1,49 % CaO og 1,42 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Tar vi hele tilveksten fra 1,3 kg (fødsel) til 20,5 kg lev. vekt (tab. 9) saa inneholder den bare ca. 1 % CaO og 0,84 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Enkelte har forklart denne „fysiologiske osteoporose“ som uttrykk for en næringsdeficit, m. a. o. at ogsaa morsmelken skulde være ufullkommen m. h. t. mineralstoffinnholdet.

Det er dog flere ting som taler imot denne antagelse. For det første den høie utnyttelse av Ca i melk (60—90 %); men serlig det forhold at hos mennesker ialfall, der dette er best undersøkt, der inntreffer det ved 3—4 mnd. alder spontant og uten nogen ytre forandring, en sterk og varig stigning i Ca-retensjonen. For svin er ikke dette saa systematisk undersøkt, at man kan si naar og hvor denne forandring inntreffer.

Dernest forteller tabellene oss, at mesteparten av forbeningsprosessen — avleiring av calcium- og fosfat-salter — foregaar i svinets første halvaar.

Skelettdannelsen er dog ikke ferdig, men fortsetter med nogenlunde konstante verdier beregnet paa 100 kg lev. vekt saa lenge disse undersøkelser gaar (7 mndr.). Det er dog grunn til aa merke sig at disse svin (i *Weisers* og *Zaitschecks* tabeller) bare veier ca.  $\frac{3}{4}$  av hvad vi hos oss anser som passende vekt for en 28 uker gammel gris. Det er derfor en mulighet for at raskt voksende raser (dyr) har en ennu sterkere calcium- og fosforavleiring i det første halvaar.

Endelig sier *Bartels* forsøk oss at den daglige avleiring hos 17—29 kg's svin er 5—6 g CaO og 4—5 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Om denne

avleiring er „normal“ fordi den stemmer med skelettets  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  kvotient, 0,62, er mere tvilsomt. Den relativt lave fosforsyreavleiring, kommer sansynligvis av en liten protein- og en større fettavleiring.

Paa grunnlag av disse og lignende forsøk, dels tilvekstens sammensetning, dels balanseforsøk, samt beregninger fra kjente, „tilfredsstillende“ rasjoners sammensetning, har man søkt aa skaffe endel oppgaver over calcium- og fosforsyrebehovet til svin.

*Kellner* angir i sin bok (52) 12 g Ca CO<sub>3</sub> + 12 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> daglig som passende gjennomsnit i det første leveaar. — *Hart, Mc. Colum og Füller* (53) finner at 4—5 g P (18—23 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) er tilstrekkelig til 25 kg's griser, og 3 g P (13,7 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) anser de for minimum for aa faa tilfredsstillende vekst.

*Weiser* (54) fant ved sine forsøk, at ved kornfodring var Ca desidert minimumsfaktor — ja satte endog grense for P-retensjonen. *Weiser* regner 10—11 g CaCO<sub>3</sub> pr. 100 kg lev. vekt som tilstrekkelig til aa skaffe posetiv kalsiumbalanse. („Die Menge des Kohlensäures Kalkes, bei der man bestimmt auf eine starke Calciumretention rechnen kann, beträgt 10 bis 11 g auf 100 kg Lebengewicht“).

*Bartels'* (38) resultater kan man summere saaledes: Rasjoner bestaaende av korn + kjøttmel eller bare litt fiskemel, bør ha et tilskudd av 1—2 % Ca CO<sub>3</sub>. Brukes mere fiskemel eller torskemel ved siden av korn, saa er 0,5—1,0 % Ca CO<sub>3</sub> passende.

*Møllgaard* resumerer i sin bok (2): „Til svin kan man give Benmel 15—30 g pr. Dag. Naar de faar rigelige Mengder af Skummetmælk eller Valle, er der ingen Grund til særligt Tilskud af Natriumsalte udover hvad der forefindes i Benmelet. Anvendes betydelige Mengder af Majs i Foderet, bør vistnok Kalktilskudet sættes noget op“.

Som man ser, saa befinner vi oss paa noksaa løs grunn. Bare den ting at det tallmessige uttrykk for Ca- og P-behovet varierer med over 100 % hos de forskjellige forfattere, er nok til aa si oss at her *vet* vi igrunnen uhyre lite.

Det er ogsaa naturligt at det er slik. Paa et omraade der saanærsagt uendelige mange faktorer og forhold spiller inn, der er

det ingen lett opgave aa trenge til bunns og klarlegge disse forhold og faktorer.

Vi tror vi kjenner endel av de faktorer som innfluere paa Ca- og P-omsetningen i organismen; men der finnes ogsaa flere faktorer som vi kun vet eksisterer. Vi *kjenner* dem bare ikke.

Ca- og P-behovet hos unge, voksende dyr kan neppe i dag fastslaaes ved ett tall alene; vi maa foreløbig slaa oss til taals med de forøvrig temmelig vide grenseverdier og med de holdepunkter som er gitt her i Kap. I.

## Kap. II.

### Faktorer som har innflydelse paa omsetningen av Calcium og Fosfor i organismen.

Paa dette felt er forsøkene ennu saa lite sammenarbeidd og meningene saa lite klarnet, at jeg kun ganske kort skal summere det vesentligste — selvom det tildels kan virke som postulater. Enkelte av disse ting vil ogsaa bli tatt op igjen under 2. Hovedavsnitt og drøftet litt mere inngaaende der.

For oversiktens skyld, vil jeg dele disse faktorer i to grupper.

A. Exogene (ydre) faktorer.

B. Endogene (indre) faktorer.

#### A. Exogene faktorer.

##### 1. De absolutte mengder.

Det første vi her naturlig vil spørre om, er: Har de absolutte mengder av Ca og P i foret noget aa si for resorpsjon og utskillelse?

Ser man bort fra den øverste grenseverdi, da salttilskuddet har naadd en saadan konsentrasjon at dyret faar fordøielsesforstyrrelser, tarmlidelser, forgiftninger — altsaa generelle saltvirkninger, — ser man bort fra disse tilfeller, saa maa man svare et nei paa dette spørsmaal. Alle andre forhold like, ser det ikke ut til at mineralstofftilskuddets størrelse har nogen innflydelse hverken paa retningen eller forløpet av resorpsjons- og utskillesproessen. (*Mc. Collums: The newer Knowledge of Nutrition*).

At dyret har et minimumsbehov for de forskjellige mineralstoffer, er en sak for sig, men det ser ikke ut til aa kunne forrykke kvotienten mellom disse stoffers resorbsjons- og utskillelisesverdier.

## 2. Kvotienten $\frac{P_2O_5}{CaO}$ i foret.

Forholdet mellom gramekvivalenter  $P_2O_5$  og  $CaO$  i foret ser derimot ut til aa spille en større rolle. Allerede under omtalen av skelettets sammesetning, saa vi at der eksisterer et ganske bestemt forhold mellom P og Ca. Denne kvotient mellem de tilstedeværende gram-ekvivalenter av fosforsyre og calcium — naar den første regnes for divalent, ligger, som vi har sett, ved 0,62. Sulter vi nu et dyr, eller bare underernærer det, slik at det staar med negativ P- og Ca-balanse gjennom en lengere tid, da vet vi at dette i første rekke maa gaa ut over skelettet. Slaar vi saa dyret ihjel og analyserer skelettet, vil vi finne, at det samlede mineralstoffinnhold har gaatt tilbake, men kvotienten  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  er praktisk talt den samme (55). Ja selvom dyret kun underernæres med ett av disse to stoffer, finner vi ogsaa det ovenfor nevnte billede. Dette skulde tyde paa at der er et avhengighetsforhold mellom P og Ca i organismen. *Howland* sier (56): „One is impressed with the constancy of the Ca:P ratio in the different bones of the same individual as well as in bones of different individuals both rachitic and nonrachitic.“

For 50 aar siden viste *Tereg* og *Arnold* (57) at naar de satte kridt til fosfatrik næring, saa øket P i fæces, mens P i urinen minket. *Gregersen* (58) og *Oeri* (43) har vist at dette er tilfelle baade hos mennesker og dyr. Jfr. ogsaa *Holst* (59).

Efter disse og andre lignende iagttagelser og forsøk, kan vi slutte at en forskyvning av denne kvotient vil influere sterkt baade paa resorbsjonen, og derved paa den totale omsetning av disse stoffer. Forklaringen har vært søkt i det forhold vi allerede har omtalt, at urinen kun kan ekspedere et begrenset kvantum calciumfosfat — varierende efter H-jon konsentrasjonen. Overskytende mengder maa henvises til tarmkanalen som utskillelisesvei, og kommer her vesentlig ut som tertiært calciumfosfat, ser det ut til (jfr. *Oeri* (43)). Forskyves kvotienten meget, kan vi endog komme til det paradoksale resultat at organis-

men tappes for fosforsyre p. gr. a. overskuddstilførsel av calcium, og vice versa.

### 3. Forholdet mellem $\frac{\text{syre}}{\text{base}}$ ekvivalenter.

Under omtalen av Ca- og P-fordøielisen nevnte vi at disse stoffer, efter alt aa dømme, vesentlig resorberes ad diffusjonsmessig vei som *opløste* forbindelser. Alt som har innflydelse paa Ca- og P-forbindelsenes oppløselighet, vil derfor ogsaa faa betydning for *resorbsjonen*. Nu vet vi at overskudd av Ca eller andre katjoner vil nedsette oppløseligheten av calciumfosfatene — ja tilmed felle dem ut som sekundære eller tertiære salte. Paa den annen side vil et syreoverskudd fremme oppløseligheten og man kunde vente en øket resorbsjon. (Jfr. den gunstige virkning paa Ca-resorbsjonen efter peroralt tilført melkesyre).

Her skal ogsaa nevnes den gamle, velkjente iakttagelse at mens *carnivoræ* og *omnivoræ* regelmessig har ikke saa lite fosforsyre og kalk i sin urin, saa er urinen til *herbivoræ* normalt praktisk talt fri for fosforsyre. Der hersker regelmessig ogsaa en annen ulikhet for urinens vedkommende hos disse dyr. Hos kjøttere og altetere er urinen som oftest sur, tildels sterkt sur; mens planteterne som regel har alkalisk reagerende urin.

*Liebig* knyttet disse iagttagelser sammen og kom med en rent kemisk-fysisk forklaring, som forresten ser ut til aa være brukbar. Ved alkalisk reaksjon er bare en ytterst liten del av calciumsfosfatene oppløselige, og følgelig *kan* de ikke utskilles ved dette medium; men maa henvises til tarmkanalen som utførselsvei. (Dette spøragsmaal er nærmere omtalt i kap. D.).

For aa etterprøve dette, har man gitt hunder, som paa blandet kost utskiller betydelige mengder P i urinen, bare vegetabilisk og baserik kost, og P i urinen forsvinner. Gjør man paa den annen side, (ved en forforandring) urinen hos plantetere sur, saa kommer ogsaa der betydelige mengder P og Ca i urinen; mot at innholdet av de samme stoffer i gjødselen minker tilsvarende (60). Forholdet mellem syre-base ekvivalentene i foret har saaledes innflydelse paa *fordelingen* av Ca og P i gjødsel og urin.

Stiller vi dette og som brøk:  $\frac{\text{fæces Ca}}{\text{urin Ca}}$  og  $\frac{\text{fæces P}}{\text{urin P}}$ , faar vi at en

økning av syremengden senker denne kvotient, og omvendt ved økning av baseekvivalentene (61).

Det er dog ikke bare exogene, acidotisk virkende stoffer som har denne innflydelse. Exogene acidotica vil i de fleste tilfeller si direkte syretilskudd, sure salter, eller organiske forbindelser som ved gjæring eller nedbrytning i mave-tarmkanalen danner syrer. Ikke bare disse, men ogsaa endogent acidotisk virkende stoffer har den samme innflydelse paa P- og Ca-utskillelsen. Injiceres  $\text{NH}_4\text{Cl}$  — et i sig selv nøytralt stoff — intravenøst, vil det snart vise acidotiske virkninger, idet det ved intermediær omsetning virker som en svak syre. Det samme er tilfelle ved hungerstoffskiftet, hvor frigjort fosforsyre og svovelsyre bl. a. primært vil forsøke aa forskyve pH verdien i blodet. Den acidotetilstand, — med sterkt øket urin -P og -Ca —, som opstaar ved diabetisk ketose, læges ved alkalimedikamentasjon d. v. s. P og Ca forsvinner fra urinen (62).

Disse og andre iakttagelser tyder paa at vi her staar overfor generelle lover. Men om nu det økede innhold av P og Ca i gjødselen efter et baseoverskudd i foret, skyldes en *resorbsjonsforstyrrelse* eller en generell forandring i de indre *utskillelserforhold*, kan man ennå ikke avgjøre.

*Katahara* (63) forklarer det slik at calciumfosfatet dannes i tarmepithelet — vesentlig i bægercellerne —, utkrystaliserer, utstøtes saa i lumen og fjernes. En alkalisk rasjon vil fremme eller skynde paa denne utfelningsproces, mens et syreoverskudd i mave-tarmkanalen vil motvirke den. Ja der kan endog være tale om at allerede utfelt calciumfosfat opløses igjen, og der skjer en reresorbsjon. *Telfer* (64) og *Jones* (65, 66) forklarer forholdet litt anderledes. De mener at ved overskudd av alkalitilførsel pr. os, vil calciumfosfatene *felles ut i tarmkanalen* og passere igjennem *uresorbert*, og at *dette* er den umiddelbare aarsak til den økede mengde fæces -Ca og -P. Naar saa resorbsjonen svikter, blir det mindre som skal transporteres ut fra legemets indre omsetning: Urin-Ca og -P avtar! Ethvert syreoverskudd vil paa den anden side fremme calciumfosfatenes oppløselighet, og lette resorbsjonen. Her blir adskillig mere som maa skaffes bort fra organismens indre, følgelig *øker* urin-P og -Ca.

Teorien er besnærende enkel. Den motsies dog paa det kraf-  
tigste baade av de parenteralt tilførte og de intermediært vir-  
kende alkalotica og acidotica som allerede omtalt. Men at de  
rent primære oppløselighetsforhold i mave-tarmkanalen spiller en  
stor rolle, og at en hel del av fæces-Ca og -P er uresorberte rester,  
lar sig nok heller ikke benekte.

Syre-baseforholdet griper dog adskillig dypere inn i omset-  
ningen enn bare til fordelingen av Ca og P i gjødsel og urin.  
Fores et dyr med et konstant større overskudd av lett resorber-  
bare syreekvivalenter som ikke brenner op i organismen, maa  
dyret paa en eller annen maate forsøke aa kvitte sig med disse.  
Er det fosforsyre som er i overskudd, saa utskilles den dels gjøn-  
nem urinen, dels gjennom gjødselen, og i siste tilfelle, vesent-  
lig som tertiært calciumfosfat. Det som gaar gjennom urinen  
kommer ut som prim. eller sek. K-, Mg-, Ca- eller NH<sub>4</sub>-salter.  
Andre anjoner som Cl, SO<sub>4</sub>, ubrennbare organiske syreanjo-  
ner o. lign., vil for den aller største del komme ut gjennom uri-  
nen. De fleste knyttes til en base (Na, K, Mg, Ca eller NH<sub>4</sub>),  
om enn nyrene — til en viss grad i all fall — ogsaa har evne  
til aa utskille sure valenser. Paa denne maaten kan der bli et  
saa stort „behov“ for basiske valenser for aa hindre syreophop-  
ning i blodet, at skelettreserven maa mobiliseres. Vi faar en osteo-  
porose (67). Ja vi behøver ikke engang gaa til noget saa „kun-  
stig“ som aa gi dyret fortynnet syre. Selv ved de „naturlige“ for-  
midler, mais, korn og oljekaker, er der et ikke saa lite syreover-  
skudd i forets aske. Ved lengere tids foring med slike forstoffer  
faar man negativ Ca- (tildels ogsaa P-)balanse, daarlig vekst og  
tilslutt skelettforstyrrelser. *Stephan Weiser* (54, 68) utførte for-  
søk med svin paa utelukkende maisforing og fikk en sterk inn-  
flydelse paa Ca- og P-balansen.

*Arthur Scheunert, Adolf Scattke og Martha Weise* (69) ut-  
førte hesteforsøk med ensidig havreforing og allerede efter 14  
dager fikk de en meget ugunstig Ca-balanse.

Den hele mekanisme for disse omsetninger i alle dens trin  
og faser, er dog delvis ennu en lukket bok for oss. Utgangspunk-  
tet og sluttresultatet kjenner vi. Vi vet at *syre* : *base*forholdet har  
stor innflydelse baade paa Ca og P balansen og paa fordelingen av  
disse stoffer i gjødsel og urin; og saa maa vi foreløbig slaa oss til

ro med det, selv om vi ikke kan gi svar paa spørsmålet *hvordan* dette foregaar.

#### 4. Sollysets betydning.

For sunne, normale dyr foreligger der meget sparsomme meddelelser over dette spøragsmaal. Derimot er det en kjent sak at i humanmedisinen har direkte sollysbehandling, og serlig bruken av ultraviolette straalene fra en kvarts-kviksølvlampe (høifjells-sol) til rachitiske barn, gitt gode resultater og forandret en negativ eller svakt positiv Ca- og P-balanse til en betydelig positiv avleiring av disse stoffer (70). Allerede i 1890 kunde *Palm* (71) paa grunnlag av topografiske studier, paavise en bestemt sammenheng mellom hyppigheten av rachit og sollystilgangen. Barn som vokste op under mørke omgivelser var hyppigst utsatt for sykdommen. Han anbefalte solbad og flytning av de angrepne barn til solrike steder.

*Raczynski* (72) fortsatte i 1912 sine arbeider over forbindelsen mellom hyppigheten av rachit og sollyintensiteten. Han stilte antallet rachitpatienter som kom til hospitalene op i kurver, og fant typiske svingninger i disse — følgende lysets intensitet. I den lyssvake tid øker rachittilfellene og sykdommens styrke og antallet av patienter paa hospitalene vokser. Kurvene viste ogsaa en sterk stigning i januar og frem til mai med et braatt fall i juni og fremover sommeren. Men paa denne tid er jo ogsaa sollyset sterkest.

*Raczynski* utførte ogsaa et enkelt, men dog meget interessant forsøk med to hvalper fra samme kuld. Den ene blev holdt i direkte dagslys fra morgen til aften, mens den anden blev satt i et mørkt rum hvor alt direkte lys var stengt ute. Begge fikk kun morsmelk. Etter 6 uker blev de drept og undersøkt. Lyshvalpen var fullstendig normal i alle henseender. Den som blev holdt i mørkt rum derimot, hadde ikke kunnet avleire nok mineralstoffer til en normal forbening.

Lignende resultater viser ogsaa rotteforsøk av *Park, Powers, Shipley, Simmonds* og *Mc. Collum* (73, 74).

Rottene fikk rasjon 3143 og blev delt i to grupper.

A. Sollyst rum + direkte solbad paa 4 timer daglig i 62—67 dage.

B. Nordvendt rum hvor vinduerne var overstrøket. Intet direkte dagslys.

*Mc. Collum* (75) summerer selv resultatet av forsøket saaledes:

„The control animals which were kept in a room with little light, all developed severe rickets as shown by autopsy and histological examination of the bones. They also showed the typical deformities described earlier in this chapter.

The illuminated animals on the other hand, while they did not grow in a satisfactory manner, did increase in weight to a certain extent, *and none showed any signs of rickets.*

This was confirmed by careful autopsies and by histological examination of sections of the bones.“

Som *Mc. Collum* videre sier saa ser det ut til at sollyset, trods det ikke direkte tilfører hverken vitaminer eller mineralstoffer, hjelper dyret, eller setter det istand til aa greie sig med meget smaa mengder vitaminer (D, kanskje ogsaa A) selv ved et ugunstig mineralstofforhold.

I de siste snes aar har kjennskapet til lysets innflydelse og lys- og strålebehandlingen gjennomgaatt en rik utvikling. Bruk av lys og ultraviolette stråler er nu et viktig therapeuticum — spesielt i humanmedisinen. Det er dog ikke alt sollys som er „virksomt“. Kun det som ligger i den ultraviolette del av spektret har innflydelse paa mineralstoffomsetningen og paa de sykdommer som fremkalles av, eller ledsages av, forstyrrelser i dette mineralstoffskifte.

Nyere undersøkelser av *A. F. Hess* (76) viser, at det endog er et meget begrenset omraade i det ultraviolette spektrum som er virksomt under disse forhold, nemlig de stråler som ligger i bølgeintervallet 290—300 milli-my.

Da nu hverken sollyset eller spesielle ultraviolette stråler fra kvarts-kviksølvlamper tilfører organismen noget materielt, og da saavel erfaring som eksakte forsøk viser, at de allikevel har meget stor innflydelse paa mineralstoffomsetningen i den dyriske organisme, saa maa virkningen være energetisk eller ogsaa en aktivering av allerede tilstedeværende stoffer.

Det eksperimentelle forskningsarbeide som er utført for aa løse dette spøragsmaal — fra *Bucholtz's* første behandling av 16

barn med „Glühlicht“ i 1904, og til fremstillingen av rene, bestraalte ergosterinpreparater —, er en av de store videnskapelege triumfer og et smukt eksempel paa hvad mennesker kan naa ved systematisk forskning. Etter først, og med posetivt resultat, aa ha prøvet kvarts-kviksølvlampens kurative virkning paa rachitiske barn (77, 78), stadfester bl. a. *Shipley* (79) resultatet ved rotteforsøk i 1921. Dernest avgrenser *Shipley, Hess* og *Weinstock* (80) i 1923 de effektive straalere til bølgeintervallet 297—313.  $\mu\mu$

Det neste skritt er at *rasjonen* (foret) utsettes for straaletbehandling, og ikke dyret selv (81). Hermed kunde disse forskere i 1924 og 1925 vise, at mange stoffer blir meget sterkt virkende antirachitica etter ultraviolett lysbehandling, saaledes bl. a. plan-teoljer, dyrisk vev, tørrmelk, kolesterolin og phytosterin.

Interessen samlet sig nu mere og mere om kolesterolin og om aa finne hvad det var som foregikk ved at dette aktiveres fra aa være et *provitamin*, som det blev kalt, til et virksomt *D-vitamin*.

Efterat *Windaus* og *Hess* (82, 83) i 1927 hadde vist, at det ikke dreiet sig om nogen oxydasjon, saa kom den siste store etappe i denne forskning, idet *Pohl* (84) ved spektralanalyser kunde vise at det slettes ikke var kolesteroliner, men en ganske liten „forurensning“ paa bare ca.  $\frac{1}{60}$  % som var det virksomme provitamin. Man opnaade ogsaa virkelig aa faa skilt dette fra kolesterolin. Samtidig (1928) lykkedes det *Windaus* aa isolere fra gjærsoppen et stoff som blev kalt *ergosterin*, og som viste sig identisk med „forurensningen“ i kolesterolin.

Forsøk paa aa kurere rachitiske rotter med bestraalt ergosterin, gav glimrende resultater. Doser paa 0,001 mg var nok, ikke bare til profylaktisk aa verne mot rachit; men ogsaa til aa kurere en saadan paa kort tid.

Idag finnes en masse bestraalte ergosterinpreparater, som alle har vist sig fullt brukbare i praksis.

I. G. Farbenindustrie A. G. lager ett under navnet „Vigantol“. Det er en 1 % ergosterinopløsning i olje. Firmaet Pharmagans ved Frankfurt a. M. lager ett under navnet „Radiostol“, og Dansk Chemo Therapeutisk Selskab fremstiller ett som kalles „Ultranol“. Det er standardiseret av *Dr. Rekling* med et innhold av 25,000 D-vitamin-enheter pr. g.

Disse ergosterinpreparater i fettemulsjon eller oljeopløsninger er meget lette aa anvende og de bevarer sin „kraft“ i aarevis.

Ut fra disse iagttagelser er det at man forklarer lysets heldige virkning paa organismen og specielt paa Ca- og P-omsetningen.

De ultraviolette straalene trenger nogen mm inn i huden, og da hudens kolesterol inneholder ergosterin, vil dette aktiveres og bli et virksomt antirachiticum. Dette er entydig fastslått hos rachiske barn, hunder og rotter. For de større husdyrs vedkommende foreligger der ytterst faa slike undersøkelser og resultatene av behandling med lys eller ultraviolette straalene, er mere varierende. De fleste forskere har ogsaa bare tatt sikte paa aa bestemme ydelsen eller vektforandringen under forsøket, uten nogen undersøkelse av mineralstoffbalansen og blodets og skjelettets tilstand. Det kan derfor bygges svært lite paa saadanne forsøk.

Samler vi dette i faa ord, kan man si, at direkte sollys eller ultraviolette straalene:

1. setter dyret istand til aa greie sig under ugunstigere vitamin- og mineralstoffforhold enn ellers.
2. paavirker i gunstig retning en negativ eller svakt positiv Ca- og P-balanse hos dyr som staar i mørke.
3. i de fleste tilfeller kurerer rachit.

### 5. Vitaminer.

Efterat man i 1922 hadde lært aa skille A- og D-vitaminer fra hverandre (85), er visst nu de fleste forskere enige om at det kun er D-vitaminet som har nogen direkte innflydelse paa Ca- og P-omsetningen.

Saa vel for mennesker som for dyr, finnes det en rekke forsøk som klart og utvetydig viser at mangel paa dette vitamin kan føre til ugunstige — ofte negative — Ca- og P-balanser, mens tilførsel av D-vitamin kan øke avleiringen av disse stoffer, og reparere rachitiske og osteomalaciske tilstande (86).

Et forsøk av Orr og medarb. (87) med unge svin som fikk enten levertran-tilskudd eller ultraviolett lysbehandling, eller ingen av delene, kan tjene som illustrasjon av disse forhold. Trods forets innhold av Ca gikk ned i 5.—6. og 7. forsøksperiode, saa

øket Ca-balansen. En virkning som kun kan tilskrives levertranet; in casu D-vitaminet. Samme resultat gir ogsaa ultraviolet straaalebehandling, hvilket stemmer godt overens med hvad vi nettop har hørt om sammenhengen mellem disse faktorer. Denne forbindelse mellem D-vitamin og lyset er omtalt i punkt 4.

At D-vitaminet eller lysbehandling under visse forhold kan gripe aktivt inn i Ca- og P-omsetningen, maa nu ansees som bevist. Om det derimod under alle forhold gjør det, er et annet spørsmåal. Og det er ikke bevist. Vi kan ogsaa si dette paa en

Tab. 11. Ca-balansen hos unge svin (*Orr m. fl.*)

Forsøksperiode	Ca tilførsel g	Ca balanse g	Forsøksperiode	Ca tilførsel g	Ca balanse g
1—7	2,49	+ 0,46	Ikke behandlet		
8—13	} uten levertran	+ 0,12	1—10	} Behandlet med ultraviolette stråaler	4,11 + 0,46
14—19		÷ 0,26			
20—22		÷ 0,34			
23—28		1,66 + 0,12	10—18		
29—34	} med levertran	+ 1,10	18—24	} 4,11 + 1,78	
35—40		1,22 + 0,83	24—32		4,11 + 2,10

annen maate. Er D-vitamin eller direkte lystilførsel under alle omstendigheter nødvendig for en normal vekst og skelettdannelse? Materialet til belysning av dette spørsmåal er ikke særlig stort, og for svin kjenner jeg ingen brukbare forsøk paa dette omraade. Helt uten holdepunkter er vi dog ikke, og jeg skal nevne ett forsøk med hunder samt etpar utført med rotter, som kan tjene til en smule orientering.

Allerede i 1908 kunde *Findlay* (88) under sine forsøk paa aa frembringe experimentell rachitis hos hunder vise, at dette lykkedes langt lettere naar disse holdtes i bur enn naar de fikk løpe fritt omkring, men forøvrig paa samme diæt og behandling. Paa et saadant forsøk, med saa mange mulige „feilkilder“ (ulik lys-tilgang, adgang til ben, avfall, jord m. m.), kan der ikke bygges svært meget; men vi kan notere det i hukommelsen.

Langt sikrere er da *Mc. Collums, Simmonds, Park* og *Shipleys* arbeider (75) hvor de i sine eksperimenter der oprindeligt hadde til hensikt aa finne den biologiske verdi hos kornarterne, fant at flere av de anvendte rotter fikk skelettforstyrrelser som fullstendig lignet rachit. Fortsatte, systematiske undersøkelser viste, at ved tilskudd av kalksalter kunde dette forhindres, og ved siden av *Sherman* og *Pappenheimers* arbeider (Ref. av *Mc. Collum* i hans bok) blev det slaatt fast at *dyrene kun fikk rachit ved samtidig mangel paa vitamin D og et ugunstig forhold mellem Ca og P i foret.*

*Naar Ca og P er tilstede i optimale mengdeforhold, fikk ingen av dyrene rachit — selvom der fullstendig manglete D-vitaminer.*

*Mc. Collum* refererer i sin bok ett rotteforsøk av *Sherman* og *Pappenheimer* som jeg skal gjengi her.

Gruppe 1. Rasjon:

Sammalt hvete+Na Cl : Ingen rachit

Gruppe 2. Rasjon:

Sammalt hvete+Na Cl +30% Calcium-lactat : Rachit

Gruppe 3. Rasjon:

Sammalt hvete+Na Cl +30% Calcium-lactat+K<sub>2</sub>HP0<sub>4</sub> : Ingen rachit

Da de absolutte mengder Ca og P som rottene fikk, var høist forskjellige i disse tre grupper, saa slutter *Mc. Collum* at: Forholdet mellem Ca og P har langt mere aa si for normal skelettdannelse enn de absolutte mengder dyret faar.

*Mc. Collums* og medarbeideres resultater har faatt en kraftig støtte i *Goldblatt* og *Soames* (89), som i sine arbeider med ultraviolette straalers virkning, fant at disse fullstendig kan undværes naar rasjonen har optimalt Ca- og P-innhold.

Efter dette ser det ut til at ved et visst optimalt forhold mellem Ca og P i foret, vil et dyr kunne klare sig, ja vokse normalt, selv uten D-vitamin eller direkte sollys.

Hvorvidt nu disse resultater ogsaa gjelder for svin foreligger det lite om i litteraturen, og jeg mener at man skal være meget forsiktig aa overføre resultatene fra rotteforsøk til de større husdyr.

I et senere avsnitt under omtalen av egne forsøksresultater, skal jeg komme tilbake til dette spørsmal og diskutere dem nærmere.

## B. Endogene faktorer.

### 1. *Gl. thyreoidea og gl. parathyreoidea.*

Det finnes en mengde iakttagelser og forsøk som viser at Ca- og P-omsetningen paavirkes av internt secernerende organer. Serlig har *Aub* og medarb. lagt ned et betydningsfullt arbeide paa dette omraade, og det maa nu regnes som fastslaatt, at minst to av de endocrine kjertler griper aktivt inn i reguleringen av Ca- og P-balansen. Det er *gl. thyreoidea* og *gl. parathyreoidea* (90).

Ved hyperthyreosis (*Basedows Struma*) stiger Ca- og P-utskil- lelsen langt over normalverdiene, og varer tilstanden gjennom en lengere tid fører det til malacie.

Ved hypothyreosis (*Myxødem*) vil derimot den positive ba- lansen for disse to mineralstoffer øke. Injiceres thyreoideaeks- trakt, faller den til normalverdiene.

Extirperes *gl. parathyreoidea* — hvilket lykkedes meget tid- lig — fører det til alvorlige almenforstyrrelser. Som regel kom- mer der en kraftig hypocalsaemi, tetaniske krampeanfoll og dyret dør. Regelmessige innsprøitninger av *Coliphormon* (et parathy- reoideaekstrakt) kan ikke bare holde et slikt parathyreoprivt dyr ilive, men endog bevare calciumverdien i plasma og beskytte det mot kramper.

Det virksomme stoff her har saaledes ingen forbindelse med, eller avhengighet av fordøielse og resorbsjon. Det er helt knyttet til det intermediære stoffskifte og sekresjonen i de nevnte or- ganer.

### 2. *Andre indre organer.*

Forbindelsen mellom ovariene, thymus, milt, hypophysis cerebri og mineralstoffomsetningen er ogsaa blitt undersøkt. Men da det fremdeles hersker saa stor uklarhet og uenighet paa dette felt, skal jeg ikke opholde mig lenge med det, bare nevne det som en mulighet.

### 3. *Nervøs paavirkning.*

Heller ikke her hersker der full klarhet og enighet. Mange ting tyder dog paa en viss avhengighet mellom Ca- og P-omset- ningen og det sympatiske nervesystem.

Ved fjernelse av *plexus coeliacus* og overskjæring av *Splanchnici* faller calciuminnholdet i serum til ca. 6 mgr. % Ca

prompte og uten tetanifølger. Overskjæres begge halsvagi, saa stiger serumcalciumet.

Dette viser at det sympatiske nervesystem og mineralstoffomsetningen ikke er helt uten forbindelse med hinanden. Overskjæring av nerver er dog en tem. alvorlig forstyrrelse i organismens og organenes funksjon, og disse iakttagelser sier oss ingenting om hvordan den nervøse paa virkning arter sig naar ytre (utenfor nervene staaende) faktorer søker aa endre Ca- og P-tilstanden i organismen.

#### 4. Drekthet og laktasjon.

For hunddyrene vil de to perioder, drektighet og den efterfølgende laktasjon, legge beslag paa store mengder Ca og P. Behovet kan titt bli saa stort, at det overstiger dyrets maximale resorbsjonsevne (91). Det gaar da ut over mordyret, for saavel foster som melk har praktisk talt den samme sammensetning selv ved temmelig store negative Ca- og P-balanser hos moren.

Den forandring som vil komme i Ca- og P-balansen paa grunn av dette økede behov under drektighet og laktasjon, eller ved reparering av nedbrutt skelettcalcium og -fosforsyre i gjeldperioden; denne balanseforandring har tildels blitt misforstaatt og tatt til inntekt for en bedre resorbsjon og bedre avleiring, i det hele tatt en bedre utnyttelse av mineralstoffene av vedkommende dyr. Her foreligger imidlertid intet som kan tyde paa noget saadant. Tvertimot. *Forbes* og medarb. (91) fant at høitmelkende kyr vanskelig kunde holde sig i posetiv Ca-balanse. Der skjedde en regelmessig kalkavmagring i den første del av laktasjonsperioden. Først paa slutten av denne maktet kua aa komme i posetiv Ca-balanse og først og fremst var gjeldperioden en „kalkfetningstid“ hvor organismen samlet reserver til neste drektighet og laktasjon.

Disse ting maa vi være opmerksom paa ved bedømmelsen av forsøksresultater.

#### 5. Alder og utviklingstrin.

Som den siste av de faktorer der har innflydelse paa mineralstoffomsetningen, kommer dyrets alder og utvikling.

Da, som vi før har set, Ca og P i saa overveiende grad er knyttet til skelettet, og da dette praktisk talt ikke øker i masse efter at dyret er utvokset, kan vi rent deduktivt slutte at avleiringen (den positive balanse) av disse stoffer maa følge en kurve som har sitt maximum etsteds *før* veksten avsluttes og *faller* derefter med stigende alder. Tab. 10 bekrefter ogsaa dette til fullkommenhet. Vi kan altsaa ikke sammenligne mineralstoffbalansen direkte for dyr av forskjellig alder. Saadanne dyr maa nødvendigvis ogsaa ha forskjellige balanser — saafremt de var i samme „mineralstoffhold“ da forsøket begynte.

Hvad det egentlig er som gjør at et mineralstoffoverskudd utskilles og ikke avleires slik som ved overskudstilførsel av organiske næringsstoffer er vanskelig aa avgjøre. At det ikke er cellenes evne til aa retinere mineralstoffer, viser den ting at efter en lengere tids underernæring med negative Ca- og P-balanser, kommer, naar vi saa begynner aa fore dyret igjen, en betraktelig positiv avleiring inntil tapet er reparert (erstattet). Dette kan man finne ogsaa hos fullt utvoksede dyr — ja gamle melkekuer. Cellenes funksjonsevne er altsaa i orden. Der maa derfor være en eller flere av de faktorer vi allerede har nevnt (eller kanskje andre), som regulerer dette stoffskifte og setter grense opad for avleiringen i skelettet og konsentrasjonen i blod og vevsvesker.

Det vilde imidlertid være forkjert aa opfatte skelettet *bare* som et „skelett“ d. v. s. som et konstruktivt støtteapparat. Det har sikkert ogsaa andre oppgaver. En av disse er at det er organismens store mineralstoff- og base-reserve *hvorfra* der kan mobiliseres hjelp saavel ved underernæring som ved en pludselig oversvømmning av sure valenser i blod og vevsvesker, og naar en syreforgiftning truer dyret.

Derfor er dette med at et dyr er „utvokset“ og skelettet „ferdigdannet“, alltid er noget tøielig begrep.

Paa alle alderstrin kan man ved rikeligere Ca- og P-tilførsel og under forutsetning av et optimalt forhold mellem disse fremtvinge en øket avleiring — en „mineralstoffetning“. Velkjent er forholdet hos flaskebarn kontra brysternæring. De første vil som regel faa mere Ca i sin rasjon (melk) enn de siste, og viser sig ogsaa aa være Ca-rikere. Forskjellen utjevnes dog efter 1—3 aars forløp. (92).

Hos en voksen person kunde *Voorhoeve* (93) i en 59 dages periode paavise en avleiring paa 45,5 g Ca som en slags „kalkfetning“. Lignende resultater er ogsaa paavist for dyr (94). *H. Meyer* (95) lykkedes det ved øket kalktilskudd til en i forveien tilstrekkelig kalkrig kost aa faa en øket kalkavleiring hos rotter. Overensstemmende med tilfellet hos flaskebarn, var denne forskjell fra kontrolldyrene ikke varig, men utjevnet sig med alderen. Det er ogsaa alltid forholdsvis smaa verdier det dreier sig om. Etter dette maa vi derfor ha lov til aa stille op følgende sats: *Grenseverdien opad for den absolutte størrelse av et dyrs positive Ca (delvis ogsaa P) balanse, er avhengig av dyrets alder og utvikling, samt den tilstand („hold“, „status“) som dyret er i med hensyn til Ca og P.*

### Kap. III.

## Fosfor og Calciums opgave i organismen.

### A. Næringsstoff.

I Kap. I lærte vi at Ca og P finnes overalt og i alle deler av legemet — selvom mesteparten er knyttet til skelettet (99 % av Ca og ca. 65 % av P). Ca og P hører derfor til de *livsnødvendige* grunnstoffer. Men dermed er ogsaa sagt at de er *næringsstoffer* for organismen paa samme maate som H, N, C m. fl.

*Energetisk* tilfører mineralstoffene dyret intet; men *stofflig* er de viktige bestanddeler i alle organer og stoffskifteprodukter (melk, galle, mavesaft, urin o. fl.). Skelett, vev, vevsvesker og sekreter skal bygges op, og efter endt funksjon, fornyes. Paa alle alderstrin og selv ved fullstendig sult, foregaar der en mineralstoffomsetning og -utskillelse fra organismen.

Vi faar saaledes et *mineralstoffskifte* analogt med det *organiske stoffskifte*.

Under hele vekstperioden har dyret et stort Ca- og P-behov til opbygning og utformning av legemets strukturelementer. Naar dette avsnitt av individets liv er ferdig, faller behovet for disse stoffer til et vedlikeholdsbehov plus tilfredsstillelse av kravet til fosterdannelse og melkesekresjon for hundyrenes vedkommende.

### B. Osmotisk trykk.

Som i enhver veske hvori der finnes oppløste stoffer, er der i blod, lymfe og vevsvesker et osmotisk trykk. (I blodet ca. 8 atmf. ved + 37° C — svarende til en frysepunktsdepressjon av 0,56° C. (96). Mesteparten av dette trykk skriver sig fra uorganiske salter, hvorav igjen NaCl spiller den største rolle. Men ogsaa Ca- og P-forbindelser deltar.

Slik som organismen er innrettet med permeable og semi-permeable hinner, vet vi at det osmotiske trykk — dels partialtrykket — spiller en dominerende rolle for vandringen av de oppløste stoffer i legemet, for sekresjonen og for protoplasmaets kvellningstilstand i sellene. Alle høiere dyr søker aa holde et konstant osmotisk trykk i sine forskjellige organer.

Oversvømmes legemet av lett oppløselige salter som vil presse det osmotiske trykk i været, maa organismen forsøke aa verge sig mot dette. Fire veier staa da til raadighet, hvorav kun de tre kommer i betraktning for Ca og P's vedkommende. Det er: 1. Avleiring (deponering) i skelettet. (Jfr. pkt. 5 kap. 2). 2. Deponering i musklene, og 3. Utskillelse gjennom nyrene. Alle disse utveier kan brukes og *brukes*. Nyresekresjonen er dog den virksomste av disse og den letteste aa gripe til.

Kommer dyret i den motsatte situasjon; at der av en eller annen aarsak blir for lite Ca og P og andre mineralstoffer til aa holde det osmotiske trykk (eller partialtrykket) vedlike, prøver det aa kompensere dette ved aa trekke stoffer *tilbake* fra musklene og skelettet — serlig det siste. Varer tilstanden gjennom en lengere tid, faar vi en demineralisasjon av skelettet. (Osteoporose, osteomolaci, halisterese) (97).

### C. H-jon-konsentrasjonen (pH verdien), og dens regulering.

Maaler man blodets H-jon-konsentrasjon, vil man finne at den holder sig paafallende konstant. Selv temmelig store diættiske forandringer har meget liten innflydelse paa blodets aktuelle reaksjon. Dette forteller oss at det maa være av stor betydning for dyret aa kunne holde H-jon-konsentrasjonen innen visse, og meget snevre, grenser. (pH = 7,2 — 7,4).

Ifølge *Gammeltoft, Hasselbalch's og S. P. L. Sørensen's* banebrytende arbeider paa dette felt (98) er det godtgjort at blodets pH verdi er av avgjørende betydning for en rekke livsfunksjoner, slike som enzymdannelse og enzymvirkning, protoplasmaets kvelningsgrad, oxyhæmoglobinets dissosiasjon o. m. fl.

En rekke stoffer saavel organiske som uorganiske har innflydelse paa H-jon-konsentrasjonen. Her skal dog kun omtales den rolle Ca- og P-forbindelserne spiller.

For disse to stoffer gjelder det at de praktisk talt aldri forekommer i foret som rene oxyder, hydroxyder, eller syrer. De finnes som salter. Nesten ingen av disse er elektrisk nøytrale i organismen, og vil derfor i de fleste tilfeller ha innflydelse paa blodets og vevsveskenes H-jon-konsentrasjon, selvom anjon og katjon i saltet resorberes in toto og like hurtig. For flere salters vedkommende resorberes anjon og katjon *ikke* like hurtig. Det er tilfelle med  $\text{CaCl}_2$ , hvor anjonens diffusjonshastighet er betraktelig større enn for katjonen. Blodet blir relativt rikere paa Cl etter saadan foring. Det fører til saltsyredannelse og forskyvning i pH verdien. (Acidotisk virkning).

Enkelte calciumsalter med organiske syrer opfører sig paa en litt annen maate. Her vil anjonen i organismen brenne op til  $\text{CO}_2$  og vann og kullsyren skaffes bort ved lungeventilasjonen. (Lactatet f. eks.). Her blir overskudd av Ca, og dette vil senke H-jon-konsentrasjonen.

$\text{CaCO}_3$  opfører sig paa samme maate som lactatet.

De organiske syreradikaler som ikke eller kun delvis brenner op i organismen (oxalsyren bl. a.), vil opføre sig som de uorganiske syrer.

Er det vaar hensikt aa tilføre organismen overskudd av base i forbindelse med Ca tilførsel, da er det kun karbonatet og Ca saltene med de organiske syrer hvor anjonen forbrenner i organismen som tilfredsstillende dette krav.

Hvad fosforsyren angaar, saa vil jo den, som en flerbasisk syre, danne flere rekker av salter, som i opløsning dissosierer trinvis. Har vi primærsaltet  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , vil det i opløsning lett dissosiere i  $\text{Na}^+$  og  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , men  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  jonen vil atter for en del dissosiere i  $\text{H}^+$  +  $\text{HPO}_4^{--}$ . Et slikt salt vil altsaa opføre sig som

en svak syre. Det siste dissosiasjonstrin  $\overset{+}{\text{H}} + \overset{-}{\text{PO}}_4$  foregaar kun ved sterk alkalisk reaksjon, og spiller ingen rolle ved de i organismen forekommende H-jon-konsentrasjoner. Vi kan altsaa i organismen regne med ortofosforsyren som nøytralisert naar de to valenser er bundet.

Det P som finnes i organisk forbindelse, vil under forbrenningen i organismen oxyderes til fosforsyre og som saadan innfluere paa H-jon-konsentrasjonen.

Hvordan ordner saa dyret sig for aa motvirke disse forsøk paa forskyvning av blodets pH verdi? Selve paavirkningen er det ikke herre over, og den kan det heller ikke undgaa. Kun ved ett "mottrekk" kan det holde stillingen status quo. Flere midler staar da til raadighet; og de er delvis de samme som omtalt i forr. kap.

### 1. Ved syreoverskudd (senkning av pH verdien).

Et syreoverskudd skriver sig enten fra ophopning av kulsyre (haardt muskellarbeide), oxydering av de nedbrutte proteinstoffers P og S (serlig ved hungerstoffskiftet), overskuddstilførsel av sure uorganiske valenser gjennom næringen, eller ved ubrennbare eller ufullstendig opbrente organiske syrer.

Naar ett eller flere av disse tilfeller inntreffer, setter dyret inn følgende reguleringsmekanisme:

a. *Lungeventilasjonen*. Er aarsaken øket stoffomsetning og dermed øket  $\text{CO}_2$  dannelselse, saa skaffes mesteparten av den bort gjennom lungene. Men utluftningen av kulsyre setter ogsaa inn som et siste og meget virksomt middel, naar de andre reguleringsmekanismer ikke strekker til.

b. *Puffervirkning* (støtputer). I blodet finnes tre saadanne, nemlig salter av de to syrer  $\text{H}_2\text{CO}_3$  og  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , samt amphotære elektrolytter (plasmaets proteinstoffer og blodlegemenes hæmoglobin). Karakteristisk for disse støtputer er at de, trods lav H-jon- eller OH-jon-konsentrasjon, har meget stor base- eller syrebindingsevne (*S. P. L. Sørensen*). Saaledes maa man tilsette 40 ganger saa meget NaOH til blodserum som til rent vann for aa faa det samme farveomslag med phenolphtalin, og 327 ganger saa meget saltsyre for aa faa det samme omslag med methylorange

som indikatorer (99). Et forsøk paa aa forandre H-jon-konsentrasjonen fører straks til en forskyvning i dissosiasjonen av støtputene og alltid saaledes at det motvirker forandringen.

En puffervirkning kan derfor sammenlignes med det fysiske begrep „træghet“ naar det gjelder aa bevare nøytraliteten i blod og vevsvesker.

c. *Ammoniakkdannelse.* Ved dannelse av  $\text{NH}_3$  enten fra ekstra nedbrutt N-holdig materiale eller paa bekostning av den regulerbare urinstoffproduksjon, har organismen et viktig middel til nøytralisering av sure valenser som saa kan utskilles gjennom urinen. Kjøttetere og mennesker bruker regelmessig denne reguleringsmekanisme. *For planteetere kommer dette mindre til anvendelse, da disse oftest føres med et baseoverskudd eller bare svakt syreoverskudd og lavt proteininnhold i foret.*

d. *Nyresekresjonen.* Foruten aa utskille nøytrale salter, kan og vil nyrene i mange tilfeller utskille sure valenser, og derved være med og fri blodet for et truende fall i pH verdien.

e. *Basemobilisering fra skelettet.* Det er en kjent sak at lengere tids foring med syreoverskudd vil virke paa skelettet. Det tærer paa mineralstoffreserven. Da skelettet hovedsakelig bestaar av tertiære fosfater og sekundære karbonater, og da fosforsyren utskilles gjennom nyrene som primære og sekundære salter, mens mesteparten av kulsyre forsvinner gjennom lungene, vil der bli et overskudd av basiske valenser ved en saadan mobilisering. Disse kan saa brukes til aa nøytralisere anjoner med (100). Forholdet illustreres ved følgende ligning:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CaHPO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ .

## 2. Ved baseoverskudd (stigning i pH verdien).

Dette kan inntreffe paa flere maater, hvorav de viktigste er: Sviktende saltsyreproduksjon i maven, foring med utelukkende baserike forstoffer og forholdsvis lavt proteininnhold (høi, gras og rotvekster) eller ved store tilskudd av alkali- eller jordalkalisalter bundet til kulsyre eller organiske syrer som forbrenner i organismen. I praktisk husdyrbruk vil dette utelukkende si overskuddstilførsel av  $\text{CaCO}_3$ . Overfor en saadan eventualitet vil dyret verge sig ved:

a. *Puffervirkning* i blod og vevsvesker. (Se foran).

b. *Dannelse av kulsure salter* som utskilles gjennom urinen. I stedet for aa ekspedere all kulsyre gjennom lungene, bindes den til baser og nøytraliserer derved disse. Vi kan paa en maate si at  $\text{CO}_2$  her har en analog rolle til  $\text{NH}_3$  ved syreoverskudd.

3. *Nyresekresjonen* som ogsaa her kan gripe aktivt inn og til en viss grad utskille basiske valenser. (Planteeternes urin er som regel basisk).

Organismen sitter altsaa inne med vidtrekkende reguleringsmekanismer, og daglig er en eller flere av disse i virksomhet for aa verne om og vedlikeholde blodets nøytralitet.

#### D. Andre jone-konsentrasjoner.

Forsøk med isolerte organers fortsatte liv utenfor organismen har vist, at foruten en isotonisk oppløsning og en bestemt, konstant pH verdi, fordres ogsaa tilstedeværelse av bestemte joner som K, Na, og Ca bl. a. for normal cellevirksomhet.

For hjertets automati og irritabilitet er forholdet ganske godt undersøkt. Her kjenner man de enkelte joners virkning, og man kan faa et isolert hjerte til aa fortsette sine rytmiske bevegelser utenfor organismen i en „kunstig“ veske som netop har den rette jonekonsentrasjon og partialtrykk fra de nødvendige stoffer. (*Ringers* og *Locke's* oppløsninger).

Om nu dette ogsaa gjelder alt annet muskelvev og andre vev i organismen er mindre kjent. Heller ikke vet vi noget sikkert om betydningen av et bestemt partialtrykk eller forandringen i dette for nydannelsen av celler (vekst) og det intermediære stoffskifte i det hele tatt.

At det virkelig er av betydning — ja tildels ganske avgjørende betydning er det derimot meget som taler for. Flere forsøk hvor ernæringen er kalorisk og biologisk fullverdig, men hvor all vekst uteblir uten at der kan paavises noget synlig sykelig ved dyret, kan sikkert i mange tilfeller forklares ut fra forandringen i de enkelte stoffers partialtrykk i vevsveskene. (Se senere under omtalen av egne forsøk. C. Forsøket og blodanalysene).

## Kap. IV.

## Blodets mineralstoffinnhold og forandringer i dette.

I de foregaaende avsnitt har vi hørt at organismen i sine cirkulerende vesker søker aa holde et konstant osmotisk trykk, ja for enkelte joner ogsaa en bestemt konsentrasjon. Vi har ogsaa sett at organismen sitter inne med flere midler til aa motvirke enhver paavirkning som søker aa forandre denne tilstand. Naar det gjelder H-jon-konsentrasjonen og det *samlede osmotiske* trykk, saa lykkes dette ogsaa innen meget vide grenser.

Efter *Heubner* (101) finnes det i normalt blodplasma hos mennesker følgende mineralstoffer og mengder:

Tab. 12. Normalt blodplasma's sammensetning hos mennesker.

	Mg pr. 100 cm <sup>3</sup> (mg %)		Konsentrasjon i Ekvivalenter
	Grenserverdier	Middeltall	
Cl .....	320—400	355	0,100 n
HCO <sub>3</sub> .....		166	0,026 n
SO <sub>4</sub> .....		22	0,005 n
HPO <sub>4</sub> .....	3—15	10	0,002 n
Na .....	280—320	—	0,130 n
K .....	16—24	—	0,050 n
Ca .....	8—16	—	0,005 n
Mg .....	1—4	—	0,002 n
Sum		880	Syre: 0,133 n Base: 0,142 n

Det vi først legger merke til ved denne tabell er at Na og Cl utgjør en saa overordentlig stor pct. av samtlige mineralstoffer. Uttrykt i gramekvivalenter utgjør Cl 85 % av alle anjoner og Na ca. 70 % av alle katjoner. Praktisk talt alt Cl og Na finnes i opløst og for det meste jonisert tilstand. De vil saaledes utgjøre en endnu større del av det samlede osmotiske trykk enn de ovenfor nevnte pct. angir, da en større eller mindre del

av de andre bestanddeler finnes i ikke oppløst og ikke jonisert tilstand.

Cl passerer forholdsvis lett gjennom cellemembranene og er stadig paa vandring mellem plasma og blodlegemer, og er derved en meget viktig faktor i den osmotiske trykkregulasjon.

Det ligger imidlertid utenfor denne avhandlings oppgave aa gaa nermere inn paa denne mekanisme. Heller ikke bikarbonatets og proteinstoffenes regulering av H-jon-konsentrasjonen ved sine puffervirkninger (støtputer) kan faa nogen inngaaende behandling her. Jeg skal fremdeles holde mig til de to stoffer Ca og P.

A. *Fosforsyre*. I blodet finnes fosforsyren baade i uorganiske og organiske forbindelser. De første er i oppløst, men bare delvis jonisert tilstand. De siste finnes vesentlig som lipoider og proteinfosforforbindelser (102). I plasmaet er mesteparten uorganisk P og bare smaa mengder er organisk bundet. Ved de analysemetoder som sedvanlig brukes i klinikken, er det det uorganiske P som bestemmes. (Jfr. avsnittet blodplasmaanalyser).

Denne verdi vil for unge, normale mennesker ligge mellem 4—6 mg % P. (103). For helt utvoksne personer mellem 2—4 mg % P.

For dyr finnes ikke saa systematiske undersøkelser, at man kan sette bestemte grenseverdier. Men efter de enkelte og spredte analyser som foreligger, vil det svinge mellem 3—7 mg % — forskjellig for de forskjellige dyrearter.

Da fosforsyren (her tales bare om orthofosforsyre) er en trebasisk syre, vil den danne tre rekker av salter, alt efter konsentrasjonen av de reagerende stoffer og H-jon-konsentrasjonen. Faller pH-verdien i et avgrenset system av primære og sekundære alkalifosfater (hvilket nettop finnes i blodet), vil det resultere i at endel sekundære salter omdannes til primære, hvorved der frigjøres basiske ekvivalenter som igjen kan nøytralisere tilstedeværende syreoverskud.  $B_2HPO_4 + HCl = BH_2PO_4 + BCl$  (Fosfatenes støtputevirkning).

Fosforsyren er videre, som tidligere omtalt, ett av de viktigste bendannende elementer.

Studiet av den normale ossifikasjon og de forstyrrelser som kan optre ved denne, viser oss at der maa være en viss P-konsentrasjon i blodet saafremt ossifikasjonen skal foregaa normalt. Kommer P under denne terskelverdi, saa forstyrres eller stan- ser forbeningen helt. (104).

Ved flere patologiske tilstander forandres ogsaa plasmaets P-innhold. Hvad som er aarsak, og hvad som er virkning her, kan dog ofte være meget vanskelig aa avgjøre.

En *hypofosfatæmi* skal man saaledes mest typisk finne ved rachitis. I humanmedisinen er dette endog et meget viktig diagnosticum. Fra normalverdien 4—6 mg % faller P til 1—3 mg %. (105).

*Hyperfosfatæmi* finner man ved kroniske nephritter (dog ikke alle), ved diabetisk coma, og ved heling av store fracturaer. Det siste stemmer jo godt med teorien om en viss P-konsentra- sjon ved bendannelse og ossifikasjon.

Videre forekommer det *periodiske* svingninger i P-verdien i plasma. Disse knytter sig til: Aarstid, alder, drektighet og lak- tasjon. I de *aarlige* svingninger finner man de høieste verdier om sommeren og de laveste om vinteren. Dette forklares som en lysvirkning. (106). (Jfr. Kap. II. pkt. 4). Naar individet er *utvokset*, er P-verdien lavere enn hos det unge, voksende indi- vid. (4—6 mg % P hos barn og unge mennesker, men bare 2—4 mg % P hos fullt utvoksne personer). Dette er helt fast- slaatt for menneskers vedkom. (103). For dyr er forholdet ikke saa systematisk undersøkt; men man maa ha rett til aa tro at det ikke er nogen vesentlig avvikelse paa dette punkt.

Saalenge veksten foregaar, og likedan etterpaa i den modne periode, holder P-innholdet sig normalt temmelig konstant, men paa ulikt nivaa. Dette forklares som et resultat av forbenings- prosessen. Naar skelettet er ferdigdannet og forbeningen nesten avsluttet, faller behovet for P og dermed ogsaa konsentrasjonen i plasma.

Ved *drektighet* faller P-verdien litt i morens plasma. Man antar i overensstemmelse med det som er sagt foran, at det skyldes øket behov og forbruk av P paa grunn av fosterets ossi- fikasjon.

Ved *laktasjon* stiger det derimot en smule. (103, 107).

Lys og D-vitaminers innflydelse paa P-innholdet i plasma er omtalt tidligere (jfr. Kap. II. A. pkt. 4).

B. *Calcium* finnes i blodet som oppløste uorganiske salter — dels jonisert, dels ikke, og i kompleks organisk binding. I molærer utgjør det bare en yppers liten del av blodets mineralstoffinnhold, og det spiller ingen nevneverdig rolle ved regulasjonen hverken av det osmotiske trykk eller H-jon-konsentrasjonen. Som bestanddel av skelettet og som bendannende element, er det derimot ved siden av P, det kvantitativt viktigste.

Ogsaa for Ca ser det ut til at der maa være en viss konsentrasjon for at forbeningen skal foregaa normalt. Saavel hyposom hyperverdier fører til alvorlige forstyrrelser baade i skelettet og i almentilstanden dersom de varer en tid.

*Hypocalcæmi* finnes ved tetani (ikke alle tilfeller), enkelte nephritter og ostitis fibrosa bl. a.

*Hypercalcæmi* finnes ved injeksjon av store doser parathyreoideaekstrakt, parathyreoidea tumor og enkelte tilfeller av gikt (podagra).

Av alle disse er tetanien den mest typiske, og vel den som spiller den største rolle hos dyr.

Naar Ca i plasmaet faller ned til, eller under en viss grenseverdi, vil dyret som regel tape matlysten, det faar muskelflimring eller sterkere rystning, spesielt i ekstremitetene, skjærer tenner, og dersom tilstanden fortsetter, kommer der voldsomme kloniske kramper med sterkt forsert respirasjon og dyret dør.

Denne terskelverdi ser ut til for menneskers vedkommende aa ligge ved ca. 6 mg % Ca. (108).

For dyr er tetani velkjent ved ekstirpasjon av gl. parathyreoidea. (Mest utført paa hunder). Billedet er det samme. Hypocalcæmi, kramper og dyret dør dersom der ikke foretas injection av parathyreoidea-ekstrakt eller andre terapeutiske inngrep.

Disse tetaniske kramper kan ogsaa komme uten ekstirpasjon av gl. parathyreoidea, som resultat av en forandring i rasjonens sammensetning, lysvirkning m. m. Nogen saadanne tilfeller har forekommet i mine forsøk. Disse skal imidlertid omtales i et senere avsnitt.

Under kap. endogene og exogene faktorerers innflydelse paa Ca- og P-omsetningen, er omtalt at flere endocrine kjertler er med og regulerer Ca- og delvis P-verdien i blodet. Videre at ultraviolette straalene og alle D-vitaminpreparater griper temmelig aktivt inn — spesielt paa anormale Ca- og P-verdier og regulerer disse.

Lengere tids overdosering med aktive ergosterinpreparater skal dog kunne øke Ca til hyperverdier. Stiger dette til 15—20 mg %, saa inntreffer svære forgiftningssymptomer (det hypercalcaemiske symptomkompleks som *Gyørgy* kaller det) apati, forstyrrelse i nyrefunksjonen, bevisstløshet og tilslutt døden. (109). Ved obduksjon finnes kalkavleiring i nyrene, myocardiet, musklene, tarmveggene og ofte ogsaa en arterisklerose. (110).

Forandringer i blodets Ca-innhold er videre iaktatt ved melkefeber hos storfe (Ca faller til 5—6 mg %, og ved den saakaldte gresstetani som kuene kan faa naar de slippes ut om vaaren. (Kjent fra Norge og Sverige bl. a.).

---

Skal vi prøve aa samle det som foreligger om P- og Ca-innholdet i blodplasmaet, saa maa det bli:

1. Konsentrasjonen av disse stoffer synes normalt aa holde sig temmelig konstant. Tallmessig er den dog litt forskjellig for de forskjellige dyrearter. Den varierer ogsaa med individets alder.
  2. Større forandringer i denne konsentrasjon — saavel fall som stigning — vil føre til alvorlige almenforstyrrelser — ofte med døden til følge. (Tetani).
  3. Baade endogene- (extirpasjon av endokrine kjertler) og exogene (rasjonens sammensetning, lys- vitamin D. m. fl.) faktorer innfluere paa P- og Ca-innholdet i plasma.
  4. Den normale vekst og forkalkning av skelettet synes aa fordre en temmelig bestemt konsentrasjon i blodet av Ca og P. Utenfor denne grense stanser veksten og ossifikasjonen op.
-

## 2det Hovedavsnitt.

Før jeg tar fatt paa aa gjøre rede for utførelsen og resultatene av egne forsøk, vil jeg omtale litt nærmere nogen lign. eller meget nærstaaende forsøk utført av andre, og som delvis vil kunne supplere de av mig dratte slutninger.

### Kap. I.

#### Tidligere mineralstofforsøk med svin.

##### A. *Stephan Weisers* forsøk. (54,68).

I 1912 offentliggjorde *Stephan Weiser* nogen forsøk over Ca-, Mg-, P- og N- omsetningen hos voksende svin. Forsøkene, som var utført ved den Kgl. ungarske dyrefysiologiske forsøksstasjon i Pudapest, vakte ikke saa lite opmerksomhet og har dannet utgangspunkt for en rekke undersøkelser av lignende art. Da *Weisers* forsøk stadig vekk refereres i litteraturen og hans slutninger tildels har blitt til dogmer, skal jeg kort referere disse forsøk.

Forsøksdyrene varierede fra ca. 40—60 kg lev. vekt, og forsøksperioden fra 7—12 dager. Rasjonen bestod av mais, mais + stivelse, mais + CaCO<sub>3</sub>, bygg, bygg + stivelse, eller bygg + CaCO<sub>3</sub>.

Dyrene blev veiet og Ca-Mg-P- og N-balansen blev bestemt. I nedenstaaende tabell skal jeg gjengi nogen av hans tydeligste resultater.

Tab. 13. Daglig avleiring hos voksende svin: (*Weiser*).

Dyr	Rasjon	Midlere vekt kg	Ca bal. g	Mg bal. g	P bal. g	N bal. g					
20	800 g mais dagl.	44,12	—0,1955	+0,5092	+0,2818	+3,15					
"	1050 " " "						47,02	+0,8582	+0,1012	+0,8493	+4,34
	+ 5 " CaCO <sub>3</sub> "	49,92	+1,1448	+0,3079	+1,0151	+5,69					
	900 " bygg "						49,92	+1,1448	+0,3079	+1,0151	+5,69
23	+ 3 " CaCO <sub>3</sub> "	52,52	+0,0198	+0,1226	+0,4729	+5,42					
	900 " bygg "						52,52	+0,0198	+0,1226	+0,4729	+5,42
"	+160 " stivelse "						52,52	+0,0198	+0,1226	+0,4729	+5,42

Her viser sig et veldig utslag til fordel for karbonattilskuddet, baade naar det gjelder Ca-, P- og N-balansen, mens mais alene eller bygg + stivelse alene viser meget ugunstige balanser for Ca og P. *Weiser* sier ogsaa i sitt resumè, at voksende svin vil være i en stadig Ca- og P-defisit ved utelukkende maisforing selvom der foregaar en protein- og fettavleiring. Derimot ser det ut som om Mg-avleiringen øker under disse forhold. Ved tilskudd av kulsur kalk, ikke bare ophever vi den daarlige Ca- og P-balanse, men der kommer endog en betydelig posetiv saadan, mens Mg-retensjonen avtar tilsvarende. Ved 10—11 g kulsur kalk pr. dag pr. 100 kg lev. vekt, kan man bestemt regne med en stor Ca-retensjon.

Et voksende svin kan ikke make aa utvikle et normalt skelett paa utelukkende mais og byggforing; men denne mangel opheves fullstendig ved tilskudd av CaCO<sub>3</sub>.

Ved første øiekast kunde man fristes til helt aa underskrive *Weisers* slutninger. Der er dog flere ting ved dette forsøk som gjør at det ikke faar den beviskraft som *Weiser* tillegger det. Naar foret er saa ensidig og saa biologisk utilstrekkelig som mais alene, eller bygg + stivelse, kan man ikke tilskrive de daarlige balanser som en Ca-defisit alene. Det er heller ikke sagt noget, eller tatt noget forbehold om lysets virkning ved angivelsen av Ca-behovet. Videre saa har foret vært utilstrekkelig rent kalorisk sett. 0,8 kg mais til en gris paa 44 kg er ikke halv rasjon efter den foring vi er vant til. Dette forklarer jo ogsaa de lave N balanser. Under saadanne „knappe forhold“ er det

sannsynlig at reservene i organismen ikke er fylt. Kommer derfor en periode med plutselig større tilbud av Ca, saa kan dette holdes tilbake i relativt store mengder i den første tid, mens det litt efter hvert innstiller sig efter de nye forhold. Naar der dertil bygges paa saa kort observasjonstid (7—12 dager), da er ikke det nok til aa avgjøre om de fundne resultater er en varig forandring eller bare en forbigaaende.

Nu, forsøket er ikke verdiløst. Langt derfra. Ved de enkle, lett reproduserte rasjoner, og ved de fullstendige Ca-Mg-P- og N-balanser, gir det oss klar beskjed om at rasjonene er mangelfulle; men kan ikke gi et endelig svar paa hvori mangelen bestaar. Det er ogsaa en bekreftelse paa flere av de ting vi allerede har nevnt om syre-base forholdet,  $P_2O_5$  : CaO kvotienten o. fl.

Da dette forsøk kunde tyde paa at Mg optraadte som Ca's antagonist og kanskje erstattet dette i skelettet, satte *Weiser*, paa prof. *Tangl's* opfordring, igang nogen nye svineforsøk hvor dyrene gjennom en lengere tid blev foret med Ca-fattig kost; for derved om mulig, aa bringe paa det rene om det virkelige forholdt sig slik.

Forsøket blev gjennomført efter følgende plan: Seks griser av samme rase, alder og lev. vekt, blev delt i to grupper (tre i hver). Gruppe 1. fikk meget kalkfattig fôr, mens gruppe 2. fikk et adskillig kalkrikere fôr. Forskjellen i kalkinnhold skrev sig alene fra  $CaCO_3$  tilskudd, idet begge grupper fikk det samme grunnfôr. Dette var sammensatt saaledes: 10 kg mais + 1 kg gluten + 50 g NaCl. Efter grundig blanding blev denne porsjon delt i to like deler. Gruppe 1 fikk saa denne blanding uten videre tilsetning; mens gruppe 2 fikk tilsatt 80 g  $CaCO_3$  til sin porsjon (ca. 1,5 %  $CaCO_3$  tilskudd). Denne foring fikk de fra forsøkets begynnelse 15. jan. til 15. juni. Der foredes 3 gange daglig og de fikk ete det de vilde. I denne tid (15. jan. til 15. juni) hadde begge grupper fortært nøyaktig like meget, nemlig 120 kg mais + 12 kg gluten, og for grp. 2's vedkommende dessuten 960 g  $CaCO_3$ , alt pr. dyr. (Det blir i gjennemsnit  $\frac{132}{150}$  kg = 0,88 kg pr. dag pr. dyr). Efter 15. juni blev gluten erstattet med 1 kg tørret blodmel. Forøvrig var rasjonen den samme.

Efter analyse var der i:

Rasjonen til gruppe 1 .....	0,055 %	CaO	og	0,205 %	MgO
"  "  "  2 .....	0,448 %	"	"	0,205 %	"

7. Juli døde pludselig 2 dyr i gruppe 2 av svinepest, og 10. juli blev en gris drept i gruppe 1. De andre fortsatte til utgangen av septbr.

Tab. 14. Tilvekst i Weisers forsøk.

Gruppe	Vekt 15/1 Tilsam. kg	Vekt 15/6 Tilsam. kg	Daglig tilvekst i 151 Dager g	Vekt 2/7 Tilsam. kg
1	17,6	36,84	127	38,16
2	17,7	41,83	160	45,42

Efter 15. juni blev ikke formengden kontrollert; men det anføres at appetitten hos gruppe 1 stadig avtok.

Naar den siste gris i gruppe 2 blev slagtet 27. sepbr. og fordøielseskanalen tatt ut, veiet den 30,58 kg, mens de to som var igjen i gruppe 1 blev slaat ihjel 30. septbr. og veiet da uten mave-tarmkanal den ene 9,66 og den andre 9,74 kg. Altsaa rene dverger!

Ved seksjonen viste det sig at knoklerne hos grisene i gruppe 1 var smaa, deformerte, bøielige og kunde skjæres med kniv som et stykke tre. Frisk-vekt og tørrstoffet i skelettet var følgende:

	Gruppe 1 (kalkfattig)	Gruppe 2 (kalkrikere)
Hvirvelsøjlen .....	30,52 % aske	40,52 % aske
Ribben .....	25,80 " "	46,66 " "
Forlemmene .....	33,60 " "	47,01 " "
Baklemmene .....	33,00 " "	46,26 " "
Hodets ben .....	58,11 " "	59,62 " "

Disse tal viser at det gaar sterkest ut over ribbenene og extremitetene; mens hodets ben spares for demineralisasjon mest mulig. Full oversikt faar man dog først naar man tar med askens sammensetning.

Weiser sier at det første man maa feste sig ved i denne tabell er den store forskjell i alkalinnholdet. Videre viser den et høiere Ca- og P-innhold hos grisene i gruppe 2, enn gruppe 1.

Tab. 15. Askens pct.iske sammensetning i de forskj. ben. (*Weiser*).

	Hodets ben		Ribbenene		Hvirvelsøilen		Forlemmene		Baklemmene	
	Grp. 1	Grp. 2	Grp. 1	Grp. 2	Grp. 1	Grp. 2	Grp. 1	Grp. 2	Grp. 1	Grp. 2
CaO	52.14	54.64	48.74	55.07	49.23	54.11	50.35	54.46	51.40	54.69
MgO	1.99	1.18	1.26	0.89	1.65	1.09	1.06	1.19	1.26	1.32
Na <sub>2</sub> O	3.12		5.66		4.90		4.22		4.17	
K <sub>2</sub> O	0.37		1.06		1.27		1.05		0.35	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41.23	42.35	39.10	41.22	39.66	42.03	38.75	41.04	38.97	40.86
SO <sub>3</sub>	0.52	0.68	0.01	1.03	1.56	1.62	1.07	1.42	1.23	1.45
CO <sub>2</sub>	0.45	1.37	1.06	1.38	1.31	1.49	3.15	1.36	2.61	1.25
Sum	98.82	100.22	98.89	99.59	99.58	100.34	99.25	99.47	99.99	99.57

Hvad Mg angaar, saa er der en smule mere i gruppe 1 i hodet, ribben og hvirvelsøile, mens lemmene derimot er Mg rikost hos gruppe 2, hvorfor *Weiser* konkluderer med at det *kan ikke være tale om nogen regelmessig erstatning av Ca med Mg i skelettet ved Ca-fattig foring*.

Naar vi sammenligner disse to tabeller, aekeinnholdet og askens sammensetning, vil vi se at *det første varierer langt mere enn askens sammensetning*. Dette bekrefter hvad som tidligere er sagt om et visst avhengighetsforhold mellem Ca og P, slik at det ene stoff ikke kan avleires eller trekkes ut av skelettet, uten at det andre følger med. En nedgang i askens Ca- og P-innhold er der dog, selvom denne er adskillig mindre enn nedgangen i det samlede mineralstoffinnhold.

*Weiser* nevner tilslutt overensstemmelser mellom hans resultater og *H. Brubachers* (111) analyser av et 8 mndr. rachitisk og et 7 mndr. normalt barn.

*Weiser* refererer følgende tabell efter *Brubacher*:

Tab. 16. Innholdet av CaO + MgO + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:

	Rachitisk barn:	Normalt barn:
Hodets ben .....	89.99 %	92.36 %
Ribben og hvirvelsøile .....	84.94 „	87.57 „
Over-extremitetene .....	84.66 „	89.59 „
Under-extremitetene .....	77.72 „	87.37 „
Hele skelettet .....	85.81 „	89.74 „

Ogsaa her en nedgang som vesentlig gaar ut over kroppens ben.

Lignende resultat kom jo ogsaa Aron og Sebauer til i sine hundeforsøk (112).

Tab. 17. % CaO i asken.

	Fibula	Blandet aske
Hund foret med kalkfattig kost ...	50.40 %	49.78 %
Hund foret med kalkrik kost .....	53.40 „	52.29 „

Dette siste Weisers forsøk er langt mere verdifullt enn det første, trods det at der er brukt et saa ensidig fôr som mulig og som kun frembragte nogen dverger av nogen griser. Sin store verdi har det deri, at der er foret med et *bestemt fôr gjennom en lengere tid, og ved den omfattende undersøkelse av skelettet som er foretatt*. Herved har han faatt resultater som ikke er maskerte verdier eller skyldes tilfeldige faktorer.

Følgende slutninger kan derfor trekkes som nogenlunde sikre:

1. Ingen av de anvente rasjoner makter aa gi tilfredsstillende vekst hos unge svin.

2. Maisforing uten  $\text{CaCO}_3$  tilskudd gir et deformert, mineralstofffattigt skelett der kan skjæres med kniv som et stykke tre. Forskjellen i skelettet fra de som har faatt  $\text{CaCO}_3$  tilskudd er først og fremst en alm. mineralfattigdom; men ogsaa en nedgang i askens Ca- og P-innhold.

3. Mg kan ikke erstatte Ca i skelettet ved foring med Ca-fattig, men relativt Mg-rikt fôr.

#### B. Harts og Mc. Collums forsøk (113).

I aarene 1912—14 utførte Hart og Mc. Collum ved The Laboratory of Agricultural Chemistry of the University of Wisconsin to rekker vekstforsøk med unge svin. Rasjonene var enten utelukkende mais, hvete eller en blanding av disse, tildels ogsaa med noget havre og oljemel. For hver rasjon blev det utført to forsøk; ett *med*, og ett *uten* mineralstofftilskudd. Dette bestod av Ca-lactat,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , K-citrat eller Mg-citrat i forskjellig blandings-

forhold. 10 saadanne rasjoner med to griser paa hver blev prøvet i 1912—1913. Efter de erfaringer de der fikk, samt efter andre forskeres resultater, gjentok de forsøkene i 1913—14 med seks forskjellige rasjoner. Alle disse fikk samme mineralstofftilskudd, og hvetemel utgjorde ca. 95 % av rasjonen. De andre 5 % var enten gluten + maisolje, gluten + smørfett, kasein + smørfett, eller oljemel. Rasjon 6 var sammensatt av 98 % siktet hvetemel + 2 % hvetegluten + salttilskudd som for de andre.

Grisene fikk den *samme kost gjennom hele forsøket*, som varrede fra 4—9 mndr. Begynnelsesvekt ca. 20—30 kg.

Resultatet kan kort uttrykkes saaledes:

1. Unge, voksende svin vil ikke greie sig paa mais eller hvete alene.

2. Mineralstofftilskudd til et saadant for gitt i et saadant forhold at det bringer den samlede aske til aa nærme sig melkens askesammensetning, gir en betraktelig bedre vekst og utseende; men veksten naar ikke helt normale verdier. Der vil forekomme tilfeller baade af stivsyke og paralyse.

3. Salt- og smørttilskudd til en hveterasjon øker veksten, men makter ikke aa bringe den op i normale verdier. Tilsettes yderligere 2.5 % kasein, faar man normal vekst.

I disse forsøk er det flere mangelfaktorer og de gir derfor ikke „rene“ svar. Her er mineralstoffdeficit, vitaminmangel og altfor lav biologisk verdi. *Mc. Collum* tilkommer jo selv det vesentligste av æren for ved disse og senere forsøk aa ha klarlagt nettop begrepet „biologisk verdi“, og D-vitaminet (som forresten ogsaa er døpt av *Mc. Collum* i 1922) var jo ennu ikke „opfunnet“.

Trods disse mangler, kan man være helt enig med de to forskere i, at der er eksperimentelt grunnlag for deres slutninger. og det vesentlig fordi der er foret med et konstant sammensatt fôr gjennom hele forsøket, fordi observasjonstiden har vært lang, (ca. en hel vekstperiode, og der er en planmessig variasjon i rasjonene.

1. *Hart, Dr. Miller og Mc. Collum's* forsøk med svin 1915—16 (114):

Disse forsøk var et ledd i undersøkelsene over det „toxiske“ stoff i hveten eller hvetekorn. (*Mc. Collum* har ment at

der i enkelte forstoffer, bl. a. hvete, finnes toksiske stoffer som maa nøytraliseres av andre forstoffer saafremt dyret skal trives og vokse normalt. Efterhvert har dette „toksiske“ stoff løst sig mere og mere op i enkeltfaktorer, som f. eks. lav biologisk verdi av proteinstoffene, vitamindefisit og mineralstoffmangel eller uheldig avbalansering mellem mineralstoffene).

Rasjonen bestod i ett av disse forsøk av: Hvetemel saa meget dyret vilde ete + 3 lbs. (= 1.36 kg) helmelk daglig. Paa denne rasjon vokste dyret normalt i 4—5 mndr. Saa sluppet det av, appetitten blev daarlig, det fikk stivsyke og tilslutt kunde det ikke lenger staa paa benene. Undersøkelse av corda spinalis viste en tydelig polyneuritis (B-vitamin-deficit). En annen gris fikk skummet melk + smørfett + hvetemel. Samme billede. Normalvekst i de første 5 mndr., saa stivsyke og polyneuritis. 25 % alfalfa til en saadan kornblanding gav derimot helt normal vekst. Det samme gav en rasjon av kornblanding + 1—5 % tilskudd av „meat scraps“ (et ben-kjøtt-mels produkt som inneholdt ca. 6,5 % CaO).

De Ca- og baserike forstoffer, alfalfa (luserne) og „meat scraps“, (i alfalfa er der ogsaa endel vitaminer), gjør blandingen fullverdig. Men da her ogsaa sikkert er flere minimumsfaktorer (proteinstoffer, vitaminer og mineralstoffer), er det vanskelig aa si noget bestemt om aarsaken til den bedre vekst ved alfalfa- og meat scrapstilskudd.

## 2. *Hart, Mc. Collum og Fullers forsøk (115):*

Disse forskere utførte nogen ganske interessante forsøk med svin i aarene 1906—1908. Hensikten var aa prøve virkningen av forskjellige uorganiske tilskudd.

16 svin blev delt i 5 grupper; og disse fikk følgende foring:

Gruppe 1: Lavt fosforinnhold. Ris, hvete-gluten og utvannet hveteclid + „Sugar salt“ (en blanding av 200 g rørsukker + 100 g NaCl + 100 g MgCl<sub>2</sub> + 100 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Dette skulde erstatte det tap klidet lider ved utvaskningen, saanær som for P's vedkommende. Daglig formengde 1 kg med 1.12 g P pr. dyr i forsøks-tiden.

Gruppe 2. Grunnfor som 1 + 40 g præsipitert calciumfosfat (70 % sek. + 30 % tert. fosfat).

Daglig formengde: 1 kg med 6.57 g P pr. dyr i forsøkestiden.

Gruppe 3. Grunnfor som 1 + 20 g præsipitert calciumfosfat.

Daglig formengde 1.0 kg med 3.84 g P pr. dyr.

Gruppe 4. Ris, hvete-gluten + hveteklid (ikke utvannet). Ikke „sugarsalt“. Daglig formengde: 1.0 kg med 5.40 g P pr. dyr.

Gruppe 5. Standardfor: Mais, havremel, „wheat middlings“ og oljekakemel. Daglig formengde: 1.0 kg med 5.45 g P pr. dyr.

Svinene veiet i gjennemsnit 47 Pounds (21.3 kg) ved begynnelsen av forsøket. De blev holdt i stall — hver gruppe for sig.

Forsøket varede 95 dager. (15. desbr. til 20. mars).

Resultatet blev:

Gruppe 1. Appetitten avtok mer og mer. Efter ca. 1 mnd. begynte dyrene aa faa stivsyke. Efter ca. 3 mndr. var de saa elendige at de praktisk talt ikke kunde staa. De aat daarlig og forsøket blev avbrutt. Det merkelige er at de nesten helt til denne tid øket i vekt. En gris blev drept og skelett og vev undersøkt. De to andre forsøkte de aa kurere ved tilskudd av melk og „wheat middlings“. Dessuten fikk de fosfortilskudd. Den ene uorganiske, og den andre organiske fosforforbindelser. Efter ca. 2 mndr. var de kommet sig betydelig, vokste nogenlunde og saa friske ut.

Den gris som blev slagtet *viste ingen abnorm sammensetning i vevene*. Skelettet derimot var lite og benene lette, Sp. vekt < 1, mens benene hos alle de andre grupper var > 1. Benene var dessuten spongiøse, manglet nesten compacta og var lett bøielige. Askeinnholdet 31 %, mot 46—55 % i de andre grupper. En kraftig osteporose, sier forfatteren!

Gruppe 2 og 3. Alle dyr (paa en nær) var hele tiden friske, trivelige og hadde jevn, god tilvekst.

Ingen tegn paa stivsyke.

En gris fra gruppe 9 blev drept 20. mars, samtidig som den i gr. 1, og undersøkt i vev og skelett.

Skelettet var adskillig større enn hos grisen i gruppe 1, var tyngre (Sp. v. 1.57), og med normal, velutviklet compacta og forbening forøvrig.

De to andre dyr i denne gruppe fortsatte paa samme rasjon, blev dregtige og fødte 6 unger hver. Mødrene saa friske og sunne ut og melket sansynligvis godt for ungene vokste tilfreds-

stillende. Disse gikk sammen med mødrene til de veiet 13—14 kg. Da blev de tatt fra og nogen satt inn i de neste forsøk (1907—1908).

*Gruppe 4 og 5.* Ingen av disse fikk noget tilskudd av uorganisk fosfat. De fikk alt sitt fosfor i organisk form (lecitin, nuclein, phytin).

De var alle friske, trivelige og vokste godt. Ingen tegn paa stivsyke. Appetitten god. Ogsaa her blev et dyr i hver gruppe slaatt ihjel og undersøkt. De bløte organer varierte lite i sammensetning i de forskjellige grupper, men *skelettet var vesensforskjellig*. Den sp. vekt av knoklene var 1.1 og 1.19 for henholdsvis gruppe 4 og 5. Benene vel forbenet, med haard og tett compacta. Ved belastningsprøve var styrken av os femuris ca. 3 ganger saa sterk i gruppe 3, 4 og 5 som i gruppe 1.

Askeinnholdet 53 % i gruppe 4, 46 % i gruppe 5 og hele 55 % i gruppe 3, mens det jo bare var 31 % i Gruppe 1.

Forsøkene blev gjentatt i 1907—08 og utvidet endel idet der nu blev satt inn 6 grupper, og som P-tilskudd blev gitt dels præcipitert calciusfosfat, dels benaske dels et apatittmel (float).

Resultatet m. h. t. trivsel, vekst og skelettets struktur, var nøiaktig som ved det forrige forsøk.

Mot slutten av forsøket blev det denne gang utført et fullstendig balanseforsøk for fosforsyre med et dyr fra hver gruppe. For gruppe 1 med 1.08 g P daglig i forsøktiden, var den daglige gjennemsnittsavløring 0.53 g P. For de andre grupper som fik ca. 5 g P daglig var avløringen ca. 2.3 g P daglig.

Forfatterne drar selv den slutning av sine forsøk, at et meget lavt fosforinnhold i foret til voksende svin (1.12 g daglig) *gir ganske god tilvekst fra ca. 20 kg og op til ca. 40—45 kg vekt. Derfra vil som regel tilveksten stanse op, der inntre vekttaap, stivsyke og tilslutt holder dyrene helt op med aa ete.*

*Tilskudd av uorganiske eller organiske fosforforbindelser til en saadan rasjon (4.0—6.0 g P daglig) ophever denne uheldige virkning. Dyrene fortsetter aa vokse og holder sig friske og sterke. Der er ingen forskjell paa virkningen av uorganiske og organiske fosfortilskudd.*

*Naar et dyr ikke kan retinere tilstrekkelig P gjennom re-sorbsjonen, tar det fra skelettet for aa vedlikeholde vev og vevs-*

veskers behov. Samtidig tas ogsaa Ca fra skelettet, og i nogenlunde samme forhold som disse stoffer finnes i tricalciumfosfat.

Det daglige fosforsyrebehov til et 50 pounds (ca. 23 kg) svin, settes til minimum 3 g, og 4—5 g P er sikkert helt tilstrekkelig.

Disse forsøk er referert saapass utførlig, da de er meget illustrerende m. h. t. P's innflydelse paa veksten og skelettets forbening. Det er dog en mangel at ikke den andre avgjørende faktor for bendannelse, Ca, ogsaa er tatt med i undersøkelsene; men ved hjelp av de vel definerte og gjennom hele forsøket ens sammensatte rasjoner, kan man slutte sig til endel.

For gruppe 1's vedkommende er saaledes rasjonen temmelig sikkert meget Ca fattig. Det samme gjelder gruppe 4. Disse to har ogsaa det letteste skelett og de minste ben, selvom 4 unngik stivsyke i manifest form.

Nedenstaaende tabel viser hvor nær de undersøkte griser i gruppe 1 og 4 laa hinannen, m. h. t. skelettets utvikling. Disse tall bekrefter

Tab. 18. Vekt og maal av skelettet hos svin  
(Hart, Mc. Collum, Fuller).

	Gruppe 1 Gris nr. 411	Gruppe 3 Gris nr. 408	Gruppe 4 Gris nr. 412	Gruppe 5 Gris nr. 415
Vekt av skelettet (Lufttørret) .....	1193 g	2371 g	1288 g	1609 g
Diameter av femur, maalt paa midten...	18 mm	23.9 mm	18.5 mm	22.0 mm
Sp.vekt .....	0.977	1.157	1.10	1.192

uet som tidligere er sagt om de smaa, spongiøse og daarlig forbenede knokler i gruppe 1; nr. 408 i gruppe 3 (høit Ca-fosfat-tilskudd) har derimot store, tunge og vel forbenede knokler. Nr. 415 nærmer sig 408; mens 412 ligger temmelig nær 411 saavel i skelettvekt som tykkelsen av femur. Den periostale benapposisjon har vært høist forskjellig og skulde tyde paa at hverken gruppe 1 eller 4 har hatt blot nogenlunde gunstige betingelser for skelettvekst og bendannelse. Dette kan man saa meget tryggere si, som de undersøkte dyr ikke har vært det daarligste i

gruppen, men enten det største eller neststørste. Ser man imidlertid paa den gjennomsnittlige daglige tilvekst hos disse svin, saa har den i 95 dager fra 20—30 kg vekt, vært fra 135 g for gruppe 1 til ca. 250—280 g for de andre grupper paa et fôrforbruk paa 1.0 kg daglig. Dette er meget lave tall saavel for fôrforbruk som for tilvekst, og da det er vanskelig aa avgjøre hvad de kunde ha ett og vokset, kan man ikke dra de slutninger av disse tall som ellers. De er nærmest et uttrykk for hvordan dyrene har opført sig ved saavel kvalitativ som kvantitativ mangelfull ernæring. En bekreftelse paa dette finner vi ogsaa deri, at der er en tildels meget stor forskjell paa dyrene innenfor gruppen; og overalt er det de smaa som det har gaatt ut over. De er sikkert skubbet tilside og fortrent fra matfatet av de større. Skal man ha den fulle nytte av et slikt forsøk, maa dyrene føres individuelt.

Alt ialt forekommer det mig som om forfatterne drar vel store og „gode“ slutninger av sine forsøk. For gruppe 1 (som avgjort er den verdifulleste i hele forsøket) kan jeg helt underskrive forfatterens resumé. For de andre grupper derimot, kan jeg ikke finne at der foreligger eksperimentelle data til aa betegne rasjonene som tilstrekkelige. Det er ogsaa paafallende at de dyr som i 1907—08 forsøkene var født av mødre i gruppe 2 og 3 forrige aar og som hele tiden, fra fosterstadiet av, hadde levd paa denne rasjon, var meget ujevne og hadde en elendig tilvekst i siste forsøk. Heller ikke var der nogen forskjell paa tilveksten i 143 dager for den gruppe som fikk benasketilskudd med (5.45 g P daglig), og gruppe 1 (uten tilskudd) og med bare 1.12 g P daglig.

Det dreier sig her sikkert om flere andre faktorer enn P-mengde og -tilstandsform. En rasjon av ris, hvete gluten og utvasket klid, lider, foruten av Ca-mangel, ogsaa av mangelfull biologisk verdi av proteinstoffene, samtidig som den er meget vitaminfattig. Rasjonen til gruppe 2 og 3 lider av de samme svakheter m. h. t. proteinstoffene og vitaminen, mens Ca-innholdet her er satt op ved Ca-fosfattilskudd. Naar standardrasjonen med mais, havremel, wheat middlings (klid) + oljekakemel i begge aars forsøk var den beste, trods dyrene fikk den samme mengde organisk stoff i alle grupper, saa maa det vesentlig til-

skrives en større biologisk verdi av proteinstoffene og et større vitamininnhold. Aa godskrive fosfortilskuddet for hele utslaget, er etter mit skjøn, forkjøært.

C. H. R. Davidsons forsøk. (116).

Disse forsøk begynte høsten 1921 under K. J. J. Mackenzie, Cambridge University, men blev overtatt av hans assistent H. R. Davidson i 1923 som ledet dem til Mackenzies død i 1924. P. gr. a. sykdom blev alle forsøksdyrene slaat ihjel i mars 1924. Men Davidson satte igang nye forsøk allerede i august samme aar. Nu blev planen ogsaa utvidet, saa den omfattet baade protein- og calcium-mangelens innflydelse paa eggløsning, befrugtning og ungenes levedyktighet. Forsøket gikk helt til jan. 1928.

Han delte sine forsøkssvin i tre grupper.

A. Normal foring (kontroldyr).

B. Proteinfattig for.

C. Ca-fattig for.

Grunnforet var som i *Evans forsøk*. (Se dette).

Paa denne foring greidde A-gruppen aa prestere det første kuld unger i tredje generasjon allerede efter  $2\frac{1}{2}$  aar. Mens C-grisene ikke rakk mere enn to generasjoner paa denne tid, og det var dertil bare nogen ganske faa unger som levet op. Mesteparten var enten dødfødte eller døde straks efter — ja det hendte flere ganger at hele kullet døde nogen faa dager efter fødselen.

C-grisene melket daarlig. Utviklingen av juret var elendig — saa det syntes nesten som om ungene døde av sult. C-grisene vokste ogsaa langsomt og flere av dem led av rachitis.

Forfatteren peker paa at Ca-mangel først gir sitt fulle utslag efter lengere tids foring, 1—2 generasjoner.

Davidsons forsøk er godt planlagt og gjennomført. Rasjonens høie biologiske verdi, og det at forsøket har gaatt saa lenge paa samme rasjon, gjør at resultatene blir temmelig sikre. Det kan efter *Evans* og *Davidsons* forsøk ikke være tvil om at saa lave Ca-mengder (0.052 % CaO), og med den  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  kvotient som i deres forsøk, der gaar det galt. Grisene faar snart daarlig appetitt og veksten stanser. De blir syge i benene, ja kan tilslutt ikke engang reise sig. Disse observasjoner er klare nok. Derimot

sier deres forsøk intet om den gunstigste Ca-mengde — eller om den Ca-mengde disse dyr fikk vilde vært tilstrekkelig ved et annet  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  forhold.

Det er videre verdt aa merke sig, at daglig tilskudd av levertran ikke kunde redde disse dyr fra de sykelige tilstande som ovenfor beskrevet.

#### D. R. E. Evans' forsøk. (55 . 117).

Forsøkene er utført ved Cambridge University, England, og er nøie tilknyttet *Davidsons* tidligere omtalte forsøk med svin, idet *Evans* fikk sine forsøksdyr fra *Davidsons* forsøk og det var dyr hvis mødre der hadde staatt paa tilsvarende rasjon i to generasjoner.

Svinene var „Large White breed“ og forsøket omfatter to grupper. A. normal, og B. Ca-fattig rasjon.

Tab. 19. Rasjonens sammensetning i Evans og Davidsons forsøk.

	Gruppe A.	Gruppe B.
Grunnfor:		
byggmel .....	44.55 %	44.55 %
maismel .....	44.55 „	44.55 „
bønnemel .....	3.80 „	3.80 „
blodmel .....	6.63 „	6.63 „
koksalt .....	0.47 „	0.47 „
kalksteinsmel .....	1.66 „	
CaO-innhold ialt .....	0.827 „	0.052 „

Dertil fikk *alle* dyr daglig levertran og appelsinsaft. Rasjonen skulde saaledes være biologisk temmelig fullverdig, og den blev holdt konstant gjennom flere generasjoner. Dyrene hadde ikke adgang til grønt og fikk heller ikke rote i jorden.

Alle dyr blev tatt fra moren og fikk kun forsøksforet fra 7 ukers alder.

Balanseforsøkene varte som regel 10 dager, delt i en periode paa 3 dager hvor der ikke blev foretatt nogen opsamling og to opsamlingsperioder paa henholdsvis 3 og 4 dager.

Resultatet av disse forsøk var:

B-grisene vokste daarlig, fikk stivsyke med krumme, til sterkt bøiede ben, og kunde mange ganger ikke reise sig eller staa paa benene. Appetitten uregelmessig og ofte elendig. De fikk et skittent-skorpet utseende. Purkene hadde meget vanskelig for aa fø unger, og kunde som regel ikke reise sig paa 3—4 dager efter fødselen. Daarlig med melk. Mange av ungene dødfødte, eller de døde straks efter fødselen. Gjennomsnittsvekten for de griser som levet frem til avvenning, blev mindre og mindre for hver generasjon.

Balanseforsøkene omfattet vesentlig drektige purker til forskjellige tider i drektighetstiden. I gjennomsnit har A. purkene avleiret 6.4 g CaO daglig, mens B. dyrene først stod i negativ Ca-balanse, for saa aa komme over i en liten posetiv saadan i sidste halvdel av drektighetstiden. Slutttopgjøret viser praktisk talt Ca-likevekt. Og dog presterte de grisekuld med like mange unger og disse var like tunge ved fødselen som A-dyrene! Den gjennomsnittlige daglige CaO-mengde som disse dyr fikk i denne tid (115 dager), var 26.5 g for A. og 1.7 g for B. gruppen.

For fosforsyrems vedkommende stiller tallene sig saaledes i gjennomsnit for hele drektighetstiden:

	Fortært P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> dgl.	Avleiret P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> dgl.
A. gruppen .....	22.73 g	6.26 g
B. gruppen .....	25.78 „	5.62 „

Disse tall som er gjennomsnit for alle dyr og av 4—6 forsøk jevnt fordelt fremover i drektighetstiden, er høist merkelige og interessante. For A. gruppen har det altsaa foregaatt en jevn og parallell avleiring av Ca og P. For B. gruppens dyr derimot, ingen eller nesten ingen Ca-avleiring (0.18 g CaO pr. dag), *men en temmelig stor P-avleiring!*

Forfatteren mener at trods denne tilsynelatende urimelighet, er dette uttrykk for en generell lov, nemlig *at dyret innen meget vide grenser kan avleire og disponere et stoff i organismen*

fullstendig uavhengig av de andre tilstedeværende eller manglende stoffer. Det er dyrets og organismens tilpasningsevne saaledes at livet kan opretholdes og slekten fortsette under de mange og høist uensartede forhold som bydes dem.

Analysen av ben viste at B. grisene hadde ca. 12 pct. mindre askeinnhold enn A. grisene. Kvotienten  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  var derimot den samme hos begge grupper.

*Evans'* forsøk er glimrende utført, og som *Davidsons*, har de den store fordel at de er langvarige og hele tiden gjennomført paa konstant forsammensetning. Dog er det meget stor forskjell paa de enkelte individer innen B. gruppen. Nogen kan tilsynelatende greie sig uten de svære skeletforstyrrelser og vokse op til omtrent samme vekt, ja endog med samme pct. innhold i skelettet, som A. grisene. De fleste gaar det dog galt med. Det mest interessante ved *Evans* forsøk er at han har vist at levertran i dosen  $\frac{1}{4}$  OZ pr. dag (1 OZ = ounce = 31.103 g i formacien, men 28.350 g i haandkjøpshandel) ikke kan opheve eller kompensere det mangelfulle ved denne Ca-fattige rasjon.

#### E. Richards, Goddens og Husbands forsøk. (118).

Disse forskere har utført to forsøksrekker med svin. Den første rekke i aarene 1922—24 hadde til formaal aa finne det gunstigste forhold mellem Na : K i foret og undersøkelsene blev utført paa den maaten at de lot Na-innholdet variere. Grunnforet var en allsidig kornblanding og Na-tilskuddet blev gitt som klorid eller citrat.

Resultatet av denne første forsøksrekke var at enten de gav NaCl eller Na.citrat-tilskudd til grunnforet, saa forbedret det N-, Ca-, og P-balansen. Det beste resultat fikk de naar forholdet K : Na laa mellem 1.62 og 1.53.

En øket Na-tilførsel, øket K-utskillelsen i urinen, men med en nogenlunde tilsvarende nedgang i fæces-K. Balansen for K blev omtrent uforandret.

Den anden forsøksrekke blev utført i 1923—26 og maalet var nu aa finne den innflydelse en økning av *K-mengden* hadde paa omsetningen av de andre stoffer.

Tilskuddet blev gitt som citrat.

Grunnforet var en blanding av mais, havremel, byggmel og blodmel + Ca-tilskudd + 10 cm<sup>3</sup> olivenolje pr. dyr pr. dag. I to av gruppene var  $\frac{P_2O_5}{CaO} = 0.7$  og i to andre grupper =  $1.1 \cdot \frac{Na_2O}{K_2O}$  kvotienten svinget ifra 0.88 til 0.15, saavidt jeg har kunnet regne det ut av de publiserte data.

Resultatet kan sammenfattes saaledes:

1. K-citrat-tilskudd har i alle tilfeller en sterk diuretisk virkning, og en temmelig sterk innflydelse paa N-, Ca- og P-avleiringen, trods den individuelle forskjell er stor.

2. Ved stigende K-tilskudd øker fæces-Ca, mens urin-Ca minker litt. Totalbalansen daarligere. Dette er altsaa stikk motsatt virkningen av stigende Na-tilskudd i deres forrige forsøk. Men det sier oss at kvotienten mellem alkalimetallene, Na og K, sansynligvis er av betydning ogsaa for avleiringen av andre stoffer, som Ca, P og N.

Dette stemmer forøvrig ganske godt med den opfatning, som *Seemann*, *Aron* og *Zuntz* hadde; at et ugunstig forhold (for lav  $\frac{Na_2O}{K_2O}$  kvotient) kunde føre til rachitis (119. 120. 121). *Zuntz* paaviste ved analyser at „rachithøi“ som regel hadde et stort overskudd av K i forhold til Na.

#### F. R. Bartel's forsøk. (38)

I det siste aar er det fra Tierphysiologische Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin (Direktør prof. dr. *E. Mangold*) kommet en hel serie undersøkelser over mineralstoffspørsmålet hos svin.

I løpet av 1929 og 30 gjennomførte *Robert Bartels* ved dette institutt noen forsøk over virkningen av forskjellige mineralstofftilskudd paa Ca- og P-balansen hos svin ved forskjellig legemsvekt og forskjellig grunnfor.

Først analyserte han to nyfødte griser fra ett kuld for Ca- og P-innhold og fant meget god overensstemmelse. (Se tab. 5). Ut fra det, sluttet han saa videre at de andre smaagriser i samme kuld hadde samme sammensetning. Efter at resten av kullet

hadde suget moren i 12 dager blev en slaat ihjel, veiet og analysert. (Se tab. 9). Tilveksten hadde i disse 12 dager vært 162.5 g i gjennomsnitt med en avleiring paa 1.51 g CaO og 1.35 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pr. dag, eller 9.26 g CaO og 8.42 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pr. kg tilvekst. Derefter utførte han balanseforsøk med 6 svin paa forskjellige alderstrin. Hvert forsøk bestod av en forperiode og to forsøksperioder paa 3 dager hver, og bare de to siste perioder (6 dager) blev analysert.

Alle dyr blev foret og behandlet individuelt, og kun i ett tilfelle er det mere enn ett dyr paa samme forsøk (forsøk 8, 9 og 10).

Grunnforet var i forsøk 8, 9, 10, 11, 12, 13 og 15 ca. 81 % bygggrøp, 7 % tørrgjær og ca. 12 % fiskemel. I forsøk 14 var det bygg, tørrgjær og kjøttmel i forholdet: 84,3 %, 5,2 % og 10,5 %.

I forsøk 16—17 var grunnforet 73 % bygg + 12.8 % fiskemel + 14.2 sukkersnitter. Foret i forsøk 18 og 19 bestod av de samme formidler, men vekslede i innbyrdes mengdeforhold fra forperiode til 1st. til 2.den forsøksperiode. Endelig var foret i forsøk 20, 21, 22, 23 og 24 ca. 70 % bygg, ca. 27.5 % mais og ca. 2.5 % torskemel. En helt ensartet pct. sammensetning gjennom hele forsøket hadde rasjonene aldri.

Mineralstofftilskuddet til de forskjellige rasjoner sees best av tabell 20.

Da der ved Bartels forsøk er flere interessante ting, har jeg samlet hovedresultatene og stillet dem sammen i nedenstaaende tabell.

Om mineralstofftilskuddet skal tilføies at i forsøk 12 og 13 blev der gitt ekvivalente mengder Ca med forsøk 8, 9 og 10. I 14 og 15 ekvivalente mengder base med 1 % CaCO<sub>3</sub>-tilskudd. Den samme fremgangsmaate blev brukt i forsøk 18 og 19 i forhold til 17, og 22 og 23 i forhold til 21.

I de 4 siste rubrikker har jeg regnet ut CaO- og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-avleiringen i pct. av tilveksten, samt kvotienten mellem gramekvivalenter  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  saavel i foret som i den positive balanse.

Bartels selv drar endel slutninger av sine forsøk, og jeg skal kort referere de viktigste.

Tab. 20. Mineralstofftilskudd til forskjellig grunnfor (Bartels).

Forsøk (Tab) nr.	Grunnfor	Tilskudsfor	Vekt ved forsøkets begynnelse i kg	Daglig tilvekst i 6 dager g	Daglig avleiret		Avleiret i % av tilveksten		$\frac{P_2O_5}{CaO}$	
					$P_2O_5$ g	CaO g	$P_2O_5$ %	CaO %	I foret	I avleiret
11	Bygg + tørrgjær + fiskemel	0	23.3	283	3.20	1.71	1.1	0.6	1.5	1.4
8	" " "	1% $CaCO_3$	17.3	533	4.48	5.46	0.85	1.0	0.85	0.65
9	" " "	1% $CaCO_3$	24.2	300	3.73	4.44	1.3	1.5	0.89	0.65
10	" " "	1% $CaCO_3$	31.0	667	3.5	5.20	0.5	0.8	0.8	0.53
12	" " "	$CaHPO_4$	29.8	617	6.44	4.24	1.1	0.7	1.3	1.2
13	" " "	$CaCl_2$	31.8	1030	5.14	3.94	0.5	0.4	0.9	1.0
14	Bygg + tørrgjær + kjøtt- mel	$NaH > (CO_3)^2$ Mg	20.9	600	5.5	4.74	0.9	0.8	1.3	0.9
15	Bygg + tørrgjær + fiske- mel	Na acetat	35.2	767	5.53	6.22	0.7	0.8	1.3	0.7
16	Bygg + fiskemel + roe- snitter	0	51.5	917	6.77	5.83	0.75	0.6	2.2	0.9
17	" " "	1% $CaCO_3$	54.5	867	5.68	2.99	0.65	0.3	0.8	1.5
18	" " "	$CaCl_2$	47.7	667	12.2	9.09	1.8	1.4	0.8	1.1
19	" " "	NaCl	45.5	667	8.36	6.50	1.3	1.0	1.3	1.0
20	Bygg + mais + torskemel	0	89.8	1450	2.92	2.89	0.2	0.2	1.6	0.8
21	" " "	$\frac{1}{2}$ % $CaCO_3$	118.2	883	5.24	7.15	0.6	0.8	1.1	0.6
22	" " "	$KH > (CO_3)^2$ NaH	104.5	950	3.92	4.57	0.4	0.5	1.5	0.7
23	Bygg + torskemel + poteter	$CaCl_2$	110.7	883	9.42	12.69	1.1	1.4	0.7	0.6
24	Bygg + torskemel + poteter	1 % NaCl	92.3	1033	9.78	11.23	1.0	1.1	1.8	0.7

1. En  $P_2O_5$ - og  $CaO$ -avleiring med kvotienten 0.7 maa regnes for normal hos smaagriser.
2. Calciumkarbonattilskudd til utelukkende korn- og fiske-melrasjoner (som forsøk 8—15), virker gunstig saavel paa tilveksten som paa  $Ca$ - og  $P$ -avleiringen.
3. Virkningen er utelukkende en syre-basevirkning; og ikke en  $Ca$ -virkning, da ekvivalente mengder  $Ca$  i form av  $CaHPO_4$  og  $CaCl_2$  ikke har den samme gode virkning, mens en ekvivalent mengde alkali- eller magnium-karbonat og  $Na$ -acetat fullstendig kan erstatte  $CaCO_3$ .
4. Til mere baserike rasjoner (som 16—19) har  $CaCO_3$ -tilskudd ingen posetiv — kanskje snarere en negativ — virkning. Her er  $CaCl_2$  vel saa godt.
5. Til større dyr (86—117 kg levendevekt) er disse syre-basevirkninger av et mineralstofftilskudd betydelig mindre.

Det er meget mulig at *Bartels* har rett i sine slutninger. Jeg kan dog ikke innrømme at hans forsøksresultater gir noget avgjørende bevis for disse paastander.

Det er saavidt jeg kan se, flere ting som *kan* influere baade paa tilveksten og mineralstoffavleiringen, og som der ikke er tatt tilstrekkelig hensyn til ved disse forsøk. For det første er 6 dager altfor kort observasjonstid til aa avgjøre *varige* virkninger i mineralstoffskiftet. Dernest har formengden ikke vært konstant i forperiode og forsøksperiode ( $3 \times 3$  dager). Naar vi vet at tilveksten hos en gris ikke er en rettlinjet funksjon, selv om dyret holdes under fullstendig ensartede forhold, da er det meget tvilsomt aa bygge sine slutninger paa saa faa dages forandring av levende vekten, hvor der dessuten kan være tale om forandring i vominnhold, drikkevann m. m. Resultatene bygger dertil paa enkeltiakttagelser — kun i ett tilfelle er der flere dyr paa samme forsøk, og disse viser heller ikke en saa god overensstemmelse, at det skulde overflødiggjøre parallellforsøk.

Jeg skal dog ikke glemme aa nevne nogen, efter min opfatning, store fordeler med *Bartels* forsøk fremfor mange andre forsøk av lignende art. Han har skaffet et udmerket *utgangspunkt* for mineralstoffundersøkelser hos svin ved sine nøiaktige analyser av nyfødte og ganske unge griser. Dyrene i alle ba-

lanseforsøk har vært sunne og med udmærket tilvekst, og det er gaat frem planmessig ved mineralstofftillegget som dertil er gitt i *ekvivalente* mengder. Middeltallet av de 15 første forsøk gir oss kanskje ogsaa et nogenlunde brukbart uttrykk for den daglige avleiring. Regner vi ut dette, finner vi at det blir henholdsvis 5.32 g CaO og 5.5 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. D. v. s. at den positive, daglige balanse for disse stoffer ligger omkring denne størrelse i hele tiden fra 17 kg til ca. 100 kg lev. vekt hos svin med en vekstintensitet som disse.

Man maa ogsaa feste sig ved at kvotienten for avleiret P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : CaO forandrer sig primært som kvotienten i foret.

### G. Carl Petersens forsøk. (121).

Dette er ogsaa et arbeide fra *Mangolds* Laboratorium i Berlin. *Carl Petersen* har her utført tre rekker forsøk med svin.

1. Mitteilung: Die Wirkung verschiedener Calcium-Carbonate als Kalkzulagen bei wachsenden Schweinen.
2. Mitteilung: Der Einfluss von Vigantol auf den Calcium- und Phosphorstoffwechsel des rachitischen Schweines.
3. Mitteilung. Der Einfluss verschiedener Mineralzulagen auf den Säuren-Basen-Haushalt bei Schweinen und insbesondere auf die Acidität und den Ammoniakgehalt des Harns.

#### I. Mitteilung.

Den første forsøksrekke er utført paa to svin med en levende vekt paa 60 og 88 kg. Grunnforet var for alle forsøk med svin nr. 6278 100 g „Weiszfischmehl“ (nærmest et slags kjøttmel), og 50 g tørrgjær daglig under alle forsøk. Dertil blev gitt bygggrøp stigende fra 1,7 kg til 2,4 kg i de forskjellige perioder. For svin m. 6272 var grunnforet 50 g „Weiszfischmel + 100 g tørrgjær daglig i alle forsøk. Dertil bygggrøp for svin 6278.

Formengden var uforandret i ett og samme forsøk. Forsøkene delt i en forperiode og 2 forsøksperioder, hver paa 3 dage. I de to siste perioder blev gjødsel og urin opsamlet og analysert. Tilveksten beregnes som gjennemsnitt av alle 3 perioder (9 dager).

Mineralstofftillegget var alltid beregnet ekvivalent med 1 % CaCO<sub>3</sub>.

Tab. 21. Virkningen av forskjellige Ca-karbonat tilskudd til svin (C. Petersen).

Svin nr.	Ca-tilskudd	Midlere vekt kg	Daglig tilvekst i 9 dg. g	Daglig avleiret		Avleiret i % av tilveksten		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : CaO i	
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	Foret	avleir.
6278	CaCO <sub>3</sub> praec.	63,55	478	6,5	7,8	1,4	1,6	0,8	0,7
„	Kalkstein								
	Stassfurter	68,15	578	5,8	7,2	1,0	1,2	0,8	0,7
„	Kalkstein								
	Pommern	73,03	511	4,9	6,3	1,0	1,2	0,8	0,6
„	do. II	85,45	856	8,2	9,5	1,0	1,1	0,8	0,7
„	Slamkritt								
	Stassfurt	78,55	733	6,4	7,0	0,9	1,0	0,8	0,7
6272	CaCO <sub>3</sub> praec.	63,55	589	5,5	6,5	1,0	1,1	1,0	0,7
„	Slammkritt Stf.	68,53	561	5,5	6,6	1,0	1,2	1,0	0,7
„	Kalkstein „	74,65	839	7,9	8,3	1,0	1,0	1,0	0,8

Trods forsøks tiden er kort, stemmer resultatene meget godt overens, og som forfatteren uttrykker sig: *Ingen tydelig forskjell paa virkningen efter de forskjellige karbonater.*

Forholdet mellem P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og CaO i foret har hele tiden vært det samme for svin 6278 og ogsaa for svin 6272, bare det at dette har faatt en litt høiere kvotient (henholdsvis 0,8 og 1,0). Allikevel har begge griser avleiret P og Ca i foret 0,7. Ved en gjennomsnittlig tilvekst paa 643 g for alle forsøkene — hvilket maa sies aa være tilfredsstillende — er der daglig avleiret i gjennomsnit 6,3 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og 7,4 g CaO. Dette stemmer ganske godt med de gjennomsnittstal jeg har regnet ut av *Barrels* forsøk. (Se foran).

## II. Mitteilung.

C. Petersens neste forsøksrekke over virkningen av D-vitamin tilskudd (Vigantol) til en rachitisk gris gir et klart og meget tydelig utslag til fordel for D-vitamintilførselen.

Paa et grunnfor av 250 g Weissfischmehl + 50 g tørgjær + ca. 1500 g bygggrøp + 1 %  $\text{CaCO}_3$ -tilskudd daglig, utviklet denne gris i løpet av 18 dager en begynnende rachit til en florid saadan. For hele 12 dager er der sammenhengende mineralstoffbalanse som viser en stadig daarligere og daarligere Ca- og P-retensjon. Apetitten forsvinder, veksten stanser op, grisen blir øm og stiv i lemmene, og kan tilslutt ikke reise sig mere. Saa faar den Vigantolbehandling (et bestraalt ergosterinspræparat). Dose: 4 draaper daglig. Foring som tidligere. Efter 5 dager stod grisen atter paa benene, og 11 dager efter behandlingen begynte, kunde den paany settes inn i opsamlingsforsøk. Saa følger 15 dages sammenhengende opsamlingsforsøk med analyser og bestemmelse av Ca- og P-balansen. Apetitten øker raskt. Grisen begynner atter aa vokse, og fremfor alt: Ca- og P-balansen kommer inn i „normalt“ spor.

Som tabell 22. viser, er det ikke tale om nogen Ca- eller P-mangel i 1—4 periode; men *utnyttelsen* av de tilførte stoffer er elendig. I periode 5—9 er tilførselen *absolutt sett* mindre; men avleiringen er likevel 4—5 ganger saa stor; en virkning som i dette tilfelle maa tilskrives D-vitaminet.

Kvotienten for avleiret  $\text{P}_2\text{O}_5$  : CaO gir et klar bevis paa den forstyrrelse som er tilstede i avleiringen av disse stoffer i periode 1—4, mens den samme kvotient i periodene 5—9 forteller om et mineralstoffskifte der holder paa aa komme inn i mere normale former.

Trods disse iakttagelser bygger paa en eneste gris, er de meget verdifulle, da der er utført en nøiaktig og fullstendig balanse for Ca og P gjennom en forholdsvis lang tid (12 og 15 dager).

### III. *Mitteilung.*

Her har *Petersen* satt sig en dobbelt oppgave. For det første aa undersøke aciditeten og  $\text{NH}_3$ -mengden i urinen hos svin ved forskjellig grunnfor med og uten mineralstofftilskudd, og der nest om det er mulig ad den vei aa skaffe sig et raskt og brukbart uttrykk for de forskjellige rasjoners og tilskudds skikkethet i praksis. Aciditeten i urinen er bestemt ved direkte titrering med  $1 \text{ cm}^3$  1 % phenolphthalelin-oppløsning i alkohol, og  $\text{NH}_3$ -mengden er bestemt ved luftgjennesugning efter tilsetning av  $\text{NaCO}_3$  til

Tab. 22. Daglig Ca- og P-tilførsel og -avleiring hos et rachitisk svin (*C. Petersen*).

	Midlere vekt. kg	Daglig tilvekst g	Daglig				Avleiret i % av tilveksten		$\frac{P_2O_5}{CaO}$ kvotient i		
			Tilført		Avleiret		Foret	Avleiret			
			$P_2O_5$ g	CaO g	$P_2O_5$ g	CaO g					
<b>Uten Vigantol:</b>											
1. Periode	52,4	100	23,6	28,8	2,3	2,7	2,3	2,7	0,7	0,7	
2. „	52,7	1167	23,6	28,9	1,2	0,8	0,1	0,07	0,7	1,1	
3. „	56,2	300	24,3	29,3	1,6	2,2	0,5	0,7	0,7	0,6	
4. „	57,1	300	24,3	29,3	1,5	2,9	0,5	1,0	0,7	0,4	
<b>Med Vigantol:</b>											
5. Periode	55,5	167	14,1	11,5	5,3	6,9			0,8	0,6	
6. „	55,0	400	14,8	12,1	4,0	6,0	1,0	1,5	1,0	0,5	
7. „	56,2	267	15,6	12,7	5,7	9,7	2,1	3,6	1,0	0,5	
8. „	57,0	500	16,3	13,4	5,5	7,0	1,1	1,4	1,0	0,6	
9. „	58,5	467	17,1	14,0	5,5	6,8	1,2	1,5	1,0	0,6	

metning. (Folins metode). Begge uttrykkes i  $\text{cm}^3 \frac{n}{l}$  syre. Summen av disse er, efter forfatterens mening, et uttryk for den totale mengde syreoverskudd som tilføres blodet, og som maa utskilles.

Resultatene av disse undersøkelser kan sammenfattes saaledes:

1. Utelukkende kornforing gir sur urin.
2.  $\text{CaCO}_3$ -tilskudd til kornrasjoner nedsetter asiditeten, men ikke  $\text{NH}_3$ -mengden i urinen.
3.  $\text{MgCO}_3$ , kalium- og natriumacetat tilskudd til en saadan rasjon senker *baade* aciditeten og  $\text{NH}_3$ -mengden.
4. Foring med meget poteter gir alkalisk urin med yders lite  $\text{NH}_3$ -innhold.
5.  $\text{CaCl}$ -tilskudd øker asiditeten og  $\text{NH}_3$ -mengden.
6. Et uttryk for en rasjonell foring er, at summen av aciditet og  $\text{NH}_3$ -innhold er lavt.

#### H. Praktiske foringsforsøk med svin.

Det finnes hundredvis av slike praktiske forsøk i de forskjellige land. Nogen av de beste av disse er de danske. De har den store fordel at de er utført paa et nøiaktig kjent for, og strekker sig over lang tid — oftest fra 25 kg til 90—100 kg vekt. Selvom disse forsøk og deres resultater ikke direkte kan sammenlignes med resultatene fra de forsøk som her omtalt og som skal behandles, saa har det unektelig en viss interesse naar det kan pekes paa felles trekk og resultater baade i de rent teoretiske-videnskapelig og i de praktiske forsøk.

Jeg skal derfor kort nevne etpar av disse forsøk som jeg mener kan tjene som sammenligning med vaare forsøk.

A. I 132. beretning (122) gjør prof. *Jespersen* rede for 5 forsøksrekker med forskjellig tilskudd til et grunfor av  $\frac{1}{2}$  bygg og  $\frac{1}{2}$  mais. Proteinmengden 100 g pr. F. E. i alle forsøk, men i hold 1—5 gitt i form af henholdsvis: Skummet melk, solsikkekaker, jordnøttkaker, søyaskraa og  $\frac{1}{2}$  blodmel + kjøttbenmelblanding. Det daglige forforbruk fra 18—20 kg vekt til 86—100 kg har vært følgende:

Tab. 23. Daglig forforbruk i gjennemsnitt.  
(Danske forsøg. 132te beretning).

Fôr	Hold				
	1	2	3	4	5
kg korn ( $\frac{1}{2}$ bygg + $\frac{1}{2}$ mais).....	1,71	1,62	1,49	1,51	1,76
„ skummet melk .....	3,71	0,25	0,21	0,23	0,28
g solsikkekaker .....		308			
„ jordnøttkaker .....			189		
„ søyaskraa .....				191	
„ blodmel + kjøtt-benmel .....					182
f. e. pr. dyr pr. dag .....	2,37	2,03	1,80	1,81	2,08

Prof. *Jespersen* fremholder at der var en vesensforskjell paa disse hold, saavel med hensyn til appetitt, tilvekst og sunhetstilstand. Som en overlegen nr. en stod hold nr. 1 (Skummetmelk grisene). De hadde den største daglige tilvekst (628 g i gjennemsnitt) og var alle dype, brede, rene og blanke. I dethele tatt sunde, trivelige dyr.

Dernest kom hold nr. 5 (Blod-kjøttmel + benmelsgrisene). De vokste 592 g gjennemsnittlig pr. dag. De var hele tiden friske, men hadde et brunlig-rødlig skjær i huden, og saa saaledes ikke saa godt ut. Disse to hold staar meget nær hinannen m. h. t. tilvekst og sundhet. De andre tre hold var alle daarligere. Det er allikevel ikke saa liten forskjell ogsaa inden disse.

Hold 2 (solsikkegrisene) var til aa begynne med rene og hvite og trivedes godt. Det gikk dog ikke saa lenge før de blev slanke og efter hvert stive og utrivelige og 3 maatte gaa ut før forsøkets slutt. Der var store individuelle variasjoner. Gjennemsnittstilvekst 473 g daglig.

Hold 3. (jordnøttgrisene) blev hurtig skitne og fikk skorper i huden. De mistet matlysten, blev høibente og slanke. Bare 1 gris blev satt ut før forsøkets slutt, *men tilslutt var flere saa stive og elendige at de kun med det største besvær gikk frem til forkrybben*. Gjennemsnittlig daglig tilvekst 378 g.

Hold 4. (Søyaskraa grisene). Disse dyr aat sitt for noget bedre enn hold 3, men de blev like saa syke som de andre. Ialt

døde 7 stykker før forsøkets slutt. I et av forsøkene paa dette hold viste stivsyken sig allerede i overgangsperioden og der blev gitt levertrantskudd.

Der foreligger ingen analyse av mineralstoffinnholdet, og man kan derfor ikke stille op nogen eksakte tall for kvotientene mellem  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  eller  $\frac{Na_2O}{K_2O}$ . Vi vet dog fra gjennemsnittsanalyser, at hold 1 (skummetmelk) faar det største Ca-tilskudd, den laveste  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  kvotient og en adskillig høiere  $\frac{Na_2O}{K_2O}$  kvotient enn oljekakegrisene. Disse siste kommer med den høieste  $P_2O_5$  : CaO og laveste  $Na_2$  :  $K_2O$  kvotient samt syreoverskud i forhold til de basiske ekvivalenter. Det er grunn til aa merke sig disse ting i forbindelse med at alle disse dyr er holt i gode, lyse rum og i binger med anledning til rikelig bevegelse.

I 141. beretning (123) omtaler prof. *Jespersen* og landbrugs-kand. *Fr. Haagen Petersen* endel forsøk med varierende tilskudd av skummetmelk til en kornrasjon.

#### 1927—28 aars forsøkene.

Hold 1 fikk bare kornblanding og vann ( $\frac{1}{2}$  bygg +  $\frac{1}{2}$  mais). Gjennemsnitlig tilvekst 242 g.

Hold 2 kornblanding + 0,5 kg skummetmelk pr. kg kornblanding. Gjennemsnitlig tilvekst 474 g.

Hold 3 1,0, hold 4 1,5 og hold 5 2,0 kg skummetmelk pr. kg kornblanding. Tilveksten øket med stigende mengder skummetmelk og var henholdsvis 596, 706 og 710 for hold 3, 4 og 5.

Vi ser at et tilskudd av 0,5 kg skummetmelk nesten fordobler den daglige tilvekst fra hold 1 til 2. Der er ogsaa sterk stigning for hold 3 og 4; mens hold 5 ser ut til ikke aa ha hatt nogen ekstra fordel av det siste halve kg skummetmelk-tilskudd.

Her kan sies det samme som ved omtalen av forrige forsøk. Ca-innholdet i rasjonen til hold 1 har vært overordentlig lavt. Paa et gjennemsnittlig daglig forforbruk av 1,6 kg kunde de bare faa 0,5—1,0 g CaO daglig. Fosforsyre: calcium kvotienten har derimot vært temmelig høi, efter gjennemsnittsanalyser ca. 8. Rasjonen har videre hatt et betraktelig overskudd av sure valenser i asken.

Tilskuddet av skummetmelk forandrer disse tilstander. Ca-innholdet stiger pct. set, og kvotienten  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  faller. Likedan blir asken mere og mere nøytral. Desuten vil melketilskuddet gjøre rasjonen proteinrikere og bringe den op fra 73 g fordøielig renprotein hos hold 1, til 100 g hos hold 5, samtidig som proteinen blir biologisk verdifullere. Denne faktor har her sikkert spillet en rolle. Det er dog grunn til ogsaa her aa merke sig sammenhengen mellem mineralstoff-kvotientene, etelysten og dermed tilveksten hos disse dyr.

Forfatterne har en opplysning side 9 i denne beretning som vi noterer oss. De har nemlig forsøk (ennu ikke offentliggjort), som viser at tilskudd av *kritt* til hold 1 rasjonen, *snarere gjør skade enn gagn, og kritt + benmel kun gir en ytterst liten økning av tilveksten hos disse griser.*

Disse forhaandsmeddelelser kan synes saa enkle, klare og med en temmelig avgjørende beviskraft. De sier imidlertid saadan som de her staar, praktisk talt intet. Saalenge der ikke opplyses om hvor meget, naar og hvordan mineralstofftilskuddet blev gitt, samt en undersøkelse av skelettet, helst ogsaa blodet, kan man ikke helt bedømme tilskuddets virkning.

Ved denne rasjon ( $\frac{1}{2}$  bygg +  $\frac{1}{2}$  mais + vann) er der dessuten, som forfatterne ogsaa fremhever, andre minimumsfaktorer, bl. a. proteinstoffenes mengde og biologiske verdi, som sansynligvis er med aa holde matlysten og forkonsumpsjonen nede paa et lavmaal og dermed ogsaa tilveksten.

Endelig skal jeg nevne forsøk S. 225 utført hos proprietær *J. Hasselbalch* (124). Grunnforet bestod av 50 % bygg + 25 % mais + 25 % hvete. Som tilskudd blev gitt skummetmelk ca. 20 % av det samlede for; men fordelt paa forskjellig maate. Dessuten blev der til nogen hold gitt et mineralstofftilskudd paa 8 g pr. dyr pr. dag, sammensatt paa følgende maate: 52 % kritt + 30 % benmel + 8 % koksalt + 10 % sek. natriumfosfat.

Resultatet av forsøket var en aldeles glimrende sundhet og trivselighet for alle dyr. Den gjennemsnittlige daglige tilvekst fullstendig ens i alle hold. Der var ingen forskjell paa de dyr som fik mineralstofftilskuddet og de som ikke fikk noget, — bedømt efter ytre utseende og tilvekst.

Til dette forsøk er aa merke, at grunnforet er nogenlunde allsidig sammensatt og det store tilskudd av skummetmelk (ca. 20 %) vil ytterligere korrigere baade proteinstoffene, og serlig mineralstoffinnholdet. Det kunde derfor neppe ventes noget serlig utslag i den daglige tilvekst etter et mineralstofftilskudd. Om det har vært helt virkningsløst, kan man etter de foreliggende opplysninger ikke avgjøre. Dertil kreves bl. a. skelettundersøkelser, balanseforsøk og blodanalyser.

## Kap. II.

### Forsøk med kaniner over vekst og forbening.

Her skal jeg bare referere ett tidligere forsøk, da det baade i plan og utførelse faller nærmest sammen med mine kanin-forsøk.

#### A. *May Mellanbey og Esther Margaret Killick's forsøk.* (125).

De vekstforsøk med kaniner som disse forskere i denne avhandling gjør rede for, har den store fordel som vekstforsøk og dyrefysiologiske observasjoner, at de er utført paa unge dyr, paa konstant rasjon og har strakt sig over et forholdsvis lengere tidsrum (10 uker til 6 mndr.). Til bedømmelse av forbeningen er der tatt røntgenbilleder av radius og ulna.

De dyr som blev anvent, var kaninunger fra samme kuld og veiet 400—650 g ved begynnelsen (ca. 8 uker gamle). Grunnforet bestod av 4 deler havremel og 1 del hveteclid + litt Citronsaff.

Til dette grunnfor blev der saa gitt tilskudd av dels 0,75 % dels 1,5 %, dels 3 %  $\text{CaCO}_3$  og dels 1,55 %  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

Ved et tilskudd av 1,5 %  $\text{CaCO}_3$  til grunnforet, fikk det samlede for et pct. innhold paa 0,670 % Ca og 0,550 % P (0,94 % CaO og 1,25 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Paa denne rasjon fikk unge kaniner i de aller fleste tilfeller rachitis innen 7—10 uker, oftest før.

Fremskomsten av rachitis og graden av denne hang nøie sammen med den mengde mat dyrene fortærte. Ett av deres forsøk illustrerer dette:

2 kaniner fikk  $x$  g mat pr. dag. 2 andre kaniner fikk  $2x$  g pr. dag av samme rasjon. Alle aat op. De siste fikk kraftig rachitis, mens de første bare fikk en ganske ubetydelig saadan. Den daglige tilvekst i denne tid var dog høist forskjellig. De som fikk  $2x$  g mat vokste adskillig mere enn de andre.

Ved stigende mengder av  $\text{CaCO}_3$  til grunnforet — 0,75 %, 1,5 % og 3,0 % — gav 1,5 % den beste daglige tilvekst. De to andre daarligere og omtrent likt. De rachitiske forandringer i skelettet derimot tiltok i styrke med stigende  $\text{CaCO}_3$ -tilskudd.

Som en kontroll paa dette resultat, gav de i et forsøk 1,55 % tertiært Ca-fosfat istedenfor 1,50 %  $\text{CaCO}_3$ . Herved blev Ca-mengden i foret den samme; men  $\text{P}_2\text{O}_5$ -mengden øket til 2,0 %.

Kaninene vokste like godt paa denne rasjon og forbeningen var langt bedre enn hos  $\text{CaCO}_3$ -dyrene. De fikk efter 10 ukers forsøks-tid bare en ganske lett rachitis.

Man vil uvilkaarlig stusse ved disse resultater. For det første merker man sig at disse kaniner i det hele tatt faar rachitis, noget som ifølge *Mc. Collum* (75), *György* (126) og *Ernst Jost* (97) slettes ikke eller meget sjelden forekommer. Dernest merker men sig at der synes aa være en meget stor forskjell paa rachitkvotienten  $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{CaO}$  for rotter og kaniner.

*Mc. Collum* opgir den optimale  $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{CaO}$ -kvotient for rotter til ca. 1 og med de absolutte mengder ca. 1 % CaO og 1,3 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  i foret.

Dette innhold og denne kvotient faller omtrent sammen med *Mellanby og Kilick's* forsøk med 1,50 %  $\text{CaCO}_3$  tilskudd. Men denne rasjon gav jo i de aller fleste tilfeller rachitis i løpet av 7—10 uker. Forfatterne kommer ikke inn paa aarsakene til dette, og jeg skal heller ikke filosofere nermere over forholdet. Vi mangler tilstrekkelige eksperimentelle undersøkelser til aa kunne dra nogenlunde sikre slutninger. Jeg vil dog antyde at det kanskje delvis kan skyldes disse dyrs ulike fordøielseskanal og at kvotienten — paa grunn av reaksjonen eller bakteriell virksomhet i tarmkanalen — sekundært forskyves i motsatt retning hos disse dyr. Andre forhold, som syre : baseforholdet, spiller sansynligvis ogsaa en rolle.

Mens *Mc. Collum* og medarb. (127) fant at  $\frac{\text{syre}}{\text{base}}$  forholdet spillet en temmelig underordnet rolle for rachitens frembrudd hos deres rotter, saa hevder *Zucker, Johnson og Barnett* (128) og likedan *E. Mellanby* i et tidligere arbeide (129) at syre : base-forholdet spiller en betydelig rolle. Byttet *Zucker, Johnson og Bernet* Ca-lactatet med  $\text{CaCl}_2$  eller  $\text{NH}_4\text{Cl}$  i ekvivalente mengder, forandret det en rasjon fra rachitisk til ikke rachitisk, og  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -tilskudd til en rasjon som gav sunde dyr, førte til at disse dyr fikk rachitis.

*Mellanby* og *Killick* utførte ogsaa etpar forsøk til belysning av dette spørsmaal.

De erstattet  $\text{CaCO}_3$ -tilskuddet til grunnforet med henholdsvis  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  og  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  i ekvivalente basemengder.

Kaninene vokste daarligere paa de nye rasjoner, men forbedringen foregikk nesten normalt.

Vi skal merke oss at kvotienten  $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{CaO}$  i begge disse tilfeller vil vokse. Tilveksten i 10 uker hos  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -dyrene var bare 60 g og hos  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dyrene 40 g. Det tilføies at dyrene hadde daarlig appetitt, hvilket kan forklare den rent elendige tilvekst.

Naar røntgenfotografiene ikke viser nogen rachitiske deformasjoner, saa er ikke det et bevis paa at disse rasjoner er de tidligere overlegne. Tvertimot. Dyrene som faar ete ad. lib. og som ikke vokser mere enn 40—60 g i 10 uker, de har kun vist oss at rasjonen har maktet aa holde dyrene i status quo under disse kravløse omstendigheter.

Forfatterne søker ikke aa forklare nærmere aarsakene til denne daarlige tilvekst av ett og samme grunnfor, med forskjellig mineralstofftilskudd.

Stiller man disse forsøk sammen efter  $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{CaO}$  kvotienten faar man:

a.	Grunnfor + 2,1 % $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ -tilskudd	$\frac{\text{P}_2\text{O}_5}{\text{CaO}}$ kvot. = ca. 18
b.	„ + 1,5 „ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ „ „	= „ 10
c.	„ + 0,75 „ $\text{CaCO}_3$ „ „	= „ 2
d.	„ + 1,55 „ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ „ „	= „ 1,7
e.	„ + 1,50 „ $\text{CaCO}_3$ „ „	= „ 1
f.	„ + 3,0 „ „ „	= „ 0,5

Opstillet paa denne maate, kan man efter beskrivelsene stort sett si at de rachitiske forandringer i skelettet har vært omvendt proporsjonale med  $P_2O_5$  : CaO-kvotienten. Det ser saaledes ut som om denne kvotient spiller en rolle for rachitens frembrudd og styrke.

Nu skal det rigtignok tilføies at tilveksten hos alle disse kaniner var liten. Beste tilvekst gav gruppe I som fikk grunnfor + 1,5 %  $CaCO_3$  + levertran. De vokste 380 g paa 10 uker. Skelettet normalt. Alle de andre vokste daarligere (fra 40—340 g for de forskjellige rasjoner). Men selv gruppe I's tilvekst blir jo bare 5,4 g pr. dag — hvilket maa sies aa være elendig. Selv har jeg ved lignende forsøk faatt en tilvekst som har ligget mellom 10 og 28 g i et lignende tidsrum.

#### *Forsøk med antirachitvitamin.*

De samme forskere utførte ogsaa endel forsøk for aa belyse dette spørsmaal.

Nu er det den vanskelighet ved denslags undersøkelser med kaniner, at disse fordøier og taaler fett og fettemulsjoner temmelig daarlig naar de gis pr. os, og resorberer dem daarlig naar de gis som intraperitoneale injeksjoner.

*Katharine Majorie Soames* (130) viste dette tydelig for rotter. Intraperitonealt injisert levertran laa for en stor del igjen uresorbert i bukhulen. Hun brukte 2 ganger injeksjon pr. uke og dose =  $0,25\text{ cm}^3$  pr. diem, og antyder den mulighet at oftere injeksjon med mindre doser vilde gi bedre resorbsjon, hvilket er blitt stadfestet i mine forsøk.

Resultatet av disse forsøk til *Mellanby* og *Killick*, var at  $2\text{ cm}^3$  levertran til grunnforet pr. dyr pr. dag gav normal vekst, appetit og trivsel i de første 7—8 uker. Derefter mistet dyrene appetitten, stanset i vekst og døde. Seksjonsdiagnosen negativ. Ingen eller kun lett rachitis.

Fikk dyrene derimot hare den uforsæpbare del av levertrandosen, vokste og trivedes de godt i 6 mndr. og lenger. Ingen rachitis.

Gis eggeplomme som tilskudd til grunnforet, opfører dyrene sig som ved levertrantilskud. God vekst i ca. 8 uker, saa stillstand og død.

Faar disse dyr dessuten kaal (ca. 20 g daglig), holder de sig trivelige, vokser og forbener normalt.

20 g kaal eller mere daglig til grunnforet + 1,5 %  $\text{CaCO}_3$  tilskudd, + 0,5  $\text{cm}^3$  levertran eller det uforsæpbare i 1,0  $\text{cm}^3$  tran gir glimrende vekst, trivsel og forbening.

Faar dyrene ete grønt gress ad lib. ved siden av grunnforet med eller uten  $\text{CaCO}_3$  tilskudd, saa vokser og forbener de ogsaa fullstendig normalt.

Gress alene (50 g) gav tildels rachitis. Epiphyseopdrivning, bønning av rørknoklene og makroskopiske forandringer.

30 g sommergress + grunnforet gav rachitis.

50 g vintergrodd gress gav rachitis og stundom skjorbuk.

40 g grunnfor + 25 g kaalblad daglig gir adskillig verre rachitis enn grunnforet alene. (Der var ingen forskjell paa de grønne blader og hodet hos kaalen).

Turnips og kaalrot i mengder paa 100 g daglig til grunnforet + 1,5 %  $\text{CaCO}_3$  gav god vekst, men rachitis.

Ultraviolet bestråling saavel av dyret som av foret er et meget kraftig antirachiticum.

Det man her maa feste sig serlig ved er, at kaal alene i tilskudd til grunnforet forverrer rachiten. Først naar det samtidig tilsettes  $\text{CaCO}_3$ , opfører dyrene sig normalt.

Likedan har levertran alene ikke kunnet hindre rachitiske frembrudd og dyrets død paa et meget tidlig tidspunkt. Som tillegg til grunnfor + kaal +  $\text{CaCO}_3$ , virker det derimot excellent.

Jeg vil allerede nu peke paa denne iakttagelse, idet den stemmer meget godt overens med en lignende i mine forsøk. Hos gris nr. B 7 kunde hverken mineralstofftilskudd alene eller ultranol alene skaffe varig bedring; men ultranol og mineralstofftilskudd isammen greidde det.

## 3d e Hovedavsnitt. Egne undersøkelser.

### Kap. I.

#### Forsøk med svin.

##### A. Innledning:

Høsten 1930 startede prof. *Møllgaard*, forsøgsleder *Lund* og *Spildo* nogen svineforsøk som i første omgang hadde til hensikt aa finne en standardvekstkurve for unge, voksende svin. En saadan vekstkurve, opnaad paa et gjennom hele vekstperioden konstant sammensatt, nøiaktig definerbart og lett reproduserbart for, skulde saa brukes til vurdering av resultatene av senere foretatte vekst- og mineralstofforsøk.

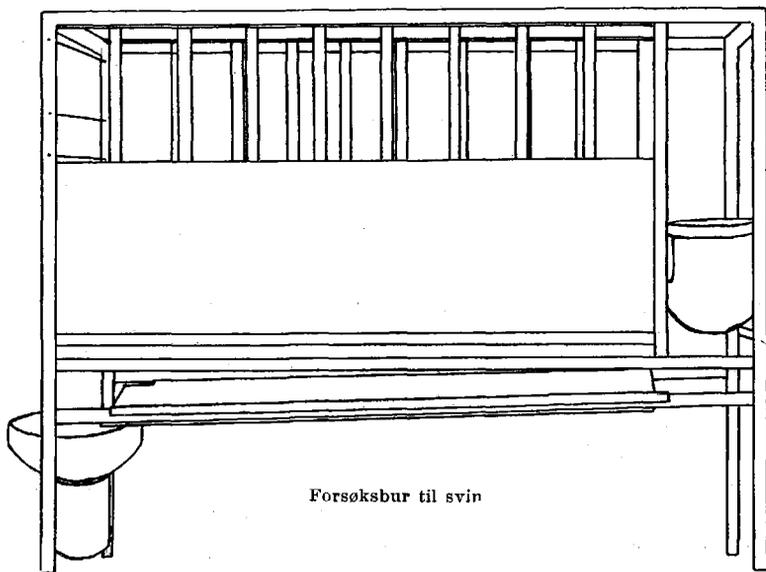
Standardrasjonen skulde inneholde tilstrekkelig protein av høi biologisk verdi, bedømt efter det kjennskap vi nu har til disse faktorer. En total N-balanse vilde da sette oss istand til aa dele veksten i to grupper: En tilvekst av N-holdig materiale (proteintilvekst), og en tilvekst av ikke N-holdig materiale (vesentlig fettavleiring). Da nu disse to former for tilvekst har vidt forskjellig verdi, saavel energetisk som i praktisk anvendelse, vilde det by paa flere fordeler aa kunne skille dem ad.

Fire saadanne forsøksrekker er utført med svin, betegnet med S- A- B- og C-forsøket. Efter at S- og A-forsøkene var gjennomført, var vi klar over at faktorer utenfor de organiske næringsstoffer spiller en stor rolle ved veksten. Det fortsatte arbeide blev nu delt, slik at forsøgsleder *Lund* overtok undersøkelsene over de organiske næringsstoffers omsetning, mens jeg overtok undersøkelsene over mineralstoffenes omsetning — begrenset til Ca og P.

Alle rasjoners sammensetning er drøftet og planlagt i fellesskap av prof. *Møllgaard*, forsøgsleder *Lund* og mig. Den daglige foring og stellet av dyrene er utført av en av Laboratoriets faste betjenter, mens tilsynet med det hele har vært delt mellom *Lund* og mig. Med undtagelser av prøver tatt 29. juli og 5. aug. 31, har jeg utført alle blodanalyser selv. De ovenfor nevnte dager er analysene utført av forsøgsleder *Lund*, og jeg bringer ogsaa paa dette ster herr *Lund* min beste takk for den beredvillige hjelp han derved ydet mig. pH-bestemmelsene og hæmoglobinbestemmelsene er alle sammen utført av mig. Efterhvert som dyrene er død eller blitt drept, har jeg dessikert frem deler av skelettet til undersøkelse, præparering og røntgenfotografering. Ved seksjon paa døde dyr, har som regel prof. *Møllgaard* kontrollert diagnosen paa de pathologisk-anatomiske forandringer som har forekommet.

#### B. Forsøkssteknikk..

1. *Bur.* Alle svin i disse forsøk (undtagen nr. C 10 og C 14) har staatt i spesielt konstruerede bur.



Forsøksbur til svin

Som tegningen viser, er det en kasse bygget op av vinkeljernsramme med flattjern som sidesprinkler. Bunnen er flettverk av galv. staaltraad med 14 mm maskevidde. Under bunnen er det et opsamlingsbrett av rustfritt staal, møneformet i tverrsnitt, og med helning bakover. Bak dette brett staar en trakt, 300 mm i øvre diameter, og med en fin sil i bunnen som slipper urinen igjennem, men holder gjødselen tilbake. Under trakten staar endelig et emaljert opsamlingsspann. Forkrybben er av helpresset tinn, holdt paa plass av en jernbøile, og kan flyttes op og ned efter dyrets størrelse. Paa innsiden er buret dessuten kledd med galvaniserte blikkplater for aa hindre spill av gjødsel og urin. Med den størrelse disse bur har, 120×45 cm i bunnflate, kan grisen vende sig inntil de blir 25—30 kg, efter den tid maa de staa som i en annen baas.

Denne opstilling, som har vært nøiaktig fulgt i B- og C-forsøket, har hele tiden virket teknisk fullstendig tilfredsstillende.

2. *Hus* (stall). De fleste svin i disse forsøk har staatt i et hus som er blitt spesielt innredet for disse forsøk. (Undtagelsene vil bli nevnt senere). Huset ligger slik til at det har meget lite direkte sollys, og det har dessuten overalt dobbelte vinduer. Alt ultraviolet lys er saaledes stengt ute. Der er kakkelovn og god ventilasjon. Temp. har hele tiden vært holt paa ca. 20° C og luften har vært ren og fri for den typiske „svinestank“ man saa titt møter i daarlig ventilerede svinehus.

3. *Avveining av for*. Her er fulgt den fremgangsmaate som er utformet av prof. Møllgaard (2) og brukt her ved Laboratoriet ved tidligere stoffskifteforsøk med storfe. Prinsippet ved denne fremgangsmaate er kort uttrykt dette at tilfeldige svingninger i forstoffenes vanninnhold ikke skal innfluere paa de daglige formengder, men at dyret i hele forperioden faar *de samme tørrstoffmengder hver dag*. Videre at man skal faa en saa riktig (en sa virkelig) gjennemsnittsprøve til analyse som mulig.

Alle disse forsøk, undtagen S-forsøket, har vært inndelt i perioder (fôrperioder) paa 7 dager. Formengden i en periode

har alltid vært konstant, idet alle forandringer i formengder er foretat første dag i perioden.

Som tab. 24 viser, har formengden mens grisene var smaa, øket fra periode til periode. Derimot har *forsammensetningen* vært *konstant* til hvert dyr under hele forsøket.

Foret blev veiet av for 4 perioder (4 uker) om gangen. All bygg, mais og søyaskraa som trengtes, blev da grøpet fint og hver for sig. Saa blev hvert kraftforslag avveiet i dagsrasjoner til hvert enkelt dyr og puttet i en papirpose. Naar kraftforet var ferdigveiet, blev mineralstoffene avveiet i dagsrasjoner til hvert dyr, og puttet i den samme pose. Disse blev saa tilpakket og lagt paa en hylle i et tørt og luftig rum.

Det er klart, at ved en saadan fremgangsmaate, vil eventuelle svingningerne i vanninnholdet paa grunn av at forstoffene er endel hygroskopiske, ikke ha den ringeste innflydelse paa den mengde næring dyret faar i perioden. Den er konstant.

Den skummetmelk som har vært brukt, er kjøpt frisk for hver dag og veiet ut til hvert dyr.

4. *Foring*. Alle dyr er blitt foret to ganger daglig, kl. 8 og kl. 16. Den avveiede dagsrasjon som finnes i posen (se ovenfor) tømmes over i et spann (der er ett saadant spann for hver gris), blandes godt, og saa deler røkteren efter skjøn porsjonen i to like deler og gir grisen, halvparten kl. 8 og resten kl. 16. Det vann som grisen skal ha (fra 1,5—3 kg efter alderen) faar de  $\frac{1}{3}$  sammen med foret kl. 8,  $\frac{1}{3}$  kl. 16 og resten som rent vann midt paa dagen.

For de griser som ikke har ett op alt, er restene samlet op, veiet og analysert saa de har kunnet trekkes ifra ved beregningene.

5. *Opsamling av gjødsel og urin*. To ganger i døgnet gjøres burene rene, kl. 7 $\frac{1}{2}$  og 15 $\frac{1}{2}$ . All gjødsel tas da over i et spann med tett lokk. For aa hindre gjæring og NH<sub>3</sub>-tap, tilsettes 20 cm<sup>3</sup> formalin daglig.

Urinen, der som tidligere omtalt opsamles i et spann, helles to ganger daglig over paa en stor flaske, som holdes godt tilkorket (tilslebet glaspropp). For aa undgaa ammoniaktap tilset-

tes efter hver tømning (d. v. s. 2 gange daglig)  $10 \text{ cm}^3 \frac{n}{10} \text{ HCl}$  i opsamlingsspannet og  $10 \text{ cm}^3$  toluol for hver opsamlingsperiode paa den store flaske.

Opsamlingsperioden har vært  $2 \times 2$  dager i forsøk A og B, og 4 dager i C forsøket for hver forperiode (7 dager), slik at det kun er de 4 siste dager i den 7 dagers forperiode at gjødsel og urin opsamles, veies og analyseres; mens dyret i de tre første dager av forperioden faar tid til aa innstille sig paa eventuelle forandringer i formengden.

6. *Veining av dyrene* er utført paa en ny brovekt som veier med en nøiaktighet av  $\frac{1}{20}$  kg.

Alle veininger er utført til samme tid, kl. 8 og før dyret har faatt morgenforet, forat svingninger i mave- tarm- og blære-innhold skal innfluere saa lite som mulig.

7. *Forsøksdyrene.* Alle griser som har staatt i disse forsøk er av dansk landrase. De fleste er innkjøpt fra Høvdinggaard Avlscenter, men nogen er opdrettet ved Forsøgslaboratoriet. Vi har videre mest mulig søkt aa faa søsken paa samme forsøk og samme rasjon. Alle galter i B- og C-forsøket er kastret. Den gjennomsnittlige vekt ved forsøkets begynnelse har vært for A-forsøket 22.15 kg, for B 13.66 kg og for C 12.21 kg.

Ved omtalen av de enkelte forsøk, vil det bli gjort nærmere rede for hvert enkelt dyr baade med hensyn til alder, vekt og avstamning.

Den almene sundhetstilstand hos forsøksdyrene under forsøket har vært god — bortset fra de forstyrrelser som er fremkalt av selve forsøket, og som vil bli omtalt under hvert forsøk for sig.

8. *Blodprøver og blodplasmaanalyser.* I kapittel IV, 1ste hovedavsnitt er gjort rede for plasmaets innhold av mineralstoffer og endel av de svingninger disse er underkastet ved forskjellige fysiologiske tilstande. Det fremgaar av dette, at en bestemmelse av Ca- og P-innholdet i plasma er av stor diagnostisk verdi for flere sykdommer, spesielt i den humane medisin.

Som et ledd i disse mineralstoffundersøkelser og for aa klarlegge hvorvidt Ca- og P-innholdet i blodplasmaet er underkastet svingninger paa de rasjoner og under de forhold disse er utført under her, har jeg tatt regelmessige blodprøver og analysert plasmaet for dets Ca- og P-innhold.

Saadanne undersøkelser utføres som regel i plasma; av den grunn at det P man bestemmer er ikke totalfosformengden, men det „uorganiske“ P som *Abderhalden* kaldte det (131). Det svarer praktisk talt til *Greenwalds* „syreopløseligt fosfor“ (132). I blodet finnes ogsaa organisk bundet fosfor, bl. a. i estere og lipoider. I uttappet blod vil, ved hjelp av enzymer, fosforsyre-estere hydrolyseres og frigjøre uorganisk, syreopløselig forforsyre som kommer med ved en P-bestemmelse etter de metoder som sedvanlig anvendes. Skal man faa et virkelig bilde av tilstanden i blod og plasma i organismen, maa derfor disse analyser utføres i plasma hvor blodlegemene er centrifugert fra saa hurtig som mulig efter blodprøven er tatt. Videre maa der tilsettes en citratopløsning som kan hindre koagulasjonen.

Alle Ca- og P-analyser fra mine undersøkelser er plasmaanalyser utført efter samme metode og under saa like forhold som mulig.

#### a. *Blodprøvene.*

Paa en gris kan man ikke like lett vint som paa en hest eller ei ku stemme op vena jugularis, stikke inn en kanyle og tappe det blod man har bruk for. Det nærsagt eneste nogenlunde letttilgjengelige sted for blodtapning hos svin, uten aa gjøre noget større inngrep i organismen, er en av ørevenene. Paa unge griser (4—8 uker) kan disse endnu være smaa; men skal man ikke ha mer blod enn nødvendig for en Ca- og P-bestemmelse, vil man som regel uten vanskelighet kunne skaffe det fra en saadan vene ogsaa fra disse dyr. Efterhvert som dyret vokser, vokser ogsaa venene, og det er da en lett sak aa skaffe sig blodprøver paa denne maate.

Den fremgangsmaate som ofte brukes i klinikken, aa suge blodet ut i en recordsprøjte paa 10—20 cm<sup>3</sup>, forsøkte ogsaa jeg først, men forlot den. Ved større aarer, og naar dyret ligger stille eller

er i narkose, kan man faa nok blod og tilstrekkelig hurtig paa denne maate. Men naar venene er smaa (ikke vesentlig større enn kanylen), naar dyret ligger urolig, og man helst vil undgaa narkose, og naar det ikke spiller nogen rolle hvorvidt blodprøven er helt steril eller ei, da er der andre metoder som er bedre. Efter endel prøver med forskjellige fremgangsmaater, er jeg blitt staaende ved følgende: Dyret legges paa siden oppaa et bord og holdes av to mann. Øret vaskes og tørres godt. Vaskes saa med 70 % alkohol, og derefter smøres litt vaselin paa den del av øret der blodet kan tenkes aa ville rinne. Med en spiss, skarp kniv gjør man saa et lite snitt inn i en vene. Samtidig stemmes venen proximalt, og blodet rinner nu langs øret ned mot randen og opsamles i et glass (1.5—2 cm i diameter). Til disse analyser har jeg sedvanlig brukt aa ta 20—25 cm<sup>3</sup> blod. Denne blodmengde faar man i løpet av 2—4 min. naar blodet drypper med en hastighet paa 2—3 draaper i sek. Under de forhold er ogsaa blødningen lett aa stanse, og lesjonen er fullstendig helet efter 5—6 dager. Naar ørene er svært smaa og blodtilførselen til øret liten (det kan være stor forskjell paa de enkelte individer), da bades øret først med varmt vann, og etterpaa masseres det litt. Dette pleier aa øke blodtilstrømningen. Tildels har jeg ogsaa penslet øret med xylol, som jo virker kardilaterende. Kun i tre tilfeller har det ikke lykkedes mig, trods xylol og trods fullstendig over-skjæring av ørets største vener, aa faa nok blod og hurtig nok. Da maatte jeg gripe til kraftigere kardilaterende midler. (Amylnitrit).

Det er paafallende at naar Ca-innholdet faller sterkt, dyret blir stivbent og taper appetitten, da er det ogsaa meget vanskeligere aa faa blodprøver. Dette har gjentat sig i alle mine forsøk.

Naar dyret blir litt større (ca. 30 kg), er venene som regel saa store at man kan slippe aa snitte med kniv. Da stikker man en kanyle inn i venen, lar blodet rinne ut gjennom den og samler det op i et glass som ellers. Øret vaskes og behandles som foran beskrevet. En kanyle læderer venen mindre enn en kniv og det er meget lett aa stanse blødningen etterpaa.

En grundig rengjøring og tørring av øret er nødvendig for aa sikre sig at der ikke kommer smuds og skitt eller oppløste bestanddeler med i blodprøven.

Da jeg, som nevnt, har utført analysene i plasmaet, har jeg maattet hindre blodet i aa koagulere. Til det har jeg brukt 0.3% Nacitrat tilsetning + 1 % fysiologisk NaCl-opløsning. (0.9 %). Dette har alltid gitt et pent plasma uten hæmolyse.

Blodprøvene er alltid tatt paa samme tid (2½—3 timer efter morgenforingen), og de er centrifugert innen en time efter de er tatt fra dyret.

### *b. Calcium- og Fosforanalyser i plasma.*

Her har jeg fulgt den fremgangsmaate som er angitt i *G. A. Harrison: Chemical methods in clinical medicine* (133) og fremgangsmaaten er følgende:

#### *Ca-bestemmelse. (Kramers og Tisdalls metode).*

Efter at det ikke koagulerte blod er centrifugert, avpipetteres 1 eller 2 cm<sup>3</sup> plasma over i et centrifugeglass, tilsettes 2 cm<sup>3</sup> dist. vann og der felles med 1 cm<sup>3</sup> mettet ammoniumoxolatopløsning. Efter minst ½ times henstand centrifugeres i 5—10 min. til bunnfallet har skilt sig ut og lagt sig fast til glassets bunn.

Jeg har hele tiden brukt en elektrisk „Ecco-Superior“ centrifuge med 3000 omdr. pr. min. Ved den hastighet har 5 min. centrifugering vært tilstrekkelig. Vesken dekanteres nu fra. (Ved litt øvelse og forsigtighet kan man vende glasset helt rundt uten aa tape noget av bunnfallet). Det bunnfall av Ca-oxalat man nu har, skal saa vaskes fritt for amoniumoxolat. Det gjør man med 4 cm<sup>3</sup> 2 % ammoniakvann. Med disse 4 cm<sup>3</sup> spyles sidene paa glasset og man maa ryste godt saa bunnfallet løsner og kan vaskes rent. Derpaa centrifugeres, dekanteres, vaskes igen for saa aa centrifugeres og dekantes for siste gang. Saa tilsettes 2 cm<sup>3</sup> n. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, glasset stilles i vannbad, oppvarmes til 90° C. og titreres varmt med KMnO<sub>4</sub> fra en mikroburette som er inndelt  $\frac{1}{100}$  cm<sup>3</sup>. Omslaget regnes aa være tilstede naar farven holder sig ett min. Ved  $\frac{n}{200}$  KMnO<sub>4</sub> kan man se omslaget med en draapes tilsetning og saaledes titrere med denne nøiaktighet. (Av denne veske og med saadan burette er 1 draape = 0.025 cm<sup>3</sup>).

Da saavel svovelsyren som dist. vann erfaringsmessig viser sig aa inneholde stoffer (vesentlig organiske) som forbruger kaliumpermanganat, maa man alltid utføre en blindanalyse og finne denne „blindverdi“ som saa trekkes ifra alle Ca-titreringer. Blindverdien har i mine analyser ligget ved  $0.07 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1}{200}$  n.  $\text{KMnO}_4$ .

En saa fortynnet  $\text{KMnO}_4$ -opløsn. som  $\frac{1}{200}$  n kan imidlertid ikke holde sig konstant. Den maa lages frisk hver gang av en  $\frac{1}{10}$  n. opløsn. som efter prøver her ved Laboratoriet kan holde normaliteten uforandret i maaneder.

Opløsningens styrke kontrolleres med natriumoxalat.

Det er videre av betydning ved  $\text{KMnO}_4$ -titrering at den utføres ved samme temp. og samme hastighet hver gang.

Alle Ca-verdier i mine analyser er middeltall av dobbeltanalyser hvor avvikelsen har svinget mellem 0 og 5 %.

Kaliumpermanganatets oxyderende virkning ved tilstedeværelse av syre foregaar idet Mn faller fra 7 til 2-verdig efter ligningen  $2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{MnSO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{O}$ . Reaksjonsligningen for Caoxalattitrering ved overskudd av syre idet oxalsyreradikalet løses i sin binding og føres over til  $\text{CO}_2$ , er da følgende:  $2 \text{KMnO}_4 + 5 \text{CaC}_2\text{O}_4 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{MnSO}_4 + 5 \text{CaSO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O} + 10 \text{CO}_2$ .

Da nu 1 ekvivalent Ca =  $\frac{40.07}{2}$  g, vil  $1 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1}{200}$  n.  $\text{KMnO}_4$  ekvivalere  $\frac{40.07 \text{ g Ca}}{2 \cdot 1000 \cdot 200} = 0.1 \text{ mg Ca}$ . Kalles antal  $\text{cm}^3$  plasma som er tatt i arbeid for a, antal  $\text{cm}^3$  forbrukt  $\text{KMnO}_4$  ÷ blindverdien for b, og mg % Ca (= mg Ca pr.  $100 \text{ cm}^3$  plasma) for x, saa er:

$$X = \frac{0.1 \cdot 100 \cdot b}{a}$$

Arbeider man med  $1 \text{ cm}^3$  plasma, blir a = 1 og formelen forenkles til  $X = 10 \cdot b$ .

#### *P-bestemmelsen (Briggs metode).*

Her bestemmes ikke totalmengden av P i blod eller plasma, men den „uorganiske“.

Fremgangsmaaten ved bestemmelsen er i korthet følgende: 2 cm<sup>3</sup> plasma avpipetteres i et reagensglas, tilsettes 6 cm<sup>3</sup> aq. dist. + 2 cm<sup>3</sup> 20 % trikloreddikesyre. Herved utfelles alle protein-stoffer, og etter kraftig rystning og 2—3 min. henstand, filtreres bunnfallet fra. Filtratet skal være helt klart. 5 cm<sup>3</sup> av dette pipetteres over i spesielle 10 cm<sup>3</sup> maaleglass med slepen glasspropp. Der tilsettes saa 2 cm<sup>3</sup> av en svovlsur 5 % amoniummolybdænopløsning + 1 cm<sup>3</sup> 20 % natrium-sulfit oppløsn. + 1 cm<sup>3</sup> 0.5 % hydrokinonopløsning, dist. vann fylles op til 10 cm<sup>3</sup> merket, og glasset vendes etpar ganger hvorved innholdet blandes godt. Samtidig lages en standardopløsning med kjent P-innhold.

Efter nøiaktig ½ times henstand, sammenlignes prøvene med standardopløsninger i et kolorimeter. Av tre forskjellige avlesninger som gir samme resultat eller med mindre innbyrdes avvikelse enn 5 %, har jeg brukt middeltallet av disse. Er avvikelsen større, bør man foreta 6—10 avlesninger og ta middeltallet av dem.

Standardopløsningen er laget slik at den inneholder 0.025 mg P pr. 2 cm<sup>3</sup>.

Da det i de 5 cm<sup>3</sup> filtrat er  $\frac{2 \text{ cm}^3 \times 5}{10} = 1 \text{ cm}^3$  plasma, vil standardavlesningen (s) : med prøvens avlesning (u)  $\times 2.5$  gi innholdet av mg % P i det undersøkte plasma. Brukes 4 cm<sup>3</sup> av denne standardopløsning for aa faa sterkere farve, blir faktoren som s : u maa multipliseres med = 5.

## 9. Blindanalyser til bestemmelse av noiaktigheten av analysene.

### a. Ca-bestemmelse.

0.100 g CaCO<sub>3</sub> (pro. anal. og tørret i 2 timer ved 100° C) opløstes i 500 cm<sup>3</sup> dist. vann. 1 cm<sup>3</sup> av denne oppløsning inneholdt da  $\frac{100 \text{ mg} \times 40.07}{100.07 \times 500} = 0.08 \text{ mg Ca} = 8.0 \text{ mg \% Ca}$ . Normaliteten av det anvendte KMnO<sub>4</sub> =  $\frac{n}{100}$  og blindverdien av cm<sup>3</sup> dist. vann + 2 cm<sup>3</sup>  $\frac{n}{1}$  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 0.04 cm<sup>3</sup>.

Forsøk 1. 2 cm<sup>3</sup> CaCO<sub>3</sub>-opløsning til analyse gav:

		$\delta$	$\delta^2$	
glass 1	8.1 mg % Ca	+ 0.1	0.01	
" 2	8.0 " " "	± 0.0	0.00	$\Sigma \delta^2 = 0.190$
" 3	8.1 " " "	+ 0.1	0.01	$\mu m = \pm \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{(n-1)}} = \pm 0.145$
" 4	8.1 " " "	+ 0.1	0.01	
" 5	8.1 " " "	+ 0.1	0.01	$\mu M = \pm \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{n(n-1)}} = \pm 0.0450$
" 6	8.0 " " "	± 0.0	0.00	
" 7	8.2 " " "	+ 0.2	0.04	
" 8	7.9 " " "	± 0.1	0.01	
" 9	7.9 " " "	± 0.1	0.01	
" 10	8.3 " " "	+ 0.3	0.09	

$$\text{Forsøk 2. KMnO}_4 = \frac{n}{200}.$$

1 cm<sup>3</sup> CaCO<sub>3</sub>-opløsning til analyse.

		$\delta$	$\delta^2$	
glass 1	8.1 mg % Ca	+ 0.1	0.01	
" 2	8.0 " " "	± 0.0	0.00	$\Sigma \delta^2 = 0.130$
" 3	7.9 " " "	± 0.1	0.01	$\mu m = \pm \sqrt{\frac{0.130}{9}} = \pm 0.120$
" 4	7.8 " " "	± 0.2	0.04	
" 5	8.2 " " "	+ 0.2	0.04	$\mu M = + \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{n(n-1)}} = \pm 0.0340$
" 6	8.1 " " "	+ 0.2	0.01	
" 7	8.0 " " "	± 0.0	0.00	
" 8	8.0 " " "	± 0.0	0.00	
" 9	7.9 " " "	± 0.1	0.01	
" 10	7.9 " " "	± 0.1	0.01	

Vi ser her at ved nøiaktig samme fremgangsmaate forøvrig, saa er middelfeilen saavel paa den enkelte observasjon  $\mu m$  som paa middeltallet  $\mu M$  adskillig mindre naar der titreres med  $\frac{1}{200}$  n KMnO<sub>4</sub> enn ved  $\frac{1}{100}$  n. Dette kommer av at det er meget vanskelig aa titrere med større nøiaktighet enn 1 draape i begge tilfeller, og da 1 draape = 0.025 cm<sup>3</sup>, svarende til 0.0025 mg Ca ved  $\frac{1}{200}$  n. KMnO<sub>4</sub> og 0.005 mg Ca naar permanganatets normalitet er  $\frac{1}{100}$ , er det derfor lett aa forstaa at der vil bli en forskjell i middelfeilen ved de to normaliteter. Som før nevnt, har jeg brukt  $\frac{1}{200}$  n. til mine analyser.

## b. P-bestemmelsen.

Som standard lages en oppløsning av 0.0549 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pro. anal.) til 1000  $\text{cm}^3$  dist. vann. 2  $\text{cm}^3$  av denne oppløsning vil da inneholde:  $\frac{54.9 \times 31.04 \times 2}{136.14 \times 1000} = 0.025 \text{ mg P}$ , og 4  $\text{cm}^3$  av oppløsningen vil inneholde 0.050 mg P.

De to konsentrasjoner har hele tiden vært brukt som standard ved den kolorimetrisk bestemmelse.

Kalles standardavlesningen for S, innholdet av mg P i standarden for a, avlesningen paa den ukjendte for U, og dens innhold av mg P for x, saa har man proporsjonen:  $\frac{x}{a} = \frac{S}{U}$ ;  $x = \frac{S \times a}{U}$   
Er stoffmengden man har tatt i arbeide = 1  $\text{cm}^3$  (Det svarer til den foran nevnte fremgangsmaate), saa blir mg % P =  $\frac{S}{U} \cdot 100 \text{ a}$ .  
Brukes 2  $\text{cm}^3$   $\text{KH}_2\text{PO}_4$  oppløsning til standardveske, blir a = 0.025 og 100a = 2.5, og brukes 4  $\text{cm}^3$ , blir a = 0.05 og 100a = 5.0.

Jeg har utført to rekker kontrollbestemmelser for P-analysene. En rekke med forskjelligt, men kjent, P-innhold i U, og en rekke paa kalveplasma. Derved skulde man kunne bedømme saavel eventuelle systematiske feil som tilfeldige analyse- og avlesningsfeil.

## Forsøk 1. Med kjent fosforinnhold.

$$U = x \text{ (faktisk)} = 3.75 \text{ mg \% P.}$$

$$\text{Standard } 2 \text{ cm}^3 x = \frac{S}{U} \times 2.5.$$

	S	U	x	$\delta$	$\delta^2$
1	32.8	21.8	3.76	+ 0.01	0.0001
2	23.0	15.4	3.73	÷ 0.02	0.0004
3	15.5	10.9	3.56	÷ 0.19	0.0361
4	24.3	16.4	3.73	÷ 0.02	0.0004
5	30.7	20.4	3.76	+ 0.01	0.0001
6	29.5	19.5	3.78	+ 0.03	0.0009
7	33.2	21.3	3.90	+ 0.15	0.0225
8	24.1	17.1	3.52	÷ 0.23	0.0529
9	18.6	12.3	3.78	+ 0.03	0.0009
10	16.4	11.4	3.60	÷ 0.15	0.0225
					0.1368

$\mu m$  = middelfeilen paa den enkelte observasjon

$$\mu m = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{0.1368}{9}} = \pm 0.123$$

$\mu M$  = middelfeilen paa middeltallet

$$\mu M = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{0.1368}{10 \cdot 9}} = \pm 0.0390$$

*Forsøk 2. U = 5 mg % P.*

$$\text{Standard } 2 \text{ cm}^3, x = \frac{S}{U} \times 2.5.$$

	S	U	x	$\delta$	$\delta^2$
1	31.4	15.3	5.13	+ 0.13	0.0169
2	30.0	14.8	5.07	+ 0.07	0.0049
3	28.2	14.4	4.90	÷ 0.10	0.0100
4	27.7	13.9	4.98	÷ 0.02	0.0004
5	25.0	13.0	4.81	÷ 0.19	0.0361
6	20.0	10.2	4.90	÷ 0.10	0.0100
7	21.3	10.5	5.07	+ 0.07	0.0049
8	19.2	9.2	5.22	+ 0.22	0.0484
9	18.5	9.1	5.08	+ 0.08	0.0064
10	16.6	8.3	5.00	± 0.00	0.0000
					<b>0.1380</b>

$$\mu m = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{0.1380}{9}} = \pm 0.124$$

$$\mu M = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{0.1380}{90}} = \pm 0.0392$$

Forsøk 3.

$$U = 7.5 \text{ mg \% P.}$$

$$\text{Standard } 2 \text{ cm}^3, x = \frac{S}{U} \times 2.5.$$

	S	U	x	$\delta$	$\delta^2$
1	31.3	10.2	7.67	+ 0.17	0.0289
2	30.0	9.6	7.81	+ 0.31	0.0961
3	28.4	9.7	7.31	- 0.19	0.0361
4	28.0	9.5	7.37	- 0.13	0.0169
5	27.2	8.9	7.64	+ 0.14	0.0196
6	25.3	8.2	7.71	+ 0.21	0.0441
7	23.7	7.7	7.69	+ 0.19	0.0361
8	20.0	6.4	7.81	+ 0.31	0.0961
9	18.5	6.0	7.71	+ 0.21	0.0441
10	15.1	4.6	8.21	+ 0.71	0.5041
			7.693		0.9221

$$\mu m = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{(n-1)}} = \pm \sqrt{0.10245} = \pm 0.320$$

$$\mu M = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{0.010245} = \pm 0.101$$

Forsøk 4.

$$U = 7.5 \text{ mg \% P} = x.$$

$$\text{Standard } 4 \text{ cm}^3, x = \frac{S}{U} \times 5.0.$$

	S	U	x	$\delta$	$\delta^2$
1	32.0	21.0	7.62	+ 0.12	0.0144
2	30.0	20.0	7.50	$\pm$ 0.00	0.0000
3	28.4	19.2	7.40	- 0.10	0.0100
4	29.0	19.5	7.44	- 0.06	0.0036
5	27.3	18.0	7.58	+ 0.08	0.0064
6	25.7	17.1	7.51	+ 0.01	0.0001
7	25.0	16.0	7.81	+ 0.31	0.0961
8	20.0	13.3	7.52	+ 0.02	0.0004
9	18.2	12.2	7.46	- 0.04	0.0016
10	14.8	10.1	7.33	- 0.17	0.0289
			7.517		0.1615

$$\mu m = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{0.1615}{9}} = \pm 0.134$$

$$\mu M = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{(n n-1)}} = \pm \sqrt{0.001794} = \pm 0.0424$$

28/4—31. *P*-bestemmelse i kalveplasma.

Glass nr. 9.

1 cm<sup>3</sup> plasma.  $x = \frac{S}{U} 2.5 = \text{mg } \% \text{ P.}$

Nr.	S	U	x	$\delta$	$\delta^2$
St. th.					
1	33.3	16.9	4.9	+ 0.1	0.01
2	27.5	14.4	4.8	± 0.0	0.00
3	23.1	11.7	4.9	+ 0.1	0.01
4	19.0	9.8	4.8	± 0.0	0.00
5	23.1	11.7	4.9	+ 0.1	0.01
St. tv.					
6	31.9	16.5	4.8	± 0.0	0.00
7	26.7	14.3	4.8	± 0.0	0.00
8	21.3	11.5	4.6	÷ 0.2	0.04
9	18.0	9.6	4.7	÷ 0.1	0.01
10	20.6	10.7	4.8	± 0.0	0.00
			48.0	0.08	
Middel			4.8		

$$\mu m = + \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{(n-1)}} = \pm 0.094$$

$$\mu M = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{(n n-1)}} = \pm 0.0316$$

28/4—31. *P-bestemmelse i kalveplasma.*

Glass nr. 3.

1 cm<sup>3</sup> plasma.  $x = \frac{S}{U} \times 2.5$ .

	Nr.	S	U	x	$\delta$	$\delta^2$
St. tv.						
	1	32.8	17.1	4.8	÷ 0.1	0.01
	2	27.0	14.2	4.8	— 0.1	0.01
	3	31.1	16.3	4.8	— 0.1	0.01
	4	23.8	12.6	4.7	— 0.2	0.04
	5	29.5	15.2	4.9	± 0.0	0.00
St. th.						
	6	32.1	16.7	4.8	+ 0.1	0.01
	7	25.4	12.8	5.0	+ 0.1	0.01
	8	23.0	11.8	4.9	± 0.0	0.00
	9	19.8	10.2	4.9	± 0.0	0.00
	10	21.0	10.8	4.9	± 0.0	0.00
				48.5		0.09
Middel				4.9		

$$\mu m = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{(n-1)}} = \pm 0.10$$

$$\mu M = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n(n-1)}} = \pm 0.0316$$

Behandles avlesningen i glas nr. 9 og nr. 3 som jo begge er utført paa 1 cm<sup>3</sup> plasma, saa blir

$$\sum \delta^2 = 0.17 \quad n = 20$$

$$\mu m = \pm \sqrt{\frac{0.17}{19}} = \pm 0.094$$

$$\mu M = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{6.17}{380}} = \pm 0.021$$

Av disse resultater ser vi, at naar det er stor forskjell paa P-innholdet i S og U (som i forsøk 3) og dermed er stor farveforskjell, saa er usikkerheten ved avlesningene betydelig større, enn naar S og U ligger mere nær hinnannen i farvestyrke (forsøk 4). Middelfeilen paa den enkelte avlesning ved forsøk 3 er

nesten 3 ganger saa stor som ved forsøk 4; og det samme er tilfelle med middelfeilen paa middeltallet ( $\mu$  M.) Ut fra disse kjendsgjæringer har jeg som regel hatt to glass med standardopløsning. Ett med 2 cm<sup>3</sup> og ett med 4 cm<sup>3</sup>, og alt efter farvestyrken (og dermed P-innholdet) i U, har jeg brukt snart det ene snart det annet av disse to standardopløsninger.

En annen faktor som spiller en noksaa stor rolle, er lyststyrken. Jeg har desverre ikke nok materiale til aa bevise dette tallmessig, men erfaringsmessig har jeg funnet, at dersom man bruker skiftende lyskilde, er avlesningene meget usikre. En sterk dagslyslampe vil sikkert være aa foretrekke som lyskilde til disse bestemmelser.

Endelig skal nevnes at de kemikalier som brukes ikke maa bli for gamle. Saavel hydrokinon som natriumsulfit oxyderes ved henstand, og deres reduksjonsevne nedsettes. Man vil finne forskjell i farveintensiteten enten man bruker frisk tillagede reagenser eller nogen som har staatt i lengere tid (1—2 mndr. f. eks.). Dette gjelder først og fremst for natriumsulfit og hydrokinen. Da dette gaar ut over saavel standarden som den ukjente, skulde det relative forhold mellem S og U ikke forrykkes. Ligger P-innholdet i S og U nogenlunde nær hinannen, har jeg heller ikke funnet nogen forskjell paa avlesningen ved ulik farveintensitet fremkommet ved ulik gamle kemikalier. Er kvotienten mellem P i U og S  $\bar{\geq}$  2, da vil avlesningen under disse to forhold gi en forskjell paa resultatet som er noget større enn middelfeilen.

Som fast regel har jeg laget nye natriumsulfit- og hydrokinonopløsninger hver mnd. De andre reagenser holder sig uforandret betydelig lenger.

#### 10. *Kalk- og Fosforsyrebestemmelser i forstoffer, gjødsel og urin.*

De nødvendige analyser av CaO- og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-innholdet i forstoffene, gjødsel og urin for beregning av balansen av disse stoffer, er alle utført av Forsøgslaboratoriets Dyrefysiologiske Afdelings analytikere. Den anvendte metode har vært en av cand. polyt. Græsholm og cand. polyt. Hannemann her ved Laboratoriet spe-

sielt utarbeidd fremgangsmaate, og som har vist sig aa gi gode resultater.

Metoden er i korthet følgende:

*a. Kalkbestemmelse:*

1. I faste stoffer (forstoffer, forrester, tørret gjødsel o. lign.):

En passende mengde stoff — svarende til høist 0.1 g CaO og 0.1 g MgO — innaskes i en platinskaal. Asken oppløses (ved utkokning) i saltsyre (1 : 1), filtreres og nøytraliseres med ammoniakk med metylorange som indikator. Derefter tilsettes 2 cm<sup>3</sup> 80 % eddikesyre. Oppløsningen som nu bør være ca. 200 cm<sup>3</sup> ialt, oppvarmes til kokning og felles med ca. 30 cm<sup>3</sup> 3 % ammoniumoxalat., som ogsaa er oppvarmet til kokning. Efter 4 timer filtreres i porselensfilterdigel og vaskes efter med 0.03 % ammoniumoxalatopløsning. Derefter bringes digelen over i et bægerglas med vann, tilsettes saa meget svovelsyre (1 : 1), at der blir et overskudd herav paa ca. 20 cm<sup>3</sup>, oppvarmes til kokning og titreres med KMnO<sub>4</sub>-opløsning.

2. Flytende stoffer (melk, urin, etc.).

En stoffmengde — svarende til høist 0.03 g CaO — inndampes til tørrhet i et høit kvartsbæger. Derefter foraskes ved hjelp av konc. HNO<sub>3</sub> og NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. I regelen er 10 cm<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> og 20 g NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> nok første gang men maa som regel gjentas en gang og da bare med 10 cm<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> og 10 g NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Til denne prosess trenges lokk paa bægerglasset og det maa foregaa over en svak flamme inntil all HNO<sub>3</sub> er dampet bort. Derefter glødes først med, og tilsist uten lokk.

Asken oppløses i saltsyre (1 : 1), og der filtreres. Den videre behandling som under 1. beskrevet.

*b. Fosforsyrebestemmelse:*

I en kjeldahlkolbe avveies en passende mengde stoff (svarende til 0.005–0.025 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Der syreforaskes med 10 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konc. + 10 cm<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> konc. Kolben oppvarmes først svakt, siden sterkere inntil alt vann og HNO<sub>3</sub> er drevet ut. Er vesken fremdeles mørk, tilsettes — efter avkjøling — mere konc. HNO<sub>3</sub> (ca. 5 cm<sup>3</sup>) og behandlingen gjentas inntil vesken efter at all

$\text{HNO}_3$  er bortdrevet har en svak gulig farve. Etter avkjøling, fortynnes med dist. vann, filtreres og utvaskes. Hertil brukes ialt  $150 \text{ cm}^3$  vann. Saa tilsettes  $60 \text{ cm}^3$  50 %  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  og der oppvarmes til  $75\text{--}80^\circ \text{C}$ . Oppvarmingen avbrytes og der felles under kraftig omrøring med  $40 \text{ cm}^3$  kald 10 % ammoniummolybdat hvorved ammoniumfosformolybdatet felles ut. Etter  $\frac{1}{2}$  times henstand filtreres bunnfallet fra i en glødet og veiet filterdigel (Berlinerporcelæn A), utvaskes 3 gange med fortynnet  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (1 rumf. 50 %  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  til 10 rumf. vann), diglen settes i underskaalen, tørres og glødes til konstant vekt over en ikke altfor kraftig bunsenbrenner. Bunnfallets vekt  $\times$  den empiriske faktor  $0.0376 =$  analysens innhold av  $\text{P}_2\text{O}_5$  i g.

## Kap. II.

### Forsøkene gang og resultater.

#### A. S-forsøket.

Den 16. sept. 1930 blev den første gris satt inn i forsøkene. Grisen var en purkegris, opdrettet her ved Laboratoriet og av landsvinrasen. Begynnelsesvekst  $14,30 \text{ kg}$ . Naar vi kun startet med ett dyr, var det fordi dette første forsøk vesentlig skulde være av orienterende art, og gi oss litt erfaring m. h. t. dyrets opstilling, foring, opsamling av stoffskifteproduktene m. m.

Grisen blev satt i et bur av den før omtalte type, og i et lyst rum med enkle vinduer og centralvarme.

*Rasjon.* Vaar tanke var her aa lage en biologisk fullverdigg kost; men samtidig saa enkel som mulig. Mineralstoffinnholdet valgte vi aa innstille saa nær melkens askesammensetning som det lot sig gjøre for følgende faktorer: Syre : base,  $\text{P}_2\text{O}_5$  :  $\text{CaO}$  og  $\text{Na}_2\text{O}$  :  $\text{K}_2\text{O}$ , alt regnet i ekvivalenter og fosforsyren regnet divalent.

Denne avbalansering av mineralstoffinnholdet har vært brukt til tidligere stoffskifteforsøk med storfe her ved Laboratoriet og med udmerket resultat.

Ut fra disse præmissar blev rasjonen sammensatt saaledes:

Organisk næring	{	Bygg-grøp	37 kg
		Mais-grøp (gul)	37 „
		Søyaskraa	16 „
		Tørrmelk	10 „
Mineralstofftilskudd.	{	NaCl	0.4 kg
		CaHPO <sub>4</sub>	0.6 „
		CaCl <sub>2</sub>	0.2 „
		CaCO <sub>3</sub>	0.55 „
		Ferrolactat	0.10 „

Denne forblending har ca. 170 g protein, 8.0 g CaO og 10.8 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pr. kg.

En utregning av ekvivalent-kvotientene gir:  $\frac{\text{syre}}{\text{base}} = 0.8$ ,  $\frac{P_2O_5}{CaO} = 1.05$  og  $\frac{Na_2O}{K_2O} = 0.7$ , hvilket ligger saa nær inn til kumelkens askesammensetning som mulig. De tilsvarende tall er her: 0.85—1.02 og 0.7 (2).

Denne forsammensetning har vært brukt i hele S-forsøket. De daglige formengder begynte med 0.8 kg + mineralstofftilskudd og steg noгенlunde jevnt for hver 6 dager (forperioden var 6 dager i dette første forsøk) til 1.70 kg + mineralstoffer i IX. periode (3. nov. til 9. nov. 1930).

Men undtagelse av en liten forkjølelse i første uke, var grisen hele tiden frisk og livlig og aat foret med god appetitt. Den 6. nov. blev den satt ut av forsøket da den hadde revet av sig taa-spissen paa venstre forben. Blødningen blev stanset, men grisen blev ikke satt inn i forsøket mere. Den 5. nov. veiet den 37.40 kg. I de 50 dager fra 16. sept. til 5. nov. har den saaledes lagt paa sig 23.40 kg eller 468 g pr. dag i gjennemsnit. Dette maa sies aa være normal eller snarere god tilvekst i den alder.

Ved slaktingen viste den sig helt sund. Den var ikke fet, men godt kjøttfatt, hvilket ogsaa passer med den jevne og sterke positive N-balanse.

Tab. 24. Formengder og tilvekst i S-forsøket.

Periode (6 Dager)	Daglige formengder		Gj.snittl. daglig <sup>1)</sup> proteinavføring g	Lev.vekt ved slutten av per. kg
	Kornblanding	Min.stoffer		
I	0.8 kg	14.8 g	9.14 g	14.3—16.30
II	0.8 „	14.8 „	9.25 „	17.70
III	0.9 „	16.7 „	10.58 „	19.60
IV	1.0 „	18.5 „	11.64 „	21.60
V	1.1 „	20.4 „	12.99 „	24.30
VI	1.3 „	24.1 „	14.21 „	27.30
VII	1.4 „	25.9 „	16.17 „	31.20
VIII	1.55 „	28.7 „	18.10 „	35.00
IX	1.70 „	31.5 „		37.70 <sup>2)</sup>
X	1.85 „	34.23 g		

1) g N.×6,25

2)  $\frac{5}{11}$ .

#### B. A-forsøket.

Efter det gode resultat vi hadde faatt ved S-forsøket, satte vi igang et nytt forsøk, og denne gang med hele 8 dyr..

Forsøket begynte 5. dec. 1930 med 8 purkegriser av dansk landrase innkjøpt fra Avlscentret Høvdingsgaard. Grisene var søsken fra to kuld (4 fra hvert). De blev denne gang stillet op i den nye stall med dobbelte vinduer, som foran omtalt.

Forperioden blev denne gang paa 7 dager (mot S-forsøkets 6), med opsamling av gjødsel og urin i de siste 4 dager i hver periode.

Rasjonen var den samme som i S-forsøket, og dyrene blev foret og stellet som omtalt i innledningen til dette avsnitt. Dyrene blev veiet annenhver dag.

Formengden var 0.8 kg + mineralstoffer i første periode og øket jevnt til 1.7 kg + mineralstoffer i VIII periode 22.—28. jan. 1931).

Efter den tid blev ikke formengden øket, da dyrene ikke vilde ete mere.

Nedenstaaende tabell gir en oversikt over de daglige formengder.

Tab. 25. Daglige formengder ved A-forsøket.

Periode (7 dager)	Pr. dyr pr. dag			
	Kornblandig kg	Mineral- stoffer g	Vand kg	
I	0.8	14.8	1.5	
II	0.9	16.7	2.0	
III	1.0	18.5	2.0	
IV	1.1	20.4	2.0	
V	1.25	23.1	2.5	
VI	1.40	25.9	2.5	
VII	1.55	28.7	3.0	Nr. 8 levnet litt
VIII	1.70	31.5	3.0	Nr. 2, 3, 4, 5, 7 og 8
IX	1.70	31.5	3.0	begynt aa levne litt for.
X	1.70	31.5	3.0	I IX per. levnet de mere
XI	1.70	31.5	3.0	

Grisene har altsaa faatt jevnt stigende formengder, men med konstant sammensetning. Drikkevannet — almindelig springvann (postevann) — blev regulert efter behovet; men under saa ensartede forhold som disse forsøk er utført, ser det ut til at ogsaa vannforbruket er nogenlunde ensartet.

Helt frem til VIII periode (22.—28. jan.) gikk forsøket udmærket. Alle dyr aat fullstendig op og var friske og livlige. Men fra denne tid kommer det et omslag. Appetitten svikter hos alle sammen, undtagen hos nr. 1 og 6. De begynner aa levne endel for og fortsetter med det gjennom IX, X og XI. periode. Samtidig har de faatt stadig større og større bendefekter. Allerede i VII. periode kunde man merke en smule bøining i kneleddet paa forbenene hos de fleste; men de stod ellers godt og viste intet tegn paa ømhet eller smerter. Etterhvert blev bøiningen større og større. Det var serlig leddet og den proximale ende av metacarpalknoklene det gikk ut over paa forbenene. Dyrene blev steile i kodene, ja tilslutt stod de fullstendig paa taaspissen.

Baklemmene greiet sig noget bedre — tilsynelatende. Benene var dog noget tykke og hovne, men det kunde ikke sees nogen unormal bøining eller knekk som paa forbenene. Derimot blev støttepunktet stadig flyttet lenger og lenger inn under buken,

slik at bakbenene tilslutt dannet en bue istedetfor en nogenlunde rett linje. Bevegelsen blev stiv og øm. Dette kom først tydelig tilsyne i X. og XI. periode. Da videre balanseforsøk med dyr som eter saa daarlig, og hvor derfor en større eller mindre del av foret maa veies tilbake, analyseres og trekkes ifra ved beregningene, er meget tvilsomme, og da vi hadde interesse av aa undersøke skelettet litt nermere hos disse dyr, blev nr. 2, 7 og 8 drept ved utgangen av XI. periode. Nr. 3 blev slagtet 3. febr. da den hadde en elendig appetit og bare gikk tilbake i vekt. (Se vektkurven). Ved seksjonen fantes intet sykkelig eller unormalt ved de indre organer.

Resultatet av seksjonen var:

Rørknoklene i lemmene korte og sterkt osteoporotiske. Compacta spongios. Ved gjennemsjæring normal farve, og ingen blødning slik som jeg har funnet ved senere forsøk. Hos nr. 8 og 7 og delvis 2 var det en begynnende fibrøs ostitt i ephiphysebrusken og de subepiphyære lag spesielt paa femurs distale og tibias proximal ende.

Derimot fantes ingen abnorm dannelse av uforkalket epiphysebrusk, som skulde være det karakteristiske ved rachitis.

Nr. 1—4—5 og 6 blev tatt ut fra forsøksburene ved slutten av XI. periode og satt over i kustallen hvor de fikk bevege sig fritt omkring. Ogsaa her var dobbelte vinduer overalt. Foret og stellet som før, men ingen opsamling og analyse av gjødsel og urin.

Nr. 1 og 6 var paa denne tid meget stive og ømme i benene. De laa for det aller meste, og beveget de sig, var det med den aller største besværlighet.

Nr. 4 og 5 var noget bedre, men ogsaa de hadde stive bevegelser og viste tydelig at det var meget ømt for hvert skritt de tok.

Meget talte for at det var mangel paa D-vitaminer som var aarsaken til denne sykkelige tilstand. For aa prøve om tilførsel av D-vitamin kunde hjelpe disse allerede syke dyr, begynte jeg med ultranolbehandling til nr. 1 og 6, mens 4 og 5 ingenting fikk. Foringen fortsatte forøvrig som før.

Fra den 26/2 fikk nr. 1 og 6 daglig (undtagen søndagen) 0.5 cm<sup>3</sup> ultranol gitt som subcutan injeksjon. (Ultranol er et ultraviolet bestraalet ergosterinpreparat i oljeemulsjon. Det fabrikeres av Dansk Chemo-Therapeutisk Selskab, København, og er standardisert av Dr. *Rekling* av innholdet 25000 D-vitaminenheter per g).

Jeg valgte aa gi ultranolet som injeksjon og ikke per os for aa være sikker paa at dyret virkelig fikk de tiltenkte mengder. 14/3, alt-saa efter 17 dages behandling, fikk gris nr. A. 1. kl. 11.30, ca. 1 time efter injeksjonen, et voldsomt og typisk tetanisk anfall. Dyret skrek

og rystet sterkt, en flimrende bevegelse skiftet med rytmiske kramper i ekstremitetenes muskulatur. Respirasjonen var kort og sterkt forseret. Tpt. 43° C. Kloral subcut. Kl. 16.30 Tpt. 41° Katheterisert. Albuminuri, ingen glucosuri. 15/3 nr. A. 1. fantes død om morgenen. Seksjon: Sterke blødninger i pericardiet og pleurahulen. Blødninger rundt gl. thyreoidea. Hjertet fast kontrahert i systole cordis. Sterk fettinnfiltrasjon i pancreas. Store marvhuler i alle rørrknokler, og disse er osteoporotiske. Compacta tynn, og benene korte og smaa i det hele. Et blodig skikt subepiphysært og like inn til epiphysebrusken baade paa femur, tibia og humerus. (Vaskulært vev). Dyret sannsynligvis død i et tetanisk anfall.

Nr. A. 6. viste ogsaa tegn paa tetani 14/3. Den rystet sterkt og respirasjonen noget forsert. Tpt. 39.1. Anfallet gikk imidlertid over, og der fortsattes med ultranolbehandling helt frem til 10/4. Da blev den drept, uten at der hadde vist sig flere anfall av tetani.

Til 17/3 fikk den samme rasjon som de andre griser i A-forsøket. Fra den dag blev alt mineralstofftilskudd tatt bort, men forøvrig samme for som tidligere. Dette gjorde at askebalansen i det samlede for forandret sig, og kvotienten blev nu:  $\frac{\text{syre}}{\text{base}} = 0.9$ ,  $\frac{\text{P}_2\text{O}_5}{\text{CaO}} = 3.3$  og  $\frac{\text{Na}_2\text{O}}{\text{K}_2\text{O}} = 0.39$ , med ca. 2 g CaO og 8.3 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pr. kg forblending. Her er altsaa for det første de absolutte mengder satt ned til ca. ¼ for Ca og til ⅘ for P's vedkom. Derved er  $\frac{\text{P}_2\text{O}_5}{\text{CaO}}$  kvotienten kommet op i 3.3 mot tidligere 1, og rasjonen er blitt en smule „surere“. 0.9 mot oprindelig 0.8 i  $\frac{\text{syre}}{\text{base}}$  kvotient. Denne rasjon fikk den fra 17/3 til 10/4 da den, som før nevnt, blev slaatt ihjel.

Ved seksjonen viste den samme billede som nr. A. 1. Sterkt osteoporotiske knokler, tynn og spongios compacta og en begynnende innvandring av karrikt bindevev saavel i epifysenes spongiøse benvev som paa innsiden av periost. Dertil kom en betendelsesaktig tilstand subepiphysert som hos A. 1. Fractura av hoftebenet med begynnende callusdannelse.

Ved præparering, først i formalinopløsn., siden Keiserlings veske, blev knoklene rødaktige og ikke gul-hvite som normale ben ved lignende præparering.

Med hensyn til ultraolets virkning paa disse to griser, saa kunde det ikke opdages nogen forandring av dyrenes tilstand.

Hvorvidt ultranolbehandlingen var aarsak til A. 1.s tetani, er vanskelig aa avgjøre av dette forsøk. A. 6. hadde jo som nevnt ogsaa et anfall, og var hele tiden i en meget irritabel, subtetanisk tilstand uten at det kom til flere kraftige anfall. Dens stivhet og ømhet i benene forlot den heller ikke. Den kunde praktisk talt ikke gaa. Appetitten var ogsaa omtrent like daarlig hele tiden. 17/2 veiet den 63.6 kg og 17/3

56.5 — altsaa en tilbakegang paa hele 7.1 kg trods den fikk mere for enn den vilde ete og trods daglige ultranolinjektioner. 30/3 var den øket til 58.2 kg, men en vektøkning paa 1.7 kg paa 14 dager er praktisk talt lik null for en gris i den alder. Under vanlige forhold vilde den ha lagt paa sig 7—800 g pr. dag.

Nr. A. 4 og A. 5 stod paa samme foring helt til 14/4, da blev ogsaa de slagtet. Nogen forandring i deres sundhetstilstand var det vanskelig aa opdage. Dog var de hele tiden bedre enn A. 1 og A. 6. De kunde reise sig og gikk omkring, om enn gangen var meget stiv og øm.

Appetitten var ogsaa adskillig bedre enn for de andre to, likedan tilveksten.

A. 4 veiet 18/2 51.2 kg, 17/3 56.5 og 30/3 60.3 kg.

Her har altsaa vært en smule tilvekst, men altfor liten for griser i den alder naar de faar saa meget for de vil ete. Nr. 4 ser ogsaa ut til aa ha naadd „toppunktet“ etsteds i siste halvdel av mars, og gaar derefter tilbake i vekt.

Ved seksjonen viste disse dyr samme billede som de tidligere. Indre organer fullstendig sunde. Knoklene korte, osteoporotiske, men ikke saa uttalt som A. 1 og A. 6. Ingen eller bare litt ostitis subepiphyseart.

Ingen blødning ved gjennomskjæring av knoklene. Efter præparering blev disse gul-hvite som hos A. 2, 3, 7 og 8.

1. *Blodanalyser.* Av disse fire griser A. 1, 4, 5 og 6 tok jeg endel blodprøver til bestemmelse av Ca- og P-innholdet i plasma. Alle disse prøver er tatt med recordsprøite hvori der først var suget inn en bestemt mengde Na.citratopløsning. Som jeg har omtalt i pkt. 8 Kap. I. B., er det meget vanskelig aa faa gode blodprøver fra en gris paa denne maate, og da Na.citratopløsningen vil utgjøre 10—20 volumpct. av blandingen, mener jeg at analysene av disse fire grisene ikke er saa sikre som de senere analyser, hvor jeg har tatt blodet ved snitt i en ørevene og brukt Na.citrat i fast form som tilsetning, — utgjørende bare 3 % av volumet.

For A. 1's vedkommende blev blodprøven 14. mars tatt like efter det tetaniske anfall. For de andre blev den tatt mellem kl. 10—11 — altsaa 2—3 timer efter foringen.

Resultatet finnes i tabell 26.

Om disse tall er det ikke stort aa si, saa meget mere som jeg mener at de ikke er saa sikre at vi tør bygge svært meget paa dem, som før nevnt; men de kan kanskje tjene som støtte for senere iakttagelser. Det er dog paafallende at den gris som

Tab. 26. Ca- og P-innhold i plasma. A-forsøket.

Dag	A. 1		A. 4		A. 5		A. 6	
	Ca mg ‰	P mg ‰						
14. mars 31	9.0	4.9	7.3	4.5				
17. mars 31			8.1	4.8	8.4	4.6	7.0	3.7
23. mars 31			7.9	4.9	8.1	5.0	8.2	4.8

fik tetani i manifest form, har det høieste Ca-innhold, 9.0 mg %, en verdi som ligger temmelig nær det normale gjennomsnittstall. (Jfr. B- og C-forsøkene).

Vi vil ogsaa merke oss at P-innholdet er lavt hos alle disse, men ikke saa lavt at man kan snakke om nogen avgjort rachitis. Om det er ultranolet som har øket saavel Ca som P hos A. 6, eller det skyldes andre aarsaker, kan ikke avgjøres av disse faa analyser.

## 2. Tilvekst ved A-forsøket.

I tabell 27 er gitt en sammenstilling av vekten av de enkelte dyr ved forsøkets begynnelse (5. dec.) og ved slutten av det egentlige forsøk (17. febr.).

Tab. 27. Vekter og tilvekst ved A-forsøket.

Gris nr.	Mor nr.	Født	kg levende vekt		tilvekst		
			5/12-30	17/2 eller 18 2-31	ialt kg	gjennem- snitt pr. dag i g	
A 1	♀ 83	23/10-30	29.70	18/2-	61.15	31.45	419
„ 2	„	„	26.25	„	54.90	28.65	382
„ 6	„	„	23.65	17/2-	63.65	40.00	541
„ 7	„	„	22.15	„	60.45	38.30	518
Gjennomsnitt			25.44		60.04	34.60	464
A 3	♀ 88	20/10-30	19.10	30/1-	39.85	20.75	371 <sup>2)</sup>
„ 4	„	„	19.05	18/2-	51.20	32.15	429
„ 5	„	„	18.00	17/2-	52.30	34.30	464
„ 8	„	„	19.30	„	51.35	32.05	433
Gjennomsnitt <sup>1)</sup>			18.78		51.62	32.84	442

1) For A 4—5 og 8.

2) Bare 56 dager.

De to kuld har vært litt forskjellige da de blev satt inn i forsøket. Trods 3 dager yngre, har kullet under purke nr. 83 6.66 kg større gjennomsnittsvekt, men til gjengjeld er kullet under purke nr. 88 jevnere. Denne vektforskjell fortsetter gjennom hele forsøket, men selve vekstkurven er fullstendig parallell for alle sammen inntil det tidspunkt, da hvert dyr naar sitt klimax, hvor appetitten svikter, bensykdommen og forstyrrelsen i almentilstanden er kommet saa langt at de ikke kan prestere nogen vekst mere. En sammenligning av vekstkurvene vil best vise dette. (Se disse). Det som trekker gjennomsnittstilveksten saa ned for A 2, er at den har naadd dette klimax allerede 31. jan. og efter den tid praktisk talt staatt stille i vekst.

Dette vendepunkt kommer, merkelig nok, ikke smaatt og langsomt, men braatt. Det samme er iaktatt av *Hart, Mc. Colum* og *Miller* i deres forsøk med svin. (114).

Det ser ut som om dyret har et visst forraad innen sin egen kropp av de forskjellige vekstfaktorer, og tar av dette forraad naar det er i underbalanse. Den dag forraadet eller reserven er brukt op, er ogsaa dyret ferdig. Da inntreffer plutselig alvorlige forandringer i almentilstanden, dyret mister matlysten og veksten stanser. Tildels kommer der saa store forandringer at dyret dør. (Tetani f. eks.).

Hvilke disse faktorer er, som kan gripe saa alvorlig inn i veksten og det normale livs forløp, kan vi ikke finne ut av dette forsøk. Spørsmålet vil bli tatt op igjen naar vi har gjennomgaatt de neste forsøksrekker.

Sammenligner vi disse 8 svin med tilsvarende dyr i de almindelige praktiske foringsforsøk, og bruker tilveksten som maalestokk, da ligger disse 8 dyr i de første 75 dager (fra ca. 20—25 kg vekt og fremover), noget lavere enn de beste forsøksgrupper i de praktiske forsøk. I de praktiske forsøk svinger den gjennomsnittlige daglige tilvekst i dette tidsrum mellem 400 og 600 g (Jfr. 128—132 og 141 Beretn. fra Forsøglaboratoriet, København).

Gjennemsnittet for A-forsøket er henholdsvis 464 og 442 g for de to kuld. Naar vi saa erindrer at vi ikke strevet efter den størst mulige daglige tilvekst og derfor ikke proppet i dyrene hvad de vilde og kunde ete i denne tid, men gav dem en

bestemt rasjon som de aat op i mesteparten av tiden, saa vil man forstaa at det ikke er noget aa utsette paa tilveksten i dette tidsrum.

### C. *Diskusjon av A-forsøket.*

Da A-forsøkets rasjon hadde vist sig utilstrekkelig til aa holde unge, voksende svin helt friske og med jevn, god appetitt og tilvekst helt frem til slakteferdig stand, blir det opgaven aa finne den eller de faktorer som var aarsaken hertil. Fire faktorer eller grupper av faktorer trer da straks i forgrunnen som mulige aarsaksforhold.

1. Mangelfull organisk næring.
2. Mangelfullt mineraltilskudd.
3. Vitaminmangel.
4. Mangel paa direkte lys.

For aa skaffe sig et forhaandsskjøn om disse ting, kan man sammenligne andre forskeres resultater. og likeledes den foring som almindelig anvendes i praksis.

#### 1. *Mangelfull organisk næring.*

Her er det to ting det serlig kan bli tale om:

- a. Proteinmengde og proteinets biologiske verdi.
- b. Rasjonens innhold av nettokalorier.

#### a. *Proteinmengde og biologisk verdi.*

Efter *Mc. Collum* m. fl. (113, 114) og *H. R. Davidson* (116) vil en proteinmangel vise sig nokstaa fort. I A-forsøket syntes derimot grisene aa trives utmerket til aa begynne med og først efter 2—3 mndr. falt de sammen.

I de av *S. Weiser* (54, 68) refererte forsøk var rasjonen vesentlig mais + litt gluten (senere byttet med blodmel).

Riktignok gav forsøket baade syke dyr og en elendig tilvekst; men forfatteren finner ingen grunn til aa tilskrive den mangelfulle proteinforing skylden.

I *Harts* og *Mc. Collums* refererte forsøk hadde en rasjon av mais, havre, „wheat middlings“ og linkakemel tilstrekkelig pro-

tein og av saa høi biologisk verdi at dyrene kunde vokse normalt. Det var mineralstoffene som her var minimumsfaktoren.

I *Carl Petersens forsøk* (121) var foret sammensatt av bygggrøp + litt fiskemel og tørrgjær. Forfatteren nevner intet om proteinmangel eller tegn som tydet paa det i hans forsøk.

Gaar man saa over til de praktiske svineforsøk, saa finner man at en foring med ett eller to kornslag + et større eller mindre tilskudd av animalsk produkt er det mest almindelige.

I de danske forsøk (Jfr. Forsøgslaboratoriets Beretninger) brukes meget f. eks. en kornblanding av  $\frac{1}{2}$  bygg +  $\frac{1}{2}$  mais + skummetmelk eller myse (valle). Denne foring har gitt meget gode resultater (se foran).

Som en sum av alt dette, kan man si, at naar proteinbehovet dekkes av blandet kraftfor, 2—3 kornarter + et animalsk produkt, er der som regel ingen fare for mangelfull *kvalitativ* proteinsammensetning.

Hvad *proteinmengden angaar*, saa har prof. *Jespersen* ved sine praktiske foringsforsøk funnet at ca. 100 g protein pr. f. e. er tilstrekkelig til en god vekst (123). *Nils Hansson* angir proteinbehovet til 15—20 kg svin til 115—140 g fordøielig eggehvite pr. f. e. (1).

Sammenholder vi dette med vaar rasjon i S- og A-forsøket, maa man ha rett til aa slutte, at naar dyret faar ca. 170 g protein pr. f. e. og faar denne protein fra tre forskjellige kornarter samt tørrmelk, da er det liten sansynlighet for at der skulde være nogen proteinmangel tilstede — hverken kvantitativt eller kvalitativt.

#### b. *Innhold av nettokalorier.*

Naar der som i disse forsøk er foret med tilstrekkelig koncentreret for, har spørsmålet om nettokalorier kun interesse forsaavidt, som det gjelder aa konstatere at vaare svin ikke er blitt underernært. (Underernæring kan det jo ogsaa kalles naar appetitten svikter og dyret av den grunn staar stille eller tar av i vekt, men da er det i all fall ikke *tilbudet* — anledningen til aa ete — som er aarsaken).

I sin bok *Husdjurens Utfodring*, Stockholm 1928, stiller *Nils Hansson* op følgende normer for næringsbehovet for gjødsvin.

Kg lev. vekt	F.E. daglig	A-forsøket :
15	0.9	ca. 0.9 F. E.
20	1.1	„ 1.1 „
30	1.5	„ 1.4 „
40	1.9	„ 1.8—1.9 F. E.
50	2.3	„ 2.0 F. E.

Til sammenligning har jeg stillet op de formengder som vaare dyr fik i A-forsøket.

Tar man videre den ting med i betragtning, at i vaare forsøk har grisene *selv* bestemt formengden, idet de fleste dyr i A-forsøket har levnet for, da er det efter ovenstaaende meget liten sansynlighet for at vaare rasjoner kalorisk sett har vært saa mindreværdige at dyrene er blitt underernært av den grunn.

Det er ikke *tilbudet* som har vært minimumsfaktoren.

## 2. Mangelfullt mineralstofftilskudd.

Som tidligere omtalt, var rasjon I avbalansert saaledes, at dens aske kom saa nær melkens askesammensetning som mulig m. h. t. kvotientene syre: base,  $P_2O_5$ : CaO og  $Na_2O$ :  $K_2O$ . Riktignok gikk vi ut fra kumelk da svinemelkens sammensetning ikke er tilstrekkelig kjent, men forskjellen er ikke serlig stor.

Foretar vi en tilsvarende sammenligning som vi gjorde for de organiske næringsstoffer, kan vi ogsaa her skaffe oss et vurderingsgrunnlag for dette forhold. Mig bekjent, er det ingen som tidligere har foretatt en saa omfattende avbalansering av foret i overensstemmelse med melkens askesammensetning; men der er utført mange meget verdifulde forsøk som det er av interesse aa sammenligne med vaare..

*Weisers* (54, 68) flere ganger omtalte forsøk viste at  $CaCO_3$  tilskudd til mais- eller byggrasjoner gav bedre appetitt, tilvekst og askerikere skelett. Da baade mais og bygg har syreoverskudd, Ca-deficitt og Na-mangel i forhold til K, saa vil nettop  $CaCO_3$  til-

skudd her føre rasjonen et stykke nærmere melkens sammensetning.

*Hart og Mc. Collum* (113, 114) sier, at bringes askeinnholdet i en kornrasjon ved hjelp av mineraltilskudd til samme innbyrdes forhold som i melken, faar man betraktelig bedre vekst enn før, om enn denne ikke helt naar normale verdier. Det vil fremdeles forekomme baade stivsyke og paralysetilfeller.

*Robert Bartels* forsøk (38) viser at et  $\text{CaCO}_3$  tilskudd til utelukkende korn- og fiskemelrasjon virker gunstig saavel paa tilveksten som paa Ca- og P-retensjonen. Til mere baserike rasjoner hadde  $\text{CaCO}_3$  ingen posetiv virkning — snarere det motsatte.

Klarest gjennomført og mest slaaende virker kanskje *R. E. Evans* forsøk (55, 117).

*Evans'* A-gruppe fikk en kornrasjon med et  $\text{P}_2\text{O}_5$  : CaO forhold som svaret til melk, mens B-grisene fikk den samme kornrasjon og organisk næring og *kun* dette. Resultatet var at A-dyrene var langt overlegne over B-dyrene.

Fra de praktiske foringsforsøk er det ogsaa mange som forteller om bedre appetitt, trivsel og tilvekst efter Ca-tilskudd til utelukkende kornrasjoner. De danske foringsforsøk med svin, har derimot ikke gitt noget egentlig klart, posetivt utslag til fordel for mineraltilskudd til kornbl. + skummetmelk rasjoner, ifølge prof. *Jespersen*. Men det er verdt aa merke sig, at de største mengder skummetmelk har gitt de beste resultater (123).

Endelig skal nevnes at *Richards, Godden og Husband's* forsøk (118) viste at  $\text{NaCl}$ -tilskudd til en forøvrig alsidig kornblanding gav bedre resultat saavel for N- som Ca- og P-balansen.

Alt dette viser, at en avbalansering av mineralstoffinnholdet i foret i retning av melkens, har vist posetive utslag.

Dette var kvotientene. Men det kunde ogsaa tenkes at der var for *lite absolutt set* av ett eller flere av disse nødvendige mineralstoffer. Rasjon I inneholder ca. 0.8 % CaO og 1.0 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ , mens CaO innholdet har svinget mellem 0.055 og 1.5 % og  $\text{P}_2\text{O}_5$  mellem 0.1—2.4 % i de nettop gjennomgaatte tidligere forsøk. (Se 2dre Hovedavsnitt).

Bedømt efter det foreliggende materiale, er der saaledes intet som gir berettiget grunn til aa anta at rasjon I hverken kvan-

titativt eller i innbyrdes mengdeforhold lider av nogen vesentlig mineralstoffmangel.

### 3. Vitaminmangel.

„The danger of disease in farm animals due to lack of vitamins is less than in the case of human beings, on account of the fact that they consume such a large quantity of foodstoffs which are more or less in their natural state, and therefore contain considerable quantities of the different vitamins.....

It is mainly in the case of chickens and young pigs reared indoors that deficiency diseases have been noted. In these, lack of vitamin D is regarded by many as the only important factor in rickets in pigs“ (134).

Dette sitat fra den kjente skotske forsker *Orr*, samt *Mc. Collums* og medarb.s resultater (75), *R. Berg* (100), *v. Wendt* (35), og *H. Isaachsen* (136) gjør det lite sansynlig at en blandet kornrasjon skulde lide av vitaminmangel, bortset fra D-vitaminer.

Praktisk talt alle forsøk med svin hvor der optrer sykdom, saa er det, bortset fra infeksjonssykdomme, utelukkende rachitis eller rachitislignende forstyrrelser der berettes om.

Xerophthalmi (Keretomalacie), polyneuritis, og skjorbuk, hører man meget sjelden om hos svin (136). Ja i den literatur jeg har hatt anledning til aa gjennemgaa, er det kun *Hart, Miller* og *Mc. Collum* (114), som i sine forsøk beretter om en av disse siste a-vitaminoser. Det var en polyneuritis. (B-vitamindefisit), fremkalt paa en rasjon av 3 lbs. (ca. 1.36 kg) helmelk daglig + hvetemel ad lib.

Efter dette kunde man vente at rasjon I vilde gi rachitiske forstyrrelser hos forsøksdyrene. Visstnok inneholder rasjonen 10 % tørrmelk (laget av helmelk) og sansynligvis er der endel D-vitaminer i behold efter inntørringen. Noget sikkert kan imidlertid ikke sies om dette da jeg ikke har hat anledning til særskilt aa undersøke tørrmelkens innhold av D-vitaminer. De andre avitaminoser skulde det derimot ikke være grunn til aa frykte for.

#### 4. Mangel paa direkte lys.

Noget brukbart forsøk med svin over dette spørsmaal, kjenner jeg ikke<sup>1)</sup>. Derimot har jeg i 1ste hovedavsnitt Kap. II pkt. 4 nevnt etpar saadanne for andre dyr. Lysets profylaktiske, dels helbredende virkning paa forstyrrelser i den normale skelettdannelse og vekst, er ogsaa omtalt tidligere. Da lysvirkningen regnes identisk med D-vitaminets, maatte man vente, at denne mangelfaktor vilde virke serlig sterkt, naar baade alt ultraviolet lys blev stengt ute og rasjonen samtidig kun inneholdt sparsomme mengder D-vitamin.

Resultatet av disse betraktninger og sammenligninger av tidligere forsøksresultater er, at med foring med rasjon 1, kan man vente at svin faar rachitis eller rachitlignende lidelser paa grunn av mangel paa D-vitamin og samtidig utestengning av alt ultraviolet lys.

Har saa S- og A-forsøkene bekreftet dette? Ja, delvis. De har vist at rasjonen kan holde dyrene i god form, med god appetitt og tilfredsstillende vekst i de første 50—70 dager. Forsøksdyrene har vist en meget god og jevn proteinavleiring saalenge de har ett sitt for saa nogenlunde op. Dette gjør det sansynlig at de nødvendige aminosyrer til denne syntese er tilstede, og at der er kalorier nok til vedlikehold og vekst.

Men A-forsøket har ogsaa vist at rasjonen, dette tiltrods, ikke er tilstrekkelig — ikke „fullverdig“. Efter ca. 2 mndr. tapes matlysten, dyrene blir efterhvert syke, stive og ømme i sine bevegelser, tildels kramper, og seksjonsdiagnosen viser alvorlige defekter i forbeningsprocessen.

Hvad som er aarsaken til dette, om det er en Ca- eller P-mangel, feilaktig forhold mellem disse mineralstoffer, om det

---

<sup>1)</sup> Efter at dette var skrevet, er det publisert et omfattende og meget illustrerende forsøk med svin hvor ogsaa lysets betydning er tatt med av *E. J. Sheehy* og *B. J. Senior* (150). Dette forsøk illustrerer paa en udmerket maate at naar sollyset er helt eller nesten helt utestengt, da kan selv daglig levertrantilførsel ikke redde grisen fra rachitis.

„Direct sunlight is a very potent source of this factor and a plentiful supply of it is essential to successful pig raising. All pig houses should be so constructed that they may be flooded with sunlight. —“

er et uheldig syre : base forhold, om det er en ren avitaminose, eller det hele skyldes mangel paa ultraviolette straalere, kan disse forsøk (S- og A-forsøket) ikke avgjøre. For aa komme disse spørsmåal litt nermere tillivs, blev det neste forsøk satt igang.

#### D. B-forsøket.

I dette forsøk blev ialt 12 svin satt inn og efter følgende plan:

I. Gris B 1, 2, 3 og 4 fikk rasjon I som i S- og A-forsøket, og kan betraktes som en gjentagelse av dette.

II. Gris B 5 og 6 fikk rasjon II. Denne er rasjon I, men uten mineralstoff-tilskudd.

III. Gris B 7 og 8 fikk rasjon III. Her blev tørrmelken i rasjon I byttet med skummetmelk. Rasjonen fikk denne sammensetning: Bygggrøp 45 kg + 45 kg maisgrøp (gul mais) + 16 kg søyaskraa + 54 kg skummetmelk. Intet mineralstofftilskudd.

IV. Gris B 9 og 10 fikk rasjon IV. Her blev søyaskraaen i rasjon I byttet med blodmel. Sammensetningen blev følgende: 42 kg bygggrøp + 41 kg maisgrøp (gul) + 7 kg blodmel + 10 kg tørrmelk. Intet mineralstofftilskudd.

V. Gris B 11 og 12 fikk rasjon V. Denne bestod av 50 kg bygggrøp + 50 kg maisgrøp (gul) + 100 kg skummetmelk. Intet mineralstofftilskudd. Rasjonen er nøiaktig den samme som den Hold 3 fikk i de praktiske danske foringsforsøk, publisert i 141de Beretning fra Forsøgslaboratoriet; og som der har gitt et godt resultat.

Ingen av dyrene fikk noget ekstra vitamintilskudd i nogen form. Dyrene stod i de samme bur som A-grisene og i samme stall med de samme lysforhold som disse. Rasjonene er sammensatt slik at alle dyr fikk den samme mengde protein og organisk næring pr. dag i samme vektgruppe saa nær som det lar sig gjøre ved forhaandsberegninger efter gjennemsnittsanalyser.

I tabell 28 finnes en oversigt over disse rasjoners mineralstoffinnhold.

Tab. 28. Mineralstoffsammensetningen i B-forsøkets rasjoner.

Rasjon	Grammekvivalenter			Pr. kg		Pr. kg tørrstoff	
	syre base	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> CaO	Na <sub>2</sub> O K <sub>2</sub> O	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
I	0.80	1.05	0.7	8.0	10.8	9.3	12.4
II	0.91	3.2	0.29	2.0	8.3	2.3	9.5
III	0.93	3.8	0.26	1.2	5.6	1.9	9.3
IV	0.94	3.4	0.35	1.6	6.9	1.8	7.9
V	1.00	3.1	0.27	1.1	4.2	2.2	8.7

Forandringen fra rasjon I er først at mineralstofftilskuddet er tatt bort og rasjonene er blitt noget „surere“. Serlig stor er forandringen i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : CaO og Na<sub>2</sub>O : K<sub>2</sub>O kvotientene. Den første er steget til ca. det tredobbelte og den siste fallt til ca. tredjeparten i numerisk verdi. Videre er de absolutte mengder Ca og P som dyret faar pr. kg tørrstoff gaatt betraktelig ned — serlig for Ca's vedkommende. Ellers er rasjon II, III, IV og V innbyrdes temmelig like.

Dette forsøk begynte 9/4 1931 med 8 griser (B. 1—B. 8). Nr. B. 1 og B. 2 var innkjøpt fra Høvdingsgaard Avlscenter, mens de andre (B. 3 til B. 8) var av Laboratoriets eget oppdrett. Alle av dansk Landrase.

I tab. 29 vil man finne en oversikt over disse dyr, deres alder og vekt ved forsøkets begynnelse, samt vekt og gjennomsnittlige daglig tilvekst etter 75 dager eller ved eventuel tidligere død.

### 1. Forsøkets gang. Journalutdrag.

Da dyrene blev satt inn, var alle livlige og sunde. De hadde til aa begynne med god appetitt og aat fort op sitt for. Men allerede efter tre uker kunde man se tydelig forskjell paa dem.

#### Gris B 1, 2, 3 og 4 (Rasjon I).

- 6/5. B 3 stiv og øm i bakbenene.  
 15/5. B 3 blir daarligere og daarligere i benene. Staar og tripper — skifter stadig ben, skyter rygg og setter benene inn under sig. Ligger ellers meget. B 4 ogsaa begynt aa bli daarlig i benene.  
 26/5. B 3 og B 4 har meget vanskelig for aa staa. De springer raskt op, men faller snart igjen. Appetitten elendig.

- 1/6. B 3 og B 4 reiser sig naar røkteren kommer med foret, men kun for nogen sekunder, saa rykker eller faller de tilbake og blir sittende paa bakparten som en hund. B 1 og B 2 begynt aa faa trippende, øm stilling med bakbenene. Ligger meget; men har god appetitt. Paa alle dyr paa denne rasjon er benene hovne, ødematøse; men ingen spesielt opdrivning av epiphysebrusken. Forbenene sterkt bøiede i kneleddet. (Hjulfente).
- 6/6. B 3 reiser sig ikke mere av sig selv. Den maa trekkes frem til forkrybben og ligger og eter.  
B 1 og B 2 har uhyre besvær med aa legge sig. De faar krampe i ekstremitetene og ryster og skriker. Appetitten slapper sterkt av.
- 17/6. Forandring i mineralstofftilskuddet. (Se senere side 129).  
Alle taalt forandringen godt. Fordøielisen i orden.
- 18/6. B 1 fikk et lett tetani-anfall efter blodprøven var tatt. B 4 og B 2 reiser sig kun med det største besvær.
- 27/6. B 1 død i natt.  
Seksjon: Buken sterkt cyanotisk. Litt veske i bukhulen, men ellers intet unormalt.  
Lemmenes røknokler præparert. De er osteoporotiske med aapen spongiosa og forholdsvis tynn compacta. Store marvhuler. Blodig, svulne pletter i epiphysebrusken. Knoklene har ikke den sedvanlige gul-hvite farve, men er mørkerøde, og ved gjennemsaging tyter det blod ut fra periost, de haverske kanaler, fra spongiosa — ja nær sagt overalt. Det er nesten som man skjærer i en muskel. Rosenkrantz. Benene bløte. Kan skjæres med kniv som et stykke tre.
- 22/7. B 2 har ligget og døset i de siste dager. Drept idag. Seksjon: Indre organer sunde og normale. Knoklene fullstendig samme billede som B 1.
- 5/8. I de siste 4—5 uker har B 3 og B 4 holdt sig praktisk talt uforandret. B 3 har ikke kunnet reise sig igjen. Drept idag.  
Seksjon: Intet sykt eller unormalt ved de indre organer. Knoklene som hos B 1 og B 2, bare endda større og mere utbredte, svulne blodige partier subepifysert like inn til epiphysebrusken. (Ostitis fibrosa). Sterk osteoporose. Rosenkrantz.

*Gris B 5 og B 6. (Rasjon II).*

- 29/4. Ingen god matlyst. Levnet nesten hele tiden.  
B 5 flere tetaniske krampeanfall.
- 2/5. B 5 død i natt. Seksjon: Intet unormalt ved de indre organer. Knoklene stanset i vekst. Ingen sekundær benapposisjon. Osteoporotiske. Subepifysere betendelsesaktige blødninger.
- 4/5. B 6 kraftig tetanianfall. Drept. Seksjon: Som B 5.

*Gris B 7 og B 8. (Rasjon III).*

- 27/4. B 8 daarlig i benene. Staar og tripper. Appetitten bare saa maatelig for begge to.
- 28/4. B 8 ett tetanisk anfall kl. 11 og flere voldsomme ut paa eftermiddagen.
- 30/4. Tatt blodprøve. Etterpaa fikk B 8 et anfall igjen.
- 1/5. B 8 død i natt. Seksjon: Samme billede som for B 5 og B 6.
- 5/5. B 7 eter nogenlunde. Øm. Ligger for det meste. Irritabel. Skriker sterkt bare man rører ved den. Reiser sig nødigg.
- 7/5. Kan ikke lenger staa paa bakbenene.
- 17/5. Flyttet over til et rum i kustallen, men ogsaa her er alt ultraviolet lys stengt ute. Foring som før. Kan ikke reise sig lenger.
- 18/5. *Ultranolbehandling.* Dose: 0.5 cm<sup>3</sup> subcutant daglig. Blodprøve. Meget vanskelig aa faa nok blod og hurtig nok. Alle stivsyke griser er det vanskelig aa faa blod fra — tatt ved snitt i en ørevene —, og det er ganske karakteristisk at blodet er meget mørkt og tyktflytende. Disse griser er ogsaa gjerne skitne og mørke.
- 15/6. Ingen forandring hverken i utseende eller appetitt.
- 23/6. Faatt mineralstofftilskudd. Ellers samme rasjon som før. (Mineralstofftilskuddets sammensetning se side 129).
- 30/6. Appetitten vokser. Ser kvikkere ut.
- 24/7. Reiser sig litt paa forbenene — trods de er vridd og bøiet. Bakbenene kan den dog ikke bruke. Eter med god appetitt. Faatt et ganske annet utseende. Glatt, hvit og ren. Blodprøven 15/7. gik fort og lett som paa en helt sunn gris.
- 5/8. Appetitten fortsatt god. Vokser godt, men kan ikke reise sig paa bakbenene. Drept idag.

Seksjon: Intet aa merke ved de indre organer. Knoklene korte og tynne. Humerus noget bøiet i den proximale ende. Store marvhuler fyllt med gul fettmarv. Spongiosa meget aapen. Compacta usedvanlig tynn og poros. Ingen abnorm tykkelse av epiphysebrusken, men endel blodige betendelsesaktige dannelser subepiphysært. Kraftig osteoporose.

Ribbenene deformerte, sterkt bøiede — S-krummede. Rosenkrantz.

*Gris B 9 og 10. (Rasjon IV).*

- 15/5. Satt inn i forsøket. Livlige, blanke og friske.
- 30/5. Slappe. Appetitten bare saa passe. Irritabel.
- 6/6. Bliir mere og mere rødlig — skittne i huden. Haarene sterkt krusede. Ligger for det meste. Slappe.
- 12/6. Appetitten meget daarlig. Har et slunkent, skittent, utrivelig utseende.
- 23/6. Faatt mineralstoff-tilskudd. (Se side 129).

- 2/7. Appetitten bedre. Staar nogenlunde godt paa benene.  
 6/7. Springer op straks røkten kommer og maser før de faar foret. Eter godt.  
 10/7. B 10 faatt de første tegn paa stivhet og ømhet i bakbenene.  
 20/7. Baade B 10 og B 9 temmelig stivbente og ømme. Benene gir efter for trykk og muskeltrekk.  
 24/7. B 9 kan vanskelig staa. Skriker og ryster. Forbenene rene „kommodeben“.  
 4/8. Blitt stadig stivere og stivere i benene. B 9 ligger og eter, men kan staa litt naar den hjelpes op. B 10 har hele tiden kunnet reise sig, men staar meget daarlig. Begge drept idag.

Seksjon: B 9. Intet aa merke ved de indre organer. Knoklene korte og tynne. Store marvhuler, aapen spongiosa og porøs, tynn compacta. Et ca. 3—4 mm tykt blodig, betendelsesaktig belte subepiphysært paa femur, tibia, humerus, radius og ulna. Rosenkrantz (ikke serlig stor).

B 10. Korte, tynne ben. Marvhulen ikke saa stor som hos B 9, men saavel spongiosa som compacta temmelig porøs. Ingen blodig linje subepiphysert, men et ca. 4—5 mm bredt belte som viser adskillig bedre forkalkning enn det øvrige benvev.

*Gris B 11 og 12. (Rasjon V).*

- 15/5. Satt inn i forsøket. Begge livlige, glatte og rene i huden, kvikke og friske.  
 1/6. Har ett godt — om enn vraket en smule av og til, saa har de dog vist en iver og en appetitt langt over de andre.  
 13/6. Appetitten slappet av. De begynner aa faa denne ømme, trippende stilling naar de staar — spesielt B 11.  
 17/6. B 11 temmelig stivbenet. Ligger for det meste. Ingen appetitt. B 12 litt bedre enn B 11, men ogsaa den daarlig, og ligger meget.  
 23/6. Faatt mineralstofftilskudd. (Se senere side 81). B 11 taalte forandringen godt. Avføringen normal.  
 25/6. B 12 faatt diaré.  
 26/6. B 12 faatt 1 g Tanalbin i melk. Tetanisk anfall.  
 27/6. B 12 faatt 1 g Tanalbin i melk. Noget bedre.  
 28/6. Begge to meget vanskelig for aa staa paa benene.  
 29/6. B 12 døde under et kraftig tetanisk anfall.

Seksjon: Indre organer friske og normale. Knoklene korte og tynne. Osteoporotiske. Blodrige subepifysert. Typisk rosenkrantz. Ingen opdrivning av leddene.

- 2/7. B 11 maa hjelpes op og skubbes frem til fortroen. Staar nogen faa min., faller saa og blir liggende.  
 4/7. Faatt ultranol. 10 draaper 2 gange daglig (i foret).  
 10/7. Tilsynelatende bedre. Appetitten iallfall bedre.

- 18/7. Reiser sig ganske villig, staar 4—5 min., men faller saa bakover med et rykk. Er blitt helt skjæv i hals og hode; men ingen opdrivning av mandibulum eller os maxillaris. Naar den gaar, gir den inntrykk av de voldsomste smerter, og det er fremdeles kun med det største besvær den flytter benene.
- 24/7. Appetitten og viljen til aa forsyne sig er stadig i fremgang; men benenes bæreevne svikter endnu.
- 5/8. Drept idag.

Seksjon: Indre organer friske og normale. Rørknoklene korte og tynne. Marvhulen stor. Compacta meget tynn. Epiphysebrusken normal. Tydelig bedre forkalkningszone (ca. 4—5 mm tykt belte). Under dette belte særdeles aapen spongiosa med en rekke smaa (1—2 mm) blodfylte huler liggende parallelt epiphyselinjen. Ubetydelig rosenkrantz; med ribbenene endel S-bøiede.

## 2. Formengder og tilvekst.

Da formaalet med disse forsøk hverken er aa finne forstoffenes nettoverdi eller produksjonens næringsbehov, har en opgave over de fortærte formengder ingen direkte betydning. Det har kun interesse aa vite, at det ikke er formangel disse svin har lidd under. Alle 12 griser — nr. 1 og 2 unntatt — har praktisk talt hele tiden levnet mere eller mindre av sitt for. Nr. 1 og 2 aat op helt til XI periode, da begynte ogsaa de aa levne. Alle begynte med ca. 0.7 kg tørrstoff (eller 0.8 kg kornblanding) i første periode.

Uttrykt i skandinaviske forenheter vil det for rasjon I (kornblanding) si 0.9 f. e., altsaa i god overensstemmelse med *Nils Hanssons* fortabeller. Formengden steg med ca. 0.085 kg tørrstoff for hver periode saafremt dyrene aat op. Men da dette ikke alltid var tilfelle, blev ofte samme formengde gitt gjennom flere perioder — ja i nogen tilfeller blev formengden endog redusert (B 9 og 10 i V og VI periode). B 1 og 2 kom i XIV periode helt op paa 2.4 kg kornblanding, B 7 paa 1.6 kg kornblanding + 0.815 kg skummetmelk i XV periode, mens B 9 og 10 ikke rakk lenger enn til 1.4 kg kornblanding, og B 11 til 1.4 kg kornblanding + 1.4 kg skummetmelk i XII periode.

Som ved S- og A-forsøkene, skal jeg ogsaa her gi en oversikt over tilveksten hos disse svin. (Tab. 29). For alle som har levet saa lenge, er den daglige gjennemsnittstilvekst utregnet for de

Tab. 29. Levende vekt og tilvekst i B-forsøket.

Gris nr.	Mor nr.	Født	Vekt ved forsøkets begynnelse kg	Vekt etter 75 dager kg	Gjennomsnittlig daglig tilvekst i 75 dager g	Død eller drept etter dager	Sluttvekt		
B 1	♀	86	20/2—31	9/4—31	19.05	23/6 52.47	446	79	51.7 kg
B 2	♂	"	"	"	16.90	" 51.50	461	103	54.0 "
B 3	♀	S.O.	18/2	"	13.80	" 30.30	220	118	35.9 "
B 4	♂	"	"	"	11.90	" 39.50	368	118	48.8 "
B 5	♀	"	"	"	14.55	1/5 18.65	186 <sup>1)</sup>	22	18.65 "
B 6	♂	"	"	"	12.00	4/5 17.00	200 <sup>2)</sup>	25	17.00 "
B 7	♂	"	"	"	13.95	19/6 30.70	223	118	47.30 "
B 8	♀	"	"	"	15.45	30/4 19.40	187 <sup>3)</sup>	21	19.40 "
B 9	♀	62	12/4	15/5	11.30	29/7 27.90	221	81	26.30 "
B 10	♂	"	"	"	13.90	" 36.30	299	81	37.50 "
B 11	♂	"	"	"	9.30	" 30.90	288	82	33.00 "
B 12	♀	"	"	"	11.80	29/6 22.30	140 <sup>4)</sup>	46	22.30 "

1) Gjennemsnit for 22 dager

2) " " 25 "

3) " " 21 "

4) " " 46 "

første 75 dager i forsøket. Dette er et rent vilkaarlig valgt tidsrum og beregningen har egentlig ingen serlig fysiologisk betydning. Jeg har tatt det med for aa faa et felles sammenlignelsesgrunnlag for alle disse forsøk. Alle dyr kommer dog ikke med, idet 4 dyr i B-forsøket dør lenge før de har staatt 75 dager i forsøk. Det beste billede faar man imidlertid ved aa se paa selve vekstkurvene. (Se disse).

Aa bruke vekten eller tilveksten alene som maal for utslaget ved disse og lignende forsøk, er ikke helt tilfredsstillende. De rent anatomiske og patologisk-anatomiske forandringer ved dyret — spesielt ved skelettet, har i disse forsøk vist sig aa være langt sikrere og nøiaktigere maalestok for rasjonens *brukbarhet* eller skikkethet. Hvad *Mc Collum, Hart og Miller* (114) fant i sine forsøk, har gjentatt sig her, nemlig, at et svin kan fortsatte aa ete og „vokse“, d. v. s. øke i vekt, trods det har alvorlige skeletforstyrrelser. Dette gaar tilsynelatende godt lenge fremover — ja selvom dyret ikke kan staa paa sine ben, men maa trekkes frem til fortroen, kan det vokse rett tilfredsstillende en tid (Jfr. B 1, 2 og 7. *Tilveksten* blir derfor i disse forsøk, med nogenlunde den samme kaloriske verdi i foret til alle svin, mere et uttrykk for dyrets appetitt, enn for mineralstoffenes innflytelse og betydning i foret.

Det lar sig imidlertid ikke gjøre aa skaffe noget objektivt og tallmessig uttrykk for et dyrs sundhetstilstand. Ja ikke engang for svære, sykkelige tilstande. Det maa bli et subjektivt skjøn av vedkommende forsøksleder hvad som maa kalles et lett, svært eller meget alvorlig tilfelle. Og dette kan endog gaa an — ja kan graderes meget nøiaktig til og med, saalenge en og samme mann utfører bedømmelsen. Skal man derimot forsøke aa sammenligne flere forskeres resultater, da vil nettop subjektiviteten ved denne metode gjøre sammenligningen vanskelig. Tar man derimot med baade tilveksten (vekstkurven) og en nøiagtig beskrivelse av dyrets tilstand og de forandringer som optrær i skelett og vevsvesker, da mener jeg at man har et brukbart maal for virkningen av et mineralstofftilskudd til en ellers tilstrekkelig rasjon.

Foran er gjort rede for dyrenes sundhetstilstand og de forandringer som viste sig ved skelettet samt en oversikt over vekt-

Tab. 30. mg % Ca og P i blodplasma. B-forsøket.

Dag	B 1		B 2		B 3		B 4		B 5		B 6		B 7		B 8		B 9		B 10		B 11		B 12	
	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P
17/4	10.1	6.3	10.4	6.1	9.9	5.9	9.8	6.0																
24/4									6.6	6.0	7.0	5.8	8.0	5.2	6.2	5.9								
30/4									6.3	5.6	6.3	5.8	6.3	4.8	4.1	6.8								
2/5	8.2	5.8	8.4	5.5	9.2	4.8	7.9	4.7																
4/5											5.7	7.3												
9/5					8.4	4.7	7.5	4.3					4.3	4.5										
16/5																	10.2	6.0	10.1	6.3	9.9	5.9	10.0	6.1
18/5													3.6	4.0										
20/5	7.7	5.1	7.8	5.0	7.4	4.7	7.5	4.5																
21/5													4.2	4.5										
27/5													5.1	5.4										
28/5																	7.2	6.4	7.3	6.1	7.7	6.1	7.1	6.3
3/6	5.0	5.0	5.3	5.1	6.1	4.8	6.7	4.9																
4/6													6.5	5.2										
11/6																	7.1	5.4	8.1	5.1	6.4	6.6	5.4	6.1
17/6	5.9	6.4	6.4	5.1	4.8	4.5	6.7	4.7					5.8	4.7										
18/6																	6.8	5.3	6.3	6.0	6.8	5.8	5.0	5.3
26/6	4.0	5.8	5.6	4.0	4.3	3.8	7.5	3.9																
2/7													7.4	4.9			7.3	4.7	5.8	5.1	6.2	4.1		
8/7			5.4	3.5	6.3	3.7	7.3	2.9																
15/7													8.1	5.1			7.3	4.1	5.6	5.2	8.2	4.3		
22/7			4.0	3.7	5.1	3.5	6.8	3.2																
29/7													8.3	6.0			6.6	4.6	6.0	6.2	8.3	5.4		
4/8					4.5	3.7	5.6	4.1					8.4	6.6			5.9	4.6	6.5	6.0	9.6	6.6		

økningen. Jeg skal nu ta med de forandringer som forekom i blodet hos disse svin under forsøket.

### 3. *Blodanalyser.*

Analysene er utført paa den maate som omtalt i Kap. I. 3dje Hovedavsnit.

#### 4. *Kort diskusjon av B-forsøket.*

a. *Rasjon I.* Dette er jo en gjentakelse av A-forsøket, og man burde derfor vente aa faa de samme resultater. For de to svin B 1 og B 2 er dette ogsaa tilfelle. Vektkurvene faller saapent sammen som man kan ønske det. Derimot blev B 1 og B 2 noget haardere og tidligere angrepet av bensykdome enn dyrene i A-forsøket. Allerede 1. mai (se journalutdragene) var disse to tydelig stivbente med trippende, ofte skiftende benstilling og alle tegn paa ømhet i leddene. Tilstanden forverret sig fremover efterhvert. Disse symptomer kom ca. 2—3 uker senere hos A-grisene.

Tar vi for oss B 3 og B 4, faller disse fullstendig utenfor. Kun de første 3—4 uker eter og vokser disse som de andre. Men allerede 15. mai (ca. 4 uker etter de var satt inn i forsøket), er de tydelig stive og meget ømme i benene, og 6. juni kan ikke B 3 reise sig mere ved egen hjelp. B 4 holder sig paa benene hele tiden, men er ellers meget daarlig.

Knoklene viste de samme defekter hos alle sammen, men B 3 og B 4 var enda mere osteoporotiske og med enda større og mere utbredt blodig, betendelsesaktig vev subepiphysært (ostitis fibrosa).

Hvad er aarsaken til denne forskjell?

Da rasjonen har vært den samme for alle, kan det ikke være den. Nei, aarsaken ligger sikkert i dyrene selv. La oss se litt paa det.

Under omtalen av A-forsøket nevnte jeg, at det saa ut som om dyret hadde et *forraad* av den eller de manglende faktorer i foret, og levet paa dette. Naar dette forraad var slutt, var dyret ogsaa ferdig. A-grisene veiet 25.4 kg i gjennemsnit for de fire søskend under mor nr. 83, og 18.8 kg for de fire under mor nr. 88, henholdsvis 43 og 46 dager gamle ved forsøkets be-

gynnelse. B 1 og B 2 var 47 dager og veiet 18.0 kg i gjennemsnitt; men B 3 og B 4 som var 49 dager veiet bare 12.85 kg i gjennemsnitt da de blev satt inn i forsøket. Disse tall gjør det sansynlig at „forraadet“ — reserven — av „mangelfaktorene“ er adskillig større hos de største enn hos de minste griser. Grupperer man dem efter begynnelsesvekten, faar man følgende bilde:

Tab. 31. Forskjellig tilvekst paa rasjon I.

Gris nr.	Mor nr.	Ved forsøkets begynnelse		Gjennemsnitlig daglig tilvekst i 75 dager
		Alder i dager	Gjennemsnitts vekt	
A. 1, A. 2 A. 6, A. 7	83	43	25.4 kg	464 g
A. 3, A. 4 A. 5, A. 8				
B. 1 og B. 2	86	47	18.0 „	454 „
B. 3 og B. 4	S. O.	49	12.85 „	294 „

Her viser sig det merkelige forhold, at de minste griser er de eldste, og de yngste saa avgjort de største. Veksten i den første 1½ mndr. efter fødselen har altsaa vært ulik. Jeg skal ikke her gaa nærmere inn paa alle de muligheter som kan være aarsak til dette. Jeg vil bare minde om *Davidson's* og *Evan's* forsøk (se foran), hvor de fant at mineralstoffmangel først viste sig i sin fulle styrke efter flere generasjoner; og at morens foring hadde meget stor innflydelse paa evnen til aa gi melk og ungenes utvikling efter fødselen. Det synes aa passe godt her.

Purkene nr. 83, 88, 86 er alle sammen avlsdyr paa Høvdingsgaard Avlscenter for dansk landrase. Foringen paa Høvdingsgaard er efter elskverdig meddelelse fra Herr Inspektør E. Filstrup, følgende: Purkene gaar hele aaret ute i en rummelig, gresgrodd løpegaard (Græsfold). Om vinteren faar de 1 f. e. kornblanding (½ bygg + ½ mais), 1 f. e. myse og saa meget roer de vil ete. Om sommeren 1 f. e. myse og alt gress (hvitkløver) de vil ha. 14 dager før de skal grise (fare), blir de satt inn

og faar 1 f. e. sur melk + 8—10 f. e. kornbl. (90 % bygg + 5 % blodmel + 5 % kjøt-benmel).

Smaagrisene begynner aa faa en blanding av bygg og hvete naar de er 3—4 dager gamle. Naar de begynner aa ville op i troen til moren faar de ogsaa syrnet melk i et rum for sig selv. Alle dyr som Laboratoriet har faatt til sine forsøk har gaatt med moren til de blev avsent.

Laboratoriets purke S. O. (som forresten er en stor, meget pen, kraftig purke av dansk landrase) blev i det siste  $\frac{3}{4}$  aar før den griset, foret utelukkende med en blanding av bygg, mais og søyaskraa + vann. Efter saavel egne forsøk (B 7 og B 8), som prof. *Jespersens* praktiske forsøk (Hold 1 i 128de Beretning), viser det sig at denne rasjon ikke er tilstrekkelig. Det er saaledes god grunn til aa anta at disse griser (B 3 og B 4) har en forholdsvis beskjedne „niste“ med sig ved starten. Og saa gaar det galt.

Betrakter vi blodplasmaanalysene for svinene i B-forsøket, saa er forskjellen ikke stor, men den er der. Allerede begynnelsesverdien er lavere baade for Ca og P hos B 3 og B 4 enn hos B 1 og B 2, dog uten at det paa nogen maate kan karakteriseres som „unormalt“. Tar man middelverdiene av alle mine undersøkelser for normalverdien i plasmaet hos unge (ca. 50 dager gml.) griser, saa er det 10.21 mg % Ca og 5.70 mg % P som gjennemsnitt for 12 helt sunde, kvikke og trivelige griser. Den største variasjon har vært 9.8—10.4 mg % for Ca's og 5.0—6.3 mg % for P's vedkommende.

Ca-tallene for B 3 og B 4 ligger ved denne normalverdis laveste grense, mens P-tallene ligger over gjennemsnittet. Dette styrker ytterligere antagelse av en eftervirkning av morens foring med en fosforsyrerik, men kalkfattig rasjon.

Skal man forsøke aa finne et uttrykk for rasjon I's virkning paa innholdet av Ca og P i dyrets vevsvesker, maa det bli dette, at rasjonen ikke er tilstrekkelig til at dyret kan holde normalverdiene vedlike. De faller. Mest typisk er dette for Ca. Her følger alle fire griser praktisk talt parallelt. Og fallet er stort. Den 3. juni er grisene kommet ned paa verdier som hos barn regnes aa ligge under terskelverdien for tetani-utbrudd, 5—6 mg % Ca (*Drucker* 108), og 26. juni er B 1 og B 3 endog nede paa henholdsvis 4.0 og 4.3 mg % Ca.

En saa veldig forskyvning av partialtrykket og jonekonsentrasjonen i vevsveskene av et saa viktig element som Ca, maatte man vente ikke skjedd uten følger. De uteblir heller ikke. B 3 ligger og har ikke evne til aa reise sig. B 1 har staatt i en sub-tetanisk tilstand siden 6. juni med muskelflimring til sterkere rysten, og 18. juni bryter tetanien ut i manifest form. Natten til 27. juni dør den i et tetanisk anfall.

At B 2, 3 og 4 ikke faar tetani i manifest form, kommer sansynligvis av, at hos dem har ogsaa *P falt samtidig med Ca*, hvorved de relativt faa Ca-joner som er tilstede ikke ytterligere reduseres ved en øket konsentrasjon av fosforsyrejoner. (137, 110, 23).

For B 3 og B 4 er dette fall i P størst og kommer i slutten av juni helt ned paa typiske „rachitverdier“ — sammenlignet med humanmedisinske undersøkelser.

Blodanalysene og dyrets sundhetstilstand viser for disse dyr den aller beste overensstemmelse. Selv efter forandringen i mineralstofftilskuddet i foret den 17. juni da nogen av dem tilsynelatende aat bedre og øket bedre i vekt, viser blodanalysene at det ikke er betingelser tilstede for normale livsfunksjoner. Nogen virkelig bedring kom jo heller ikke, trods det at forsøket fortsatte i 1½ mndr. etterpaa.

Baade A-forsøket, og enda mere B-forsøket, har slaatt fast, at rasjon I under de forhold som dyrene holdes her, ikke er tilstrekkelig til aa vedlikeholde de normale livsfunksjoner hos unge, voksende svin. Videre har de vist at det hverken er proteinstoffene eller kaloriinnholdet som er mangelfaktoren eller den „skadelige substans“. Om det derimot er vitaminer og hvilke vitaminer, om det er mineralstoffer og hvilke mineralstoffer, om det er lyset eller om det er bevægelsen, som er aarsaken til den unormale utvikling, det sier disse dyr oss fremdeles intet eller nesten intet om.

*b. Rasjon II.* Denne rasjon skiller sig fra den forrige bare ved at mineralstofftilskuddet er tatt vekk. Herved faar dyret kun  $\frac{1}{4}$  saa meget Ca pr. kg tørrstoff i foret som rasjon I, og kvotienten  $P_2O_5 : CaO$  gaar op fra 1.05 til 3.2.

Hvordan virket saa denne forandring paa de to griser, B 5 og

B 6? Begge faar en voldsom tetani, og B 5 dør i et saadant anfall allerede 1. mai, mens B 6 blir slaatt ihjel 4. mai. Det for som hadde kunnet skaffe A-dyrene en pen tilvekst helt frem til ca. 50 kg levende vekt i løpet av 75 dager, og som kunde holde B 5 og B 6's søskend (B 3 og B 4) ilive og uten tetani gjennom hele forsøket (118 dager), det for gav disse voldsomme kramper naar vi tok bort mineralstofftilskuddet. I 3 uker holdt dyrene ut. Da var deres „forraad“ opbrukt. Skelettvekst og all sekundær benapposisjon var stanset. Der hadde utviklet sig en kraftig fibrøs ostitt i rørknoxlene med abnorm innvandring av vaskulært vev saa blodet piblet frem fra hele snittflaten ved gjennomskjæring av femur, tibia og humerus. Den subepiphysære forkalkningssone var erstattet av sterkt blodfylt bindevev. Ca i blodet fallt hurtig fra normalverdier 17 april ned til tetaniverdier henholdsvis 6.6—7.0 mg % den 24. april (se tab. 30), mens P-holder sig uforandret, ja er steget betraktelig hos B 6 ved prøven 4. mai. Nu kan ikke dyrene verge sig lenger. Tetanien setter inn. De dør.

Virkingen, d. v. s. forskjellen i forhold til B 3 og B 4, kan kun tilskrives mineralstoffene som blev tatt bort. Men om aarsaken er den ringe *mengde Ca* dyret faar, eller den høie *kvotient*  $P_2O_5 : CaO$ , kan ikke avgjøres av dette forsøk. Det hurtige og meget sterke fall i Ca-verdien i blodet, mens P-verdien holder sig, kunde dog tyde paa at her er Ca-mangel — iallfald i forhold til P.

c. *Rasjon III*. Her blev tørrmelken byttet med skummetmelk (0.5 kg skummetmelk pr. kg kornblanding). Ved denne forandring i rasjonens sammensetning gikk Ca-mengden ned til ca.  $\frac{1}{6}$  pr. kg tørrstoff av hvad den var i rasjon I. (Tab. 28). Kvotienten  $P_2O_5 : CaO$  gikk helt op til 3.8 — den høieste kvotient i hele B-forsøket.

Paa denne forforandring svarer dyrene med en daarlig appetitt allerede efter faa dagers forløp, og 3 uker efter forsøkets begynnelse, dør B 8 efter flere voldsomme krampeanfall.

Ca i blodet faller meget sterkt og praktisk talt rettlinjert helt til 30. april da det er kommet ned paa 4.1 mg % Ca. P gaar den motsatte vei. Her stiger verdien litt. Et typisk tetani-billede.

Gris B 7 faar derimot ikke tetani, trods Ca faller ogsaa hos denne og naar terskelverdien omkring 30. april — ja fortsetter aa falle og kommer 18. mai helt ned paa 3.6 mg % Ca — den laveste Ca-verdi jeg har funnet i alle mine analyser. Dyret er meget irritabelt, reagerer sterkt for den minste berøring og har av og til litt muskelflimring. B 7 var i denne tid uten tvil i en subtetanisk tilstand. Naar tetanien allikevel ikke manifesterer sig, maa det tilskrives det forhold at dyret — paa en eller annen maate — maktet aa holde P-verdiene nede, ja disse beveget sig endog nogenlunde parallelt med Ca (jfr. B 3 og B 4). Tilstanden var dog paa ingen maate opløftende. Den 7. mai noteres i journalen at B 7 ikke lenger kan staa paa bakbenene, og 17. mai reiser den sig ikke mere. Den eneste forskjell fra B 8 er at den unngaar synlige krampeanfald og døden.

Rasjon II og III, som begge har faatt Ca-mengden nedsatt betraktelig i forhold til rasjon I, mens  $P_2O_5$  : CaO kvotienten er steget til over det tredobbelte, har nøiaktig den samme virkning paa dyrene saavel m. h. t. skelettførstyrrelser som i blodbilledet. Dette styrker ytterligere antagelsen at enten *Ca-mengden* eller *forholdet* mellem Ca og P, eller begge deler spiller en stor rolle for normal vekst og normale livsfunksjoner i det hele tatt.

d. *Rasjon IV.* I 132te Beretning fra Forsøgslaboratoriet, side 12, sier prof. *Jespersen* — uten aa komme nærmer inn paa aarsaken: „Søyaskraa egner sig aabenbart heller ikke som eneste Tilskud til et Foder, der ellers bestaar af Korn. Det gik nemlig ikke bedre med Grisene i Søyaskraa-Holdet end med de, der fik Kager. Der var dog den Forskel, at de aad Søyaskraaet med større Begær end Kagerne, særlig Jordnødkagerne, men de blev lige saa syge som Grisene, der fik Kager.“ Da vi hadde brukt søyaskraa i alle vaare tidligere rasjoner kunde det efter ovenstaaende tenkes at dette delvis var aarsak til sykelige tilstande hos vaare forsøksdyr. For aa undersøke dette, blev søyaskraaen byttet med blodmel i rasjon IV, og i saadant forhold, at proteinmengden stadig var den samme.

Herved blev CaO-mengden pr. kg tørrstoff 1.8 g og  $P_2O_5$  : CaO kvotienten 3.4.

Resultatet blev omtrent som for B 5, 6, 7, og 8. Daarlig appetitt, og dyrene blev stivbente og daarlige i løpet av 3—4 uker. Ca-innholdet i blodet faller og er 18. juni kommet ned paa 6.8 mg % for B 9 og 6.3 mg % for B 10. P holder sig paa normalverdien. Fra 23. juni faar de mineralstofftilskudd.

Under de forhold som disse forsøk er utført, har jeg ikke kunnet paavise nogen forskjell hverken i den almene sundhetstilstand, i dyrets appetitt eller i blodbilledet, enten man gir søyaskraa eller blodmel som proteintilskuddsfor til en kornblanding.

Disse 2 svin paa rasjon IV maa videre sees i sammenheng med neste gruppe:

e. *Rasjon V.* (50 kg bygg + 50 kg mais + 100 kg skummetmelk). Dette er en rasjon som i de tidligere omtalte praktiske foringsforsøk fra Danmark har gitt meget gode resultater. Rasjonen er ogsaa fri for søyaskraa. Den inneholder ca. 2.2 g CaO pr. kg tørrstoff og  $P_2O_5$  : CaO kvotienten er 3.1 — altsaa temmelig nær rasjon II.

Resultatet er nøiaktig som for de tidligere rasjoner. Et sterkt og jevnt fall i Ca-verdiene i blodet. P konstant. Ømhet og stivhet i benene, appetittmangel og efter 46 dager dør B 12 i et kraftigt tetanisk anfall.

Disse to forsøk med rasjon IV og V gir ingen støtte for den antagelse at søyaskraaen virker særlig uheldig paa veksten og sundhetstilstanden naar den gis som tilskudd til en kornblanding til unge, voksende svin.

Av B-forsøket kan man dra følgende slutninger:

1. Ingen av disse rasjoner har vært tilstrekkelige til normal skelettdannelse, og til vedlikehold av blodets Ca- og P-innhold.
2. Alle rasjoner gir dyr med større eller mindre skelettdefekter.
3. Ca-innholdet i blodet faller sterkt, P er mere stabilt, men ogsaa det faller endel i nogen tilfeller, og derved unngaar dyret tetani selvom Ca-verdiene er temmelig lave. Holder P sig paa normalverdien eller stiger derover samtidig som Ca falder, bryter tetanien ut i manifest form.

4. Rasjon I inntar en særstilling. Dyrene paa denne rasjon klarer sig adskillig bedre enn paa de andre rasjoner. Disse er forøvrig nogenlunde ens i sine virkninger.
5. Da forskjellen mellem rasjon I og de andre vesentlig er en mineralstoffforskjell, maa disse stoffer spille en dominerende rolle hos unge, voksende svin.

#### 5. Mineralstofftilskudd til B-rasjonene.

Under omtalen av B-forsøket har jeg flere ganger fremholdt at man av disse forsøk ikke kan avgjøre enten den (eller de) manglende faktorer er de smaa *Ca-mengder*, et ugunstig  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  forhold, eller om det skyldes en *vitaminmangel*.

For aa undersøke dette litt nermere, blev det gitt et mineralstofftilskudd til endel av disse B-griser. Grunnforet blev ikke forandret.

Naar man staar overfor et saadant tilfelle og skal forsøke aa korrigere en rasjons mineralstoffinnhold, melder der sig imidlertid en rekke spørsmaal. Jeg skal nevne etpar av disse som forresten er noksaa avgjørende. 1. *Hvor meget* CaO skal man gi pr. kg tørrstoff i foret, og 2. hvilken kvotient  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  skal man forsøke med? Ved avgjørelsen av disse spørsmaal tok jeg en sammenligning av tidligere forsøksresultater og de hittil fundne verdier fra egne forsøk. A. *Gloy* (138) har brukt fra 0.85 til 1.5 % CaO av tørrstoffet i sine rasjoner til svin. P-mengden var i alle ca. 1.5 %  $P_2O_5$  av tørrstoffet.

Bartels' (38) rasjoner hadde fra 0.8—1.6 % CaO og 1.3—2.5 %  $P_2O_5$  beregnet paa tørrstoffet.

C. *Petersen* (121) brukte ca. 0.9—1 % CaO og 1—1.2 %  $P_2O_5$  i nogen av sine svineforsøk.

*Orr* (139) regner at CaO utgjør i gjennemsnitt 1 % av tilveksten. Regnes saa med 50 % utnyttelse og ca. 3.3 kg tørrstoff til 1 kg tilvekst, skulde der trenges ca. 0.6 % CaO, eller ca. 6 g CaO pr. kg tørrstoff til unge, voksende svin.

I vaart A-forsøk var der ca. 0.9 % CaO i tørrstoffet og i B-forsøket (grunnforet) varierte det fra ca. 0.2 til 0.9 % CaO; mens fosforsyremengden svinget mellem ca. 0.8 og 1.24 %  $P_2O_5$  av tørrstoffet.

I ingen av de nevnte forsøk av andre forskere, har CaO-tilførselen vært saa lavt nede som i nogen av vaare B-forsøk. Selvom disse dyr fortærte 1.5 kg tørrstoff i døgnet, saa fikk de ialt kun ca. 3 g CaO, mens den daglige avleiring under saadanne forhold burde ha vært ca. 5—600 g tilvekst eller ca. 5—6 g CaO. Det kan kanskje være verd aa merke sig at middeltallet for CaO-retensjonen av *Bartels'* (38) 15 første forsøk var 5.32 g CaO daglig.

Det skulde efter dette se ut til, at CaO-mengden i rasjon II, III, IV og V var avgjort for lav. Paa den annen side har de praktiske foringsforsøk i Danmark vist, at svin som faar ca. 4—5 g CaO og 6—17 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> daglig i form av kornblanding + skummetmelk (Hold 3 — 128de Beretning fra Forsøgslaboratoriet), vokser og utvikles fullstendig normalt helt frem til ca. 100 kg levende vekt.

Hvad kvotienten  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  angaar, saa er det meget vanskelig aa finne nogen sikre holdepunkter for den i litteraturen. Den svinger fra under 1 til over 15 og uten at nogen systematisk har undersøkt virkningen av en saadan variasjon under ellers like forhold. Gaar man ut fra melken som det ideelt sammensatte næringsmiddel, skulde denne kvotient være ca. 1.0. Gaar man ut fra skelettets sammensetning, skulde den være ca. 0.6. Ser man derimot paa de utførte foringsforsøk, saa ligger den i de aller fleste tilfeller over — ja langt over — denne verdi. I *Petersens* forsøk (110) var den saaledes ca. 1.7. I *Bartels* forsøk svinget den sterkt, men middelverdien var ca. 2.0—2.5.

I vaare B-forsøk laa den mellem 3.1 og 3.8, undtagen for rasjon I. Disse forsøk tydet dog paa at denne verdi var for høi.

Som resultat av disse betraktninger, valgtes følgende fremgangsmaate for mineralstofftilskuddet: Til en halvpart av dyrene forhøies de absolutte mengder slik at der blev ca. 17 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pr. kg tørrstoff i foret. Kvotienten beholdes uforandret (b).

For resten av dyrene forandres kvotienten  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  til 1.66 og slik at det kun gis et tillegg av det stoff som er i underskudd. (a).

Efter denne plan fikk rasjonen nu følgende sammensetning til de forskjellige dyr:

Tab. 32. Rasjonenes sammensetning efter mineralstofftillegget.  
B-forsøket.

Rasjon	Gris nr.	Grammekvivalenter			Av tørrstoffet	
		syre base	$\frac{P_2O_5}{CaO}$	$\frac{Na_2O}{K_2O}$	CaO %	$P_2O_5$ %
Ia	1 og 3	0.83	1.66	0.65	ca. 0.93	ca. 2.0
Ib	2 og 4	0.78	1.05	0.65	„ 1.25	„ 1.7
IIIa	7	0.80	1.65	0.26	„ 0.45	„ 0.93
IVa	9	0.80	1.66	0.35	„ 0.38	„ 0.80
IVb	10	1.00	3.3	0.35	„ 0.40	„ 1.70
Va	11	0.97	1.66	0.27	„ 0.41	„ 0.87
Vb	12	0.90	3.2	0.28	„ 0.42	„ 1.70

Alle „a“ rasjonen har  $P_2O_5$  : CaO kvotienten 1.66.

Alle „b“ rasjoner faar ca. 17 g  $P_2O_5$  pr. kg tørrstoff.

De mineralstoffer som blev brukt, var følgende, alt beregnet som g pr. kg tørrstoff og som tillegg til grunnrasjonen:

Til Ia: 14.7 g  $Na_2HPO_4$  + 12 aq + 11 g  $K_2HPO_4$  + aq.

Til Ib: 5 g  $CaHPO_4$  + 2 aq + 2.9 g  $CaCO_3$  + 4.9 g sek. Natriumfosfat + 3.6 g sek. kaliumfosfat.

Til IIIa: 3.85 g  $CaCO_3$  + 0.8 g  $CaCl_2$ .

Til IVa: 1.2 g  $CaCO_3$  + 2.6 g  $CaCl_2$ .

Til IVb: 5.0 g  $CaHPO_4$  + 2 aq + 1.0 g  $CaCO_3$  + 9.2 g  $Na_2HPO_4$  + 12 aq + 12.8 g  $K_2HPO_4$  + aq.

Til Va: 2.0 g  $CaCO_3$  + 2.0 g  $CaCl_2$ .

Til Vb: 6.5 g  $CaHPO_4$  + 2 aq + 5.7 g  $Na_2HPO_4$  + 12 aq + 10.4 g  $K_2HPO_4$  + aq.

Naar det ikke er gitt bare  $CaCO_3$  til rasjon IIIa, IVa, og Va, saa er det fordi man derved vilde forskyve syre : base forholdet altfor meget i forhold til grunnrasjonen. En liten forskyvning har dog vært uundgaelig.

I de rasjoner hvor der trengtes fosforsyretilskudd, er dette gitt dels som sek. calciumfosfat, dels som sek. alkalifosfat; og disse siste blev gitt i et saadant forhold, at kvotienten  $\frac{Na_2O}{K_2O}$  ikke blev forandret fra det den var i grunnforet.

Denne forandring i rasjonen begynte den 17. juni for gris B 1, 2, 3 og 4, og den 23. juni for de andre, og fortsatte resten av forsøket.

Alle dyr taalte denne forforandring godt — undtagen B 12. Den fikk kraftig diarré og døde 29. juni.

### 6. *Virkningen av mineralstofftilskuddet.*

Det er mest hensiktsmessig aa behandle disse dyr i to grupper.

- a. De som faar kvotienten forandret („a“-grisene).
- b. De som faar de absolutte mengder satt op, men beholder den oprindelige kvotient („b“-grisene).

#### a. *Forandring av kvotienten („a“-grisene).*

B 1, 3, 7, 9 og 11 har nu alle faatt en  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  kvotient paa 1.66 i sitt for, men, mens de absolutte mengder var nogenlunde ens for B 7, 9 og 11, saa var disse bare halvparten av det B 1 og 3 fikk. For de to siste griser (B 1 og 3) var virkningen av denne forandring ikke stor. B 1 var allerede sterkt paa „retur“ da forforandringen begynte og rettet sig ikke op igjen. Den aat yders lite av sitt for, Ca og P i blodet sank ytterligere, og efter etpar tetanianfall døde den den 27. juni.

For B 3 er det en tydelig bedring i appetitt og dermed tilvekst i de tre første uker etter forforandringen. Derimot blev den ikke bedre i benene. Den fortsatte aa bli liggende uten aa kunne reise sig. Drept 5. august. Ca og P i blodet fortsatte aa falle, med undtagelse av en liten stigning 8. juli.

B 9 opfører sig omtrent som B 3. Der kommer en tydelig bedring like efter mineralstofftilskuddet 23. juni, og denne varer ca. 1 maaned. (Se vektkurven). Fra 20. juli kan den ikke mere. Det gaar stadig tilbake til den blir drept 4. august. Blodbilledet er ogsaa nogenlunde som hos B 3. Den lille stigning i Ca som kommer 1. juli og holder sig ved prøven 15. juli, skyldes sikkert den økede tilførsel av dette stof — omtrent dobbelt saa meget som før. Den kan dog ikke holde Ca oppe paa dette nivaa, og ved de to bestemmelser 29. juli og 4. august, faller det

jevnt igjen. Der er altsaa fremdeles noget som mangler ved rasjonen eller i dyrets omgivelser for normale livsfunksjoner. B 11 gir ikke noget særlig tydelig utslag for mineralstofftilskuddet. Den vokser kanskje litt bedre enn den har gjort i de sidste par uker, men blir daarligere og daarligere i benene. (Se journalene). Fra 4. juli faar den ultranol, 10 draaper 2 gange daglig per os, og nu kommer der en jevn og sikker fremgang. Appetitten øker, den vokser bedre, og gjør efterhaanden gjentagende energiske forsøk paa aa reise sig. Da den blev drept 5. august, hadde den imidlertid ikke gjenvunnet evnen til aa reise sig.

b. *Ultranol- og mineralstofftilskudd til B 7.*

Gris B 7 inntar en saadan særstilling i forsøkene at den bør omtales litt nærmere.

Vi husker at dens kamerat, B 8, paa rasjon III (kornblanding, + skummetmelk) fikk voldsomme kramper og døde efter 21 dager. Vi har ogsaa omtalt hvordan B 7 reddet sig fra den samme død ved aa la P i blodet falle parallelt med Ca. Men til gjengjeld utviklet det sig en komplisert rachitis og fibrøs ostitt og 17. mai da den blev flyttet ut av buret og over i kustallen, kunde den ikke lenger staa paa sine ben. 18. mai tok jeg en blodprøve som viste uhyggelig lave verdier baade for Ca og P. (3.5 mg % Ca og 4.0 mg % P). Jeg begynte saa en ultranolbehandling for aa prøve D-vitaminets kurative virkning paa en gris som var kommet saa langt „paa knærne“. Ultranolet blev gitt subcutant i doser paa 0.5 cm<sup>3</sup> (= ca. 20 draper) daglig. Grisen, som i de siste 14 dager hadde staatt praktisk talt stille i vekt, begynner aa vokse, smaatt og jevnt. Derimot kan man ikke merke nogen forandring hverken i dens appetitt eller dens utrivelige utseende (Huden er mørk, skitten og skorpet). Ser man derimot paa blodbilledet, viser det et meget interessant forhold. 3 dager efter ultranolkuren var begynt, er Ca steget til 4.2 og P til 4.5 mg %. Stigningen fortsetter, saa det 6 dager derefter er kommet op i 5.1 mg % Ca og 5.4 mg % P. En kraftig stigning paa kun 9 dager. Hele 42 % for Ca's og 35 % for P's vedkommende. Virkningen kan kun tilskrives ultranolet, in casu D-vitaminet, da alle andre forhold var uforandret. (Direkte lys var fremdeles

stengt ute). Ved neste blodundersøkelse 4. juni er Ca atter steget og kommet op i 6.5 mg %. P har derimot fallt en smule fra forrige gang og ligger paa 5.2 mg %. 14 dager senere viser blodanalysen at baade Ca- og P-verdiene er gaatt litt tilbake. Det var paa denne tid ogsaa meget lett aa se at dyret var fullstendig maktesløst i benene. Naar vi løftet den op og lot den sette ben under sig, sank den sammen som om benene skulde vært av bare kjøtt. Det ser saaledes ut til at ultranolet ikke kan skape en varig stigning helt op til normalverdiene i blodets Ca- og P-innhold med de tilførsler av disse stoffer som denne gris har faatt. Den 23. juni faar den derfor et mineralstofftilskudd av  $\text{CaCO}_3$  og  $\text{CaCl}_2$  som løfter den absolutte mengde CaO i foret op til over det dobbelte og samtidig senker  $\frac{\text{P}_2\text{O}_5}{\text{CaO}}$  kvotienten til 1.65. Dette hjalp. Fra nu av noters en stadig stigende appetitt, en stadig bedre tilvekst, og et totalt forandret utseende. Den mørke, skittne og skorpete hud blir ren, glatt og hvit. Dyret ser helt „trivelig“ ut. Den gjorde ogsaa flere forsøk paa aa reise sig, uten at det dog lykkedes helt. Blodbilledet gir ogsaa en bekrefteelse paa den bedre almentilstand. Det er en smuk og jevn stigning baade i Ca- og P-innholdet helt til 4. august da dyret blev slaatt ihjel. Den var da kommet op paa normalverdier for P (6.6 mg %) og hadde nesten naadd disse ogsaa for Ca (8.4 mg %). Antagelsen av at det var for lite mineralstoffer, eller at disse var tilstede i et ugunstigt forhold, slik at ultranolet ikke kunde holde Ca- og P-verdiene i blodplasmets vedlike og øke disse, synes aa passe.

Mineralstofftilskudd, slik som det er gitt i disse forsøk, kan ikke *alene* skaffe en varig bedring av tilstanden (B 3 og B 9). *Ultranol* *alene* kan heller ikke gjøre det paa de rasjoner som her har vært prøvet. *Baade ultranol* (D-vitamin) *og tilskudd av mineralstoffer* har derimot hos B 9 og B 7 gitt et betydelig bedre resultat — ja maktet aa bringe blodbilledet omtrent op i normalverdien og skape en total forandring i dyrets utseende og trivsel. De har dog ikke helt kunnet reparere de alvorlige ben-sykdommer som disse dyr hadde ved kurens begynnelse — iallfall ikke innen den tid disse forsøk varte.

c. *Økning av de absolutte mengder („b“-grisene).*

En forandring av de absolutte mengder av CaO og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> blev gjort hos gris B 2, 4, 10 og 12. Alle disse fikk nu den samme mengde fosforsyre, nemlig 17 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pr. kg tørrstoff i foret. Kalkmengden var omtrent den samme for B 10 og 12, ca. 4 g, mens B 2 og 4 fikk tre ganger saa meget, 12.5 g CaO pr. kg tørrstoff.

Som tidligere nevnt, kunde ikke B 12 taale denne forandring. Den døde 20. juni. De andre taalte det godt. Ingen forandring i gjødselens sedvanlige konsistens og utseende.

Virkningen av denne forandring er fullstendig ens for B 2 og 4, men faller ikke helt sammen med B 10.

B 2 og B 4 faar en stans i veksten paa 8—14 dager efter tilskuddet. Derefter ser det ut til at de venner sig til — innstiller sig paa — disse store mineralstoffmengder og appetitten og veksten vender tilbake til hvad de var før forandringen. Efter fire uker kan imidlertid B 2 ikke mere. Den slaar fort av og blir drept 22. juli. B 4 fortsetter derimot efter ca. 14 dages stureperiode ufrandret saavel m. h. t. utseende som vekst og sundhet som før inntil den blir drept 5. august. Blodbilledet hos disse to dyr er ogsaa ens. Bortset fra en ganske liten stigning i Ca ved første bestemmelse efter forforandringen hos B 4, saa fortsetter Ca-verdiene aa falle. Det er ogsaa karakteristisk at P hos begge dyr faller sterkt i de første fire uker, holder sig saa konstant i en lignende tid, og stiger en smule hos B 4 ved siste bestemmelse, 5. august. Sansynligvis en præmortal stigning som varsler tetaniske anfall idet Ca samtidig faller sterkt. Vi finner dette tetaniens typiske innledningsbillede ogsaa hos B 6, B 8, B 9 og B 2. (Se plansjene).

En økning av de absolutte mengder Ca og P har hos disse to griser ikke hatt nogensomhelst gunstig virkning. Man maa snarere si, tvertimot.

Hos B 10 derimot finner man straks en øket appetitt, en bedre tilvekst og et triveligere utseende. Den var stiv og øm i benene som de andre, men kunde hele tiden reise sig og staa mens den aat sitt for. Dette fortsetter helt til den blir drept 4. august. Blodanalysene bekrefter dette inntryk. Her er en tydelig og klar stigning baade for Ca' og P's vedkommende;

men der var fremdeles en sterk hypocalsaemi da dyret blev drept.

Denne forskjell i virkningen av en økning av de absolutte mengder Ca og P i foret til disse tre griser viser oss at naar et dyr i sitt grunnfor har et stort underskudd av disse stoffer, eller bare det ene (Ca), og saa mengden av dette stoff økes til det dobbelte, klarer dyret sig betydelig bedre — selvom det andre stoff samtidig økes tilsvarende.

Rasjonen er dog fremdeles mangelfull. Den kan ikke hindre skelettforstyrrelser, og kan neppe holde Ca i plasma paa normalverdier.

### E. C-forsøket.

Høsten 1931 blev den fjerde serie svineforsøk igangsatt — C-forsøket. — Denne gang beholdt vi overalt det samme grunnfor, mens mineralstofftilskuddet varierte for de forskjellige rasjoner. Fra A- og B-forsøkene var det jo serlig to forhold ved mineralstoffene man maatte feste oppmerksomheten ved: De absolutte mengder CaO og  $P_2O_5$  i foret, og kvotienten mellem disse. Videre hadde de samme forsøk gitt oss grunn til aa tro at ca. 2 g CaO pr. kg tørrstoff i foret var for lite Ca-tilførsel for en normal vekst og utvikling.

I C-forsøket gikk vi nu til den andre ytterlighet: Aa prøve hvordan store mengder av henholdsvis CaO og  $P_2O_5$  i foret virket, og desuten utrere kvotientene saa meget som mulig. Rasjon VI, VII og VIII blev videre avbalansert saaledes at syre : base ekvivalenter blev 0.93 og  $Na_2O : K_2O$  ekvivalenter = 0.6. I rasjon IX blev  $CaCl_2$  byttet med  $CaCO_3$  i ekvivalente mengder base. Syre : base-kvotienten blev derved 0.43.

Ut fra disse forutsetninger fikk rasjonene følgende sammensetning:

Grunnfor til alle dyr i C-forsøket:

Byggørp	45.0 kg	} + et mineralstofftilskud som tab. 33 viser.
Maisørp (gul)	40.0 „	
Soyaskraa	15.0 „	
Skummetmelk	50.0 „	

150.0 kg med ca. 91 kg tørrstoff.

## Mineralstofftilskudd:

Tab. 33. Pr. 100 kg kornblanding i C-forsøket.

Tilskudd av:	Rasjon VI	Rasjon VII	Rasjon VIII	Rasjon IX
CaHPO <sub>4</sub> + aq	0.480 kg			
CaCO <sub>3</sub>	0.135 „	0.22 kg	0.036 kg	2.75 kg
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> + 12 aq	2.740 „			
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> + aq	1.300 „			
CaCl <sub>2</sub>		2.80 „	0.450 „	
NaCl		0.37 „	0.370 „	0.37 „
	4.655 kg	3.39 kg	0.856 kg	3.12 kg

Den samlede rasjon fikk herved denne sammensetning beregnet pr. kg tørrstoff:

Tab. 34.

	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	Syre base	Na <sub>2</sub> O K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> CaO
Rasjon VI					
Gris nr. 1, 2, 3 og 14	4.7	23.0	0.93	0.6	4.0
Rasjon VII					
Gris nr. 4, 5 og 6	18.7	9.3	0.92	0.6	0.4
Rasjon VIII					
Gris nr. 7, 8, 9 og 10	4.7	9.3	0.93	0.6	1.6
Rasjon IX					
Gris nr. 11, 12 og 13	18.7	9.3	0.43	0.6	0.4

Samtidig vilde vi prøve virkningen av D- og A- + D-vitamin-tilskudd til disse rasjoner. Og endelig blev der tatt med (som kontroll) to griser som fikk gaa i almindelig binge under almindelige lysforhold (enkle vinduer, men god belysning).

Vitaminerne blev gitt i form av Ultranol (D-vitamin) og et spesielt præparat som inneholdt 5000 A- og 2500 D-enheter pr. g. Begge præparater er oljeemulsjoner og levert fra A/S Ferrosan, København. For at ikke fettmengden skulde bli forskjellig, blev der gitt rensed jordnøttolje til utjevning av dette forhold.

Paa hver av de fire rasjoner VI — VII — VIII og IX blev der saaledes en gris som ikke fikk noget vitamintilskudd (0 grisene nr. C 1, 4, 7 og 11), en som fikk D-vitaminer (D grisene nr. C 2, 5, 8 og 12), en som fikk A + D-vitaminer (A + D grisene nr. C 3, 6, 9 og 13) og endelig 2 „lysgriser“ nr. C 10 og C 14).

Tab. 35.

## Utranol- jordnøttolje- og A + D-vitamin-dosering i C-forsøket.

Gris nr.	Rasjon	Utranol	A + D-vit.	Jordnøttolje
C 1	VI	10 draaper	2.5 cm <sup>3</sup>	2.5 cm <sup>3</sup>
C 2				2.2 „
C 3				0 „
C 14				2.5 „
C 4	VII	10 „	2.5 cm <sup>3</sup>	2.5 „
C 5				2.2 „
C 6				0
C 7	VIII	10 „	2.5 cm <sup>3</sup>	2.5 „
C 8				2.2 „
C 9				0
C 10				2.5 „
C 11	IX	10 „	2.5 cm <sup>3</sup>	2.5 „
C 12				2.2 „
C 13				0

*Dyrematerialet.*

Alle griser i denne forsøksserie var innkjøpt fra Høvdingsgaard Avlscenter. Det var sunde, velutviklede dyr, dog hadde C 11, 12 og 13 litt svake ben, uten egentlig aa kunne karakteriseres som rachitiske. Om kjønn- og slektskapsforhold se tabell 36.

*Hus og andre forsøksbetingelser* var nøiaktig som for B-forsøket, med undtagelse av C 10 og C 14 som begge gikk fritt i en almindelig bing i et centralopvarmet rum med god lystilgang og hvor der bare var enkle vinduer.

*Om foringen* skal tilføies at vitamin- og oljetilskuddet først blev tilblandet hele foret (kraftforet og skummetmelken). Dette

var ogsaa helt tilfredsstillende saalenge dyrene aat opp. For de som levnet mere eller mindre var det derimot meget usikkert hvor meget vitaminer de virkelig fikk paa denne maate. Vi gikk derfor snart over til aa blande vitamin- og oljetilskuddet til litt skummetmelk og gi dem dette først. Dette fortærte de alle sammen med en gang og til siste rest. Derefter blev der foret med kraftforet og resten av skummetmelken. Herved sikret vi oss at alle griser virkelig fikk de tilmaalte vitamin- og fetttilskud, selvom de levnet endel av sin øvrige rasjon.

Vannmengden blev avpasset efter behovet. Opsamling av gjødsel og urin, samt veining av dyrene foregikk som ved B-forsøket. (Se dette).

Forsøket begynte 15. sept. 31 for alle undtagen C 11, 12 og 13. Disse begynte 13. nov. 31, da vi ikke kunde skaffe plass til dem før. I midten av desember avsluttedes forsøket for C 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 og 14 og henholdsvis 19. jan. og 16. febr. for C 11 og 12. C 13 blev drept 16. des. 31 (se journalen).

### 1. Forsøkets gang. Journalutdrag.

- 11/9. Alle raanegriser (ialt 3) kastreret.
- 15/9. Forsøket begynte idag kl. 8.
- 18/9. C 1, 2 og 3 eter sitt for med begjær. Slikker krybben ren. Nr. C 4, 5, 6 og 7 levner litt. Urinen til 4, 5 og 6 melkefarvet og uklar, mens 7, 8 og 9 har gulbrun og adskillig klarere urin. Nr. 8 ligger meget. Slapp. Nr. 10 greier ikke aa ete helt opp, men er frisk og kvikk. Den er ogsaa den minste i flokken.
- 19/9. Nr. 8 som igaar. Temperatur kl. 9 39,9°. Urin og gjødsel normal. Har ett op i eftermiddag.
- 20/9. Nr. 8 temp. kl. 8 39,1. Kl. 16 39,2. Eter godt.
- 21/9. Nr. 8 temp. kl. 8 38,6. Ser ut til aa være „all right“. Nr. 4, 5 og 6 eter ikke helt opp. Det er paafallende at CaCl<sub>2</sub>-grisene (rasjon VII) trenger saa lite vann.
- 22/9. Nr. 6 levnet. De andre gjort rent bord. Nr. 4-5 og 6 er slanke, men ser ellers friske ut.
- 24/9. Foruten nr. 4-5 og 6 saa levner ogsaa nr. 7 endel for. — Gjødselen efter nr. 4-5 og 6 er usedvanlig fast og knoll-formet. — Gjødselen efter de andre griser er av sedv. konsistens (tykk grøt). Nr. 4-5 og 6 blir stadig slankere. Laar og underlaar tynnere og tynnere. Benene er det derimot intet aa merke ved — endda iallfall. Alle de andre ser runde og trivelige ut.

- 1/10. Nr. 8 ringorm paa innsiden av h.underlaar. — Smurt med ungv. hydrargyrum efter grundig saapevask.
- 5/10. Nr. 1-3 og 9 har litt ophovne bakben, men staar godt paa benene og har den aller beste appetitt.
- 6/10. Nr. 1 og 2 har ikke lengere den glupende appetit. Legger sig ofte ned. Da jeg tok blodprøven i dag, hadde nr. 1 sterke skjelvinger og muskelsitren i bakekstremitetene. — En prætetanisk tilstand?
- 10/10. Nr. 3 ligger meget. I dag observerte jeg den typiske ømme stilling naar den skulde legge sig. Den satte bakbenene langt inn under buken, senket, hevet, senket og hevet sig igjen før den endelig, under kraftig rysting, fikk lagt sig. Alle tegn paa store smerter. Nr. 9 faar utbuede ben, saavel tibia som humerus gir efter for trykket. Staar ellers godt. Glupende appetit. Ren og hvit i huden.  
Nr. 2 hostet litt i det siste. Har siden den kom paa forsøksforet faatt en skitten-rød hud. Vask med 2% lysolopløsn. (<sup>8/10</sup>) har ikke forandret dette. Den minner meget om „blodmelsgrisene“ (B 9 og B 10), bare det at disse blev sterkt krusete i haarene, hvilket C 2 ikke er.  
C 1, 3 og 14 er ogsaa rødere („skitnere“) i huden enn de andre grisene. Alle dyr paa rasjon VI har desuten meget flass som legger sig som en skorpe i haarroten.
- 13/10. C 14 plutselig syk. Har en rekke materiefyllte smaa saar paa ryggen. Rett som det er synker den sammen i bakparten som lammet. Temp. kl. 16 39,50. Vasket med 50% alkohol og smurt vaselin paa saarene. „Flittet“\*) sterkt her tidlig om morgnen, kanskje det har været en medvirkende aarsak? Men C 10 som har staatt i samme rum, er dog fullstendig frisk, ren og hvit i huden.
- 14/10. Nr. 14 ser ut til aa være iorden igjen. Nr. 1 viser stadig mere og mere tetaniske symptomer.
- 16/10. 5 eter daarlig, 6 likedan. 7 levner ogsaa litt. Nr. 5 meget svai rygg og er blitt verre og verre. „CaCl<sub>2</sub> grisene“ meget lodne og med stri bust. Nr. 2 og 8 har hele tiden tendens til aa ligge meget. Er det en ultranolvirkning?
- 2/11. Nr. 9 vraket endel av sitt for i natt.  
Nr. 4 faar stadig bedre og bedre appetitt.  
Nr. 7 eter derimot daarligere opp.
- 4/11. Nr. 7 revet av sig taaspissen paa h. bakfot. Blødn. stanset og dyret fortsetter i forsøket.  
Nr. 9 eter daarlig nu.
- 12/11. Nr. 7 ligger for det meste. Kan ikke staa paa h.bakben. Dette generer den ikke saa lite.

\*) Sprøttet utover av det flue- og insektdrepende preparat „Flitt“.

- Nr. 10 og 14 glupende appetitt hele tiden. Renser krybben i løpet av 20-30 min. og kunde sikkert ha ett mere.
- 10/11. Nr. 4, 5 og 6 flyttet over i en alm. stall med enkle vinduer. De aat daarlig — spesielt 5 og 6. Fores og stelles som før.
- 13/11. Satt inn 3 nye griser, C 11, 12 og 13 paa rasjon IX.
- 19/11. Nr. 13 brukket humerus' prox. ende ved epiphysebrusken.
- 20/11. C 13 slatt ihjel.
- 21/11. Nr. 9 eter sin egen fæces saasant den kan komme til. Alle dyr paa rasjon VI (1-2-3 og 14) har svulne (ødematøse) bakben, men 1 og 3 er avgjort verst.
- Nr. 7 bøier endel i forknæet. Bakbenene normale.
- 21/11. Nr. 7 er nu omtrent kommet sig efter skaden paa taaen. Den eter bedre og vokser bedre.
- 27/11. Nr. 2 faatt ømme, daarlige bakben. Staar og tripper og ømmer sig. Meget mørk og skitten i huden.
- Nr. 11 og 12 har fast, knollformet avføring presis som „CaCl<sub>2</sub>-grisene“. Før de kom paa forsøksforet, hadde de gjødsel av den sedv. grøtaktige konsistens.
- 1/12. Nr. 1 slapper mere og mere av. Skurvet og skitten i huden, serlig bak ørene, paa ryggen og bak albueleddet. Hele dyret har dette pjuskete, skitne, uappetittlige og utrivelige utseende. Reiser sig kun med det største besvær. Levner meget for. Alle dyr paa rasjon VII, VIII og IX er rene og har hvit, pen hud. Nr. 4, 5 og 6 er dog grovt bustet og med et typisk „villsvinpreg“. Nr. 5 er dertil irriterabel og nervøs.
- Nr. 2 eter egen fæces. Ligger for det meste. Øm, trippende stilling med bakbenene.
- Nr. 3 utmerket appetitt, men med voldsomt svulne ben. Staar dog godt.
- 2/12. Nr. 4, 5 og 6 drept i dag. Seksjon: Indre organer sunde. Nr. 6 meget mager. De andre langt fra fete, men dog bedre enn 6. Knoklene korte. Ved gjennemsagning ingen periostal blødning. Compacta tynn, men fast og uten ekstremt meget osteoid vev. Rikelig med spongiosa. Marvhulen liten — ikke rensed for benbjelker i diaphysen. Hos nr. 6 var marvhulen bare 2 cm lang resten fyllt med spongiøst vev og rød marv. Hos 5 og 4 var marvhulen større. Spongiosa hos disse var dog adskillig mere aapen enn hos unge griser paa tilsvarende utviklings-trinn. Epiphysebrusken tynn og regelmessig hos 5 og 6. Hos 4 epiphysebrusken uregelmessig, men ingen opdrivning. Ingen ostitis.
- C 4 svær rosenkrantz, adskillig mindre hos 5, og intet hos 6. Ingen abnorm bøining av ribbenene. Ingen opdrivning av over- eller underkjæven.
- 6/12. Nr. 3 forsert respiration. Ligger, skjærer tenner og har lette rykninger i muskulaturen (Tetani?).

- 7/12. Nr. 1 kan kun reise sig ved røkterens hjelp.  
 8/12. Nr. 1 fikk et lett tetanisk anfall like efter at jeg hadde tatt blodprøven.

Nr. 1 og 2 drept. Seksjon: Indre org. fullstendig sunde. Knoklene hos C 1 korte og tynne.

Epiphysebrusken regelmessig og av normal tykkelse. Ingen ostitis. Spongiosa aapen, osteoporotisk. Endel blødning ved gjennemsnagning og knoklene faar en brunrød farve ved præpareringen. (Vaskulært vev). Compacta noksaa tynn og porøs. — Rosenkrantz.

C 2. Knoklene adskillig lenger enn hos C 1, men ikke tykkere (se tab. 46). Marvhulen litt større enn hos 1, men ikke alle trabekler i diaphysen resorbert. Spongiosa tettere og compacta tykkere, men fremfor alt tettere og haardere enn hos nr. 1. Litt blødning ved gjennemsnagning. Ubetydelig rosenkrantz.

- 11/12. Nr. 7, 8 og 9 drept i dag. Seksjon: Indre organer sunde. Det makroskopiske billede av disse tre grisers rørknokler er ganske ens — bortset fra størrelsen. Compacta tynnere enn normalt paa en ca. 5 mndrs. gris, men den er haard og tett bygget. — Intet abnormt osteoid vev.

Nr. 7 har tynnest og nr. 8 tykkest compacta.

Marvhulen av normal størrelse, men ikke alle benbjelker er resorbert, precis som hos nr. 1 og 2, men paa langt nær ikke slik som hos C 4, 5 og 6. Praktisk talt ingen blødning ved gjennemsjering Epiphysebrusken tynn og regelmessig. Ingen innvandring av karrikt bindevev subepiphysært, men heller intet tydelig forkalkningsbelte. Ingen deformerte ben. Ingen rosenkrantz.

Ved præpareringen blev knoklene til C 4, 5 og 6 lyse, elfenbensfarvede, som ben i almindelighet blir. Knoklene fra C 1, 2, 7, 8 og 9 derimot rødbrune.

- 17/12. Nr. C3, 10 og 14 drept. Seksjon: Indre organer sunde.

Nr. 3 en fractura paa 6te ribben v. side. Helet. Makroskopisk viste disse 3 svins knokler sig meget like. Spongiosa og marvhule normal, den siste kanskje noget stor hos nr. 3. Compacta tynnest hos nr. 3, hos de andre ens, og litt tynnere enn normalt. Epiphysebrusken tynn og regelmessig. Ingen ostitis. Intet unormalt meget osteoid vev. Ingen rosenkrantz.

- 21/12.\*) C 11 tripper endel. Eter ikke godt. C 12 intet aa bemerke.

- 29/12. Baade C 11 og 12 levner nu en del for.

- 5/1-32. C 11 eter etarlig. Staar kun en kort stund, faller saa overende som C 1. C 12 eter litt bedre enn 11, men ikke helt op. Ellers intet aa bemerke.

\* Journalen for C 11 og 12 fra 21/12 er ført av forsøksleder Lund. Seksjonen utført av mig.

19/1. C11 drept. Seksjon: Indre organer sunde. Compacta meget tynn. Liten sek. benapposisjon. Marvhulen normal — kanske litt liten resorbsjon av benvev. Spongiosa meget porøs. Epiphysebrusken uregelmessig takket og med „sløret“ tegning. Daarlig forkalket benvev subepiphysært — spesielt i tibias prox.ende. Normal farve efter præparering (formalin). Rørknoklene korte. Ingen lengdevekst.

4/2. C12 ikke staatt helt godt paa benene i den siste tid.

16/2. I den siste uke har det ikke vært noget iveien med dyret.

Tilsynelatende staar den nu godt igjen.

Drept idag.

Seksjon: Alle indre organer normale.

Knoklene: Compacta litt tynn. Resorbsjonen av benvev fra marvhulen normal. Spongiosa tem. aapen. Epiphysebrusken av normal tykkelse, men litt uregelmessig, og med „sløret“ tegning. Dette er dog ikke saa uttalt som hos C 11. Paa alle rørknokler, men særlig paa tibia og radius-ulna, innvandring av vaskulært vev subepiphysært. Efter præpar. er benene blitt rødlige i overflaten.

C12 gir i det heletatt et billede paa en forstyrrelse i den norm. forbeningsprosess som i styrke svarer temmelig nøie til den svinene paa rasjon I (A-forsøket og B 1, 2, 3 og 4) viste, bare det at disse vokste mere, og de blodige, betendelsesaktige dannelser subepiphysært var endda mere utbredt, mens til gjengjeld epiphysebrusken hos C 11 og 12 var mere uregelmessig og sløret (Rachitiske).

## 2. Formengde og tilvekst.

Foring, formengder og økning av foret har vært som i B-forsøkene. I første forperiode fikk alle 0.7 kg kornblanding + 0.350 kg skummetmelk. Dette øket nogenlunde jevn, saaledes at de fikk 1.3 kg kornblanding + 0.65 kg skummetmelk i XI periode. C 1, 5, 6 og 7 fikk litt mindre, da de ikke aat opp alt. C 3, 10, 14 og delvis C 2 og 8 kunde sikkert ha ett noget mere, dersom de hadde faatt. Vektkurvene viser saaledes ikke maksimaltilveksten for disse dyr.

Paa samme maate som ved de tidligere forsøksserier, er tilveksten i de første 75 dager av forsøket utregnet til sammenligning og finnes i tabell 36.

Bortset fra de mere eller mindre sykelige tilstande som utviklet sig som en direkte følge av forsøket, var det ingen infeksjose sykdomme eller uheld av nogen art — undtagen 4. nov., da nr. C 7, som nevnt i journalutdraget, rev av sig en taaspiss.

Tab. 36. Levende-vekter og tilvekst i C-forsøket.

Gris nr.	Mor nr.	Født	Satt i forsøk	Vekt ved forsøkets begynnelse kg	Vekt etter 75 dager kg	Gjennemsnittlig daglig tilvekst i 75 dager g	Død eller drept etter dager	
VI	C 1	82	22/7—31	15/9—31	14.5	36.0	287	84
	C 2	"	"	"	12.5	40.0	367	84
	C 3	"	"	"	13.0	43.2	402	93
	C 14	"	"	"	13.0	44.5	420	93
VII	C 4	53	27/7—31	"	13.5	34.4	279	78
	C 5	"	"	"	12.0	27.4	205	78
	C 6	"	"	"	9.5	16.2	89	78
VIII	C 7	"	"	"	13.0	30.8	237	87
	C 8	"	"	"	12.5	41.2	383	87
	C 9	"	"	"	11.0	34.7	316	87
	C 10	"	"	"	9.0	39.3	404	93
IX	C 11	110	15/10—31	13/11—31	15.80	30.1 <sup>1)</sup>	217	66
	C 12	"	"	"	12.2	39.7	367	95
	C 13	"	"	"	9.4			

Drept 20/11.

<sup>1)</sup> 66 dager.

Tab. 37. mg % Ca og P i blodplasma. (C-forsøket).

Dag	C 1		C 2		C 3		C 14		C 4		C 5		C 6		C 7		C 8		C 9		C 10	
	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P
15/9—31	10.3	5.3			10.3	5.5			10.4	5.0			10.1	5.6	10.4	5.1	10.3	5.4			10.1	5.1
23/9 „	8.9	6.2	11.0	6.4	10.9	6.7	10.3	6.2	10.7	3.1	13.5	2.9	12.7	3.1								
1/10 „															10.1	5.7	10.2	5.5	10.6	5.8	10.3	5.3
6/10 „	7.0	6.7	10.8	7.0	10.7	8.0	10.3	6.5														
8/10 „									13.3	2.6	16.2	3.1	13.9	3.3								
17/10 „															9.3	6.3	10.1	6.1	11.0	6.2	10.3	5.9
29/10 „	5.0	7.5	9.1	7.3	8.9	9.9	9.7	10.0														
4/11 „									12.2	2.7	13.2	3.6	12.1	3.8								
5/11 „															10.0	5.7	10.9	6.7	9.9	7.0	10.6	5.6
18/11 „	5.3	7.1	9.7	7.0	9.2	9.4	10.1	7.3														
26/11 „															9.8	5.4	10.2	5.4	9.5	7.5	10.2	5.2
1/12 „	5.5	6.9							13.3	3.2	18.0	3.0	20.3	3.1								
8/12 „	7.2	6.0	9.2	7.4	9.4	7.7	9.1	7.5														
10/12 „															9.9	5.5	10.5	5.9	9.5	7.4	10.4	5.4

3. *Blodanalyser.*

Likedan som ved B-forsøket, tok jeg ogsaa her regelmessige blodprøver til Ca- og P-bestemmelse i blod-plasma. Resultatene av disse analyser finnes i tabell 37 og 38. De finnes ogsaa innlagt grafisk paa vektplansjene for hvert enkelt dyr.

Tab. 38. mg % Ca og P i blodplasma hos C 11 og 12.

Dag	C 11		C 12		
	Ca	P	Ca	P	
13/11—31	10.1	6.0	10.0	5.9	
4/12 „	11.3	3.2	13.0	3.6	
15/12 „	11.3	3.0	13.1	3.1	
7/1 —32			11.8	2.9	
13/1 „	11.4	2.4	14.5	3.0	
3/2 „			13.8	3.4	
16/2 „			13.6	5.1	Blodprøve tatt da dyret blev drept. Koagulerte ved centrifug. Hæmolyse.

Begynnelsesverdiene har vært normale og meget like for alle dyr i denne forsøksserie. Sammenlignet med middeltallet for alle mine analyser av ca. 50 dager gamle, sunde svin: 10.21 mg % Ca og 5.70 mg % P, ser man at disse dyr ved begynnelsen faller fullstendig sammen med middeltallet for Ca's vedkommende, men ligger litt lavere enn dette for P, uten at det kan karakteriseres som unormalt. Tallene er henholdsvis 10.22 og 5.43. Det vil sees at jeg ikke har tatt blodprøve av alle dyr ved forsøket's begynnelse. Dette fandt jeg overflødig. Tidligere analyser (B-forsøket) hadde vist, at normalverdiene svinger meget lite hos saadanne griser, og da en blodprøve fra 7 av disse 10 som blev satt inn i forsøket 15/9, viste de samme og meget ens resultater, trods de var fra to kuld og saavel de største som de minste var representert i prøven, regner jeg det for tillatt aa anta at de andre griser i dette forsøk har den samme middelvei som disse syv.

Den forskyvning som kommer i blodbilledet under forsøket's gang, vil bli nærmere omtalt ved gjennomgaaelsen av hver enkelt rasjon.

#### 4. Kort diskusjon av C-forsøket.

##### a. Rasjon VI.

De fire griser (søsken) som blev satt inn paa denne rasjon, var 54 dager ved forsøkets begynnelse og veiet 13.25 kg i gjennomsnitt. Alle sunde og friske. I den første 1½ mnd. opførte disse dyr sig praktisk talt ens hvad appetitt, vekst og ytre utseende angaar.

Efter den tid kommer der en stadig økende forskjell, hvilket bl. a. ogsaa fremgaar av vektkurvene.

Av tab. 36 ser man at C 1 har lagt paa sig 287 g daglig i gjennomsnitt i de første 75 dager av forsøket. Vitamin D-tilskudd til denne rasjon (C 2) har øket denne tilvekst til 367 g eller med 27.8 %. Et tilskudd av A + D vitaminer (C 3) har ytterligere øket den til 402 g og „lysgrisen“ (C 14) har uten noget slags vitamintilskudd lagt paa sig hele 420 g daglig i det samme tidsrum. Dette er 46.4 % større tilvekst enn hos dens søsken C 1 paa samme kost. I dette forsøk har tilskudd av vitaminer, D og A + D, gitt positive utslag. Men tilgang paa ultraviolette lysstråler gjør samme nytte som de nevnte vitamintilskudd.

I et senere avsnitt (e) skal jeg nermere omtale veksten hos disse dyr i sammenligning med veksten hos andre griser.

C 1 slappet mere og mere av i appetitt og tilvekst. Huden blev skorpet og fikk et skittent, rødaktig utseende. Baklemmene hovnet op, blev ømme og stive og tilslutt kunde den ikke reise sig mere. Den fikk rysten og muskelflimren som endte i et regulært tetanisk anfall 8. desember.

Rasjonen var avgjort utilstrekkelig til normal vekst og utvikling.

C 2 inntar en mellemstilling mellem C 1 paa den ene side og C 3 og 14 (dens søsken) paa den annen side, baade hvad appetitt, vekst og almenbefinnende angaar. Den undgaar ikke hverken de hovne og ømme ben eller den litt rødaktige hudfarve, men den holder betydelig lenger ut enn C 1 og den angripes heller ikke saa sterkt. Den greier hele tiden at staa paa sine ben, vokser nogenlunde tilfredsstillende og faar ingen tetani. Rasjonen kan dog ikke karakteriseres som „fullverdig“ under de forhold hvorunder disse forsøk er utført.

C 3 og 4 opfører sig fullstendig ens m. h. t. appetitt, vekst og utseende. De undgaar heller ikke aa faa mere rødaktig, skitten hud enn grisene paa de andre rasjoner og i tidligere forsøk, men de er langt bedre enn C 1 og 2. De undgikk heller ikke de hovne bakextremiteter, men C 14 var i dette stykket bedre enn C 3.

Appetitten (og dermed tilveksten) var dog god gjennom hele forsøket.

Ser man paa de forandringer som kom i knoklene og paa blodbilledet under forsøkets gang, saa bekrefter det fullstendig den netop gitte karakteristik av rasjonenes skikkethet.

C 1 er avgjort den daarligste. Den faar de største defekter i knoklene og den største forskyvning i blodbilledet. Ca faller sterkt og kommer allerede 29. oktober ned paa tetaniverdier, 5 mg % Ca. Paa denne lave verdi (subtetanisk tilstand) holder den sig helt til 8. desember da tetanien bryter ut i manimest form. P opfører sig nøiaktig motsatt Ca. Det stiger, og kommer en smule over normalverdienens øverste grense.

Rasjonens utilstrekkelighet er derved atter bevist.

C 2 og 3 ligger meget nær hinannen i blodbillede. Ca faller litt og kommer under normalverdiens laveste grense. Fallet er dog ikke stort. Det laveste tall — 8.9 mg % — har C 3 den 29. oktober. Her er saaledes ikke tale om tetaniverdier. P stiger hos begge to, men serlig hos C 3, og maa karakteriseres som hyperverdier. Dette i forbindelse med dyrenes utseende og knoklenes tilstand, gjør at man kan karakterisere rasjonen (eller kanskje rettere vekstbetingelsene) som ikke helt tilstrekkelig.

C 14 (lysgrisen) er den av disse 4 dyr som makter aa holde Ca-verdiene i sitt blodplasma best vedlike. Men ogsaa hos denne er der et fall fra 10.3 mg % Ca til 9.1 (d. 8. desember). P gaar, som hos de andre paa denne rasjon, op i hyperverdier, og naar 10 mg % 29. oktober, — det høieste tall for P jeg har hatt i mine forsøk. 20 dage senere er det dog kommet ned i 7.3 og holder sig deromkring siden.

Disse 4 griser har godtgjort, at:

1. Rasjon VI makter ikke aa vedlikeholde en normal vekst og utvikling av unge, voksende svin. Den gir en etterhaanden økende appetitt-mangel, rødlig-skorpet-skitten hud, hovne,

ømme, stive ben og tildels kramper i løpet av 10—12 uker. Den gir hypocalcæmi og ikke saa liten hyperfosfatæmi. Forbeningsprosessen forstyrres, stanser delvis opp og der optrer abnormt meget vasculært vev subepiphysært og i periost som viser sig ved tildels sterk blødning ved gjennemskjering av rørknoklene og ved større eller mindre mørke, betendelsesaktige pletter i snittflaten (jfr. seksjonsbeskrivelsene).

2. Tilskudd av D-vitaminer (C 2) forbedrer rasjonen betraktelig. Et tilskudd av A + D-vitamin (C 3) gjør rasjonen endda bedre og fremmer saavel appetitt som vekst og almenbefinnende. Naar dyret utsettes for lysets virkning gjennom enkle vinduer, men uten noget vitamintilskudd (C 14), trives, vokser og opfører dyret sig nesten normalt.
3. Ingen av disse „tillegg“ til rasjon VI kan dog helt ophæve hypocalcæmien og saavel D-vitamin, A + D-vitamin, som lystilgang ser ut til aa øke hyperfosfatæmien.
4. Rasjonens primære forskyvning av blodbilledet skyldes temmelig sikkert den høie  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  kvotient (ca. 4) samt den store mengde  $P_2O_5$  disse dyr faar. Rasjonen har desuten manglet D-vitaminer. Men med denne  $\frac{P_2O_5}{Ca}$  kvotient har hverken D-vitamin-tilskudd (C 2 og 3) eller lystilgang (paa denne aars-tid) (C 14), maktet aa kompensere missforholdet helt og vedlikeholde blodbilledet, appetitten og veksten og skaffe en normal utvikling og ossificasjon av rørknoklene.

#### b. Rasjon VII.

De tre griser (søsken) paa denne rasjon var 49 dager ved forsøkets begynnelse og veiet 11.67 kg i gjennemsnitt. De reagerte alle sterkt og øieblikkelig overfor den rasjon de blev satt paa. Først fikk de en „stureperiode“, hvor de praktisk talt stod stille i vekst, trods de fikk samme tørstoffmengde som de andre svin. Appetitten sviktet. Denne „stureperiode“ varte ca. 2 uker for C 4, 3 uker for C 5 og 5 uker for C 6. Derefter øket appetitten og de vokste bedre. Det var dog en betraktelig forskjell mellem dem. C 4 („0 grisen“) var avgjort overlegen saavel m.h.t. appetitt, vekst og almenbefinnende.

Ser man bort fra denne stureperiode, saa har C 4 fra 25. september til 28. november (64 dager) vokset 322 g i gjennemsnitt pr. dag. Tilveksten for C 1 har i samme tidsrum vært 291 g. Av disse to „0 griser“ var C 4 den beste — den „vokste sig opp“ til aa bli det i hvert fall.

C 5 har et lignende livsløp som C 4. Efter de første 21 sturedager vokser den i de neste 54 dager 247 g i gjennemsnitt daglig. Men den ligger allikevel langt tilbake for C 4.

C 6 har vært forsøkets daarligste dyr m. h. t. appetitt og vekst. Ogsaa denne tok sig endel op efter en, forresten temmelig lang, sture- eller tilvenningsperiode. I de 54 dager fra 5. oktober til 28. november vokste den 122 g daglig i gjennemsnitt, altsaa nøiaktig halvparten av hvad C 5, og bare godt og vel  $\frac{1}{3}$  av det C 4 presterte i samme tidsrum. Ingen av dyrene viste nogen spesielt sykkelige tegn — bortset fra den svaie rygg hos C 5. Særlig kunde der ikke iakttas noget sykkelig ved lemmene. Benene var velstillede og ikke det spor ophovnede. Seksjonen viste at knoklene var nesten stanset i vekst, men fri for abnorm dannelse av vaskulært vev. (Ingen blødning ved gjennemsagning, og benene hadde en hvit, elfenbensaktig farve). Ingen opdrivninger.

Rasjon VII har saaledes heller ikke vært tilstrekkelig til normal vekst og utvikling under de forhold disse forsøk er utført, og vitamintilskudd har virket direkte skadelig — stikk motsatt som til rasjon VI.

*Blodbilledet* hos disse dyr er ogsaa karakteristisk. Fra de samme normalverdier ved forsøkets begynnelse, faller P prompte ned til rachitverdier, bedømt ut fra resultater fra humanmedisinske undersøkelser (109, 110, 133). *Howland a. Kramer* (105) fandt i gjennemsnitt 2.0 mg % P hos rachitbarn og (148) hos rotter et sterkt fall paa fosforfattig for. For kyr er det funnet et tilsvarende fall i blodets P fra 5.6 til 2.5 mg % P, naar dyrene gikk paa fosforfattigt beite (149). Paa denne lave verdi, ca. 3 mg %, holder P sig praktisk talt konstant, og likt for alle tre dyr gjennom hele forsøket. Ca-tallene derimot stiger. Og stigningen er stor. C 4 gaar op til ca. 13 mg % Ca og holder sig der. De andre to har en mere ujevn stigning. Først gaar Ca-innholdet i plasma kraftig opp i løpet av de første 3 uker, og

naar 16.2 mg % hos C 5 og 13.9 mg % hos C 6 (8. oktober). Al-lerede dette er kraftige hyperverdier naar dyrene ikke lider av spesifikke sykdommer; men hypercalsæmien blir større. Ved neste blodprøve 4. november kommer det et fall i Ca-verdiene og en liten stigning i P hos alle tre, mest hos C 5 og C 6. Men ved neste blodprøve igjen, 1. desember, forandrer forholdet sig. Ca stiger hos C 5 til 18 og hos C 6 til 20.3 mg %. De høieste verdier for Ca jeg har hatt i mine forsøk, og de høieste jeg har set referert i litteraturen for større husdyr.

Denne rasjon med sitt ca. 3 % tilskudd av  $\text{CaCl}_2$  og  $\text{CaCO}_3$  (se tab. 33) til kornblandingen, vegret dyrene sig endel med aa ta. Det maatte en tilvenningsperiode til før de vilde ete det, og enda gikk det bare saa som saa. Dette kan ikke alene skyldes den høie saltvirkning, da denne er adskillig sterkere i rasjon VI med sitt ca. 4.7 % tilskudd av lettopløselige mineral-salter. Det maa heller tilskrives det store tilskudd av ett enkelt salt,  $\text{CaCl}_2$  (ca. 2.8 %), hvilket gir foret en noget stikkende smak. Men selv denne forklaring strekker ikke til. Vi staar her utvilsomt overfor dypere liggende aarsaker som bunner i selve dyrets instinkt. Tilfellet er ganske almengyldig. Et for som ved kontinuerlig bruk setter organismen i alvorlig fare, enten p. g. a. mangelfull sammensetning, eller andre ting ved dets innhold f. eks. gift, et slikt for vil dyret instinktivt vegre sig mot aa fortære. Rasjonens fysiologiske resultat er en kraftig forskyvning i blodbilledet. Der kommer en sterk hypofosfatæmi, og en ditto hypercalsæmi. Avvikelsene fra normalverdiene er saa store, at dyret ved fortsatt foring med dette for, ikke kan make aa utjevne eller regulere paavirkningen ved de til dyrets raadighet staaende midler. (Se punkt C kap. III, 1ste hovedavsnitt). Paavirkningen blir derfor varig, og dyrets almentilstand trues. Det er dette dyret instinktivt føler og reagerer imot.

Enda et forhold ved denne rasjon maa nevnes. (Det samme gjelder forøvrig ogsaa for rasjon IX). Gjødsele blev helt tørr, haard og knollformet. Grunnforet gitt alene blev av alle dyr fortært med glupende appetitt, og gav normal gjødsele av en tykk grøaktig konsistens. Straks grisene paa rasjon VII og IX fikk mineralstofftilskuddet, blev gjødsele tørr, haard og knollformet. Disse dyr drakk ogsaa mindre vann enn de andre griser,

sannsynligvis fordi disse ikke blev „lappet“ for vann ved gjød-selen.

Rasjonens fysiologiske virkning paa dyret er allerede delvis omtalt. Appetitten og dermed tilveksten, sviktet. Man kunde dog ha ventet at ved en saa rikelig tilførsel av mineralstoffer, serlig Ca, saa vilde *skelettet* ha fortsatt aa vokse eller iallfall blitt serlig *askerikt*. Saa skjer imidlertid ikke. Ogsaa *skelettet* stanser nesten op i vekst. Baade den enchondrale og den periostale benapposisjon er meget mangelfulle, og serlig den siste. Dette ses lett ved aa gjennemgaa skeletmaalingene, gjengitt i tab. 46. Den lave kvotient i rubrikk 8 mellem lengde av femur : alder i dager, hos C 5 og C 6 forteller oss at lengdeveksten ikke har maktet aa holde tritt med dagtallet. Men enda mere mangelfull er den sekundære tykkelsesvekst av rørknoklene hos disse dyr. Sammenligner man maaleene for diameteren hos C 5 og 6 med de samme maal hos C 13 (50 dager gammel, altsaa den alder da disse dyr blev satt inn i forsøket), vil man se at det er ytters lite disse dyr har tiltatt i tykkelse paa disse 75 dager de har staatt i forsøket. C 4 fikk efterhvert bedre appetitt og bedre vekst saavel av *skelettet* som av bløtdelene. Normal forbening hadde den dog paa langt nær ikke.

Det andre spørsmaal, askeinnholdet, er kanskje det som man særlig fester sig ved. *Rasjon VII har nemlig gitt det laveste askeinnhold beregnet paa fettfritt tørstoff av alle dyr i C-forsøket.* (Se tab. 45). Der er ogsaa skjett *en forskyvning i selve asknes sammensetning*, slik at denne er blitt relativt Ca-rikere enn hos de andre. Man burde kanskje heller si det saaledes at det store overskudd av Ca i foret har hemmet avleiringen av P i *skelettet*. Nøiaktig det samme fenomen finner vi hos de to griser paa rasjon IX. Virkningen er saaledes en  $P_2O_5$ : CaO-kvotient virkning, da den optrer likt enten Ca-tilskuddet gis som karbonat eller som klorid, og hvad enten syre : base-kvotienten er 0.93, som i rasjon VII, eller 0.43 som i rasjon IX. Man kunde være fristet til aa spørre om det ikke er „fordøielsen“ av mineralstoffene som har sviktet hos disse dyr. Men det er heller ikke tilfelle. Efter de utførte balanseforsøk fordelt utover hele forsøksperioden, har disse 3 dyr paa rasjon VII „fordøiet“ mineralstoffene fullt saa godt som de andre dyr paa de andre ra-

sjoner. I gjennemsnitt for hele forsøket har „fordøielsskoefficientene“ vært følgende:

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO
gris nr. C 4	36	60.5
„ „ C 5	45	67
„ „ C 6	57	78

Det er saaledes ingenting aa utsette paa disse tals absolutte størrelse. I de fleste tilfeller regner man med at ca. 50 % er „fordøielig“ av de tilførte mineralstoffer. Derimot maa man feste sig ved den „skjeve“ fordøielse av disse stoffer. Naar først Ca er tilstede i foret i et stort overskudd, og det dertil fordøies med en større pct. enn P, da vil forholdet mellom disse i det „fordøiede“ for (i organismen) ytterligere forskyves, og det i „forverrende“ retning slik at kvotienten senkes.

Jeg skal ikke her gaa nermere inn paa aarsaken til at der ikke skjer en bedre avleiring av mineralsalter i skelettet enn gjort. Det er ogsaa et meget vanskelig kapittel aa komme inn paa. Men i alle mine forsøk har det gjentatt sig at kommer konsentrasjonen i de sirkulerende vevsvesker utenfor visse grenseverdier, saa blir alltid forbeningen mangelfull eller unormal. Under de forhold som disse dyr har levet, har organismen blitt oversvømmet av Ca. Mesteparten av dette er riktignok ekspedert ut gjennom urinen, men trods dette, har dyrene faatt en kraftig og vedvarende hypercalsæmi, og tilmed huden er tatt i bruk som utskillelsesapparat. Kalkfyllte epidermisseller løsnet i store mengder og gav dyret et kritvidt, flasset utseende.

Under saadanne forhold har ikke en normal forbening kunnet foregaa. Skelettet er blitt askefattig.

Dette forsøk har vist, at:

1. Rasjon VII gir kraftig hypercalsæmi og hypofosfatæmi.
2. Tilskudd av D eller A + D øker hypercalsæmien, men har liten eller ingen innflytelse paa hypofosfatæmien.
3. Under saadanne abnorme mineralstoffkonsentrasjoner i blodet kan en normal vekst og bendannelse ikke foregaa. Den stanser op. Dette stemmer fullstendig med et forsøk av *Shipley, Kramer a. Howland* (104) over calcifikasjonen in vitro. Tynne skiver av tibias proximale ende blev lagt i næ-

ringssubstrater — dels serum fra normale, dels fra rachitiske rotter, dels kunstige substrater. I alle tilfeller foregikk der en livlig calcifikasjon, bedømt ved en mikroskopisk undersøkelse og felning med sølvnitrat, saafremt konsentrasjonen av de nødvendige elementer, og da først og fremst Ca og P, var over en bestemt terskelverdi. Samme resultat kom ogsaa *Meyer zu Härste* til ved sine „Verkalkungsversuche in vitro“ (151).

### c. Rasjon VIII.

De fire griser (sønsken innbyrdes og søsken til C 4, 5 og 6) paa denne rasjon var 49 dager og veiet i gjennemsnitt 11.4 kg ved forsøkets begynnelse. Disse dyr fikk ingen stureperiode. Dyrene aat og vokste godt helt fra først av. Den som klarte sig daarligst var „0-grisen“ C 7. Trods det at den hadde et uhell 4. november, idet den rev av sig taaspissen paa høire bakfot og dette satte den ikke saa lite tilbake, var den baade i appetitt, vekst og utseende den daarligste. Naar den i gjennemsnitt for de første 75 dager kun har hatt en tilvekst paa 237 g daglig, saa gir dette et noget feilaktig bilde av rasjonens innflydelse, da, som ovenfor nevnt, et uhell satte den tilbake en god del. Jeg tør trygt hevde, at den uten dette uhell vilde hatt minst like god tilvekst som de to andre „0-griser“ (C 1 og C 4). Stort mere kunde den neppe heller greidd, bedømt ut fra tilveksten før 4. november og efter den var blitt bra igjen.

Ved seksjonen viste dens knokler en tynn compacta og mere osteoid vev i periost enn normalt.

Rasjonen har under disse forhold ikke vært tilstrekkelig.

C 8 har hatt god appetitt og vokset godt hele tiden. Vekt-kurven er meget jevn — bortset fra et lite sprang mellem 13. og 16. november, og den gjennomsnittlige tilvekst i de første 75 dager har vært 383 g eller ca. 1.5 ganger saa meget som for C 7. C 8 hadde (som C 2) tendens til aa ligge meget og ga inntrykk av aa være noget slapp, serlig i den første del av forsøket. Den hadde ogsaa litt ringorm en tid. Forøvrig holdt den sig fullstendig sund og frisk. Knoklene viste ved seksjonen en betydelig tykkere og haardere compacta og en mere normal spongiosa enn C 1, 2 og 7. Knoklene var desuten større (se tabell 46). Bare ubetydelig blødning ved gjennemsagning.

Dette syner at tilskudd av D-vitamin i form av Ultranol til denne rasjon har hatt en stor og posetiv virkning, ja maa nesten sies aa gøre rasjonen „fullverdig“.

C 9 opførte sig i den første 1½ maaned præsis som C 8. Derefter fikk den en ca. 14 dages periode med høist uregelmessig appetitt, vekst og almenbefinnende. Forbenene gav etter for trykket og buet temmelig sterkt ut; men den hadde egentlig ingen vanskeligheter med aa staa. Bakbenene var derimot rette og sterke. I slutten av denne periode begynte den med aa ete sin egen fæces. Denne abnorme tilbøielighet viste sig ogsaa hos C 2, men jeg opdaget det ikke hos nogen andre.

Seksjonen viste at knoklene var meget lik C 8 m. h. t. struktur og forbening.

A + D vitamin-tilskudd til rasjon VIII og til denne gris viste saaledes et noget daarligere resultat enn bare D-tilskudd, men det var langt bedre enn intet vitamintilskudd („0-grisen“).

C 10 („Lysgrisen“). Som ved rasjon VI, hadde vi ogsaa her en gris som fikk samme for og stell som „0-grisen“, men den fikk gaa løs i en almindelig binge og under sedvanlige lysforhold (enkle vinduer). Denne gris var den minste i hele flokken ved starten (9 kg). Den har dog hele tiden hatt en udmerket appetitt og sundhedstilstand. I de første par uker levnet den litt, siden fortærte den alt og i siste halvdel av forsøket kunde sikkert C 10 (likedan som nevnt for C 3 og 14) ha ett mere. Vektkurven blir derfor ikke helt komparabel med dem som hele tiden har faatt saa meget som, eller mere enn, de har kunnet ete. Det samme kan til en viss grad gjøres gjeldende for C 8, idet denne ogsaa kunde ha ett mere de siste 3 uker av forsøket.

Vektkurven for C 10 er usedvanlig jevn og faller meget godt sammen med kurven for den andre „lysgris“ C 14. Gjennomsnittlig tilvekst i de første 75 dager er 404 g mot 420 for C 14. Det er de to griser som har vokset best i hele C-forsøket.

Seksjonen av knoklene viste samme billede som for C 8. Rasjon VIII ser etter dette ut til aa være tilstrekkelig uten noget vitamintilskudd, naar dyret faar gaa løst under almindelige lysforhold.

*Blodbilledet.* Ved gjennomgaaelsen av rasjon VI og VII saa vi at de begge førte til en temmelig stor forskyvning i blodbille-

det, og i motsatt retning. Rasjon VIII har derimot meget liten innflytelse paa blodets Ca- og P-innhold. Tross ikke saa liten forskjell paa disse fire dyrs appetitt, utseende og trivsel i det hele tatt, er blodbilledet omtrent ens.

C 10 holder normalverdien med en enestaaende konstans. I 6 blodprøver fordelt paa tidsrummet 15. sept.—10. desbr. 31 har Ca svinget mellom 10.1 og 10.6 mg %, middeltal 10.3, og P har svinget mellom 5.1 og 5.9, middeltall 5.42 mg %.

Gris C 7 og C 8 har svinget noget mere i sine blodanalyser; men heller ikke her finnes ett eneste tall som kan kalles anormalt. Kun C 9 passerer grensen for normalverdien, og ikke bare tilfeldig, men ved en systematisk forskyvning. Der utvikler sig smaatt og jevnt en hyperfosfatæmi. Fra gjennemsnittsverdien for disse griser 15. sept., 5.1 mg % P, stiger det til 7.5 mg % 26. nov. og holder sig der siden. Ca gaar den motsatte vei. Det faller til 9.5 mg % og blir staaende ved det. Vel ligger 9.5 mg % Ca under grensen for normalverdien av dette stoff i mine analyser, men forskjellen er saa liten, at man ikke kan tale om nogen egentlig hypocalcæmi.

Denne konstans i blodets sammensetning gjennom saapas langt tidsrum som 3 maaneder er det all grunn til aa merke sig. Det er første gang i mine undersøkelser jeg har faatt et saadant resultat. Og da det gjelder alle dyr paa denne rasjon, saavel „0“, „D“, „A + D“ som „lys“-grisene, maa det være rasjonen i sig selv som er hovedaarsaken, m. a. o. at den avbalansering av mineralstoffene, som er foretatt her, ser ut til aa nærme sig temmelig nær det rigtige (optimale) forhold — bedømt ut fra dyrets blodbillede, vekst og sundhetstilstand.

C 10 staar som en overlegen nr. 1 — ikke bare blandt disse fire dyr paa rasjon VIII, men blandt alle svin baade i A-, B- og C-forsøkene. Dens vekstkurve er praktisk talt uten en eneste knekk (nermer sig strekt en matematisk funksjon), dens bennannelse god og dens sundhetstilstand aldeles udmerket. Naar den allikevel ikke greier like mange g gjennemsnittstilvekst i de første 75 dager av forsøket som C 14, kommer det av at C 10 startet som en „outsider“ paa bare 9 kg mot C 14 med sine 13.0 kg vekt. Sannsynligheten taler for at C 10 har vært opfostret paa en daarlig patte og siden skubbet tilside i matfatet

av sine større og mere robuste søsken. Det gikk derfor en tid da den kom over paa individuell foring i forsøket, før den greide aa ta det forsømte igjen. Dette forhold har satt dens gj.sn. tilvekst ned. I den siste halvdel av perioden kommer derimot C 10 op paa siden av C 14 — ja blir tilslutt langt overlegen denne.

Sammenligner man f. eks. tilveksten for C 10 fra den veier 15 kg og til slutten av forsøket (ialt 69 dager), saa har den hatt en gjennomsnittlig daglig tilvekst av 500 g, mens C 14 i det samme tidsrum og fra 15 kg vekt kun har prestert 435 g daglig. Denne C 10's overlegenhet støttes ytterligere av røntgenbilledet og blodanalysene.

C 7 har som de andre „0“-griser lidd under D-vitamin- og lysmangel. Mineralstofftilskuddet har dog hjulpet den til aa holde blodplasmaets Ca og P innen normalverdien. En helt normal appetitt og vekst kan den dog ikke prestere. Dette ser man best ved aa sammenligne den med C 8. Denne blev jo foret nøiaktig som C 7, men med et tilskudd av D-vitaminer. Blodbilledet er for disse to dyr det samme, men appetitten, veksten og for en del ogsaa forbeningen er langt bedre hos C 8. Virkningen maa godskrives D-tilskuddet (jfr. ogsaa C 2 overfor C 1).

Nogen vil kanskje stusse ved den lave tilvekst hos C 9. Denne har jo faatt den samme foring og like meget D-vitamin som C 8 og dertil et tilskudd av A-vitaminer. Med C 3's gode vekst og trivsel paa det samme vitamintilskudd til rasjon VI i frisk erindring, kunde man ha ventet at C 9 i hvert fall stod paa høide med C 8.

Det er ogsaa vanskelig aa avgjøre om den ikke gjør det. Selve tilveksttallet 316 g daglig i de første 75 dager er endel misssvisende. Et blick paa vekstkurven forteller oss at det vesentlig er i perioden 1. nov.—17 nov. at veksten er liten og uregelmessig.

I journalen er anført at dette sikkert skyldes fordøiellesforstyrrelser. Dyret led i denne tid av sterk forstoppelse, som har voldt den smerter og derved satt appetitten ned. I opsamlingsperioden 8.—12 nov. var gjødselmengden bare 0.811 kg, mot sedvanlig 1.2—1.9 kg i et lignende tidsrum. For urinen var tallene 2.976 kg mot ellers 3.6—6.5 kg. Dagene etterpaa 14.—15. nov. kom det til gjengjeld paafallende meget baade av gjødsel

og urin. Derefter, 16.—17. nov., fikk den kraftig diarré. Disse forhold har gitt noget maskerte verdier ved veiningene — spesielt 13. og 17. nov. Det kan her være grunn til aa nevne at C 7, 8 og 10 ogsaa hadde diarré 16.—17. nov. og den eneste virkelige knekk paa C 8's og 10's vekskurver finnes netop da. For C 7 kommer dette mindre til syne, idet den samtidig plagedes av den avrevne taaspiss og hadde ett lite i de siste dage saa maven var tom i forveien.

Saa vel før som efter dette intervall, vokser og eter C 9 fullstendig parallelt med C 8. Derimot faller den utenfor baade naar det gjelder forbeningen, skelettdannelse og blodbilledet, som før omtalt.

A-vitamintilskudd til denne rasjon har ikke hatt nogen ytterligere gunstig virkning, men tvertimot gitt C 9 en tydelig hyperfosfatæmi og senket Ca-verdien til de laveste normalverdier og litt til.

Dette forsøk har vist, at:

1. Svin paa denne rasjon makter aa holde Ca og P i blodet paa normalverdiene gjennom en lengere tid (3 mndr.).
2. D-tilskudd eller lystilgang har ingen innflydelse paa Ca og P i blodet. Et tilskudd av A + D gir derimot en lettere hyperfosfatæmi, hvilket skulde tyde paa at rasjonen fremdeles har en litt for høi  $P_2O_5 : CaO$  kvotient.
3. Uten D-tilskudd eller adgang til lysets paavirkning, makter ikke rasjonen aa holde vedlike en tilfredsstillende appetitt og tilvekst.
4. D-tilskudd virker gunstig saavel paa appetitt og vekst, som forbening.
5. Faar dyret anledning til aa gaa fritt i en almindelig bing og under almindelig lysforhold (et lyst rum med enkle vinduer), trives og vokser dyret fullstendig normalt uten noget slags vitamintilskudd. Blodbilledet holdes konstant, og ossifiasjonen er meget god.
6. Et tilskudd av mineralstoffer (vesentlig  $CaCO_3$ ) til en blandet kornrasjon + skummet melk, saa  $CaO$ -innholdet økes til ca. 0.5 % og  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten kommer ned paa 1.6, har hatt en meget gunstig innflydelse.

d. *Rasjon IX.*

De tre griser som blev satt inn paa denne rasjon var 29 dager og veiet henholdsvis 15.8, 12.2 og 9.4 kg for C 11, 12 og 13 da de blev satt inn i forsøket. De var meget fete og hadde noget svake ben.

C 13 brak overarmsbenet og blev drept 20. nov. De andre fortsatte forsøket ut.

Ved den videre omtale av disse dyr ligger det nær aa dra sammenligninger med C 4, 5 og 6 paa rasjon VII. Disse to rasjoner hadde jo det samme grunnfor, den samme mengde CaO og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og den samme kvotient mellem disse stoffer (se tabell 33 og 34). Men Ca-tilskuddet, som i rasjon VII blev gitt vesentlig som CaCl<sub>2</sub>, blev i rasjon IX gitt bare som CaCO<sub>3</sub>. Herved fallt syre : base-kvotienten fra 0.93 til 0.43.

C 11 og 12 fikk ingen „stureperiode“ slik som C 4, 5 og 6. De fandt sig tilsynelatende nogenlunde vel tilfreds med rasjonen og vokste upaaklagelig.

Efterhaanden slappet C 11 av i appetitt. Den fikk besverligheter med aa staa, fikk ømme ben og fallt rett som det var overende. Efter ca. 2 mndr. stanset veksten opp. Den blev drept 19. jan. 32.

C 12 fortsatte aa vokse ganske jevnt og uten aa vise noget annet „manglende“ enn litt ømme ben (trippende stilling). Den var langt overlegen C 5, ja kommer i daglig tilvekst i de første 75 dager opp paa høide med C 2.

Rasjonens virkning paa bendannelsen er omtrent som for rasjon VII. Vekst og forbening av skelettet har delvis gaatt i staa. Disse to dyr viser dessuten den tykkeste og mest uregelmessige epiphysebrusk jeg har funnet hos nogen av mine dyr. Dette skulde tyde paa rachitis (75), men nogen opdrivning av leddene var det ikke tale om.

Blodnalyse<sup>1)</sup> viser at rasjonens virkning paa dyrets vevsvesker har vært som ved rasjon VII. Der kommer straks en kraftig og vedvarende hypofosfatæmi, mens Ca, iallfall hos C 12, gaar opp i hyperverdier.

<sup>1)</sup> Blodnalyse for C 11 den 13. jan 32 og for C 12 den 7. jan., 13. jan. og 3. febr. 32 er velvilligst utført av førsøksleder *Lund*, Forsøgslaboratoriet, København.

En ombytning av  $\text{CaCl}_2$  i rasjon VII med  $\text{CaCO}_3$  i ekvivalente mengder base har øiensynlig „fallt i dyrets smak“. De aat rasjonen ganske bra helt fra først av. Derimot fikk begge en etterhaanden stigende uvilje mot aa fortære foret, efterhvert som dets fysiologiske virkninger gjorde sig gjeldende. (Jfr. rasjon VII).

De fikk ogsaa begge to den samme tørre, haarde og knollformede gjødsel, som omtalt under rasjon VII.

„Fordøielsen“ av P og Ca har vært en del daarligere hos disse dyr enn paa rasjon VII, idet koeffisientene her har vært:

	$\text{P}_2\text{O}_5$	CaO
gris nr. C 11	30	43
gris nr. C 12	29	48

Men vi finner den samme forskyvning i fosforsyre: calciumkvotienten i det „fordøiede“ for som hos grisene paa rasjon VII, nemlig en relativ større Ca-resorbsjon og en senkning av kvotienten.  $\text{CaCO}_3$ 's alkalotiske virkning ogsaa i mave-tarmkanalen har sikkert vært en medvirkende aarsak til denne „fordøiellesdepresjon“.

Hos grisene paa rasjon VII blev  $\text{P}_2\text{O}_5$ : CaO utskilt under kvotienten 0.7, hvilket svarer til tert. calciumfosfat. Hos dyrene paa rasjon IX er den tilsvarende kvotient 0.54 og 0.60. Her maa altsaa endel Ca i gjødselelen enten være bundet til andre anjoner (sansynligvis Cl eller  $\text{CO}_3$ ), eller har det ogsaa kommet ut som hydroksyd, hvilket motsies av gjødselelens faste og tørre konsistens.

Rasjonens fysiologiske virkning paa dyret er temmelig nøie den samme som for rasjon VII. Vi finner den samme forskyvning i blodbilledet, samme fattigdom paa aske i skelettet, og den samme relative P-fattigdom i asken. Dette virker efterhvert tilbake paa dyrets appetitt og trivsel. Den slappes av. Det veldige ceserneringsarbeide som paaføres renalfunksjonen kan kun nedsettes ved at dyret eter lite. Paa den maate kan det holde stillingen lenger, og saadan innretter dyret sig — instinktivt.

Aarsaken til det mindre gode resultat ved foring med denne rasjon, maa, likedan som for rasjon VII, forklares som en kvotient-virkning (Det usedvanlig lave forhold mellem  $\text{P}_2\text{O}_5$  : CaO).

For denne rasjon kommer dertil at  $\text{CaCO}_3$ -tilskuddets alkalotiske virkning har gitt en tilstand som minnet meget paa rachitis, ujevn, tykk og takket epiphysebrusk som paa røntgenbilledet gir disse karakteristiske slørede tegninger. Opdrivninger og større formdefekter fantes dog ikke. Men selve forbeningen var daarlig, som askeanalysene viser. Da *Ca-mengden* var den samme i begge rasjoner (VII og IX), maa det være anjonen og den bivirkning som de forskjellige Ca-salter har som har gjort utslaget her. Nu vet vi at Cl's diffusjonshastighet er større enn for Ca, og at Ca-kloridet er et fysiologisk acidotisk virkende stoff, mens karbonatet virker sterkt alkalotisk i organismen, baade p. g. a. ulikhet i diffusjonshastighet, men serlig p. g. a.  $\text{CO}_3$ 's svake dissosiasjon. Dette kommer saa tydelig tilkjenne derved at vevsveskene og organismens disponible  $\text{P}_2\text{O}_5$ , Cl og  $\text{SO}_4$  ikke er tilstrekkelige til aa binde den mengde Ca som skal utskilles gjennom urinen, men en hel del maa ut som  $\text{CaCO}_3$ . Slo man saltsyre paa urinen til disse griser, bruste den temmelig sterkt, hvilket jeg ikke kunde paavise hos nogen av de andre.

Rachitsymptomer og alkalosevirkning, er ogsaa omtalt av *Zucker, Johnson og Barnett* (128) som til en ikke rachitdiæt til rotter, fikk denne til aa frembringe kraftig rachitis ved aa gjøre rasjonen alkalotisk, men uten aa forandre dens innhold av Ca og P. At C 11 og 12 viser et bedre vekstresultat enn C 4, 5 og 6 paa rasjon VII, maa sikkert tilskrives de førstes større „forraad“ og deres gode start ved begynnelsen av forsøket. De veiet jo praktisk talt det samme som de øvrige griser tross de bare var 29 dager gamle (jfr. B 3 og 4 i B-forsøket).

Forsøket med rasjon IX har vist, at:

1. Et tilskudd av ca. 2.8 %  $\text{CaCO}_3$  til en rasjon av kornbl. + skummet melt, slik at den samlede  $\text{P}_2\text{O}_5$  : CaO kvotient blir ca. 0.4, har virket uheldig paa dyrenes vekst og utvikling, under de forhold hvorunder disse forsøk er utført.

Det gir:

2. en efterhaanden avtagende appetitt, tilvekst og trivsel.
3. en kraftig hypercalsæmi og hypofosfatæmi.
4. daarlig forbening, lavt askeinnhold i skelettet, og relativt underskudd av P i skelettets aske.
5. tykk, ujevn og takket epiphysebrusk — minnende temmelig sterkt om rachitis.

6. Et tilskudd av D-vitaminer til denne rasjon har gitt bedre appetitt og tilvekst, men har ingen innflydelse hatt paa blodbilledet og skelettdannelsen.

*e) Har veksten av disse dyr vært tilfredsstillende?*

Under omtalen av disse forsøk og vurderingen av de fundne resultater, har jeg bl. a. brukt tilveksten som et bedømmelsesgrunnlag. Tidligere er gjort rede for hvilken vekt man kan legge paa tilveksten i sin almindelighet. Her skal jeg vise hvordan disse tall ligger i forhold til andre forskeres resultater.

Foruten foret (mengde og kvalitet) er det særlig to faktorer som spiller inn ved veksten. Dyrets vekt og alder.

Jeg har valgt aa sammenligne tilveksten i de første 75 dager etter forsøkets begynnelse, og grisen settes inn i forsøket naar den veier 12—15 kg (alder ca. 45—50 dager).

En lignende sammenligning av tilvekst har jeg ikke funnet i nogen av de for mig tilgjengelige forsøk. Det vanlige har jo vært aa begynne forsøkene naar grisen veier ca. 25 kg og derover. Da man fra alle saadanne forsøk vet, at den daglige tilvekst er stigende med stigende alder og vekt — iallfall et godt stykke fremover, maa man vente at tallene for de første 75 dager hos disse unge griser maa bli smaa.

I 137te Beretning fra Forsøgslaboratoriet, København, finnes et oppgjør for tilveksten i vektgruppen 20—50 kg. Disse dyr (120 ialt) blev anvendt til et sukkerroeforsøk. Halvparten fikk 20 % av foret som roer, og den anden halvpart fikk 40 % som roer. Forsøket karakteriseres saadan (side 19): „Sundhetstilstanden har været god og Forsøget har i det hele taget haft et normalt Forløb“.

I 141te beretning fra samme sted finnes et lignende oppgjør for vektclassen 25—45 kg. Dette forsøk (skummetmelk-forsøket) omfattet 145 griser (oprindelig 162, men 17 gikk ut som syke og utrivelige). Det sies i beretningen at sundhetstilstanden ikke var saa god som ønskelig og skylden legges paa den strenge vinter som gikk forut for forsøket. Forsøket regnes dog paa ingen maate som mislykket. Der skrives saaledes side 15: „... er det

dog ikke noget i Vejen for at bruge og drage Nytte af de ved Forsøgene fremkomne Resultater.“

Fra de mere spesifikke ernærings-fysiologiske forsøk har jeg tatt nogen tall fra *E. B. Hart og E. V. Mc. Collums* undersøkelser (113) og *Hart, Miller og Mc. Collums* fortsatte svineforsøk (114) samt en amerikansk normalkurve for tilvekst hos svin (140).

En sammenligning med disse forsøksresultater mener jeg vil gi et brukbart grunnlag for bedømmelse av de tilveksttall jeg har funnet.

I tabell 39 har jeg stillet disse tal sammen og de refererer sig alle til dyr i vektgruppen ca. 20—50 kg og kun de som har naadd opp i minst 45 kg levende vekt er tatt med.

Tab. 39. Gjennemsnittlig tilvekst i vektgruppen ca. 20-50 kg.

Forsøk:	Daglig tilvekst i g			
	i gjennemsnitt	minste	—	største
<b>Danske:</b>				
137te Beretn. side 24. Hold 2-3-4 og 5 .....	409	362	—	443
141te Beretn. side 18. Hold 1-2-3-4-5 og 6 .....	555	488	—	620
<b>Amerikanske:</b>				
<i>Hart og Mc Collum</i> (113) .....				
Rasjon II purke og II galte .....	ca. 234	198	—	270
<i>Hart, Miller, Mc Collum</i> .....				
Rasjon III, IV, VII og VIII .....	ca. 370	224	—	600
Norm. vekstkurve ( <i>Henry</i> ) (140) .....	ca. 420			
<b>Egne:</b>				
A. forsøket: (A 1-2-4-5-6-7-8) .....	485	435	—	535
B. — (B 1-2-4-7) .....	429	347	—	518
C. — (C 2-3-14-8-10)...	448	392	—	518

*Mc. Collums* m. fl. tall er de laveste og de med den største variasjon. Dette skyldes først og fremst at disse forskere til dels arbeidet med rasjoner av lav biologisk verdi m. h. t. proteinstoffene.

Tallene viser videre at de av vore griser som er tatt med her (ialt 16 dyr) har vokset „normalt“ i dette tidsrum. Tar vi et simpelt middeltal av baade A, B og C grisene, faar man 454 g mot 482 g daglig tilvekst som gjennemsnitt av de to refererte danske forsøk.

De to lysgriser C 14 og C 10 gir henholdsvis 462 og 518 g. Her viser C 10 sig langt overlegen C 14 — akkurat som ved blodanalyserne — og fullt paa høide med andre forsøk.

Ved bedømmelsen av disse tal maa man ogsaa ta med i betraktning det som tidligere er nevnt, nemlig at vi ikke lot grisene etc det de til enhver tid vilde og kunde, men ga dem en nøiaktig avveiet rasjon som jevnt over laa en smule lavere enn den foring som brukes i de alm. praktiske forsøk. Dette gjorde sig særlig gjeldende for de „beste“ griser C 3, 14, 8 og 10. Deres tilvekst kunde sikkert ha vært større.

Av denne sammenligning skulde man kunne slutte, at dyrematerialet i disse forsøk har vært „normalt“, d. v. s. hatt betingelser for aa vokse og utvikle sig tilfredsstillende, naar de helt til 45—50 kg vekt ligger saa nær inntil resultatene fra de praktiske forsøk som disse gjør.

##### 5. *Balanceforsøk for Calcium og Fosfor.*

Med C-forsøkets dyr er der ialt utført 58 slike balanseforsøk. Seks (et for hver 14 dager) med hver av grisene C 1, 2, 3, 7, 8, 9 og 12, og 4 med hver av C 4, 5, 6 og 11. Alle sammen (paa tre nær) har strukket sig over et tidsrum paa 4 døgn med 3 døgns forperiode. I de tre undtagelser har forsøksperioden strukket sig over 3 døgn. Om foring, opsamling av gjødsel og analysering se Kap. I B 3dje Hovedavsnitt. Her skal kun tilføies at alt for og all gjødsel og urin er analysert og drikkevannet (0.0176 % CaO) tatt med ved beregningene.

Ved disse balanseforsøk er det mange fysiologiske spørsmål som det kunde være interessant aa diskutere litt nærmere. Jeg skal imidlertid her kun peke paa nogen av de viktigste.

Tab. 40. Balansforsøk for Ca og P med svin C 1, 2 og 3.

Dyr nr.	Periode i 4 dager	Dyrets vekt kg	Fortært i for + vand ÷ levnet		Utskilt i gjødsel + urin		Avleiret i g		Avleiret i %	
			CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
C 1	I	14.9	12.490	61.622	5.868	41.066	6.622	20.556	53.1	33.3
	III	19.1	14.879	74.228	5.269	46.736	9.610	27.492	64.5	37.0
	V	24.1	18.284	85.823	7.097	58.146	11.187	27.677	61.2	32.2
	VII	29.8	20.177	94.406	10.714	74.340	9.463	20.066	47.0	21.2
	IX	33.7	13.014	63.836	5.585	45.978	7.429	17.858	57.0	28.0
	XI	35.3	16.609	79.871	8.609	59.722	8.000	20.149	48.1	25.2
Gj.sn. pr. dag		26.2	3.97	19.16	1.79	13.58	2.18	5.58	54.9	28.2
C 2	I	14.0	12.490	61.622	6.030	44.796	6.460	16.826	51.8	27.3
	III	18.3	13.415	66.307	4.987	48.112	8.428	18.195	62.8	27.4
	V	23.1	16.167	75.885	6.137	57.661	10.030	18.224	62.0	24.0
	VII	27.8	16.395	76.713	5.400	63.090	10.995	13.623	67.1	17.8
	IX	33.8	20.442	98.300	6.195	73.125	14.247	25.175	69.6	25.6
	XI	39.2	24.275	115.471	6.314	92.362	17.961	23.109	74.0	20.0
Gj.sn. pr. dag		26.0	4.30	20.60	1.46	15.80	2.84	4.80	66.0	23.3
C 3	I	13.5	12.490	61.622	5.889	47.220	6.601	14.402	53.0	23.4
	III	18.7	16.029	79.228	6.578	56.691	9.451	22.537	59.0	28.4
	V	24.2	18.284	85.823	6.701	63.734	11.583	22.089	63.3	25.8
	VII	30.2	20.177	94.406	5.310	65.905	14.867	28.501	73.7	30.3
	IX	37.7	22.165	106.589	5.829	66.259	16.336	40.330	74.0	37.8
	XI	41.7	24.275	115.471	6.733	75.186	17.542	40.285	72.4	34.9
Gj.sn. pr. dag		27.7	4.72	22.63	1.54	15.62	3.18	7.01	67.3	31.0

Tab. 41. Balanseforsøk for Ca og P med svin C 4, 5 og 6.

Dyr nr	Periode a 4 dager	Dyrets vekt kg	Fortært i for + vand ÷ levnet		Utskiit i gjødsel + urin		Avleiret i g		Avleiret i %	
			CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
C 4	III	15.5	59.629	34.771	27.155	15.208	32.474	19.563	54.5	56.3
	V	17.2	51.377	28.888	24.190	19.503	27.187	9.385	53.0	32.5
	VI	22.5	53.950	30.335	26.354	20.566	27.596	9.769	51.1	32.3
	VII	24.8	60.207	33.817	31.605	21.829	28.602	11.988	47.5	35.4
Gj.sn. pr. dag		20.0	14.10	7.99	6.85	4.82	7.25	3.17	51.4	39.8
C 5	III	14.0	40.056	23.440	19.342	12.579	20.714	10.861	51.7	46.3
	V	15.2	48.409	27.320	22.860	15.756	25.549	11.564	52.7	42.4
	VI	18.7	41.081	23.185	27.034	14.300	14.047	8.885	34.2	38.3
	VII	20.4	51.328	28.921	14.342	13.784	36.986	15.137	72.0	52.1
Gj.sn. pr. dag		17.1	11.29	6.43	5.22	3.52	6.07	2.91	53.7	45.2
C 6	III	9.30	24.470	14.320	7.525	6.691	16.945	7.629	69.2	53.2
	V	11.0	25.268	14.316	9.667	7.615	15.601	6.701	61.7	47.7
	VI	12.0	29.623	16.787	8.956	6.956	20.667	9.831	69.9	58.5
	VII	12.5	27.740	15.746	9.242	7.447	18.498	8.299	66.7	52.6
Gj.sn. pr. dag		11.2	6.70	3.82	2.21	1.79	4.49	2.03	67.0	53.2

Tab. 42. Balanseforsøk for Ca og P med svin C 7, 8 og 9.

Dyr nr.	Periode a 4 dager	Dyrets vekt kg	Fortært i for + vand ÷ levnet		Utskilt i gjødsel + urin		Avleiret i g		Avleiret i %		
			CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
C 7	I	14.0	8.854	20.349	4.295	11.919	4.559	8.430	51.5	41.5	kun 3 dager
	III	18.5	12.591	29.412	5.792	15.350	6.799	14.062	54.0	54.5	
	V	21.7	12.612	28.453	3.885	10.116	8.727	18.337	69.1	64.3	
	VII	24.7	9.622	21.641	3.672	11.458	5.950	10.183	62.0	47.0	
	IX	27.3	11.515	25.678	4.749	16.403	6.766	9.275	58.7	36.2	
	XI	32.5	17.726	38.909	5.410	19.084	12.316	19.825	69.5	51.0	
Gj.sn. pr. dag		23.1	3.17	7.15	1.21	3.67	1.96	3.48	61.9	48.7	
C 8	I	14.8	11.765	27.044	6.645	17.711	5.120	9.333	43.5	34.4	Dyret sykt <sup>1)</sup>
	III	19.8	15.096	34.771	6.731	16.760	9.365	18.011	62.2	52.0	
	V	25.2	17.035	37.480	7.455	19.621	9.585	17.859	56.0	47.6	
	VII	31.4	17.201	37.781	7.174	20.616	10.027	17.165	58.1	45.5	
	IX	35.0	11.324	24.905	4.985	21.386	6.339	3.519	55.9	14.1	
	XI	42.0	22.787	49.361	7.436	29.320	15.351	20.041	67.4	40.5	
Gj.sn. pr. dag		28.0	4.20	9.32	1.72	5.20	2.48	4.12	59.0	44.1	
C 9	I	12.5	11.765	27.044	7.138	15.176	4.627	11.868	39.4	43.9	Syk <sup>1)</sup>
	III	17.5	15.096	34.771	8.140	19.429	6.956	15.342	46.2	44.3	
	V	23.1	17.246	37.480	7.386	20.962	9.860	16.518	57.2	44.1	
	VII	26.4	13.850	29.998	3.859	14.428	9.991	15.570	72.2	51.8	
	IX	28.8	9.024	19.974	4.514	17.530	4.510	2.444	50.0	12.2	
	XI	35.3	20.899	45.564	5.972	24.191	14.927	21.373	71.5	46.9	
Gj.sn. pr. dag		23.9	3.94	8.74	1.62	4.71	2.32	4.03	58.8	46.1	

<sup>1)</sup> Ikke medtatt ved gjennomsnittsberegningen.

Tab. 43. Balanseforsøk for Ca og P med svin C 11 og 12.

Dyr nr.	Periode a	Dyrets vekt 4 dager kg	Fortært i for + vand ÷ levnet		Utskilt i gjødsel + urin		Avleiret i g		Avleiret i %		
			CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
C 11	II	18.70	55.687	30.776	38.646	25.380	17.041	5.396	30.6	14.4	Kun 3 dager
	IV	24.2	46.817	25.789	25.357	16.049	21.460	9.740	45.8	37.8	
	VI	27.5	50.069	27.546	26.989	14.786	23.080	12.760	46.0	46.3	
	VIII	30.0	47.371	26.929	43.479	23.098	3.892	3.831	8.2	14.2	
Gj.sn. pr. dag		25.1	13.33	7.40	8.97	5.29	4.36	2.11	32.7	28.6	
C 12	II	15.2	55.687	30.776	40.851	23.918	14.836	6.858	26.6	22.3	Kun 3 dager
	IV	20.1	46.817	25.789	27.369	15.843	19.448	9.946	41.6	38.6	
	VI	26.1	59.902	32.956	48.715	27.720	11.187	5.236	18.5	15.8	
	VIII	30.8	83.434	47.191	49.454	28.894	33.980	18.297	40.7	38.8	
	X	37.0	83.616	46.339	61.809	38.307	21.807	8.032	26.1	17.3	
	XII	43.5	90.583	50.201	62.501	31.145	28.082	19.056	31.0	37.9	
Gj.sn. pr. dag		28.8	18.26	10.14	12.62	7.21	5.64	2.93	30.8	28.9	

*Avleiringen* (den positive balanse) av *Ca* og *P* i organismen forskyves primært i samme retning som kvotienten mellom disse stoffer i foret. Det har tidligere ofte vært hevdet som en lov at deponeringen av *Ca* og *P* i organismen skjedde i et nogenlunde konstant forhold uavhengig av forholdet i foret (jfr. Kap. II 1ste hovedavsn.), ja at endog utskillelsen av disse stoffer skulde være langt paa vei til aa være støkiometrisk bestemt. Disse balanseforsøk gir ingen støtte for ovennevnte teorier, de passer iallfall ikke for svin.

Ser man paa rasjon VI, VII og IX, saa har den første en  $P_2O_5 : CaO$  kvotient i foret paa 3.8 og de to siste 0.45. Hos de tre svin paa rasjon VI er kvotienten for det avleirede  $P_2O_5 : CaO$  gjennom 6 balanseforsøk fordelt fremover med 14 dagers mellomrum henholdsvis 2.0, 1.3 og 1.7; mens de 5 svin paa de to siste rasjoner avleiret disse to mineralstoffer med kvotienten 0.4 alle sammen. Dette er ingen tilfeldighet, men en regel, og hvor den individuelle variasjon er meget liten.

Vi behøver forresten ikke ta ytterpunktene for aa illustrere dette. Rasjon VIII har kvotienten 1.8 og dyrene avleiret de samme stoffer i forholdet 1.40, 1.31 og 1.37 for de tre svin paa denne rasjon.

Det samme gir sig ogsaa utslag i den pct. utnyttelse av stoffene. Ved balanseforsøkene har Gris C 1, 2 og 3 praktisk talt faatt den samme mengde *CaO* (ca. 4.3 g), men over dobbelt saa meget  $P_2O_5$  (ca. 20.6 g) daglig som C 7, 8 og 9). Her kunde vi følgelig ha ventet en daarligere pct. utnyttelse av *CaO* hos de første. Dette er imidlertid saa langt fra tilfelle, som vi tvertimot finner at de første tre svin utnytter *CaO* i det fortærte for med 63.1 % i gjennomsnitt og de siste med 60.0 %. Tar vi en lignende sammenligning for rasjon VII og VIII, saa har C 4, 5 og 6 paa rasjon VII faatt omtrent den samme mengde  $P_2O_5$ , men over fire gange saa meget *CaO* daglig som rasjon VIII. Her kunde man vente en % daarlig utnyttelse av  $P_2O_5$ , særlig paa grunn av at *Ca* vesentlig skal utskilles som tert. fosfat i fæces (jfr. Kap. II 1ste hovedavsn.). Men heller ikke her kan man spore nogen saadan forskjell. C 7, 8 og 9 utnytter  $P_2O_5$  med 46.3 % og C 4, 5 og 6 med 46.1 %. Dette stemmer forresten godt overens med *Evans'* forsøk og hans konklusjon (117) og kan ogsaa trekkes ut av andre forskeres resultater (38, 150).

### *D-tilskuddets innflytelse paa Ca- og P-avleiringen.*

Det er flere ganger fremholdt (jfr. ogsaa 136, 141, 87, 121) at D-vitamin er nødvendig for en normal skelettdannelse og utnyttelse av Ca og P i foret. Tidligere er gjort rede for at alle rasjoner i C-forsøket utvilsomt er meget D-fattige („0“ grisene). Da nu vore „D“-griser kun skiller sig fra de første derved at de har faatt et tilskudd av D-vitaminer, maatte man for det første vente aa finne elendige — kanskje negative — Ca- og P-balanser hos „0“-grisene, ifølge tidligere forsøksresultater (87, 150), og dernest en betraktelig bedring hos „D“-grisene. Nogen saadan elendig Ca- og P-balanse hos „0“-grisene har jeg ikke funnet. De fire „0“-griser (C 1, 4, 7 og 11) har utnyttet CaO i foret med 50.0 % og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> med 36.3 % i gjennemsnitt, og ingen har vært lavere enn henholdsvis 32.7 og 28.6 % for de to stoffer. Visstnok har de avleirede mengder vært noget mindre enn gjennemsnittet for alle dyr, men forskjellen er ikke stor, og disse dyr har dertil veiet mindre og fortært mindre for noen av de andre.

D-vitamin-tilskuddet fører i to tilfeller til en litt større procentisk utnyttelse av foret, nemlig for C 2 og 5. For de to andre (C 8 og 12) er det ingen forskjell sammenlignet med „0“-grisene.

A- + D-vitamin-tilskudd gir hos de samme to rasjoner, VI og VII, en ytterligeer stigning i den procentiske utnyttelse baade av Ca og P i foret (se tab. 40 og 41). Hos C 9 er der ingen forskjell fra C 7 og 8. Selvom denne stigning hos rasjon VI og VII er liten, saa er den der, og det ser ut til at *naar disse to mineralstoffer finnes i foret i ugunstig mengde og inbyrdes forhold, da vil D- og A- + D-vitamintilskudd hjelpe dyret til aa utnytte Ca og P bedre*. Videre maa man feste sig ved at D og A + D tilskudd, men spesielt det første, *vil forskyve kvotienten for det avleirede P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : CaO mot „normalverdien“*. Størst er denne virkning hos rasjon VI, men den finnes hos alle rasjoner. (Se gris C 2, 5, 8 og 12).

Den jevne og gode utnyttelse av Ca og P hos *alle* tre svin paa rasjon VIII (C 7, 8 og 9) bekrefter ytterligere antagelsen av at denne rasjons mineralstoff-innhold nærmer sig det optimale og at kvotienten ca. 1.3 for de avleirede P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og CaO mengder, maa regnes som optimalt hos unge, voksende svin.

Jeg vil ogsaa her faa peke paa den store forskjell det er paa den maaten disse dyr utskiller det P og Ca som ikke retineres. Dette er nermere gjort rede for i pkt. 8, men allerede her har vi bruk for aa merke oss at dyret ikke hverken kvalitativt eller kvantitativt kan resorbere de mengder P og Ca det akkurat har bruk for, men vil ved visse rasjoner oversvømmes av snart P, snart Ca.

Naar saa store mengder Ca eller P som i disse tilfeller, kommer inn i dyrets sirkulerende vevsvesker, maa det paavirke disses konsentrasjon selvom mesteparten utskilles gjennom nyrene i løpet av døgnet. Dette stemmer ogsaa glimrende med blodanalysene, idet rasjon VI (C 1, 2 og 3) gav en hyperfasfataemi, mens rasjon VII og IX gav en kraftig hypercalsæmi. I begge tilfeller en paavirkning fra rasjonen større enn dyrene maktet aa rette paa eller aa regulere i sin egen kropp, og saa gikk det galt.

Endelig kunde det være grunn til aa se paa de avleirede mengder Ca og P. Den beste oversikt over dette faar man ved aa omregne det i pct. av tilveksten. Dette er gjort i tab. 44.

Tab. 44. CaO- og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-avleiring i C-forsøket.

Avleiret:	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 11	C 12
Daglig CaO g ...	2.18	2.84	3.18	7.25	6.07	4.49	1.96	2.48	2.32	4.36	5.64
I % av tilveksten	0.76	0.77	0.79	2.6	2.96	5.0	0.83	0.65	0.74	2.0	1.54
Daglig P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g .....	5.58	4.80	7.01	3.17	2.91	2.03	3.41	4.12	4.03	2.11	2.93
I % av tilveksten	1.94	1.31	1.74	1.13	1.44	2.29	1.46	1.08	1.28	1.0	0.8
Gjennemsnitt CaO	2.73 g=0.77 %			5.94 g=3.10 %			2.25 g=0.77 %			5.0 g=1.71 %	
— P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.46 g=1.55 %			2.70 g=1.41 %			3.88 g=1.33 %			2.55 g=0.88 %	

Av denne tabell ser vi at dyrene paa rasjon VI og VIII avleirer praktisk talt like meget i % av tilveksten, m. a. o. den største mengde P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> som dyrene paa rasjon VI fikk, var ganske overflødig og verdiløs.

En avleiring av CaO av 0,8 % og av P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> av 1,3—1,4 % av tilveksten ser etter dette ut til aa være passende og „normalt“ for unge, voksende svin. Det er ganske interessant aa se at *Bartels* (38) hos pattegriser fandt en avleiring paa 0,93 % av tilveksten for CaO og 0,84 % for P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'s vedkommende (se tabell 9).

I et forsøk med 1 %  $\text{CaCO}_3$  tilskudd til en rasjon av kornblanding ( $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{CaO}$  kvotient = 0.8), fikk han en pct.-avleiring paa henholdsvis 1.02 og 0.84 for CaO og  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Hans analyse av to nyfødte griser gav derimot resultatet 1.49 % CaO og 1.42 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

*Lawes' og Gilbert's* analyser av svin (tabell 1) gir i middel-tall 0.85 % CaO og 0.86 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Orr (139) regner at CaO utgjør i gjennomsnitt 1 % av tilveksten og kalkulerer behovet deretter.

*Efter dette maa tallene for avleiret mengde Ca og P hos grisene paa rasjon VIII sies aa være nogenlunde normale, kanskje noget laver for CaO's vedkommende.*

For C 4, 5, 6, 11 og 12 er det derimot et unormalt forhold mellem de avleirede Ca- og P-mengder, saavel innbyrdes som i pct. av tilveksten. Dette gir sig ogsaa uttrykk i de store, tildels rent abnorme mengder Ca i urinen, ved kraftig hypercalsæmi og elendig vekst.

At saavel den pct. avleiring av P av tilveksten, som kvotienten  $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{CaO}$  er litt høiere hos rasjon VIII enn de fleste refererte tidligere forsøk, kan godt forklares paa den maate, at vi har eksperimentert med unge dyr, med høit proteininnhold i foret og med dyr som gav en sterk og jevn proteinavleiring, men liten fettavleiring. Og da proteintilvekst samtidig fører til en betydelig P-, men ubetydelig Ca-avleiring, maa dette gi sig tilkjennne i de totale mengder som avleires og hæve kvotienten  $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{CaO}$  i de avleirede mengder.

## 6. *Benanalyser.*

Da det for disse svin, som paa saa mange punkter har avveket fra de almindelig antatte regler og lover, ogsaa kunde ha sin interesse aa analysere skellettet eller deler av dette, tok jeg ut venstre laarben (femur) til en saadan analyse med engang dyret var drept\*). Efterat alt fett og bindevev omhyggelig var fjernet, blev benet veiet og dette tall angir vekten i frisk tilstand. Derefter blev det partert i smaa skiver med en fin sag og alt sammen plasert i bægerglass, veiet paany og tørret i tørre-

---

\*) Uttagningen og præpareringen av benene fra C 11 og 12 er utført av forsøksleder Lund, som velvilligst har utlaant mig præparatet.

kasse gjennemluftet av lysgass. Efter tørring, fettekstrahert i æther, tørret og veiet igjen, og derefter forasket og analysert som beskrevet i B 10, Kap. I 3dje hovedavsnitt. Den kemiske analyse er utført av analytikerne ved Dyrefysiologiske Laboratorium, København.

Det man straks maa feste sig ved ved disse analyser er den overordentlig *konstante sammensetning av benasken*. Dette er forresten iaktatt av mange andre og under de mest forskjellige artede forhold (12, 13, 38, 55, 115 og 117) (se ogsaa tab. 6 og 7), og det maa ansees som bevist, at saavel deponering i, som eventuel mobilisering fra *skelettet* av Ca og P, *skjer i temmelig konstante mengdeforhold*. Hos grisene paa rasjon VI er denne  $P_2O_5$  : CaO kvotient = 0.62, paa rasjon VII, VIII og IX henholdsvis 0.57, 0.62 og 0.57.

Tab. 45. Analyse av femur hos svin.

Dyr nr.	Alder i dager	Friskvekt g	I % av fettfritt tørstoff			I % av asken	
			Aske	CaO	$P_2O_5$	CaO	$P_2O_5$
C 1	137	106.6	41.68	21.36	16.65	51.24	39.95
C 2	137	145.4	52.25	27.23	21.34	52.12	40.85
C 3	146	153.8	50.23	26.19	20.42	52.14	40.65
C 14	146	170.2	53.90	28.18	22.15	52.29	41.10
C 4	127	115.5	41.39	21.56	15.62	52.09	37.75
C 5	127	99.5	45.05	24.05	17.20	53.39	38.17
C 6	127	73.8	47.99	25.11	18.23	52.33	38.00
C 7	132	119.3	48.81	25.37	19.75	51.98	40.47
C 8	132	115.8	48.50	25.42	19.75	52.42	40.73
C 9	132	110.0	49.87	26.31	20.65	52.76	40.86
C 10	141	175.4	51.02	26.18	20.98	51.31	41.12
C 11	95	97.3	41.03	21.51	15.18	52.43	37.00
C 12	124	133.6	49.10	26.19	19.23	53.35	39.16

I tab. 7 har jeg efter *Morgulis* (13) gjengitt analysene av femur fra en rekke dyrearter. Det er interessant aa se at kvotienten  $P_2O_5 : CaO$  hos de aller fleste av disse dyr er 0.62. Ingen kommer over denne verdi, og kun 1 dyr (skildpadden) kommer uner 0.60. Den naar ned i verdien 0.57.

Atter kan vi slaa fast at dyrene paa rasjon VII og IX har opført sig anormalt. Den store tilførsel av Ca i foret baade absolutt sett og i forhold til P, gjør at kroppen oversvømmes av Ca, og tross en kollossal utskillelse av Ca gjennom urinen (ca. 100 gange saa meget som hos grisene paa rasjon VI) kommer der en vedvarende og kraftig hypercalsæmi. Samtidig inntreer der en like saa sterk hypofosfatæmi. Under saadanne konsentrasjosforhold makter ikke dyrene lenger, tross vitamintilskudd, aa avleire Ca og P i skelettet i normale mengdeforhold. Det kommer et relativt underskudd av fosforsyre (kvotient 0.57). Forskjellen er ikke stor, men den er der, og er klar baade for rasjon VII og IX, altsaa enten Ca-tilskuddet gis som klorid eller som karbonat. Og tatt i betraktning det overordentlig konstante forhold som synes aa herske mellom disse stoffer i skelettet, er avvikelsen *stor*. Ennu klarere kommer denne unormale avleiring frem ved aa betrakte resultatene av belanseforsøkene. Grisene paa rasjon VII og IX har avleiret CaO i mengder som svarer til 1.54 til hele 5.0 % av tilveksten, mens paa rasjon VI og VIII ingen har prestert mere enn 0.83 % og ingen vært lavere ned enn 0.65 %. Kvotienten mellom gramekvivalenter avleiret  $P_2O_5$  og CaO har hos alle dyr paa rasjon VII og IX vært 0.4. Disse data sier oss, at der maa ha blitt reponert ganske betydelige mengder Ca i *andre deler av organismen enn skelettet*. I 1ste Hovedavsnitt er efter *Gyørgy* (126) gjengitt at normalt finnes 99 % av alt Ca i organismen i skelettet. Denne abnorme Ca-avleiring i organismens bløte deler som derfor maa ha foregaatt hos dyrene paa rasjon VII og IX, kom ogsaa til syne ved en kridhvit farve paa huden. Denne var dessuten usedvanlig tørr og med en serdeles rikelig flass- eller skjelldannelse fra hudens epidermislag. Busten (haarene) var haarde og strittende. Dyret lignet et villsvin.

Det neste man fester sig ved ved disse analyser er *askeinnholdet*.

Betrakter vi grisene paa rasjon VI, VII og IX, saa er det en

jevn og sterk stigning i askeinnholdet fra „0“- til „D“- til „A + D“- til „lys“-grisene. Størst er forskjellen mellom „0“-grisene og „D“-grisene. De tre griser C 1, 4 og 11 har i middel 41.37 % aske av fettfritt tørrstoff, og de er alle sammen saa like som det nærsagt er mulig aa faa det ved denslags analyser.

*Evans* (55) fandt 58.20 % aske i fettfritt tørrstoff i lemmenes knokler hos to 5 mndr. gamle A-griser (normalforede), mens en 12 mndr. gammel „B“gris (calciumdeficit, men med almindelig lystilgang) bare hadde 44.96 %. *Hart, Mc Collum og Füller* (115) fandt 31 og 46 % aske i femur hos de to daarligste grupper og 53 og 55 % hos de to beste grupper i sine svineforsøk.

I de tidligere refererte forsøk av *Weiser* (68) finner vi i middel av lemmenes skelett 33.50 % aske i Gruppe 1 (kalkfattig) og 46.63 % hos Gruppe 2 (kalkrikere).

Skelettet hos C 1, 4 og 11 er saaledes avgjort unormalt askefattig. Her maa enten ha foregaat en for rask dannelse av organiske bestanddeler (brusk- og bindevæv) eller ogsaa har forbeningen (avleiringen av Ca- og P-salter) delvis uteblitt. Etter seksjonsundersøkelsene er det siste det sansynligste; men ogsaa en lokal innvandring av vaskulært vev er iaktatt.

C 7 („0“-gris) danner en gruppe for sig. Den staar langt over de andre „0“-griser idet den har hele 48.81 % aske og nærmer sig derved temmelig sterkt „normalverdien“.

D-vitamin-tilskudd øker askeinnholdet (fremmer ossificasjonen) baade hos rasjon VI, VII og IX, hvilket stemmer med tidligere forsøksresultater (87, 121, 136, 141). Et A + D tilskudd øker dette ytterligere hos den aller ugunstigste rasjon (VII, paa rasjon IX var ingen A + D gris). Hos C 8, rasjon VIII, har D-tilskudd ingen innflydelse paa askeinnholdet. A + D-tilskudd hever det derimot litt.

Av dette maa man slutte, at et gunstig mineralstoff-forhold (rasjon VIII) reduserer D-vitaminbehovet betraktelig.

Røntgenbilledene bekrefter dette. De viser en bedre forbening og mindre forandring fra normalstrukturen hos grisene paa rasjon VIII enn hos de tilsvarende dyr paa andre rasjoner. Disse bilder kan ogsaa fortelle oss endel om spørsmålet abnorm sterk vekst av organisk materiale eller mangelfull forbening av skelettet.

I motsetning til tilfellet hos barn og hvalper, hvor man som oftest finner sterke opdrivninger av epiphysebrusken i radius og ulnas distale ende, rosenkrantz og craniotabes, har jeg i disse forsøk ikke funnet en eneste virkelig opdrivning. Derimot har jeg — i overensstemmelse med den humane rachitis og rotterachitis — funnet rosenkrantz paa flere dyr i B forsøket, (se journalen) en ganske liten saadan paa C 1 og 2, kraftig paa C 4, noget mindre paa C 5, ingen paa C 6, 7, 8, 9 og 10. Nu er dette med rachitische forandringer i skelettet for en stor del avhengig av *hvor meget dyret vokser*. Et enkelt lite forsøk av *May Mellanby* og *Esther Margaret Killick* (125) referert foran, viser dette. 2 kaniner (søsken) fikk, den ene x g og den anden 2 x g mat av samme rasjon. Den siste vokste adskillig mere enn den første og fikk kraftig rachitis, mens den første gikk fri.

Av de tre griser C 4, 5 og 6 vokser den første 279, den andre 205 og den siste bare 89 g daglig i de første 75 dager av forsøket. Naar den første faar en kraftig rosenkrantz, C 5 en liten, og C 6 ingen saadan, da er det, analogt med det ovenfor refererte forsøk med kaniner, i første rekke vekststansen som har reddet C 6 fra aa faa de samme skelett-forandringer som C 4. Rasjonen er ikke bedre skikket for det, og man maa være opmerksom paa dette ved bedømmelsen av den slags forsøks-resultater. Det samme maa antas aa være aarsaken til at C 12 faar større skelettdefekter enn C 11 paa den samme rasjon og tross den første faar D-tilskudd. C 12 vokste imidlertid 1.5 ganger saa meget som C 11. En mangelfull evne til normal forbening vil derfor vise sig endda sterkere hos et saadant dyr.

*E. Joest* (97) hevder at rachitis ikke er paavist hos vore husdyr, hvalper undtatt. Det mangler ikke paa at der forekommer skelettforandringer og ofte store forstyrrelser i de normale forbeningsprocesser, men disse er efter *Joest's* mening av en ganske annen art og maa karakteriseres dels som en halisterese og osteoporose, dels som en ostitis fibrosa.

Mine undersøkelser støtter *Joest's* anskuelse. De skelettforstyrrelser som har forekommet i disse forsøk, kan stort set deles i to grupper.

- a. Fibrøse ostitter og
- b. Osteoporose — sannsynligvis ogsaa med rachitis.

a. *Fibrøse ostitter.*

Jeg har (vesentlig efter *Joest's* beskrivelse) kaldt de forandringer i knoklene som ytrer sig ved blodigge, betendelsesaktige dannelser like inntil epiphysebrusken for fibrøse ostitter. Disse kan ha en utbredelse fra bare 2—3 mm store spredte pletter, til et sammenhengende lag som dekker hele flaten subepiphysært. Paa røntgenbilledene viser dette sig som mørkere slørede tegninger. Ved gjennemskjæring pibler blodet frem fra disse pletter samt fra periost og ofte ogsaa fra spongiosa, mens det ved tilsvarende behandling av normale ben kun rent tilfeldig viser sig en bloddraape.

Spongiosa er aapen og gir mørk tegning i røntgenbilledet (daarlig forbening). Ofte finnes samtidig en osteoporose, idet baade compacta og spongiosa er porøse. Epiphysebrusken som regel av normal tykkelse.

Benene er lette og myke og kan ofte skjæres med kniv.

Disse skelett-forandringer har kommet i A-forsøket, sterkest i B-forsøket og hos nogen dyr i C-forsøket, særlig hos C 1. (Se journalutdragene). Hos alle disse har  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten i rasjonen vært høi, tildels meget høi (B-forsøket). Alle disse dyr har i sitt blodbillede vist lave Ca-verdier, som regel en varig og megt kraftig hypocalsæmi, mens P opfører sig høist forskjellig. Det har forekommet saavel hypo- som normal- som hyperverdier. Det har i flere tilfeller kommet til kraftige og gjentagende krampeanfald som tildels og meget fort har endt med døden (A 1, B 1, 5, 8 og 12). De tetaniske utbrudd har alltid kommet efter en *hypocalsæmi*. P har holdt sig paa normalverdien eller noget derover. Foruten dette, vil dyret, naar denne paavirkning faar vare en tid, ogsaa faa ømme, stive bevegelser, og ophovnede (ødematøse) ben. Dyret ligger for det meste og kan ofte ikke staa paa sine ben. Det blir ogsaa meget irritabelt. Utbuede ben (formdeformerte) har jeg iaktatt hos nogen, spesielt B 7 og C 9, men er ikke almindelig. Endelig kommer det hos de fleste av disse svin en rødlig, skitten, fettaktig, skorpet hud. Dyret blir helt uappetittelig aa se paa.

Denne tilstand, som paa saa mange punkter avviker fra den humane rachitis og den eksperimentelle rotterachitis (75, 109, 110) der som bekjent ogsaa fremkalles under de stikk motsatte

forhold, nemlig relativt stort Ca-overskudd og lav  $P_2O_5 : CaO$  kvotient i foret, og forverres ved Ca-tilskudd (og basetilskudd), men delvis kureres ved P-medikamentasjon, det er denne tilstand jeg har tillatt mig aa kalle en *ostitis fibrosa*. Jeg er klar over at den i mine forsøk som regel har vært ledsaget av en større eller mindre osteoporose, saa tilfellet har ikke vært „rent“. Men en osteoporose — en blott og bar tapning av skelettet for mineralstoffer — er et meget vidt og tøielig begrep. Det behøver paa ingen maatte betegne noget avgjort sykkelig, likesaa litt som sult er en sykdom. Som den store mineralstoff- og base-reserve skelettet er, vil der alltid foregaa en større eller mindre vandring av disse stoffer frem og tilbake mellem dette og de sirkulerende vevsvesker, alt efter behovet, enten det saa gjelder syntese av enzymer, sekreter og andre nødvendige forbindelser, eller det gjeller nøytralitets- og stoffregulasjon. En større eller mindre osteoporose maa man derfor regne med som et normalt fenomen. Det blir derfor *graden* som maa bli avgjørende for karakteristikken. Den kjente vitamin- og rachitforsker *Mc Collum* sier i sin bok (75) at de mineralstoffer som serlig deltar i denne vandring — denne „ekspedering over disk“ om jeg maa kalle det slik — fortrinsvis ligger i et skikt subepiphysært. Selve *compacta* gaar det meget lite ut over.

I flere av mine forsøk har baade det spongiøse vev og *compacta* vært angrepet, porøs og myk slik at strukturen tydelig kan skjelnes makroskopisk og paa røntgenbillede (B 3 og B 7 bl. a.). Men det er først naar der kommer en nydannelse av osteoid, uforkalket vev, en innvandring av karrik marv og karrikt bindevev i periost, samt betendelsesaktige dannelser subepiphysært, altsaa en *ostitis fibrosa*, at nedgangen i almenbefinnende, appetitt og vekst blir særlig kraftig.

Mellem tetaniens utbrudd og styrke og *ostitis fibrosa*, har jeg ikke funnet nogen typisk sammenheng. Tetanien har ofte kommet før der kan iakttas nogen synderlig makroskopiske forandringer i skelettet — bortset fra en osteoporose (B 5, 8 og 12). Den synes udelukkende aa være knyttet til en *hypocalcæmi* og en temmelig bestemt terskelverdi for Ca (108), kanskje ogsaa en bestemt mengde jonisert Ca i blodet (109, 110).

*b. Osteoporose — sannsynligvis ogsaa med rachitis.*

Hos grisene paa rasjon VII og IX fandt jeg ganske andre forandringer. Benene viste ingen blødninger ved gjennemskjæring, og paa en undtagelse nær, (C 12), heller ingen blodrike dannelser subepiphysært. Derimot fandtes hos nogen (C 4, men særlig C 11 og 12), en uregelmessig epiphysebrusk i rørknoklene. Den var takket, ujevn, tykk og gav en sløret tegning paa røntgenbilledet. (Rachitiske forandringer?).

Alle viste derimot en litt tynn compacta og mere aapen og porøs spongiosa enn normalt.

Hos 4, 5 og 6 var ogsaa resorbsjonen av trabekler fra marvuhulen forsinket og meget uregelmæssig.

Disse dyr var alle rene og hvite i huden, hadde rette, kraftige ben og ingen ødemdannelser. C 4, 5 og 6 hadde særlig meget epidermiavskalning (flass) og strid bust.

Grisene paa disse rasjoner fikk hypercalsæmi, en kraftig hypofosfatæmi. Ingen kramper.

Det er denne tilstand jeg har kalt rett og slett for *osteoporose* og for nogens vedkommende sannsynligvis koblet sammen med en lett rachitis.

Det er verdt aa merke sig at  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten i rasjon VII og IX var ca. 0.4, mens den samme kvotient i *Mc. Collins* bekjendte rachitdiæt for rotter, 3143, er 0.32.

Meget synes aa tale for at de to forstyrrelser i bendannelsen som her er beskrevet, er avvikelser til hver sin side fra normaltilstanden, og at den normale forbening og skelettdannelse vil kunne opnaas paa en rasjon som ligger etsteds mellem rasjon VI og VII. Efter resultatene av disse forsøk, er det meget som tyder paa at  $P_2O_5 : CaO$ -kvotienten ikke maa være over 1.60 (rasjon VIII), men heller under denne verdi.

Endelig er det to dyr som maa nevnes særskilt her. Det er de to „lys“griser C 14 og C 10. M. h. t. askeinnhold staar de (sammen med nr. C 2) som de aller beste og de er innen sin gruppe den avgjort beste.

Uten aa faa noget vitamintilskudd, men ved aa faa gaa fritt i en almindelig bing og under almindelige lysforhold, utviklet disse et normalt skelett. C 14 undgikk dog ikke enkelte av rasjonens virkninger. Den fikk svulne (ødematøse) ben, rødaktig, litt skit-

ten hud og forskyvning i blodbilledet, mens C 10 fullstendig undgikk alt dette, slik som tidligere beskrevet.

Det at dyret utsettes for lysets paavirkning (i dette tilfelle bare almindelig god belysning gjennom enkle vinduer, mens intet dyr var ute i fri luft og under direkte belysning), har i disse undersøkelser vist sig aa være av større betydning for dyrets appetitt, vekst, sundhet og skelettdannelse enn tilskud av D- og A- + D-vitaminer. Nøiaktig det samme resultat er jeg kommet til ved forsøk med kaniner (se omtalen av disse).

I rum med sparsom belysning og med dobbelte vinduer overalt, vil eventuelle mangler ved rasjonens mineralstoffinnhold vise sig særlig sterkt. Symptomene avdempes meget, ja uteblir tildels helt og kan ikke observeres ved en blott og bar iakttagelse av appetitt og tilvekst, spesielt ikke i et forholdsvis kort tidsrum, naar dyret utsettes for lysets paavirkning. Men lyset greier ikke helt aa borteliminere virkningene av et større missforhold i mineralstoffinnholdet.

### 7. Skelettmaalinger.

De maal som her refereres har jeg tatt paa den maate, at efterat jeg hadde dissikkert frem benene, blev alt vedhengende fett og bindevev forsiktig fjernet. Saa blev benet maalt som største avstand mellem leddflatene. Diameteren blev maalt med mikrometerklave som største og minste klavemaal av diaphysen. For nogen griser blev bare middeltallet notert, ellers er begge maal gjengitt i nedenstaaende tabell 46:

Dyr H 1 og H 2 er to griser fra Holt Landbruksskole, Norge. Benene blev efter slaktningen tatt ut og behandlet paa sedvanlig maate.

Benet var haardt ved gjennemsagningen. Compacta litt tynn, men haard, tett og av ren hvit farve.

Ingen blødninger, ingen blodfylde pletter subepiphysært. Spongiosa litt porøs og rødlig. Marvhulen stor, men jevn og regelmessig. Epiphysebrusken (femur prox.) ujevn og takket.

Grisene var søsken, 9 mdr. gamle, (slaktet 18. jan. og 23. jan. 32) av skolens eget opdress og foret paa kraftforblanding (vesentlig „kjempesfor“) litt poteter, kjøkkenavfall og skummetmelk. De har gaatt i en almindelig binge i et hus rikelig forsynet

Tab. 46. Maal av femur og tibia.

Rasjon nr.	Dyr nr.	Alder i dager	Femur		Tibia		Lengde av femur: alder i Dager	Femur: Tibia
			Lengde mm	Diameter mm	Lengde mm	Diameter mm		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	B 2	150	160	20—20	146	14—18	1.07	1.09
	B 3	167	131		120	10.5	0.80	1.09
	B 4	167	146		139	12.0	0.88	1.05
III	B 7	167	130	15	119	12—17	0.78	1.04
IV	B 9	114	134	13.5	118		1.18	1.13
	B 10	114	136	14.5	124	12.5	1.19	1.10
V	B 11	115	125	15.0	116	11.5	1.09	1.08
VI	C 1	137	142	15.4—17.0	133	12.3—17.3	1.03	1.07
	C 2	137	162	15.3—18.2	150	11.5—15.5	1.18	1.08
	C 3	146	175	16.5—18.0	156	12.2—17.2	1.20	1.12
	C 14	146	170	17.5—19.5	155	12.5—18.3	1.16	1.10
VII	C 4	127	148	16.0—18.0			1.16	
	C 5	127	136	14.5—15.5			1.07	
	C 6	127	131	12.0—13.0			1.03	
VIII	C 7	132	155	15.0—17.8	146	12.0—16.5	1.17	1.06
	C 8	132	165	17.5—19.5	154	14.0—18.0	1.25	1.07
	C 9	132	155	15.0—17.5	143	13.0—16.3	1.17	1.08
	C 10	141	165	17.5—19.5	153	12.3—18.2	1.17	1.08
IX	C 11	95	124	14.5—17.0			1.31	
	C 12	124	150	17.0			1.21	
	C 13	50	95	11.5—12.5			1.90	
	H 1	275	214	25.0—27.0	202	19.0—25.0	0.78	1.06
	H 2	280	221	24.0—26.0	200	20.0—24.0	0.79	1.10

Rubrikk 8 er kvotienten mellem lengde av femur : alder i dager.

Rubrikk 9 er kvotienten mellem lengdemaalet av femur : tibia.

med vinduer (enkle). Slaktevekt i middel 112 kg. Antagelig gjennemsnittlig daglig tilvekst fra ca. 8 ukers alder (ca. 15 kg) blir da ca. 550 g.

Da disse to H-griser er ca. dobbelt saa gamle som vore forsøksgriser har vært ved slaktingen, kan de ikke sammenlignes direkte, men det kan allikevel ha sin interesse aa se, hvordan benenes proporsjoner er hos et par 9 mndr. gamle griser, rent vilkaarlig valgt i et praktisk svinehold.

Disse maalinger viser at i B-forsøket har benenes lengdevekst blitt satt sterkt tilbake, hvilket ogsaa sees av den lave kvotient

i rubrikk 8. Denne kvotient er jo avtagende med alderen, men B-grisene er kommet helt ned paa samme kvotient som H-grisene som er ca. dobbelt saa gamle.

De andre dyr har hatt en nogenlunde jevn lengdevekst av rørrknoklene. For grisene paa rasjon VI og VIII, men spesielt de siste, viser kvotienten i rubrikk 8 at de fremdeles befinner sig paa et „ungt“ trinn. Lengdeveksten holder tritt med dagtallet. Hadde forbeningen her vært særlig mangelfull, maatte man ha ventet rachitis. Den kom imidlertid ikke.

Diametermaalene tyder paa at den sekundære benapposisjon har sviktet. Tidligere er det i dette arbeide ved seksjonene gjentagende stillet diagnosen: „tynn“, „meget tynn“ compacta. Diametermaalingene gir en tallmessig bekreftelse paa denne karakteristikk.

Mens dyrene har øket lengden av femur med fra 30 til 70 %, saa viser tvermaalene en adskillig mindre stigning. Der er dog en tydelig forskjell paa de enkelte dyr, og „lys“-grisene staar som de beste. *Hvor* mangelfull denne sekundære tykkelsestilvekst har vært, er det uraad aa uttale noget bestemt om, da vi mangler tilsvarende maalinge fra andre forsøk og fra det praktiske svinehold av dyr av samme vekt og alder.

I rubrikk 9 er utregnet forholdet mellem lengdemaalet for femur og tibia. Dette gir oss et inntrykk av at trods stør variasjon i ernæring, hus og lysforhold, saa foregaar utviklingen av de enkelte deler av skelettet alltid i samme forhold.

Det gir oss en viss berettigelse til aa trekke endel slutninger selv fra maaling av enkelte skelettdeler.

#### 8. Hæmoglobinbestemmelse.

For samtlige dyr i C-forsøket utførte jeg tre hæmoglobinbestemmelser, fordelt utover i forsøksperioden. Det var for aa konstatere om dyrene led av anæmi under de noget usedvanlige forhold hvorunder disse forsøk er utført, at bestemmelsen blev gjort.

Disse bestemmelser er alle utført i veneblod og med *Sahlis* hæmoglobinometer. Tallet angir det direkte avleste hæmoglobintall og ikke pct.

Tab. 47. Hæmoglobinbestemmelse i C-forsøket.

Dyr nr.	Hæmoglobintall	Middeltall
C 1	70—75—68	71
C 2	75—74—69	73
C 3	71—75—86	77
C 14	73—76—85	78
C 4	68—72—77	72
C 5	83—82—85	83
C 6	68—73—76	72
C 7	72—69—76	72
C 8	73—72—71	72
C 9	73—77—72	74
C 10	70—70—75	72
C 11	63—70—72	68
C 12	65—72—74	70

Nogen særlige slutninger kan man ikke gjøre ut fra disse tall. En hæmoglobinanalyse sier igrunnen saa lite. Vi kan dog slaa fast, at nogen anæmie har det ikke vært tale om. Alle dyr har i den henseende opført sig fullstendig normalt. Der er ingen forskjell paa „0“- , „vitamin“- og „lys“-griser. Det kan allikevel være grunn til aa merke sig den store likhet der er for alle dyr paa rasjon VIII (C 7, 8, 9 og 10). Atter et bevis paa rasjonens skikethet.

### 9. Resorbsjon og utskillelse av fosfor- og calcium.

I pkt. C og D kap. I 1ste hovedavsnitt er gjort rede for resorbsjons- og utskillelsesforholdene for P's og Ca's vedkommende. Disse forsøk er ikke spesielt anlagt for aa bringe klarhet over dette spørsmaal, men gjennom de balanseforsøk som er utført med dyrene i C-forsøket, er det kommet frem endel ting jeg gjerne vil peke paa.

*Ekskresjonen gjennom fæces.* Det heter i eldre forsøk (43) at fosforsyren vesentlig utskilles som tertiært calciumfosfat (14). Efter mine forsøk er det intet som gir en rett til aa trekke en saadan generell slutning. Som nedenstaaende tabell

48 viser, er det kun under visse ernæringsforhold at fosforsyren kommer ut som tertiært fosfat i gjødselen. Det er hos de 5 svin paa rasjon VII og IX, hvor  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten i foret var ca. 0.4. Disse dyr har en  $P_2O_5 : CaO$  kvotient i gjødselen som ligger mellem 0.6—0.9. Tertiært calciumfosfat har efter den samme beregningsmaate en kvotient paa  $\frac{2}{3}$ , eller 0.67. Her maa vi derfor gaa ut fra at mesteparten av all fosforsyre er bundet til Ca og som tertiært salt. Foring med saa store mengder Ca og med saa lav  $P_2O_5 : CaO$  kvotient til svin, er det meget sjelden tale om i praksis, og det har heller ikke i disse forsøk vist sig fordelaktig. Ved de andre rasjoner, som ligger nærmere inn til de i praksis brukte, har det derimot kommet adskillig mere fosforsyre ut med gjødselen enn som svarer til det utskilte Ca's tertiær-salt med denne syre. Kvotienten har her ligget fra omkring 2.5 paa rasjon VIII, til 3—4 paa rasjon VI. Den samme kvotient i foret til disse dyr var henholdsvis ca. 1.6 og 4.

Av dette ser vi at utskillelsen av disse stoffer gjennom gjødselen ikke strengt *foregaar efter støkiometriske forhold, men forskyves primært i samme retning som kvotienten i det for dyret fortærer*. Det er heller ingen forbindelse mellem kvotienten i det gjennom gjødselen utskilte P og Ca og kvotienten for de *avleirede mengder av de samme stoffer*.

„Fordøielsen“ av P og Ca. I de ovenfor nevnte kap. i 1ste hovedavsnitt er det forklart at man her ikke kan tale om fordøielseskoefisienter paa samme maate som for de organiske næringsstoffer, idet der gjennom tarmepithelet utskilles en hel del P og Ca som saaledes kommer ut sammen med de uresorberbare og uresorberede rester fra foret. Naar jeg i tab. 48 alikevel har disse tall, uttrykt som pct., *saa er det fordi de dog viser hvor meget av det tilførte P og Ca som i minimum har kommet inn i dyrets vevsvesker, og som enten maa retineres eller utskilles ad andre veier enn gjennom gjødselen. Det vil nesten utelukkende si: nyrene.*

Disse tall forteller oss for det første at det ikke er „fordøielsen“ eller resorbsjonen som har sviktet hos disse dyr. Naar ca. 60 % av det tilførte Ca retineres eller utskilles gjennom nyrene, saa er dette tall fullt paa høide med tidligere forsøk. Man maa derfor ha rett til aa slutte at der ikke har vært noget iveien med

Tab. 48. „Fordøieliskoeffisienter“ for P og Ca i C-forsøket.

Dyr	P	Ca	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : CaO kvotient	
			i gjødsel	i avleiret
C 1	65	57	3.1	2.0
C 2	65	65	4.1	1.3
C 3	64	67	4.3	1.7
C 4	36	61	0.7	0.4
C 5	45	67	0.8	0.4
C 6	57	78	0.9	0.4
C 7	53	59	2.3	1.4
C 8	46	58	2.6	1.3
C 9	49	61	2.4	1.4
C 11	30	43	0.6	0.4
C 12	29	48	0.6	0.4

selve fordøielisesapparatet. Det har fungert normalt. At dyret ikke alltid har kunnet utnytte det P og Ca som har kommet inn i vevsveskene, er en annen sak, og dette henger sikkert for en stor del sammen med konsentrasjonsforholdene hvorunder disse stoffer har forekommet.

Under omtalen av balanseforsøkene har jeg nevnt den kollo-sale forskjjel der er paa konsentrasjonen av P og Ca i urinen hos disse griser.

Normalt er man jo vant til aa finne bare smaa mengder baade av P og Ca i urinen. *Evans* (117) fandt hos sine A-griser (normalforede) at 2—3 % av det utskilte P kom i urinen. Resten i fæces. Hos B-dyrene (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : CaO kvot. i foret 11.9) kom hele 30—50 % i urinen. *Alex. Gloy* (138) fandt ikke, trods Ca-tilførsler og lav kvotient (0.56), mere enn 0.14 g CaO i urinen og 39.74 g CaO i fæces hos ca. 90 kg griser. I et forsøk hvor kvotienten i foret var 1.36, kom der 10.03 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i urinen og 14.06 g i fæces.

Hos C 7, 8 og 9 paa rasjon VIII, kom 3—10 % av alt P og 5—10 % av alt Ca som utskiltes, i urinen. Resten i fæces. Hos dyrene paa rasjon VI er de samme tall henholdsvis 50—60 % og 5—10 %, og hos dyrene paa rasjon VII, henholdsvis 1—2 % og

40—50 %. Konsentrasjonen av  $P_2O_5$  i urinen hos C 1, 2 og 3 er 0.5—0.8 %, hos C 7, 8 og 9 0.01—0.04 %, og hos C 4, 5 og 6 0.002—0.008 %. Konsentrasjonen av CaO er i samme rekkefølge: Hos dyrene paa rasjon VI 0.003—0.009, hos dyrene paa rasjon VIII 0.01—0.03, og hos dyrene paa rasjon VII 0.1—0.4 %.

Dette er en kollosal variasjon, og forteller oss hvilke kraftige midler dyret sitter inne med til sin stoff- og nøytralitetsregulasjon. (Jfr. C. Kap. III 1ste hovedavsnitt).

Naar det har vært hevdet at der ikke kan være noget vesentlig med Ca i urinen idet dette ellers vilde felles ut som fosfat under de der herskende reaksjonsforhold, er dette bare delvis sant. Disse forsøk viser at der kan utskilles store mengder Ca gjennom urinen. Hos dyrene paa rasjon VII fandt jeg i gjennemsnitt en konsentrasjon av 0.1—0.4 % CaO. Naar dette har kunnet forekomme, er forklaringen den at *der samtidig var meget lite fosforsyre (0.002—0.008 %)*. Ifølge Abegg (153) vil, selv om all fosforsyren finnes som Ca salt, i en saadan fortykning (0.008 %  $P_2O_5$ ) alt være oppløst ved nøytral reaksjon og 30° C., idet metningsgrensen for tertiært calciumsfosfat i rent vann er 1.31 millimole CaO og 2.22 millimole  $H_3PO_4$  ved 18°C. Efter dette er det lett aa forstaa at der *kan* være store mengder Ca i urinen uten at det felles ut som Ca-salter. Hvordan det øvrige Ca er bundet, er ikke saa godt aa gjøre rede for. Der er heller ikke av mig gjort nogen spesielle undersøkelser for aa undersøke dette. Sansynligheten taler dog for at det finnes som klorid, hvilket jo er lett oppløselig. Dette er saa meget mere sansynlig ved rasjon VII som tilskuddet der blev gitt som  $CaCl_2$ . Ved rasjon IX derimot, hvor tilskuddet blev gitt som  $CaCO_3$ , blev der sikkert for lite Cl til nøytralisasjon av alt det Ca som utskiltes gjennom urinen. Det laa da nær aa tro at dyret grep til  $CO_2$ -anvendelse. Dette viste sig ogsaa aa slaa til. Urinen hos disse dyr bruste som annet karbonat ved tilsetning av saltsyre.

Dette har vist oss at der ikke er nogen bestemte, snevre grenser for resorbsjon og utskillelse av P og Ca i organismen, men at disse ting innretter sig efter de forhold dyret lever under. Dyret kan ogsaa taale aa ta op større mengder av et stoff enn det har bruk for, og det har midler til aa utskille dette innen meget vide grenser. Men et saadant arbeid kan ikke paagaa i lengere tid uten at dyret lider under det.

Det neste disse „fordøielighetskoeffisienter“ viser oss er, at D-vitamintilskudd paa alle rasjoner undtagen VIII, *har ført til en bedre Ca-fordøielse*; mens dette ikke ser ut til aa ha hatt nogen spesiell virkning paa „fordøielsen“ av fosforsyren. Selvom man ikke kan tillegge disse tall nogen stor verdi, saa synes det aa tyde paa at D-vitaminets virkning bl. a. ligger i en bedre Ca-resorbsjon. Under ugunstige kvotientforhold — for høi  $P_2O_5 : CaO$  kvotient — skulde dette virke gunstig, idet det skaffer dyret mere disponibelt Ca i vevsveskene og dermed en gunstigere kvotient i *organismen*. Under forhold med for lav kvotient i foret, skulde virkningen av et D-tilskudd ytterligere forverre forholdet i organismen. Dette synes aa passe meget godt med forsøksresultatene. Paa rasjon VI husker vi at D-tilskudd virket avgjort gunstig. Det gav en bedre vekst, askerikere skelett, og normal kvotient mellem de retinerede mengder P og Ca. (se tab. 48). Paa rasjon VII og IX derimot hadde D-tilskudd ingen gunstig virkning, heller tvertimot.

#### 10. *Maater aa iaktta og maale resultatene paa.*

Det kunde ogsaa være grunn til aa se litt paa de maal som har været brukt til aa maale utslagene med og til aa bedømme rasjonenes skikkethet efter.

*Tilveksten.* Jeg har tidligere etpar ganger behandlet dette spørsmaal, og skal ikke gjenta det her. Jeg skal kun understreke at dyret kan fortsette aa vokse helt tilfredsstillende endog i flere uker med en kraftig forskyvning i blodbillede og efter at skelettet viser alvorlige defekter. Jfr. A- og B-forsøket (se ogsaa 113 og 115). Til undersøkelser over skelettdannelsen og veksten er *det aa maale tilveksten alene ikke fyldestgjørende*, spesielt naar forsøket er kortvarig. I et langvarig forsøk vil den mangelfulle ernæring ogsaa paavirke appetitt og tilvekst og stundom kunne gi en brukbar relativ sammenligning av rasjonenes skikkethet. Dog ser det ut til, baade efter disse forsøk og tidligere (113,115) at tilvekst først og fremst er et appetittspørsmaal, saafremt dyret faar nok mat og denne i organisk og kalorisk henseende er nogenlunde riktig sammensatt. Det ser ogsaa ut til at veksten under mangelfulle vekstbetingelser forøvrig, ikke er smaatt og jevnt avtagende, men holder sig oppe inntil det en

vakker dag plutselig er slutt og dyret staar stille eller tar av i vekt. Se vekstkurvene.

*Blodanalyser.* For de spørsmål som her har vært undersøkt, har en regelmessig analyse av blodets innhold av Ca og P vært det mest nøiaktige og fintmerkende „maal“ for en rasjons virkning og skikkethet. Selv hvor der har forekommet en tilfredsstillende tilvekst gjennom en kortere eller lengere tid, har disse blodanalyser kunnet fortellte oss at der ikke har vært betingelser tilstede for en fortsatt saadan, hvilket ogsaa har slaatt til. Jfr. B-forsøket og C 1, delvis ogsaa C 14. Blodanalyser gir ogsaa en nesten ufeilbarlig beskjed om utbrud av tetani.

*Makroskopisk undersøkelse av skelettet og røntgenfotografering.* Disse undersøkelser har, i likhet med blodanalysene, vært meget verdifulde ved aa vise *arten* av paavirkningen, og naar denne har vart en tid, ogsaa *graden* av forstyrrelsen. Klarest har dette vært ved foring med rasjoner med høie  $P_2O_5 : CaO$  kvotienter.

*Balansforsøk og skelettanalyser* har alene ikke vært nok til aa avgjøre rasjonenes skikkethet. Derimot har de gitt oss meget verdifulle bidrag til forstaaelsen av fordøielsen, utskillelsen og deponeringen av Ca og P i organismen.

*Skelettmaalinger* er heller ikke i sig selv nok til aa bedømme de forskjellige faktorerers innflydelse paa skelettdannelsen. De har derimot tallmessig bekreftet de andre iakttagelser og er saaledes en god støtte for de dratte slutninger.

*Forsøksjournal med iakttagelse av dyrets almentilstand* har vist sig aa gi meget verdifulle bidrag til karakterisering av rasjonenes virkning paa dyret. Den tilstand som utvikler sig ved foring med høi  $P_2O_5 : CaO$  kvotient er meget karakteristisk og lett aa diagnostisere selv ved en overfladisk iakttagelse av dyret, naar paavirkningen har faatt virket en tid (5—8 uker efter kvotientens størrelse). Den tilstand som kommer ved foring med de lave kvotienter, gir derimot betydelig mindre ytre utslag. Jfr. rasjon VII og IX. Denne tilstand er adskillig vanskeligere aa diagnostisere, men ogsaa her vil en øvet mann kunne se forskjell og følge en fremskridende forandring.

Denne oversikt vil gi oss et inntrykk av hvor nødvendig det er ved denné slags undersøkelser aa gjøre *allsidige* observasjo-

ner under forsøkene. At de forskjellige iakttagelser i disse forsøk stemmer saa godt overens, kommer først og fremst derav at forsøkene har vært saapas *langvarige* at rasjonens paavirkning har faat anledning til aa gjøre sig gjeldende. Dernest at der har vært foret med et *konstant sammensatt* for hele tiden. Et fordøielsesforsøk og undersøkelser over energiomsetningen i organismen kan utføres paa ganske faa dager, da dette er raskt forløpende processer i organismen. Gjelder det derimot undersøkelser over en rasjons skikkethet eller ei til vekst og skelettdannelse hos unge, voksende dyr, samt lysets og vitaminenes betydning, da maa forsøkene være langvarige, minst 2—3 mndr. aa dømme efter resultatene fra mine forsøk.

11. *Hvordan stemmer disse forsøksresultater med de praktiske forsøk?*

Det kunde til slutt være grunn til aa se litt paa om der er nogen sammenheng mellem de tildels store utslag jeg har funnet i disse forsøk, og de som er funnet ved almindelig praktisk foring av svin.

Til denne sammenligning vil jeg atter velge nogen av de danske svineforingsforsøk, baade fordi der i disse er brukt en konstant og dertil en relativ enkel sammensatt rasjon gjennom hele forsøket, og fordi disse forsøk har vært langvarige. Ved beregningen av mineralstoffinnholdet, har jeg gaatt ut fra gjennomsnittsanalyser i *P. Christensens bok: Danske Landbrugsplanters Mineralstoffindhold*. Kvotientene er her som overalt allers i denne avhandling, forholdet mellem gramekvivalenter av vedkommende stoffer, og fosforsyren regnet divalent. Kornblandingen var i alle forsøk undtagen hold 4 132. Beret.,  $\frac{1}{2}$  bygg og  $\frac{1}{2}$  mais. Til hold 4 132. Beret. var det ogsaa gitt noget søyaskraa.

Professor *Jespersen* skriver i sitt kommentar til disse forsøk i 128. Beretning, s. 22: „... Paa den anden Side er stadig mange Svineholdere af den Overbevisning, at gode, sunde Grise udmærket kan trives paa Vand og Korn, blot de passes godt. Forsøgene viser imidlertid klart og tydelig, at saa hurtigt voksende og fordringsfulde Svin som de danske ikke kan nøjes med Vand og Korn, hvis der kræves en blot nogenlunde rimelig Tilvekst. De

Tab. 49. Mineralstoffinnhold i nogen rasjoner  
fra danske svineforingsforsøk.

Beretning	Forsøks- hold	Rasjon	Daglig fortært i forsøks-tiden		Kvotienter			Daglig tilvækst g	Dager i forsøk
			CaO g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	syre base	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> CaO	Na <sub>2</sub> O K <sub>2</sub> O		
128de	1	kornbl. + vann	1.0	9.5	1.13	7.7	0.14	242	148
132de	4	1.7 kg kornbl.							
		0.23 „ sk.melk	1.9	12.7	0.92	5.2	0.22	379	118
128de	2	1.0 „ kornbl.							
		0.5 „ sk.melk	2.6	13.8	1.07	4.1	0.20	474	123
128de	3	1.0 „ kornbl.							
		1.0 „ sk.melk	4.3	16.5	1.03	3.0	0.27	596	97
132de	1	1.7 „ kornbl.							
		3.7 „ sk.melk	6.6	17.9	0.98	2.2	0.35	628	85
128de	4	1.0 „ kornbl.							
		1.5 „ sk.melk	6.0	19.5	1.0	2.5	0.31	706	87
128de	5	1.0 „ kornbl.							
		2.0 „ sk.melk	7.3	20.0	0.98	2.2	0.35	710	86

viser ogsaa, at  $\frac{1}{2}$  kg Mælk pr. kg Korn praktisk talt fordobler Tilvæksten.“ I 132. Beretning, hvor forsøkene gikk ut paa aa undersøke hvordan man kunde erstatte skummetmelken med proteinrike kraftformidler, sier den samme forfatter side 12: „... Indenfor Kage- og Soyaskraa-Gruppen var de Grise, der fik Solsikkekager, i Begyndelsen pæne og hvite, og tilsyneladende trivdes de godt. Der gik dog ikke ret lang Tid før man kunde se, at de var noget slankere end Grisene i Skummetmælks-Holdene, og lidt efter lidt gjorde store individuelle Forskelle sig gældende. Udseendet blev efterhaanden ogsaa daarligere samtidig med, at Grisene blev stive og utrivelige ... De griser, der fik Jordnødkager, blev hurtigt noget snavsede og skorpede. De mistede ret hurtigt Ædelysten og blev saavel noget højbenede som noget smalle. Ogsaa disse Griser fik Stivsyge, men knapt saa hurtigt som de, der fik Solsikkekager. Der blev kun udsat 1 Gris, men tilsidst var flere af Grisene saa stive, at de kun med allerstørste Besvær gikk til Truget og til Vægten. Soyaskraa egner sig aabenbart heller ikke som eneste Tilskud til et Foder, der ellers be-

staar af Korn. Det gik nemlig ikke bedre med Grisene i Soya-skraa-Holdet end med de, der fik Kager .....

Aarsaken til den daarlige tilvekst hos hold 1 i 128. Beretning, tilskriver forfatteren et noget lavt proteininnhold i rasjonen (73 mot ca. 100 g som det optimale pr. F.E.). Et senere forsøk med de samme dyr hvor der blev gitt lige stort proteintilskudd, dels som skummet melk, dels som solsikkekaker og dels som soyaskraa, viser at der allikevel er en kolossal forskjell paa tilveksten hos disse dyr. Grunnen til dette kan forfatteren ikke forklare, men antyder tilslutt at det kanskje skyldes mineralstoffene.

Til alle forsøkene i 132. Beretning blev der gitt den samme mengde protein, ca. 100 g pr. F.E., saa her skulde ikke *det* være aarsaken til den store forskjell i tilvekst og trivsel.

Ved aa sammenholde dette med resultatene av mine forsøk, spesielt B-forsøket, skulde det være liten grunn til aa frykte for at der er nogen kvalitativ mangel ved proteinstoffene i en tresidig korn-oljekakeblanding. Derimot stemmer disse praktiske forsøksresultater meget godt med den anskuelse jeg flere gange har gjort gjeldende, *at rasjonens innhold av mineralstoffer, og spesielt forholdet mellem  $P_2O_5$  og CaO, spiller en overordentlig stor rolle for unge, voksende dyrs vekst, sundhet og skelettdannelse, og at denne kvotient ikke maa overstige 1.6.*

Ser man paa  $P_2O_5$  : CaO kvotienten i de refererte danske forsøk, finner man den mest glimrende overensstemmelse med denne paastand. En saa høi kvotient som 7.7 (Hold 1 128. Beretn.) har hos disse 60 griser paa dette hold i en forsøks tid av 148 dager ikke gitt betingelser for mere enn 242 g daglig tilvekst, og det trods disse dyr ikke blev innesperret og avskaaret fra de ultraviolette straalers virkning. Ja selv ved en kvotient paa 5.2 kan ikke dyrene prestere mere enn 379 g daglig i 118 dager under almindelige lysforhold.

Fortsetter vi rekken nedover, ser vi at ved fallende kvotient faar vi en stadig stigende tilvekst. Først naar denne kvotient kommer ned paa verdier omkring 2, ser det ut til at dens innvirkning paa tilveksten og sundheten spiller en underordnet rolle. Men ogsaa dette bekrefter mine resultater. Ved saa smaa forskyvninger i mineralstoff-forholdet, vil *lyset* bortelemnere

eller kompensere denne forskjell. Det vil ogsaa øve en gunstig innflydelse paa de høiere kvotienter selvsagt, men kan ikke gjøre disse „fullverdige“. Dette viser de praktiske forsøk oss paa en aldeles glimrende maate.

Det kan ogsaa være grunn til aa gjøre opmerksom paa at vor gris C 14 som i sin rasjon hadde kvotienten ca. 4 og som stod i et rum med enkle vinduer, vokste 420 g daglig i de første 75 dager, trods den startet med bare 13 kg vekt, mot grisene paa hold 2 og 3 i 128. Beretn. som startet med en gjennomsnittsvikt paa ca. 20 kg. Det kan derfor ikke sies noget paa veksten til dette dyr i forhold til dyr paa tilsvarende rasjoner i de praktiske forsøk. Denne gode vekst i forhold til sine søsken har jeg tidligere forklart som en „*lysvirkning*“, men blodanalysene viste at lyset greidde ikke helt aa bortelemine det skjeve mineralstoffforholds innvirkning.

Endelig finner jeg det interessant at peke paa, at naar prof. *Jespersen* sier at de griser som fikk jordnøttkaker som tilskuddsfor, meget hurtig mistet matlysten og blev „snavsede, skorpede og fik Stivsyge“, saa har jordnøttkaker en  $P_2O_5 : CaO$  kvotient paa ca. 20 — den høieste av alle oljekaker.

For det praktiske svinehold maa det, saavel efter mine undersøkelser, som efter resultatet av de praktiske forsøk, være all grunn til aa ofre dette spørsmaal sin opmerksomhet. Da svinehold i den siste tid i stor utstrekning har utviklet sig til aa bli en ren „industri“ hvor dyrene for en vesentlig del fores med kornprodukter og oljemelsorter, vil dette mineralstoffspørsmaal bli akutt. Holdes dyrene dertil i mørke stallrum, forverres tilstanden ytterligere. Og det er calciummangelen som er det essentielle. Slike rasjoner vil kunne kompletteres ved tilskudd av Carike formidler, som melk, kaalrot, godt gress og høi — serlig av belgplanter, eller der kan gis et passende tilskudd av uorganiske salter.

Bruker man det siste, maa man ta hensyn, ikke bare til mengder og forhold mellem fosforsyre og calcium, men ogsaa til den eventuelle syre-base-virkning disse stoffer har. I vore forsøk er det egentlig kun to som forteller oss litt om denne syre-base-virkning. Det er forsøk med rasjon VII og IX i C-forsøket, og det maa tolkes til fordel for  $CaCO_3$ -tilskuddet i forhold til

CaCl<sub>2</sub>. Saavel dyrenes vekstkurve, som kanskje særlig balanseforsøkene og den procentvise avleiring av CaO og P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> av tilveksten, viser dette. Det samme har jeg ogsaa funnet hos kaniner (se senere), naar der skulde gis et Ca-tilskudd til en kornrasjon. Samme resultat kom *Bartels* og *Orr* til i sine forsøk (38, 139). Til en saadan rasjon er det som regel helt overflødig aa gi P-tilskudd, idet jeg ikke fant noget positivt utslag for øket P-tilførsel, men uforandret kvotient, men en øket Ca-tilførsel har virket gunstig selvom kvotienten bibeholdes uforandret (B-forsøket).

Endelig er det av viktighet aa passe paa at grisen utsettes for en rikelig og jevnlig paavirkning av sollyset. Dette er forresten en iakttagelse som er gjort for lenge siden (72, 77, 88, 150, 152), forklaringen har derimot vært meget forskjellig. Men da sollyset gir samme virkning paa vekst og skelettdannelse som ergosterinpreparater bestraalt med ultraviolette straalene, er det meget som taler for antagelsen av en lysets aktivering av hudens ergosterin. — (Jfr. avsnitt: Sollysets betydning i Iste hovedavsnitt).

## 12. Resumé av forsøkene med svin.

1. Der er utført tre rekker forsøk, betegnet med A, B og C, med svin dels for aa prøve virkningen av forskjellig mineralstofftilskudd, vesentlig Ca og P, dels virkningen av et D-vitamin- og A + D-vitamintilskudd, dels lysets virkning paa vekst, sundhet og skelettdannelse.
2. Utslaget er maalt ved tilveksten, en daglig iakttagelse av dyrets sundhetstilstand, regelmessige blodprøver og bestemmelse av blodets innhold av Ca og P, en makroskopisk undersøkelse av skelettet, røntgenfotografering og kjemisk analyse av femur. For 11 dyr er der ogsaa utført fra 4 til 6 balanseforsøk for Ca og P, fordelt utover i forsøksperioden. Endelig er der utført nogen hæmoglobinbestemmelser og maalinger av rørknoklene.
3. Dyrematerialet har vært unge, sunde svin av Dansk Landrase, i alderen 6—8 uker ved forsøkets begynnelse. Forsøkene har som regel vart i ca. 3 maaneder. Nogen dyr kreperte dog før den tid.

4. Der blev ialt prøvet IX forskjellige rasjoner. Den organiske næring var meget lik i alle disse rasjoner. I A-forsøket var den: Bygg + mais + soyaskraa + tørrmelk. I B-forsøket bestod den av bygg + mais + soyaskraa + tørrmelk eller skummetmelk I ett forsøk blev soyaskraaen byttet med blødmel, og en rasjon bestod av bare bygg + mais + skummet-melk.

I C-forsøket var rasjonen sammensatt av bygg + mais + soyaskraa + skummet melk. Mineralstofftilskuddet blev dels gitt saaledes at det samlede forsøkesammensetning nærmet sig melkens, dels blev de absolutte mengder av, og forholdet mellem  $P_2O_5$  og CaO variert for aa undersøke virkningen av dette. Resultatet av disse undersøkelser kan sammenfattes saaledes:

5. Staar et dyr i et rum hvor de ultraviolete straalere stenges ute ved at lyset maa passere gjennom dobbelte vinduer, og der dessuten er sparsomt av disse, vil en mineralstoffdeficit i foret gjøre sig fort og sterkt gjeldende. Dyret begynner med aa miste appetitten, blir slapt, faar lett ømme, stive ben og kan tildels vanskelig reise sig. I visse tilfeller kommer kramper og dyret dør. Formdeformerte ben har forekommet, men er ikke almindelig. Røntgenfotografering og undersøkelse av skelettet post mortem viser at der, alt efter forholdene, utvikler sig to vidt forskjellige sykdomsbilleder.
- a. En ostitis fibrosa med en samtidig sterk osteoporose. Dette ytrer sig ved betedelsaktige dannelser subepiphysært, dannelsen av vaskulært vev i spongiosa og periost, slik at blodet pibler frem fra snittfladen ved gjennomskjæring. Compacta tynn og porøs. Den sekundære benapposisjon omtrent stanset. Der forekommer ofte kramper.

Tilstanden utvikles ved en  $P_2O_5$  : CaO kvotient i foret som ligger høit (over 2.5). Et karakteristikum er videre en kraftig hypocalcæmi. Denne utvikles ved jevnt fall i løpet av de første 2—4 uker, og holder sig derefter konstant. Verdien for fosforsyren i blodplasmaet svinger endel, men tenderer mot hyperverdier. Forskyvning i blodbilledet kommer alltid før nogen andre tegn paa anormaliteter.

- b. En osteoporose — sansynligvis med lett rachitis. Dette ytrer sig ved porøse knokler, noget mere osteoid vev enn normalt, litt uregelmessig og takket epiphysebrusk, og en for sent forløpende utformning av marvhulen. Ingen opdrivninger. Rosenkranz og forkrøbling av ribben har der forekommet flere tilfeller av. Tilstanden utvikles ved serdeles lave  $P_2O_5$  : CaO kvotienter (ca. 0.4). Der utvikles temmelig raskt en kraftig hypofosfatæmi og en ditto hypercalsæmi.
6. Kvotienten  $P_2O_5$  : CaO (alt regnet som gramekvivalenter) har spillet den største rolle for bibehold av dyrenes sundhet eller fremkomsten av sykelige tilstander. Ved kvotienter paa ca. 2.5 og derover utvikles de under 5 a beskrevne symptomer, og ved kvotienter paa ca. 0.4 kommer de under 5 b beskrevne sykelige tilstander.
  7. De tetaniske anfall synes helt aa være avhengig av konsentrasjonen av Ca og P, men serlig det første, i blodplasmaet. Disse kramper har ikke kommet uten ved en hypocalsæmi. Fosforsyren har enten hatt normal- eller hyperverdier.
  8. De absolutte mengder P og Ca som dyret faar, har i disse forsøk spillet en mere underordnet rolle. B-forsøket viste dog at saa smaa mengder som ca. 0.2 % CaO av tørstoffet i rasjonen ikke kunde skaffe en tilfredsstillende vekst og vedlikeholde konsentrasjonen av vevsveskene — trods rimelig kvotient.
  9. En avleiring av ca. 0.8 % CaO og ca. 1.3 %  $P_2O_5$  av tilveksten maa efter disse forsøk sies aa være normalt for unge, sterkt voksende svin. Er tilveksten gjennomsnittlig 500 g daglig, og man som her, kan regne med ca. 60 % utnyttelse, skulde det fordre ca. 7 g CaO tilført pr. dyr pr. dag bare til tilveksten. Dessuten trenger dyret noget til vedlikeholdet.
  10. Avleiringen av  $P_2O_5$  og CaO i skelettet skjer alltid i bestemte forhold, og med kvotienten 0.62. Store forskyvninger i forets mineralstoff-forhold vil forrykke denne kvotienten.
  11. Nyrene er det viktigste utskillelsesapparat saavel for overskudd av baser som av syrevalenser.
  12. Forholdet mellem den mengde fosforsyre og calcium som utskilles ved gjødselen forandrer sig primært i samme ret-

ning som kvotienten mellom de samme stoffer i det fortærte for. Men trods der er foret med saa meget CaO, at kvotienten er 0.4, kommer det ut igjen i gjødselen med kvotienten ca. 0.7 — svarende til tertiært calciumfosfat.

Tilskudd av D- og A + D-vitamin har i alle balanseforsøk og paa alle rasjoner ført til en bedre „fordøielse“ av Ca, idet kvotienten  $P_2O_5 : CaO$  i gjødselen har steget. Dette har virket gunstig paa alle rasjoner som i forveien har for høie saadanne kvotienter, men forverret forholdet hos de andre.

13. Tilskudd av uorganiske salter til en blandet korn- og skummetmelk-rasjon, slik at  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten blev ca. 1.6 og hvor CaO-mengden var ca. 4.7 g pr. kg tørrstoff av foret, virket meget gunstig. Selv uten noget vitamintilskudd og uten direkte lystilgang, gav rasjonen sunde dyr, regelmessig avleiring av P og Ca, en ganske god forbening av skelettet, og fullstendig vedlikehold av normalverdiene av P og Ca i blodplasmaet gjennom hele forsøket. En saadan rasjon maa ansees for meget gunstig for en rask og sund utvikling av unge, voksende svin.
14. Tilskudd av D-vitaminer til en blandet korn- og skummetmelk rasjon har i et par tilfeller (ved høie  $P_2O_5 : CaO$  kvotienter) gitt et posetivt utslag. Det har skaffet bedre appetitt og vekst, askerikere knokler, men det har hatt liten innflydelse paa konsentrasjonen av mineralstoffer i blodplasmaet. Dyret greier sig bedre under ugustige mineralstoffforhold enn ellers, men helt aa borteliminere disses virkning, greier D-vitamintilskudd ikke.

Til rasjoner med lav kvotient (ca. 0.4) har D-vitamin tilskudd virket direkte skadelig. Det ser ut til at D-vitamin særlig fremmer Ca-resobsjonen og at dette er aarsaken til denne forskjjel i D-vitaminets virkning til de forskjellige rasjoner.

Et ytterligere tilskudd av A-vitaminer til denne rasjon har ikke gitt noget posetivt utslag.

15. Blir dyret utsatt for direkte sollys eller faar gaa i lyse rum med enkle vinduer, eter, vokser, trives og utvikler det sitt skelett bedre enn om lyset stengtes ute ved dobbelte vinduer og like godt som ved tilskudd av D-vitaminer til den

- samme rasjon. Men helt aa borteliminere virkningen av et skjevt mineralstoff-forhold kan heller ikke lyset greie. Blodverdiene forskyves.
16. Ved vesentlig kornforing er det særlig Ca som er mangelfaktoren. Dette blir enda mere utpreget ved bruk av utenlandske oljemelsorter og mais. En avbalansering av rasjonen slik at  $P_2O_5$  : CaO kvotienten blir ca. 1.6, og ved aa la dyrene faa rikelig adgang til sollys, vil sikkert beskytte de mot en hel del utrivelighet og sykelighet — kanskje ogsaa dødelighet — paa svinehuset.
  17. Calsiumet kan gis som karbonat, klorid, eller fosfat. I disse forsøk har det ikke vist sig nødvendig eller tilraadelig aa gi fosforsyretilskudd. Man maa derfor velge karbonatet eller kloridet. Da kloridet gir en litt stram eller skrap smak slik at dyrene har mindre lyst paa foret, og da karbonatet alene gir for sterk alkalosevirkning naar det dreier sig om litt større mengder, bør man helst gi Ca-tilskuddet i en blanding av disse to salter.

## Forsøk med kaniner.

### Kap. I.

#### Orientering.

##### A. *Formaal og plan.*

Hensikten med disse kaninforsøk var, i tilknytning til de nettop omtalte undersøkelser med svin, et forsøk paa aa finne nogen holdepunkter for Ca s og P's opgave og rolle i ernæringen til unge, voksende dyr, samt undersøke virkningen av D-vitamin-tilskudd saavel under alm. lysforhold som ved utestengning av dette — de ultraviolette straalene i hvert fall.

For aa opnaa dette, gikk jeg frem efter følgende plan: Alle dyr fikk samme grunnfor. Dette bestod av en blanding av:

- 5 kg byggørp
- 5 „ maisørp (gul)
- 5 „ søyaskraa
- 60 g NaCl.

Hertil blev gitt et lite tilskudd enten av høi (smaahakket) eller roer (*beta vulgaris campestris*), og dessuten en mineralstoffblanding som varierte for hver rasjon. Det blev ialt prøvet 5 saadanne rasjoner, og disse hadde følgende sammensetning: Rasjon I. Grunnfor + høi. Innhold ca. 0.98 %  $P_2O_5$  og 0.14 % CaO.

Rasjon II. Grunnfor + høi + roer + (100 g  $CaCO_3$  + 60 g  $CaHPO_4$ ) Laboratoriets sedvanlige foring. Innhold ca. 1.13 %  $P_2O_5$  og 0.65 % CaO.

Rasjon III. Grunnfor + høi + (150 g  $CaCO_3$  + 30 g  $CaCl_2$ ) Innhold ca. 0.96 %  $P_2O_5$  og 0.78 % CaO.

Rasjon IV. Grunnfor + roer + (200 g  $CaCO_3$  + 50 g  $CaCl_2$ ). Innhold ca. 0.96 %  $P_2O_5$  og 1.0 % CaO.

Rasjon V. Grunnfor + høi + (250 g  $CaCO_3$ ). Innhold ca. 0.96 %  $P_2O_5$  og 1.05 % CaO.

Alle disse rasjoner har et innhold av ca. 215 g protein pr. kg. Det skulde derfor være nok protein til en hurtig vekst. Den biologiske verdi maa ogsaa antas aa være nogenlunde fullverdig ved denne forblanding. Den variable faktor er mineralstoffene Ca og P. Forat ikke Na : K-forholdet og -mengder skulde gripe forstyrrende inn, har jeg gitt de samme mengder NaCl til alle rasjoner (118, 142, 143). Videre har jeg latt fosforsyremengden være konstant, for ikke aa faa altfor mange kombinasjoner. Undtat herfra er rasjon II, hvor der er gitt et tilskudd av sekundært calciumfosfat. Jeg tok med denne rasjon fordi den har vært brukt til kaniner her ved Laboratoriet i mange aar og alltid med et godt resultat.

Forsøkene er alle sammen utført ved Forsøgslaboratoriets Dyrefysiologiske Afdeling, København.

### B. *Dyremateriale og opstilling.*

Alle kaniner var krysninger fra Laboratoriets egen besetning, og jeg har kunnet følge dem fra fødsel til forsøkets slutt. De er alle avlet under mødre som har staatt pa samme foring gjennom en lengere tid, og skulde saaledes være vel egnet til sammenlignende forsøk. Til parallellforsøk er i de aller fleste tilfeller anvendt søsken fra samme kuld.

Nogen av disse dyr (nr. 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37) stod i et av Laboratoriets stallrum hvor alt direkte lys er stengt ute. Den samlede vinduesflate er liten, og der er overalt dobbelte vinduer. Alle de andre stod i Laboratoriets vanlige kaninstall som ligger sydvent til og er rikelig forsynt med vinduer (enkle). Forsøksburene var rummelige og de blev gjort rene to g. daglig.

I begge rum blev temperaturen (18° C.) holdt konstant ved centralopvarmning, og frisk luft skaffet ved ventilasjon.

### C. *Foring og sundhetstilstand.*

*Foring.* Kaninene er foret to ganger daglig, og av grunnforet har de faatt ete ad lib. Høiet og roene har derimot hele tiden vært gitt i bestemte mengder. (Se nærmere under de enkelte forsøk). Mineralstoffene har i alle tilfeller vært tilblandet grunnforet, saa en stor konsumpsjon av dette, ogsaa maa ha vært en tilsvarende konsumpsjon av mineralstoffblanding.

Rent vann har de faatt innsatt to ganger daglig. Rent skjønsmessig har de drukket ca. 30—60 g pr. dyr pr. dag. Vannets CaO-innhold var 0.0176 %. Det blir ca. 5 til 10 mg daglig, eller fra 0.5 til 2 % av den samlede mengde CaO dyret har fortært.

*D-vitamintilskuddet* er alltid gitt som Ultranol, og dels som intraperitoneal injeksjon, dels per os.

*Sundhetstilstanden* hos disse dyr har vært meget god. Ungene er kommet normalt til verden og har vokset og utviklet sig normalt til de blev satt inn i forsøkene ca. 43 dager gamle. Kun 3 unger har dødt i løpet av de første 43 dager av de 6 kuld paa ialt 40 unger som her har vært anvendt. Ungene var alle sammen livlige, hadde et glatt haarlag, og var rene og pene og hadde god appetitt da de blev satt inn i forsøkene.

Under forsøkene gang har ialt 4 kaniner gaatt ut før tiden, enten ved selvdød, eller de har maattet dræpes paa grunn av sykdom. Dødsarsaken vil bli nevnt under omtalen av de enkelte forsøk.

### D. *Maaling av utslaget.*

*Utslaget* av forsøkene er dels maalt ved tilveksten (dyret veiet to ganger om uken), dels ved iakttagelse av deres sundhetstilstand og trivselighet, dels ved røntgenfotografering og ma-

kroskopisk undersøkelse av skelettet, og endelig ved maalinger av rørknoxlene.

Veiningene er alle foretatt paa samme tid og like før morgenforingen. Ulikheter i mave-tarminnhold skulde da være minst mulig.

## Kap. II.

### De enkelte forsøk.

#### A. *Rasjon II.*

Forsøkslaboratoriets Dyrefysiologiske Afdeling har gjennom flere aar foret sine kaniner paa denne rasjon, og med et meget godt resultat. Dyrene har holdt sig friske, trivelige, hatt en god appetitt, og ungene har utviklet sig normalt. Man kunde imidlertid tenke sig at der var underskudd av D-vitaminer i denne rasjon. (100, 135, 136, 144). For aa prøve om et tilskudd av Ultranol (D-vitamin) hadde nogen innflytelse paa appetitt, vekst, eller skelettets utvikling, satte jeg inn 6 kaninunger, delt i to grupper, paa denne rasjon. Nr. 25, 26 og 27 fikk intet tilskudd, mens nr. 5, 6 og 7 fikk ultranol som intraperitoneal injection i følgende doser:

Nr. 6 0.05 cm<sup>3</sup>, nr. 5 0.1 cm<sup>3</sup> og nr. 7 0.2 cm<sup>3</sup> daglig. Etter 35 dager blev disse doser øket til det dobbelte, og 25 dager derefter atter med 50 %.

*Foring og stell* forsøvrig likt. De stod alle i den vanlige kaninstall (enkle vinduer). Høimengden i gjennemsnitt 8 g, kraftforblanding ad lib.

#### *Forsøkets gang.*

Forsøket begynte 11/4. Kanin nr. 5, 6 og 7 er søsken og 41 dager gamle. Nr. 25, 26 og 27 er ogsaa søsken og 43 dager. Alle er livlige, med glatt haarlag og god appetitt.

- 2/6. Kanin nr. 6 død. Seksjonsdiagnosen negativ. Blæren sterkt utspilt. Urinen kraftig proteinreaksjon (Heller), ÷ sukker. pH 7.1  
Tibia og femur osteoporotiske.
- 18/7. Alle sunde og trivelige, men haarlaget blir noget pjusket.
- 20/7. Nr. 5 og 7 drept. Seksjon: Nr. 5 lett peritonitis. Begge organ. febrinavleiring paa peritoneum og lever (hepar).

Nr. 25 drept. Seksjon: Indre organer sunde. Ingen febrin-avleiring.

Nr. 26 og 27 blev ikke slaat ihjel, men fortsatte paa samme foring, for senere aa brukes i et annet forsøk.

*Resultat:* Til sammenligning av tilveksten har jeg i disse forsøk valgt tilveksten i de første 66 dager av forsøket, selvom nogen har staatt lenger.

Tab. 50. Vekst og tilvekst paa rasjon II.

Kanin nr.	5	6	7	25	26	27
Dager ved forsøk, begynnelse	41	41	41	43	43	43
Vekt ved forsøk, begynnelse g	620	570	620	970	970	970
Vekt etter 66 dager g	1520	1270*	1470	1920	1970	1920
Gj.sn. daglig tilvekst g	13.6	13.5	12.9	14.4	15.1	14.4

\*) kun 52 dager.

Trods nr. 6 ikke har staatt hele tiden i forsøket, mener jeg det likevel er grunn til aa ta den med, baade fordi 52 dager er et temmelig langt tidsrum som vekstperiode for en kaninunge, og fordi den i denne tid fulgte de andre fullstendig parallelt. (Se vekstkurvene). Tar vi middeltallet for hver av disse tre kaniner, faar man at de første har vokset 13.3 g og de siste 14.6 g daglig. D-vitamintilskuddet har saaledes ikke gitt nogen øket appetit og vekst. Heller ikke røntgenbilledene viser nogen forskjell paa disse dyr. Herav kan man dog ikke slutte at rasjonen under alle forhold har nok D-vitaminer.

Naar ultranoltilskudd til denne rasjon ikke gav noget positivt utslag til fordel for tilskuddet, kunde det skyldes flere aarsaker. For det første kunde de roer og det høi dyrene fikk kanskje inneholde nok D til aa dekke dyrets behov. Det kunde ogsaa tenkes at mineralstoffene Ca og P var tilstede i saa optimale forhold, at D-behovet var redusert til et minimum. (75, 145, 146) eller ogsaa at behovet for D hos kaniner er ganske minimalt. *May Mellanby og Esther Margaret Killick's* forsøk (125) tyder imidlertid ikke paa at det siste er tilfelle.

### B. Rasjon III og IV.

I rasjon III tok jeg bort roene, og i rasjon IV høiet. Samtidig blev mineralstofftilskudet forandret slik at  $\frac{P_2O_5}{CaO}$  kvotienten som i rasjon II var 1.4, blev henholdsvis 1.0 og 0.75.

Som i forrige forsøk, blev ogsaa her satt inn 6 kaniner, delt i to grupper, paa hver rasjon. Saavel kaninene paa rasjon III, som paa rasjon IV, var søsken. De stod alle i samme stall som forrige forsøk, og fikk samme røkt og stell som disse. Høimengden til rasjon III var 8—10 g pr. dyr pr. dag. Kaninene paa rasjon IV fikk i gjennemsnitt ca. 4 g roetørstoff pr. dyr pr. dag. Alle dyr livlige og sunde ved forsøkets begynnelse.

#### *Forsøkets gang. Rasjon III.*

Forsøket begynte 15/5 og varte til 20/7 31.

Seks kaniner, nr. 13, 14, 15, 16, 17 og 18, blev satt inn her. De tre første fikk ultranol (injection), og i følgende daglige doser. Nr. 13 0.05 cm<sup>3</sup>, nr. 15 0.10 cm<sup>3</sup> og nr. 14 0.20 cm<sup>3</sup>. 10/6 blev disse doser øket med 50 % og fortsatte paa denne størrelse resten av forsøket.

- 4/6. Nr. 16 død. Seksjon: Sterk veskeansamling i bukhulen. Utstrykningspreparater fra tarmkanalen viste ingen coccidier. Blæren sterkt utspilt. Urinen kraftig Hellers reaksjon. Ingen glycosuri.
- 15/7. Appetitten har holdt sig ganske godt hele tiden. Ingen sykelige utslag aa se.
- 20/7. Kaninene drept. Seksjon: Nr. 13, 14 og 15 en smule febrinavleiring paa lever og omentet. Organene normale.
- Nr. 17 og 18 ingen febrinavleiring. Intet sykt eller unormalt aa merke.

#### *Rasjon IV.*

Forsøket begynte 15/5 og sluttet 20/7. Seks kaniner som i forrige forsøk. Nr. 20 fikk 0.05 cm<sup>3</sup>, nr. 19 0.10 cm<sup>3</sup> og nr. 21 0.20 cm<sup>3</sup> ultranol. Dosene øket som i forrige forsøk.

- 18/5. Nr. 19, 20 og 21 lett diarré.
- 20/5. Nr. 19 og 21 frisk igjen. 20 fremdeles syk. Ingen injec. idag. Faatt bare høi.
- 22/5. Nr. 20 frisk. Satt inn igjen i forsøket.
- 30/5. Appetitten har vært mindre god hos alle disse kaniner i det siste. Forøielsen har nu vært iorden, men dyrene er dorske. Leker sjelden.
- 15/6. Ru og pjusket i haarlaget. Ingen forskjjel paa „ultranoldyrene“ og de andre.

20/7. Ingen forandring i utseende og trivelighet fra 15/6. snarere verre. Drept idag. Seksjon: Samme billede som hos kaninene paa rasjon III.

*Resultat:* Vekt ved forsøkets begynnelse og slutt finnes i tab. 51.

Tab. 51. Vekst paa rasjon III og IV.

Kanin nr.	Dager ved forsøkets begynnelse	Vekt ved forsøkets begynnelse g	Vekt etter 66 dager g	Gjennomsnittlig daglig tilvekst g
13	43	600	1970	20.8 Ultranol
14	„	770	2220	22.0 —
15	„	720	1770	15.9 —
16	„	570	720	8.3*)
17	„	820	2220	21.2
18	„	670	2020	20.5
19	43	770	1820	15.9 Ultranol
20	„	570	1320	11.4 —
21	„	770	1570	12.1 —
22	„	770	1970	18.2
23	„	820	2070	19.0
24	„	620	1470	12.9

\*) Kun 18 dager.

De tre ultranolkaniner paa forsøk III veidde i gjennomsnitt 697 g ved forsøkets begynnelse, og hadde en tilvekst i de første 66 dager paa 19.4 g i middel. De to kaniner (nr. 17 og 18), som fikk ultranol, veidde i gjennomsnitt 745 g og hadde en tilvekst paa 20.8 g. Kanin nr. 16 var en „sinker“ „helt fra fødselen, og da den døde allerede 18 dager etter den var satt inn i forsøket, er den ikke tatt med i gjennomsnittsberegningene. Nr. 15 ligger ogsaa utenom de andre, men der foreligger ingen observasjoner som gir berettiget grunn til aa skyte den ut av beregningene.

De tilsvarende tall for de tilsvarende dyr paa rasjon IV blir 703 g—13.1 g og 737 g—16.7 g.

Av disse tall, og det som er sagt i journalnotatene, ser vi at rasjon III er avgjort overlegen i forhold til rasjon IV, og at begge to gir bedre vekst hos unge kaniner enn rasjon II. Appetitt og utseende var daarligst hos dyrene paa rasjon IV. Paa røntgenbilledene er det ingen annen forskjell enn den ulike benstørrelse som følge av større vekst. Nogen rachitiske forandringer kan ikke sees.

Grunnen til at rasjon III er bedre enn II, maa være den senkning av  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten som her er foretatt. At roene er tatt bort, skulde efter resultatet av rasjon IV kanskje ogsaa virke i posetiv retning. Nogen paatagelig D-deficit har heller ikke i disse forsøk kunnet paavises.

Hvad mineralstoffene angaar, saa er det aa tilføie, at  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten i godt høi (timotei-kløverblanding) ligger omkring 0.5, mens den i roer er ca. 1.3. Nu er kaniner av naturen innstillet paa aa ernære sig utelukkende med gressarter, blad og stilker. Rent deduktivt kunde man derfor slutte at et mineralstofforhold i foret som svarer til forholdet i godt høi, skulde virke heldig. Høitilskuddet til rasjon III, vil senke kvotienten en smule, mens roetilskuddet til rasjon IV vil heve denne — alt efter de relative mengder av disse stoffer dyrene fortærer. Kvotientene vil derfor nærme sig hinanden, og ligge etsteds mellem 0.8 og 0.9. Hvorfor ikke rasjon IV viste det samme gode resultat som rasjon III, er vanskelig aa finne en brukbar forklaring paa. Jeg har heller ikke senere utført noget forsøk som kan vise dette. Dyrematerialet skyldes det ikke. Kaninene 19—24 (søsken) har i de første 43 dager efter fødselen utviklet sig fullstendig normalt og vel saa godt som de paa rasjon III. Det maa være ting ved roene som gjør disse mindre skikket som tilskudd til en kraftforblanding enn godt høi. Antagelsen støttes av tidligere forsøk. (125).

### C. Rasjon I og V.

I disse to forsøk har jeg foruten mineralstoffer og D-vitaminer ogsaa tatt med lysets betydning. Resultatet av rasjon III gav jo grunn til aa anta at høi var serlig verdifullt til kaniner. Alle-rede fra først av hadde jeg planlagt et forsøk med bare grunnfor og høi og intet mineraltilskudd (rasjon I). Her vilde det derfor

være anledning til aa se om den gunstige virkning paa rasjon III skyldes høiet, eller den vesentlig skyldes mineralstofftilskuddet. Videre tok jeg en ny rasjon (V), ogsaa med høitilskudd, men uten roer, og hvor  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten blev senket til 0.73. Forat ikke ulik høimengde skulde spille nogen rolle, fikk alle dyr paa rasjon I og V avveidd 5 g tørt, smaahakket høi hver dag.

Opstillingen blev følgende:

#### *Rasjon I.*

Kanin nr. 8, 9 og 10 ultranol, injisert som tidligere, i doser i rekkefølge 0.40 cm<sup>3</sup>, 0.20 cm<sup>3</sup> og 0.10 cm<sup>3</sup>. Bur og stall som de forrige forsøk.

Kanin nr. 34, 35, 36 og 37 blev satt i den tidligere omtalte stall hvor alt direkte lys er stengt ute og med dobbelte vinduer overalt. Ultranoltilskudd til nr. 36 og 37, gitt per os, dryppet paa kraftforet for hver foring, dose: 0.10 cm<sup>3</sup>. Nr. 34 og 35 intet vitamintilskudd.

#### *Rasjon V.*

Kanin nr. 28, 29, 30, 31, 32 og 33 samme hus som nr. 34—37. Nr. 31, 32 og 33 ultranol paa samme maate og i samme doser som 36 og 37.

#### *Forsøkenes gang.*

##### *Rasjon I.*

Forsøket med kanin 8,9 og 10 utførtes samtidig med forsøkene med rasjon III og IV. Nr. 8 og 9 var søsken til nr. 5, 6 og 7, og nr. 10 søsken til kaninene paa rasjon III.

Forsøket begynte 11. april. Alle dyr livlige og sunne.

18/4. Nr. 8 slapp, og med liten appetitt.

20/4. Nr. 8 død. Seksjon: Sterk diarré og utbredt tarmkatarr.

15/5. Nr. 9 og 19 pjuškete i haarlaget. Appetitten bare saa passe. Eter høiet med en gang, men roter og graver i kraftforkoppen.

4/6. Nr. 9 død. Seksjon: Sterkt utbredt peritonitis. Endel organ. febrinavleiring paa organene i bukhulen. Urinen sterk proteinreaksjon (Heller). Ingen glycosuri. Tynn compacta i rørknoklene. Store marvhuler.

20/7 Ingen forandring med nr. 10 siden 15/5. Drept idag. Seksjon: Indre organer sunde. Tynn compacta i rørknoklene. Marvhulene store. Forsøket med kanin 34, 35, 36 og 37 begynte 16/9. Alle dyr livlige og sunde.

- 10/10. Slappe, sitter og kurer og er pjuskete i haarlaget.
- 16/10. Nr. 34 og 35 har av og til smaa rykninger i ekstremitetene. Nervøse og sky. Eter høiet med begjær, men har liten lyst paa kraftforet.
- 11/11. Leker aldri. Sitter sammentrykket i en kraa. Deres abnorme mineraltrang viser sig ved at de, serlig 34 og 35, snuser og roter i kraftforet, gnager paa leirskaalene hvori de fores, eter treull (der blev gitt treull som strø i dette forsøk og til kani-nene paa rasjon V. I de andre forsøk fikk dyrene intet strø), og eter sin egen fæces. Dette har jeg kun opdaget hos kani-nene paa rasjon I.
- 23/11. Nr. 35 kan ikke staa paa forbenene.
- 27/11. Nr. 35 drept. Seksjon: Blæren sterkt spilt. Urinen pH 4.8. Ingen albuminuri. Mager. Fractura i humerus' prox. epiphyse paa begge forben. Ved gjennemsagning fantes compacta papir-tynn, det spongiøse vev praktisk talt opspist saa marvhulen gikk helt inntil epiphysebrusken. Denne var jevn og uten nogen som helst opdrivning. Thymus uregelmessig, lysegraa og av en meget bløt, grøtaktig konsistens — ganske anderledes enn hos de andre kaniner i disse forsøk.
- Nr. 37 ogsaa drept i dag. Seksjon: Som for 35. pH i urinen 5.4.
- 24/11. Nr. 34 og 36 satt paa rasjon V. Ultranol og høi som før.
- 1/12. Appetitten paatagelig bedre for 34 og 36. De eter nu likesaa gjerne kraftforet som høiet.
- 5/12. Betydelig glattere og renere i haarlaget. Appetitten vokser stadig.
- 16/12. Nr. 34 og 36 drept idag. Seksjon: Indre organer sunde. Thymus liten, men av naturlig farve, mere bestemt form og fastere konsistens. Ved gjennemsagning av knoklene var compacta betydelig tykkere og fastere enn hos deres søsken og paralleller, 35 og 37, Spongiosa var selvsagt opspist for lenge siden ogsaa hos disse, men subepiphysært, parallelt epiphysebrusken, hadde der dannet sig et 2—3 mm tykt lag av tett og fint benvev. (Se røntgenbilledene). For en makroskopisk undersøkelse ser dette ut som nedenstaaende illustrasjon viser.



Kanin nr. 35 og 37.



Epiphysebrusk.  
Nydannet spongiøstvev.

Kanin nr. 34 og 36.

*Rasjon V.*

Forsøket begynte 16. sept. Alle dyr livlige og sunde.

16/10. Alle trivelige, livlige og med udmerket appetitt. Eter likesaa gjerne kraftforet som høiet. Har i denne periode fortært i gjennemsnitt 55 g kraftforblanding pr. dyr pr. dag. Spilt bare ubetydelig. Kaninene paa rasjon I har merkelig nok forbrukt den samme kraftformengde i dette tidsrum, men disse har rotet saa meget utover i bingen, at det er umulig aa si hver meget de har ett.

20/11. Alle fortsatt glatte, livlige og trivelige som før. Fra 16/10 har de fortært ca. 80 g kraftfor daglig pr. dyr.

27/11. Drept. Seksjon: Indre organer sunde og normale. Som ved alle tidligere seksjoner, kunde det ikke opdages nogen forskjell paa ultranoldyrene og de som ikke fikk noget D-tilskudd.

Knoklene var velutviklede, med tykk, fast compacta. Adskillig med spongiøst vev og dette var tett og regelmessig bygget. Dette sees ogsaa tydelig paa røntgenbilledene.

*Resultat.* Vekt ved forsøkets begyndelse og slutt finnes i nedenstaaende tab.

Tab. 52. Vekst paa rasjon I og V.

Kanin nr.	Rasjon	Dager ved forsøkets begynnelse	Vekt ved forsøkets begynnelse g	Vekt etter 66 dager g	Gj.snitlig daglig tilvekst g	Forsøkestid
8	I	41	670	570		(Kun 9 dager).
9	"	"	620	1220	12.0	(50 dager).
10	"	"	820	1970	17.4	(66 dager).
34	"	43	820	1170	5.3	—
35	"	"	870	1370	7.6	—
36	"	"	870	1620	11.3	—
37	"	"	820	1520	10.6	—
28	V	43	820	2420	24.2	—
29	"	"	720	2370	25.0	—
30	"	"	820	2670	28.0	—
31	"	"	820	2270	22.0	—
32	"	"	820	2670	28.0	—
33	"	"	870	2770	28.8	—

Om dette er saa si, at 8, 9 og 10 var meget ujevne. At den store ultranoldose (0.40 cm<sup>3</sup>) skulde være aarsaken til nr. 8's korte

livsløp, kan tenkes, men etter et forsøk her ved laboratoriet (ennu ikke offentliggjort) med aa prøve virkningen av store doser ultranol til kaniner, er det ikke sansynlig. Nr. 9 har taalt rasjonen adskillig bedre, og gitt en tilvekst som ligger paa linje med kaninene paa rasjon II. Størst interesse har det aa se at nr. 10, søsken til kaninene paa rasjon III, har greidd en tilvekst som ligger over gjennemsnittet for rasjon II og IV, men har ikke greidd aa prestere det samme som sine søsken paa rasjon III, trods den var en av de største og kraftigste i kullet ved forsøkets begynnelse. Tilskudd av 200 g  $\text{CaCO}_3$ +50 g  $\text{CaCl}_2$  til rasjon I har saaledes virket meget gunstig.

Dette var ved almindelig lystilgang. Settes forsøksdyrene paa rasjon I i saadanne rum at de undras lysets paavirkning — de ultraviolette straalene i hvert fall —, da blir resultatet et ganske annet. De fire søsken nr. 34—37 har i 66 dager vokset i middel 8.7 g daglig, trods de startet med den høie begynnelsesvekt paa 845 g 43 dager gamle. Inntill denne tid har de altsaa vist en like-saa rask utvikling som nogen av de andre kaniner. Ser man paa vekstkurven, vil man se at i de første 14 dager av forsøket har de fortsatt aa vokse i omtrent samme tempo som før, men saa slakker de av og staar lenge omtrent stille. Dette er særlig fremtrædende for de to dyr som ikke fikk ultranol (34 og 35). Seksjonen paa disse dyr viste at der hadde foregaatt en opspising baade av det spongiøse vev og en stor del av compacta. Rasjonen har under disse forhold vært saa mangelfull, at dyret for aa holde konsentrasjonen og den aktuelle reaksjon vedlike i sine vevsvesker, maatte trekke mineralstoffer fra skelettet og inn i stoffskiftet. Da denne rasjon har fosforsyreoverskud,  $\text{P}_2\text{O}_5$  :  $\text{CaO}$  kvotient = 5.5, og overskudd av sure valenser (2, 75, 100), er det baser, og spesielt Ca som mangler. (Jfr. utslaget av mineralstofftilskuddet i rasjon III). Men dette fører igjen til en generell demineralisering av skelettet. Der er dog en merkbar forskjell paa de to kaniner som har faatt ultranol (36 og 37) og de som ingenting har faatt. D-tilskuddet har hjulpet de første til en tilvekst paa 11 g, mens de siste kun har prestert 6.5 g daglig. *Under saa ugunstige mineralstoff- og lysforhold har et D-tilskudd hatt en meget gunstig innflydelse, men hjelpe dyret helt over manglene ved rasjonen, har det ikke kunnet.*

*Rasjon V.*

Fra en begynnelses-vekt paa 811 g i gjennemsnitt, vokste disse 6 kaniner 26 g daglig i de første 66 dager, og med meget liten forskjell paa de enkelte dyr. Resultatet er bemerkelsesverdige. Det er særlig to ting vi skal feste oss ved. Det ene er at *utestengning av de ultraviolette straalene ikke har hatt nogen betydning for vekst, sundhet og skelettdannelse paa denne rasjon.* Forrige forsøk viste at med en  $P_2O_5 : CaO$  kvotient paa 5.5 spiller lysets innflydelse en meget stor rolle. Bringes denne kvotient ved et tilskudd av calciumkarbonat ned til 0.73, trives, vokser og utvikler dyret sig fullstendig normalt selv om alt direkte lys og ultraviolette straalene stenges ute. Det er all grunn til aa anta at mineralstoff-innholdet og forholdet mellem de enkelte mineralstoffer i rasjon V nærmer sig temmelig sterkt det optimale. Et ytterligere bevis paa dette gir det neste vi skulde feste oss ved, nemlig:

*D-vitamintilskudd til denne rasjon har ingen innflydelse.* Tidligere forsøk (pkt. 4, Kap. II, 1ste Hovedavsn.) hvor bl. a. *Mc Collum (75)* sier at sollyset setter dyret i stand til aa greie sig med meget smaa vitaminmengder (D) selv ved et ugunstig mineralstoff-forhold. Dette er bekreftet ved forsøkene med rasjon II, III, IV og ved kanin 9 og 10 paa rasjon I, likedan som det motsatte er vist ved kanin nr. 34—37 paa rasjon I: D-vitamin-behovet ved manglende lys-tilgang. Man kunde derfor ha ventet at ogsaa paa denne rasjon vilde D-tilskudd ha gitt positivt utslag. Dette er imidlertid ikke tilfelle. Tilveksten hos de tre kaniner (28, 29, 30) var 25.7 g, og for de tre som fikk ultranol 26.3 g pr. dag. Altsaa ingen forskjell. Heller ikke kunde der opdages nogen forskjell paa dyrenes utseende, trivsel eller forbenning av skelettet. De hadde alle kraftige ben med velutviklet *compacta* og en god del spongiøst benvev. Knoklene gav i det hele tat et diametralt motsatt billede av knoklene til nr. 35 og 37 med sin papirtynne *compacta* og sin nesten fullstendige mangel paa spongiøst vev. Hos dyrene paa rasjon V maatte der derfor ha vært betingelser tilstede baade for et normalt stoffskifte, vekst og ossificasjon, og disse betingelser maatte tilfredsstilles av rasjonen i sig selv — uten tilskudd av D-vitaminer og uten direkte lystilgang eller ultraviolet bestraaling.

For aa prøve om dette resultat mere skyltes individene enn rasjonen, lot jeg, da det første forsøk paa 66 dager var ferdig, *kanin nr. 34 og 36 settes over paa rasjon V, men dyrene blev forøvrig holdt under de samme forhold som før.* Resultatet var forbløffende. Allerede efter faa dager kunde man merke en tydelig forskjell saavel paa de to dyrs appetitt, utseende som vekst. De aat sitt kraftfor likesaa godt som høiet, fikk et glattere haarlag, og begynte aa vokse godt. 24. nov. blev de satt paa den nye rasjon, og stod paa denne til 16. dec. Den 24 nov. veidde de nr. 34 — 1220 og nr. 36 1670 g. 15. dec. var de vokset til henholdsvis 1770 og 2220 g. Det gir en *daglig tilvekst i disse 21 dager av 26.2 g for begge to.* Ikke mindre forbløifende var virkningen paa skelettet. (Se seksjonsbeskrivelse 16. desbr.). Gaar man ut fra, hvilket man maa ha rett til, at disse to dyr saa likedan ut som 35 og 37 den 24. nov. (Se seksjonsbesk. denne datum), *maa rasjon V ha gitt betingelser for denne ganske betydelige sekundære og enchondrale benapposisjon.* Og her er ingen forskjell enten dyret faar D-vitamintilskudd eller ikke. Resultatet stemmer saaledes nøiaktig med de andre kaniner paa rasjon V. Virkningen kan derfor ikke være av individuell art, naar rasjon V kan sette *disse* dyr istand til aa prestere et slikt resultat paa 21 dager.

#### *D. Skelettmaaling hos kaniner.*

De maal som her skal gjengis, er lengde- og diametermaal av tibia og for nogen dyrs vedkommende ogsaa av femur. Maalene er tatt og gjengis paa samme maate som tidligere nevnt under skelettmaalingen hos svin.

Disse maal gir oss ytterligere opplysninger om rasjonens skikkethet.

For det første viser de oss at lengdeveksten ikke varierer saa meget som den sekundære tykkelsesvekst. Det er diametermaalene som ligger saa langt tilbake hos nr. 35 og 37 i forhold til kani- nene paa rasjon V. Det er ogsaa disse maal som først og fremst øker hos nr. 34 og 36 naar de kommer over paa den nye rasjon den 24. nov. Dette er i god overensstemmelse med den beskrivelse av skelettet som tidligere er foretatt, og skelettmaalingene bekrefter de dratte slutninger.

Jeg synes ogsaa det er grunn til aa peke paa den *ensartethet* der er mellem dyrene paa rasjon V, hvilket ogsaa maa kunne støtte antagelsen av at denne rasjon nærmer sig sterkt det optimale m. h. t. forholdet mellem mineralstoffene.

Tab. 53. Maal av tibia og femur hos kaniner.

Kanin nr.	Rasjon	femur		tibia		Alder i dager
		Lengde mm	Diameter mm	Lengde mm	Diameter mm	
5	II			97	4.8—6.0	141
7	„			102	4.8—6.8	141
9	I			101	4.8—6.5	95
10	„			100	4.7—6.0	109
34	„	91	5.0—6.5	100	4.0—6.2	133
35	„	85	4.3—5.8	97	3.5—5.4	115
36	„	95	5.0—6.8	105	4.3—7.0	133
37	„	90	4.4—6.0	102	4.0—6.0	115
13	III			98	4.5—6.0	109
14	„			100	5.0—6.5	109
15	„			97	4.3—5.8	109
17	„			104	5.0—7.0	111
18	„			103	5.0—6.8	111
19	IV			98	4.9—6.5	109
20	„			94	4.0—5.8	109
21	„			98	4.9—6.8	109
22	„			106	5.5—7.5	109
23	„			106	5.0—7.0	109
24	„			98	4.5—6.5	109
28	V	96	7.0—7.3	103	5.8—8.1	115
29	„	95	7.1—7.3	101	6.0—7.9	115
31	„	96	6.8—7.1	103	6.2—8.0	115
33	„	99	7.3—7.7	108	6.1—8.0	115

Endelig finner jeg grunn til aa sammenligne disse resultater med resultatene av de tidligere gjennomgaatte forsøk med svin. Vi vil da se at resultatet av rasjon V i kaninforsøkene og rasjon VIII i svineforsøkene passer fullstendig sammen. Det samme kan

til en viss grad ogsaa sies om rasjon IV i kaninforsøkene og rasjon VI i svineforsøkene. Hos de siste var det en meget ujevn vekst, forskyvning i blodbilledet, skelettforstyrrelser — spesielt hos „0“-grisen, og tilslutt tetani. D-tilskudd hadde en avgjort gunstig innflydelse, men „lys“-grisen greidde sig like godt som nogen av de andre selv uten noget vitamintilskudd. I begge rasjoner var  $P_2O_5 : CaO$  kvotienten høi. Avgjort størst interesse har det dog at en rasjon som bestod af en blanding av like deler bygg, mais og søyaskraa plus 60 g NaCl og hvorav dyret fikk forsyne sig ad lib. og hertil fikk de 5 g tørt, godt høi pr. dyr pr. dag, at denne rasjon under vanlige lysforhold gav nogenlunde brukbar tilvekst og trivsel, men ved utestengning av alt direkte lys, viste sig helt umulig. Dyrene stanset snart i vekst, vegret sig sterkt ved aa ete, fikk en kraftig demineralisering av skelettet med tilslutt papirtynne, helt gjennemsiktige rørknokler. D-vitamintilskudd forbedret tilstanden endel, men kunde paa langt nær ikke borteliminere den skadelige virkning av det skjeve mineralstoffforhold. Uten nogen annen forandring enn aa tilsette  $CaCO_3$  til denne rasjon, gav den en aldeles udmerket vekst, sundhet og trivsel saavel hos de samme dyr som hos andre dyr i et nytt forsøk. Bedre overensstemmelse med svineforsøkets rasjon VIII kan man ikke forlange, og det viser tydelig denne kvotients overordentlig store betydning for en normal utvikling hos unge, voksende dyr.

---

Tilslutt vil jeg faa nevne etpar ting ved selve forsøksmetodikken som gjør at jeg tillater mig aa tillegge disse forsøk ikke saa liten verdi, trods de er utført med relativt faa dyr.

En undersøkelse som denne, over faktorer som har innflydelse paa vekst og skelettdannelse, maa foretas i den periode av et dyrs liv da det utvikler sitt skelett, og ikke etter at dette er ferdigdannet. Aa vurdere mineralstoffenes betydning og opgave i organismen efter et tilskudd til 80 a 100 kg svin f. eks. har meget liten fysiologisk verdi.

Disse forsøk er alle utført med *unge dyr*, ca. 7 uker gamle griser og 43 dager gamle kaniner. Videre har forsøkene vært *langvarige*, og dyrene har hele tiden staatt paa *den samme foring*. Jeg har tidligere flere ganger vært inne paa dette, og vil atter

pointere det her, at skal man opnaa nogen sikre resultater ved slike forsøk maa man følge dyrene gjennom en lengere tid. Her, som hos *R. E. Evans* bl. a. (55, 117), har de tildels store og alvorlige forstyrrelser i dyrenes sundhet og almentilstand kommet som resultat av en „kamp“ mellem dyret og paavirkningene, og hvor dyret ved aa sette alle krefter og reserver inn har holdt stillingen en tid, men saa en vakker dag makter det ikke lenger og virkningen gir sig tydelig tilkjenne ved store utslag. Denne „kamptid“ har vært noget forskjellig, men som regel tatt en til etpar maaneder.

### *E. Resumé av kaninforsøkene.*

1. Der er utført en rekke forsøk med kaniner, dels med, dels uten tilgang paa ultraviolette straalene. Rasjonen har hos alle bestaaet av det samme grunnfor (5 kg bygg-grøp + 5 kg mais-grøp + 5 kg søyaskraa + 60 g NaCl). Dertil er der gitt et tilskudd av mineralstoffer — vesentlig  $\text{CaCO}_3$  og  $\text{CaCl}_2$ . Der ved er saavel den absolutte mengde Ca som kvotienten mellem  $\text{P}_2\text{O}_5$  og CaO i foret forandret. Til enkelte rasjoner er der dessuten gitt et lite, men bestemt tilskudd av enten tørt, smaahakket høi, eller roer. Der er ogsaa gitt D-vitamintilskudd, enten som intraperitoneal injeksjon, eller pr. os blandet til kraftforet.

Utslagene er iaktatt ved daglig tilsyn med dyrene, daglig veining til bestemt klokkeslet, makroskopisk undersøkelse av dyrene post mortem, og skelettmaalinger og røntgenfotografering.

Disse forsøk har vist, at:

2. D-vitamintilskudd til en blandet kornrasjon + litt høi eller roer har ingen eller meget liten innflytelse paa dyrenes trivsel, vekst og skelettdannelse naar dyrene staar under almindelig gode lysforhold. (Direkte sollys eller lyse rum med enkle vinduer). Det har heller ingen innvirkning paa de nevnte faktorer selvom lyset stenges ute, naar rasjonen har et passende mineralstoffinnhold. (Ca. 0.96 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  og 1.0 % CaO).

Ved samtidig utestengning av lyset og et ugunstig mineralstoff-forhold ( $\text{P}_2\text{O}_5$  : CaO kvotient ca. 5.5), har D-tilskudd

- en betydelig og gunstig innflydelse paa de nevnte faktorer, men gjør ikke en ellers allsidig rasjon fullverdig.
3. Har rasjonen et gunstig mineralstoff-forhold — rasjon V — vil dyret, trods utestengning av alt lys, vokse og utvikle sig fullstendig normalt. Den samme rasjon uten mineralstofftilskudd, men under de samme lysforhold, gir dyr med elendig appetitt og vekst, skelettet demineraliseres og der kommer lett store fracturaer (kanin nr. 35).
  4. En senkning av  $P_2O_5$  : CaO kvotienten saa denne nærmer sig høiets (fra 5.5 til ca. 0.7), har en avgjort gunstig virkning under alle lysforhold.
  5. Til en blandet kornrasjon ser det ut til at  $CaCO_3$  er bedre skikket som Ca-tilskudd enn  $CaCl_2$ . Virkningen maa tilskrives karbonatets basevirkning til den sure kornrasjon.
  6. Under ugunstige ernærings- og lysforhold er det først og fremst den sekundære benapposisjon som svikter ved rørknoklenes utvikling. Lengdeveksten er det mindre forskjell paa.
  7. Rachitiske symptomer, store mengder uforkalket osteoid vev, opdrivning av epiphysebrusken og formdeformerte ben, har ikke forekommet i disse forsøk.

#### F. Sluttbemerkning.

Efter aa ha gjennomlest dette, vil kanskje mange spørre: Hvad er saa det *praktiske* resultat av disse undersøkelser? Jeg innrømmer fullt ut det berettigede i et saadant spørsmaal. Det er til syvende og sist grunnlaget for alle undersøkelser. Men veien frem til de ofte enkle og klare praktiske slutninger og resultater er lang. Tidt gaar den ogsaa over mange sideveier.

Disse forsøk har helt fra sin planleggelse ikke i første rekke tatt sikte paa aa skaffe det praktiske svinehold resepter paa foring og stell. Opgaven var i første instans aa søke aa klarlegge nogen av de *faktorer som har innflydelse paa omsetningen av P og Ca i den dyriske organisme.*

Opgaven er ikke lett. Vi savner midler til aa kunne følge mineralstoffene paa deres vandring gjennom stoffskiftet. Det er kun enkelte større stasjoner eller trinn i denne reaksjonskjede

vi kan observere og i enkelte tilfeller maale. Hvad som ligger imellem disse trin eller foregaar der, maa vi mer eller mindre spekulativt slutte oss til f. eks. hvordan resorbsjon og ekskresjon foregaar i mave-tarm kanalen, hvordan avleiringen av mineralstoffene foregaar i skelettet, o. s. v. Kvantitativt kan vi nok maale hvor meget der i minimum kommer over i de sirkulerende vevsvesker, og hvor meget der avleires i organismen i et visst tidsrum. Dette er ogsaa verdifulle observasjoner, og koblet sammen med en rekke andre iakttagelser, slik som i foreliggende arbeide, vil de skaffe oss et materiale som gir grunnlag for endel slutninger.

Endel slike resultater er skaffet tilveie ved disse forsøk. De viser oss for det første at mineralstoffspørsmålet er meget viktig naar det gjelder unge, voksende dyr. De har ogsaa vist oss at det er Ca som er mangelfaktoren i de fleste tilfeller ved foring med en blandet korn-rasjon, og at enten Ca-rike forslag eller tilskudd av uorganiske Ca-salter forbedrer en saadan rasjon, og at kvotienten  $P_2O_5 : CaO$  er avgjørende for tilskuddets størrelse og virkningen av dette. Men vi har ogsaa set at tilskudd av vitaminer (D og A + D) har i visse tilfeller virket gunstig. Derimot har ikke vitamintilskudd vist saa store utslag i vaare forsøk som hos mange andre i tidligere utførte forsøk. Til gjengjeld har disse forsøk vist hvilken overordentlig stor betydning det har at alle unge, voksende dyr faar *rikelig tilgang paa lys*. Dette er heller ikke noget nytt. Det er gammel erfaring hos alle svineopdrettere, og det er omtalt i Beretningene fra Forsøgslaboratoriet i København som en antagelse, distriktsdyrlæge *Hjelde* skriver om det som sikre iakttagelser fra sin praksis (152), og endelig nevnes det som en meget vesentlig faktor av *Sheehy* og *Senior* (150). I nærværende undersøkelser er lysets virkning mere detaljert undersøkt.

Endelig maa det minnes om at der baade ved svine- og ved kaninforsøkene er skaffet bevis for at det gaar an aa forbedre en m. h. t. mineralstoffene mangelfull rasjon meget bare ved tilskudd av en blanding av uorganiske salter, selvom baade alt lys stenges ute og der ikke gis noget vitamintilskudd.

Dette maa sies aa være de praktiske resultater av forsøkene.

Men som jeg flere ganger tidligere har nevnt, maa forsøkene oppfattes som det de er: *En begynnende undersøkelse av disse spørsmåal*. For aa kunne dra helt sikre slutninger, trenges der flere og fortsatte forsøk. Jeg skal nevne nogen av de spørsmåal jeg anser som mest nødvendige aa faa besvart:

1. En systematisk undersøkelse av blodplasmaets innhold av P og Ca hos „normalforede“ svin.

Jeg har til bedømmelsen av fundne resultater ikke hatt nogen saadanne aa sammenligne med.

2. En systematisk undersøkelse av bevegelsens innflydelse paa vekst og sundhet samt deponering av mineralstoffer i skellet.

Dyrene i disse forsøk har, som bekjent, staatt i trange forsøksbur hele tiden, med undtagelse av C 10 og C 14.

3. En systematisk undersøkelse over syre-base-virkningen paa resorbsjonen og deponeringen av P og Ca i organismen. Alkalosevirkningens betydning for fremkomsten av rachitis er flere ganger omtalt.
  4. Gjentaelse av forsøkene med de „gunstigste“ rasjoner og kvotienter med *mange* dyr. I disse orienterende forsøk er jo bare brukt ganske faa dyr paa hver rasjon.
-

### G. Orientering til vektkurvene og røntgenfotografiene.

*Vektkurvene.* Disse kurver er tegnet op paa grunnlag av regelmessige veininger to ganger i uken gjennom hele forsøks-tiden. Som før meddelt, er disse veininger alltid foretatt kl. 8 og før morgenforing. De fundne vekter er avsatt direkte uten nogen slags korreksjon. En saadan korreksjon av de observerede vekt-tall i tilfelle disse faar et uregelmessig forløp, er foreslaatt og anvendt av enkelte (150), men jeg finner ikke riktigheten av denne fremgangsmaate tilstrekkelig bevist, hvorfor jeg heller ikke har anvendt den. Er forsøket forøvrig korrekt utført, og forsøksmetodikken i orden, skal alle tilfældigheter, der jo regnes som aarsaken til de uregelmessige vektobservasjoner, og gir berettigelsen til aa foreta den ovenfor omtalte korreksjon, disse tilfældigheter skal være bortelimineret ved selve forsøksmetodikken, saaledes at utslagene er utelukkende forsøksutslag. Jeg innrømmer at det sjelden lykkes helt aa tilfredsstille disse fordringer. Men man er inne paa et farlig skraaplan dersom man gir sig til aa parallellforskyve en vekstkurve som faller utenfor gruppen. I de vekstkurver som her skal fremlegges, vil man se at temmelig mange har et forløp som minner om en vannstraale som kastes paa skraa ut i rummet. Den stiger et stykke fremover, slapper saa av for tilslutt aa vende rett nedover. Dette er ogsaa forløpet for flere av de svin som har staatt i disse forsøk. Ikke alle har naatt like langt før vendepunktet har kommet, og ikke alle har kjørt frem i like rett linje — selv paa samme rasjon og forhold forøvrig. Hadde man avsluttet forsøkene efter f. eks. 8 à 10 uker, da allerede nogen begynner aa falle av, men de fleste holder retningen m. h. t. vekstkurven saa nogenlunde, vilde man ha kommet til et ganske annet resultat, — og saavidt jeg kan skjønne, et forkjørt resultat.

M. h. t. kurvene for blodplasmaets innhold av P og Ca, saa er disse avsatt efter de tall som er opnaadd ved de respektive analyser, og gjengitt i foranstaaende tabeller.

Forøvrig henvises til det som tidligere er sagt om disse ting.

*Røntgenfotografiene.* De fleste av disse fotografier har jeg tatt paa skelettdelene efter at dyret var død. Likedan som de fleste knokler av svin blev kløvet med sag for aa faa dem inn i apparatet. Dette var nemlig beregnet paa rotter og den slags smaa dyr. Røntgenbilledene av kaniner er tatt in vivo paa nogen faa undtagelser nær.

Eksponeringen har vært forskjellig efter preparatet, og har variert fra 1.5 til 3.5 sekunder.

Det man særlig vil feste sig ved ved disse billeder er den tynne compacta som der er hos de fleste, den porøse struktur saavel i spongiosa som compacta, hos enkelte innvandring av vaskulært vev i spongiosa og periost, mørke, blodfylde dannelser i epiphysebrusk, og hos etpar sløret, takket epiphysebrusk.

Forøvrig henvises til det som er sagt foran.

---

## SUMMARY.

The present work is an attempt to clear up a few points re-some of the factors which have influence on the metabolism of Ca and P in the organism of young growing animals. The work is divided into 3 main sections:

1st main section gives a summary of what we to-day know about the metabolism of mineral stuffs in animals,

2nd main section gives an account of some of the previous mineral-stuff experiments made with pigs and rabbits, and

3rd main section concerns personal researches with experimental methods and examination of results. Finally there is a literary summary.

The experiments commenced when the animals were quite young (abt. 50 days) and lasted from  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$  months — provided they did not die before this time.

The rations consisted of a three-sided mixture of corn and oil-cakes with an addition of separated milk or dried whole milk + a varied quantity of inorganic salts. During this regulation of rations great weight was attached to : proportion between acid and basic equivalents, quotient  $P_2O_5 : CaO$ , and quotient  $Na_2O : K_2O$ . All animals received the same quantity of digestible protein in their fodder.

During the entire experiments each animal was fed individually with exactly the same ration.

Those animals who received a contribution of D-vitamin got this in the shape of "Ultranol", either as subcutan injection or given per os. A + D-vitamin addition was entirely given per os.

In order to adjust the uneven quantity of fat in the fodder hardened peanut oil was given.

With the exception of a couple, the animals stood in badly lighted rooms furnished with double windows by which all ultra-violet rays were shut out. Two pigs went about in a well-lit room with single windows. This was done in order to investigate what influence the light has on the metabolism of P & Ca in the organism.

The record of difference is observed in different ways, both by regular weighing, daily observance of the appearance and health of the animals, regular blood tests for determination of P and Ca contents in plasma, investigation of the skeleton post mortem, by X-ray and by chemical analysis of the femur.

11 pigs were subjected to 4—6 balance tests of 72 hours distributed over the time of experiment for determination of the P and Ca balance in these animals. Finally some haemoglobin determinations and measurements of the skeleton have been performed.

The result of these investigations may be shortly summed up as follows:

1. If an animal is put in a badly lit room where the ultra-violet rays are shut out, a deficit of mineral stuff in the fodder will soon become very noticeable. The animal begins to lose appetite, becomes listless, and often gets sore and stiff legs, and has difficulty in getting up. In certain cases cramp arises, and the animal dies. Misshaped legs have occurred but this is not usual.

By X-rays and examination of the skeleton post mortem it may be seen that according to circumstances, two quite different symptoms of illness develop:

- a) *An ostitis fibrosa* with a strong osteoporose simultaneously. The disease in such cases is characterised by inflammatory processes in the region under the Epiphyses and vascular tissue developing in spongiosa and periost. By intersecting the blood oozes out, and the bone is soft and can easily be cut with a knife. Compacta is thin and porous. The secondary apposition strongly repressed or stopped. Tetanic seizures often occur.

The condition develops by high  $P_2O_5 : CaO$  quotients (2.5 or thereabove). An important characteristic of the condition is further a powerful hypocalcæmi. This develops by an even and quick decrease after the animal has been put on the ration in question, and afterwards keeps the low values constant. P in plasma varies somewhat and tends towards hyper values.

This displacement always *comes before any other signs of anomaly.*

- b) *An osteoporose — probably with slight rickets.* The symptoms are porous bones, somewhat more osteoid tissue than is normal, irregular and dentated ephiphyse gristle, a delayed development of the marrow hollow but no dislodgments. Several cases of “Rosenkranz” and distorted ribs have occurred. The skin is chalk white with a very strong peeling of epidermis. The hairs are stiff. As the appetite also fails the animal gets the appearance of a wild animal. I have not noticed that these animals have any difficulty in getting up and standing on their feet.

The condition develops with low  $P_2O_5 : CaO$  quotient (abt 0.4). At the same time this is followed by a powerful *hypofosfatæmi* and a hypercalcæmi.

2. The quotient  $P_2O_5 : CaO$  has played the greatest part in preserving the health of the animals or appearances of conditions of bad-health. By quotients of abt. 2.5 or thereabove the symptoms described under 1 a develop, and by quotients of abt. 0.4 those under 1 b mentioned conditions of ill-health develop. (These quotients are here calculated as the proportion between gram equivalents of the material in question and phosphoric acid reckoned divalent.)
3. The tetanic seizures seem to be entirely dependent on the concentration of Ca in the circulating liquid. They have never appeared unless there has been a powerful hypocalcæmi previously or simultaneously. It seems as if the threshold value for the tetanic outbreak in manifest form in young pigs lies about 5—6 mg % Ca in plasma. P has either had normal or hyper values.

4. The absolute quantities P and Ca in the fodder have in these experiments played a somewhat minor part. B-experiment however proved that such small quantities as 0.2 % CaO of dry matter in the fodder could not give a satisfactory growth and maintain the concentration of these stuffs in liquids.
5. A deposit of abt 0.8 % CaO and about 1.3 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of the growth must according to these experiments be said to be normal for young growing pigs. If the growth is 500 grs. daily, and one has as in these experiments about 60 % utilization of CaO and about 50 % utilization of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the fodder, one should need about 7 grs. CaO and 13 grs. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per animal per day for the growth alone. In addition to this the animal must have a little for the maintenance of metabolism.
6. The deposit of P and Ca in the skeleton always takes place under certain conditions and with the quotient 0.62.

*Big* displacements in the proportion of the minerals of the fodder *can* disturb this quotient, but only insignificantly.

7. The kidneys are the most important secretion apparatus both for surplus of basic and of acid valences.
8. The proportion between the P and Ca which issues from the feces primarily changes in the same direction as the quotient between the same stuffs in the consumed fodder. It seems as if it cannot be reduced further to the quotient abt. 0.7 (corresponding to tertiary calcium phosphate) in spite of the fact that the fodder has had a quotient of 0.4.

Addition of D or A + D-vitamin has in all cases led to a better "digestion" of Ca, as the quotient between these stuffs in the feces has increased. This has acted satisfactorily on all rations which previously had too high a quotient, but acted contrarily with regard to the condition of the others.

9. Addition of inorganic salts to a mixed corn and separated-milk ration, so that P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : CaO quotient became about 1.6 and where the CaO quantity became about 0.5 % of the dry matter has proved very satisfactory. Even without any addition of vitamins and by shutting out all ultra-violet rays,

such a ration produced healthy animals with regular good deposit of P and Ca, quite a good ossification of the skeleton and complete preservation of the normal values of P and Ca in plasma through the entire experiment.

Such a ration must after this be considered quite efficient for young quickly growing pigs.

10. Addition of D-vitamin to a mixed corn and separated-milk ration has in some cases (by high  $P_2O_5 : CaO$  quotients) given positive records. This has given the animals a better appetite and growth, and bones containing more ash, but has had little influence on the concentration of minerals in blood plasma. By contribution of D-vitamin the animal seems to thrive better with unsatisfactory mineral proportions than otherwise, but it has not been possible for D-vitamin to eliminate their unfortunate influence.

For rations with low quotient (about 0.4) the addition of D-vitamin has had a detrimental effect. It seems as if D-vitamin specially encourages Ca assimilation and that this is the reason for this difference in the effect of the D-vitamin on the various rations.

A further contribution of A-vitamin to these rations has not given any positive result.

11. If the animal is exposed to direct sunlight or it may go about freely in a light room with ordinary windows, it eats, grows thrives and develops its skeleton far better than if the light is shut out and quite as well by a contribution of D-vitamin to the same ration. The light cannot either completely eliminate the effects of a mistaken mineral proportion. The blood values become deslocated.
12. By corn feeding at the piggery it is chiefly Ca which becomes the minimum factor. This becomes still more marked by frequent use of the industrial oil cake and by maize, as these are very poor in Ca but rich in P.

A regulation of the rations so that  $P_2O_5 : CaO$  quotient becomes about 1.6 and by letting the animals have plenty sun and light, will certainly protect us against a great deal of discomfort and illness — perhaps even deadliness — at the piggeries.

13. Calcium can be given as carbonate, chloride or phosphate. In these experiments with the rations which have been used, it has not been necessary or advisable to give a contribution of phosphoric acid. It can thus just be a question of carbonate or chloride. The chloride however gives a somewhat sharp taste to the fodder so that it partly lessens the animals' desire for eating and the carbonate alone probably gives a large alkalose effect when it concerns larger quantities. One must therefore preferably give a contribution of Ca in a mixture of these two salts.
-

## LITTERATUR.

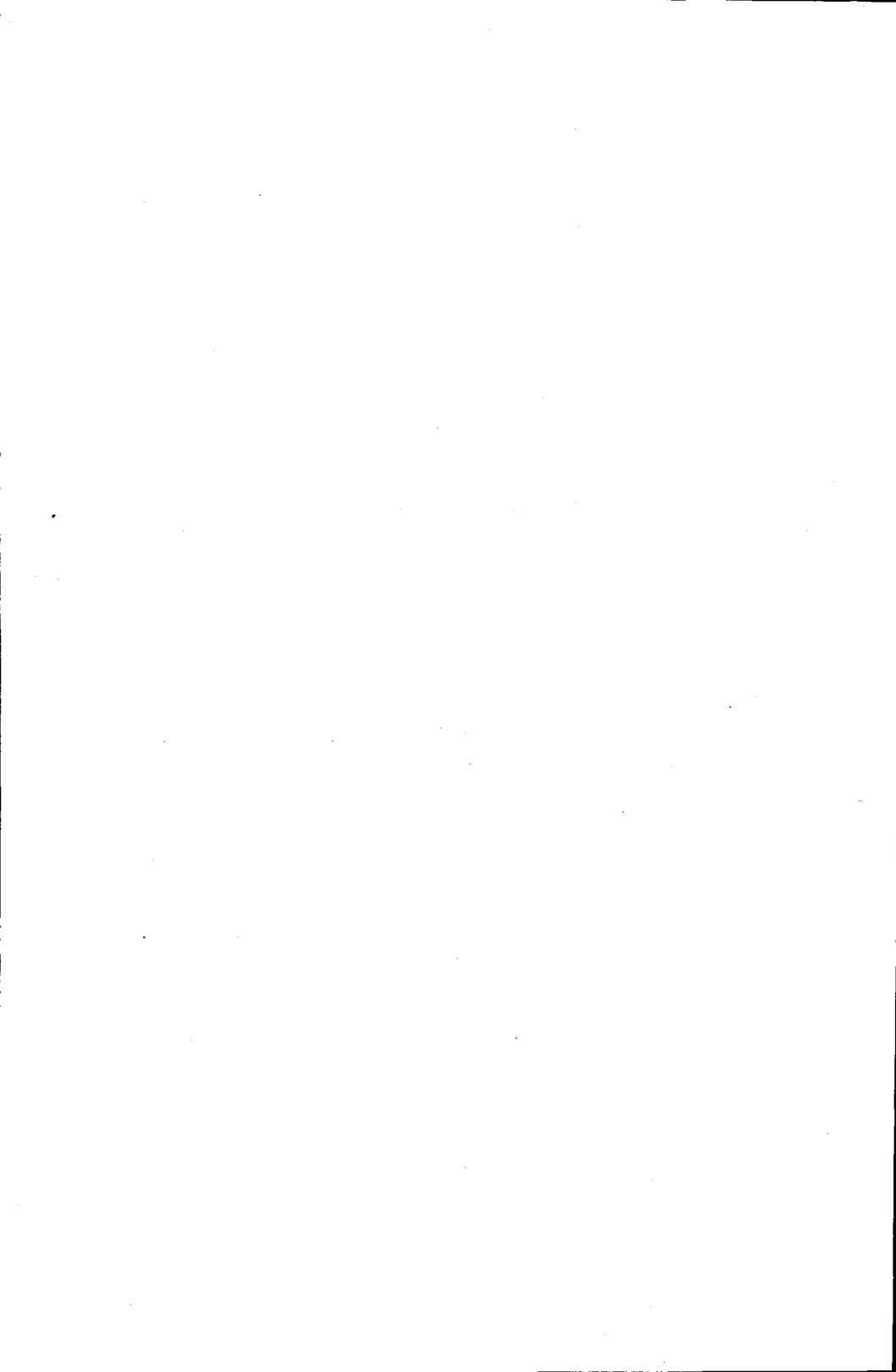
1. Nils Hansson: Handbok i Utfodringslära. Stockholm 1929.
2. Holger Møllgaard: Husdyrenes Ernæringsfysiologi. Udgv. 1929.
3. W. Heubner: Handbuch d. normal. u. pathlog. physiologie. XVI/2 s. 1450. 1931.
4. Aron: Handb. d. Biochemie.
5. Charles Michel: Sur la Composition chimique de l'embryon et du foetus human aux différentes periodes de la grossesse. Referert i 6.
6. Forbes: Phosphorus compounds in animal metabolism.
7. F. S. Hammelt: J. of biol. Chem. 64 — 409 — 1925.
8. Sherman a. Macleod: J. of biol. Chem. 64 — 429 — — 1925.
9. Wild: Landw. Versuchst. 15 — 404 — 1872.
10. Weiske: „ „ 36 — 81 — 1889.
11. „ „ 46 — 233 —
12. Schrodtt: „ „ 19 — 349 — 1876.
13. Morgulis: J. of biol. Chem. Sci. Proc. 50 — 51 — 1922.
14. Hoppe Seylor: Physiolog. Chem. Berlin 1881.
15. Gassmann: Z. physiol. Chem. 70 — 83 — 1908.
16. W. Lintzel: Mangolds Handb. d. Ernährung u. des Stoffwechsels d. Landwirtschaftlichen Nütztiere. 3. B. s. 302, 1931.
17. Kramer: J. of biol. Chem. 83 — 697 — 1929
18. Hart, Mc. Collum a. Füller: Wisconsin Agric. exp. Stat. Ris. Bull. 1 — 1 — 1908.
19. Aron og Freese: Bioch. Z. 9 — 185 — 1908.
20. Steenbock, Hart, Sell a. Jones: J. of biol. Chem. 56 — 375 — 1923.
21. Zuckmeyer: Pflügers Arch. 148 — 225 — 1912.
22. v. Wendt: Skand. Arch. Physiol. 17 — 250 — 1905.
23. Klincke: Erg. Physiol. 26 — 235 — 1928.
24. Gross: Amer. J. Physiol. 80 — 661 — 1927.
25. Inouge: „ „ „ 70 — 524 — 1924.
26. Magee og Harveys: Bioch. Journ.. 20 — 4 — 1926.
27. Mc. Collum og Parson: J. of biol Chem. 44 — 603 — 1920. Referert: R. Berg: Die Vitamine.
28. E. Wildt: Chem. Zentralblatt. 6 — 1875.

29. Förster: Arch. f. Hygiene. 2 — 1884. Referert Handb. d. norm. u. pathol. phys. s. 1570.
30. Aristowsky: Biol. Z. 166 — 55 — 1925.
31. Fingerling: Bioch. Z. 38 — 448 — 1912.
32. Osborne og Mendel: Hoppe Seylers Z. 80 — 307 — 1912.
33. Grosser og Hülster: Bioch. Z. 39 — 1912.
34. Bokay: Z. physiol. Chem. 1 — 157 — 1877.
35. Stassano og Biller: C. r. Soc. Biol. 55 — 482 og 924 — 1903. Ref. efter W. Lintzel, se nr. 16.
36. Slowtsoff: Hoffm. Beitr. 7 — 508 — 1905.
37. Fingerling: Landw Versuchst. 79/80 — 847 — 1913.
38. Bartels: Wissch. Arch. f. Landw. B. 3. Heft 2. 1930.
39. Tigerstedt: Skand. Arch. Physiol. Berlin u. Leipzig. 16 — 1904.
40. Renvall: Skand. Arch. Physiol. Berlin u. Leipzig. 16 — 1904.
41. Lehmann og Müller m. fl.: Virchows Arch. 131 — 168 — 1893.
42. J. E. Aub, Bauer a. F. Albright: J. clin. Invest. 7 — 75 — 1925.
43. Oeri: Z. clin. Med. 67 — 1909.
44. Rüdell: Arch. f. exper. Pathl. 33 — 79 — 1893.
45. Grosser: Z. Kinderheilk. 31 — 141 — 1920.
46. Taylor: J. of biol. Chem. 9 — 21 — 1911.
47. Hoffström: Skand. Arch. Physiol. Berlin u. Leipzig. 23 — 326 — 1910.
48. Hamilton: Acta paediat. Stockholm. 2 — 1 — 1922.
49. Aron: Oppenheimer Handb. d. Biochemie. 2. Aufl. s. 7 — 152 ff. 1924.
50. Friedleben: Jb. Kinderheilk. 3 — 61 — 1860.
51. Weiser og Zaitscheck: Fortschr. Landw. sch. 3 — 451 — 1928.
52. Kellner: Die Ernährung d. landwirtschaftlichen Nütztiere. 4. Aufl.
53. Hart, Mc. Collum a. Füller: Amer. Journ. Physiol. 23 — 246 — 277.
54. Weiser: Bioch. Z. 44 — 279 — 289 — 1912.
55. R. E. Evans: The J. Agric. Sci. vol 20 — 117 — 1930.
56. Howland: J. biol. Chem. 68 — 721 — 1926.
57. Tereg og Arnold: Pflügers Arch. 32 — 122 — 1883.
58. Gregersen: Hoppe Seylor Z. 71 — 49 — 1911.
59. Holst: Skand. Arch. Physiol. Berlin u. Leipzig. 23 — 143 — 1910.
60. Underhill a. Bogert: J. of biol. Chem. 27 — 161 — 1917.
61. Steward a. J. B. S. Haldane: Bioch. Journ. 78 — 855 — 1924.
62. Gerhard og Schleisinger: Arch. f. exp. Pathl. 42 — 83 — 1899.
63. Katahasa: Beitr. pathl. Anat. 57 — 516 — 1913.
64. Telfer: Quart. J. Med. 16 — 45 — 63 — 1922, 17 — 245 — 1924, 20 — 1 — 7 — 1927. Ref. av Heubner, Se 3.
65. Jones: J. Amer. med. Assosi. 82 — 439 — 1924.

66. Jonas: Amer. Journ. Physiol. 79 — 694 — 1927.
67. Stehle: J. of biol. Chem. 31 — 461 — 1917.
68. Stephan Weiser: Bioch. Z. 66 — 95 — 1914.
69. Scheunert, Scattke og Martha Weise: Bioch. Z. 139 — 1 — 10 — 1923.
70. Hess a. Unger: Journ. of Amer. med. Associ. 1921 IX, vii 39.
71. Palm: The Practitioner 1890 xlv 270 — 320.
72. Raczynski: Ref. efter Mc. Collum: The newer knowledge of Nutrition sec. ed. s. 324.
73. Park, Powers, Shipley, Simmonds a. Mc. Collum: Journ. of biol. Chem. xlvii — 507 — 1921.
74. Park, Powers, Shipley, Simmonds a. Mc. Collum: Journ. Amer. med. Associ. lxxviii — 159 — 1922.
75. Mc. Collum: The newer knowledge of Nutrition, sec. ed. s. 326.
76. A. F. Hess: Ref. efter W. Stepp. Die Vitamine-Handb. d. n. u. pathl. physiol. V—1188.
77. Huldshinski: Deutsch. med. Wischf. 45 — 712 — 1919.
78. „ Z. Kinderheilk. 26 — 207 — 1920.
79. Shipley: Proc. Soc. exp. Biol. a. Med. 19 — 43 — 1921.
80. Shipley, Hess og Weinstock: Journ. Amer. med. Associ. 80 — 687 — 1923.
81. Steenbock, Black, Hess og Weinstock: Journ. of biol. Chem. 61 405 — 1924 og 63 — 305 — 1925.
82. Weinstock og Hess: Nachr. Ges. Wisschft. Göttingen 1927.
83. Windaus og Hess: Chemiker Ztg. 51 — 113 — 1927.
84. Pohl: Klin. Wiss.chft. 6 — 635 — 1927.
85. Mc. Collum og medarb.: Journ. of biol. Chem. 53 — 293 — 1922.
86. W. Stepp og P. György: Avitaminosen und verwandte Krankheitszustände. Berlin 1927.
87. Orr og medarb.: Bioch. J. 19 — 1925.
88. Findlay: Brit. med. J. 2 — 13 — 1908. Ref. efter Mc. Collum, se 75
89. Goldblatt og Soames: Biol. J. 17 — 294 — 622 — 1923.
90. Aub, Bauer, Heath og Ropes: Journ. clin. Invest. 7 — 97 — 1929.
91. Forbes: Ohio exper. Stat. Bull. 295 — 1916 og 308 — 1917.
92. Rominger og Meyer: Arch. Kinderheilk. 80 — 195 — 1922
93. Voorhoeve: Deutsch. arch. clin. Med. 110 — 461 — 1913.
94. Heubner og Rona: Bioch. Z. 135 — 248 — 1923.
95. H. Meyer: Disputats. Kiel 1929. Ref. efter György: Umsatz der Erdalkalien und Phosphats. Handb. d. n. u. path. physiol. s. 1555
96. W. Lintzel: Der Mineralstoffwechsel i Mangolds Handb. B. 3 s. 216.
97. E. Joest: Handbuch d. speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. B. 5 s. 760 og 789 — 815.
98. Gammeltoft og Hasselbalch: Bioch. Z. 68 — 206 — 1915, og 78 — 112 — 1916.

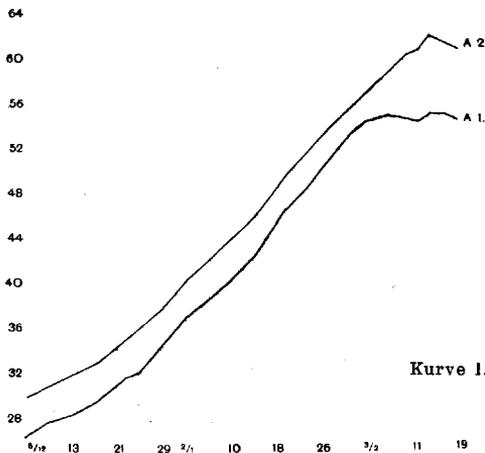
99. Einar Jarløv: Disputas København 1919.
100. R. Berg: Die Vitamine.
101. Heubner: Handb. der Balneologi Bd. II. 1922.
102. Abderhalden: Hoppe Zeylers Z. f. physiol. Chem. 25 — 65 — 1898.
103. G. A. Harrison: Chemical methods in clinical medicine. London 1930.
104. Shipley, Kramer og Howland: Bioch. Journ. 20 — 379 — 1926.
105. Howland og Kramer: Amer. J. Dis. Childr. 22 — 105 — 1921.
106. Hess og Lundhagen: Proc. Soc. f. exp. biol. a. Med. Bd. 19 — 8 — 1922. Ref. efter Eric Adler: i Handb. d. n. u. path. physiol. VI/I — 235 — 1928.
107. Eric Adler: i Handb. d. n. u. path. physiol. VI/I — 235 — 1928.
108. Drucker: Act. Paed. Skand. vol VI suppl. Stockholm 1927. Disputas.
109. György: i Handb. d. n. u. path. physiol. s. 1555.
110. Freudenberg og György: Jb. Kinderheilk. 96 — 5 — 1921.
111. H. Brubackers: Z. f. Biol. 27 — 517 — 549.
112. Aron og Sebauer: Bioch. Z. VIII — 1 — 1908.
113. Hart og Mc. Collum: Journ. of biol. Chem. 19 — 373 — 1914.
114. Hart, Dr. Miller og Mc. Collum: Journ. of biol. Chem. 25 — 239 — 1916.
115. Hart, Mc. Collum og Fuller: The Amer. J. of Physiol. 23 — 246 — 1908—09.
116. H. R. Davidson: The J. of Agric. Sci. vol. 20 — 233 — 1930.
117. R. E. Evans: The J. of Agric. Sci. vol. 19 — 752 — 1929.
118. Richards, Goddens og Husband: Bioch. J. 21 — 971 — 1927 og 18 — 651 — 1924.
119. Seemann: Virchows Arch. 77 — 299 — 1879.
120. Aron: Pflügers Arch. 106 — 91 — 1905.
121. Carl Petersen: Wiss.chft. Arch. f. Landwch. Tierernährung u. Tierschucht. Bd. 3. Heft 2. s. 279 — 1930.
122. 132. Beretning fra Forsøgslaboratoriet, København.
123. 141. " " " " " "
124. 141. " " " " " s. 225.
125. May Mellanby og Esther Margaret Killick: Bioch. J. 20 — 902 — 1926.
126. Zuntz: Jahrb. Deutsch. Ges. 577 — 1912.
127. Mc. Collum og medarb.: Johns Hopkins Hosp. Bull. 33 — 378 — 1925.
128. Zucker, Johnsen og Barnett: Proc. Soc. exp. Biol. a. Med. 29 — 20 — 1923.
129. E. Mellanby: Med. Res. Council, Spec. Rep. series no. 93 — 1925.
130. Katharine Majorie Soames: Bioch. J. 18 — 1349 — 1924.
131. Rona og Takahashi: Bioch. Z. 49 — 370 — 1913.

132. Greenwald: J. of biol. Chem. 14 — 369 — 1913.
  133. Ric. Ege: Lærebog i Biokemi. København. 2. udg. 1931.
  134. John Boyd Orr: Nutrition Abstracts & review vol. 1 Nos. 1 og 2 s. 13 — 1931.
  135. v. Wendt: Vitaminer. Stockholm. 1926.
  136. H. Isaachsen: Vitaminer — serlig med henblik paa husdyrenes behov. Oslo. 1928.
  137. Rona og Takahashi: Bioch. Z. 31 — 336 — 1911 og 149 — 393 — 1924.
  138. A. Gloy: Wiss.chft. Arch. f. Landw.chft. Bd. 3. Heft 1. s. 139 — 1930.
  139. Orr: Trans. of the Highland and Agric. Soc. of Scotland. 35 — 1923.
  140. Henry: Amer. exp. Stat. Ref. efter Hart, Dr. Miller og Mc. Colum, se 114.
  141. Waddel, Steenbock, Hart, Elvehjelm: J. of biol. Chem. 83 — 251 — 1929.
  142. Bunge: Z. Biol. 9 — 104 — 1873.
  143. Starling: Principles of human physiology. London 1926.
  144. Park: The etiology of rickets. Physiol. reviews vol. 3 106 — 1923.
  145. J. A. Chrichton: The mineral requirements of Dairy Cattle. J. of Dairy Research vol. II No. 1 — 1930.
  146. Westerlund: Gräset. — Det besta kreatursfoder. Svenska Lantbruksveckans Handlingar 1923.
  147. Westerlund: Mineralämnenas betydelse i husdjursnäringen. Svenska Lantbruksveckans Handlingar No. 2 — 1924.
  148. Howland og Kramer: Proc. Biol. Chem. 50 — xxi — 1922.
  149. Malam, Green og Du Toit: J. Agric. Sci. 18 — 384 — 1928.
  150. Sheehy og Senior: J. Dep. of Agric. Dublin. vol. XXX No. 1 — 1931.
  151. Georg Meyer zu Härke: Verkalkungsversuche in Vitro. Jahrb. f. Kinderheilk. 131 — 203 — 1931.
  152. B. A. Hjelde: Rachitis hos svin. Særtrykk av Norsk Veterinærtidsskrift. Kristiania 1915.
  153. Abegg: Handb. der anorg. Chemie II/2 s. 152.
-



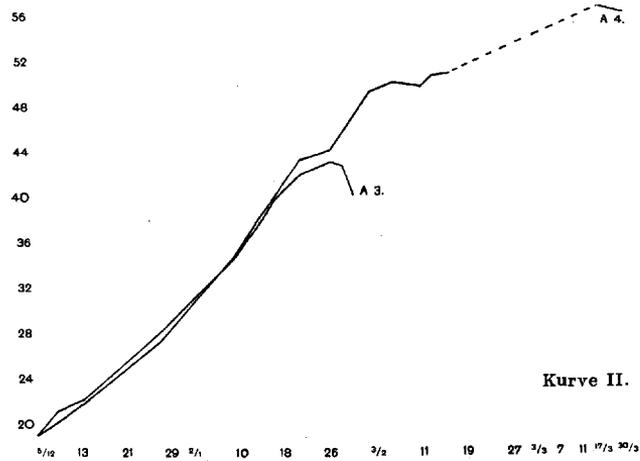
kg. lev. vekt.

Svin A 1 og 2.



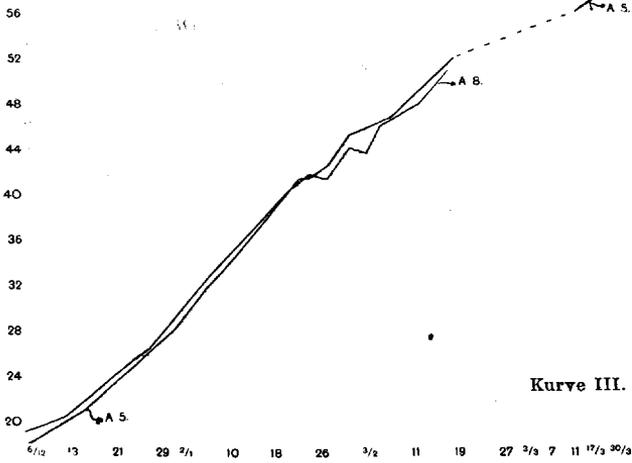
kg. lev. vekt.

Svin A 3 og 4.



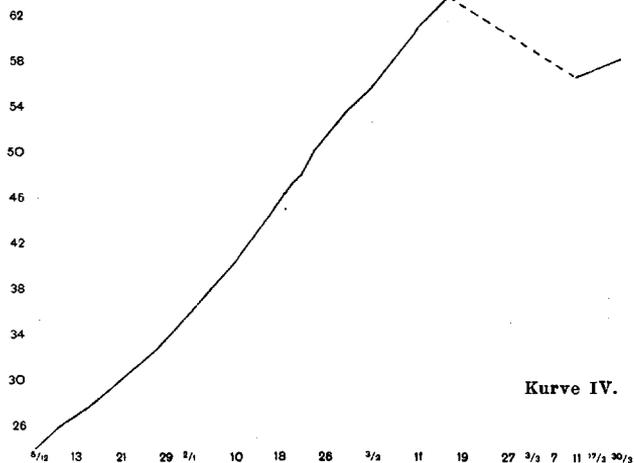
kg. lev. vekt.

Svin A 5 og 8.



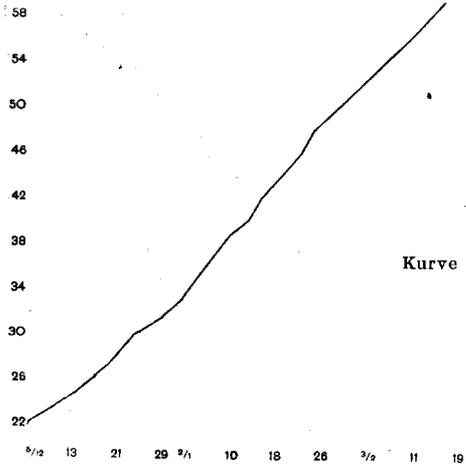
kg. lev. vekt.

Svin A 6.



kg. lev. vekt.

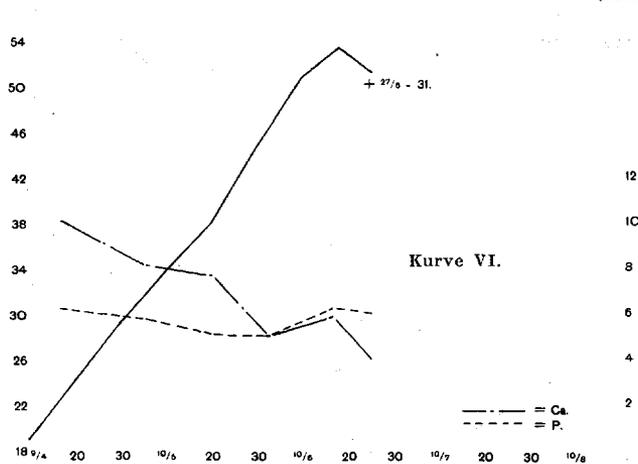
Svin A 7.



kg. lev. vekt.

Svin B 1.

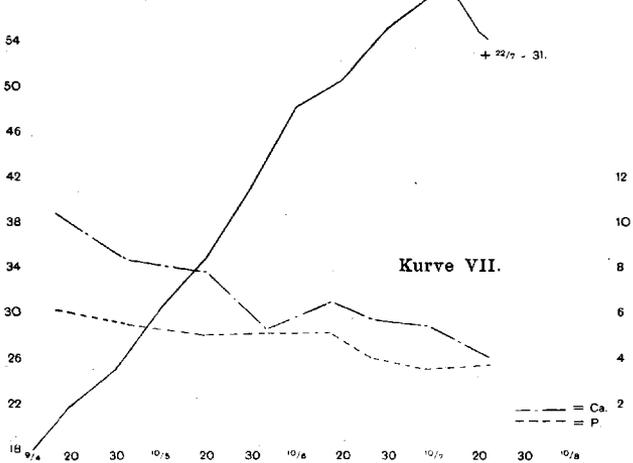
mgr. % Ca og P i plasma.



kg. lev. vekt.

Svin B 2.

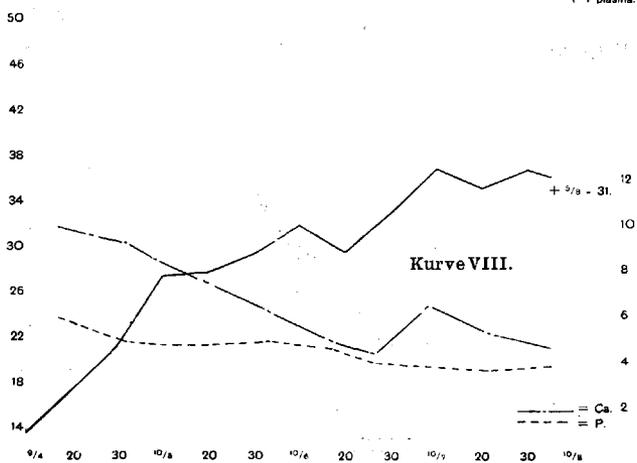
mgr. % Ca og P i plasma.



kg. lev. vekt.

Svin B 3.

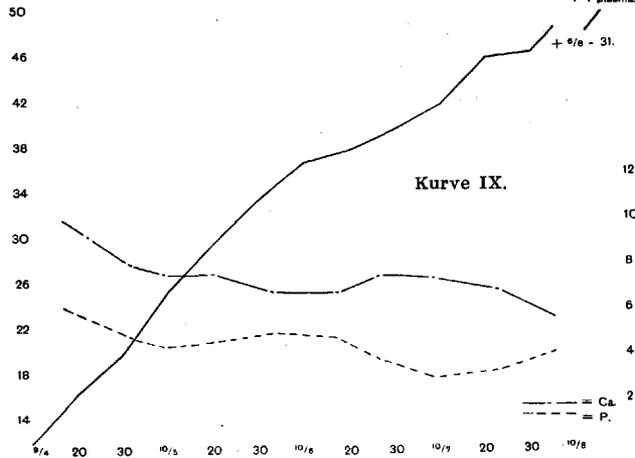
mgr. % Ca og P i plasma.



kg. lev. vekt.

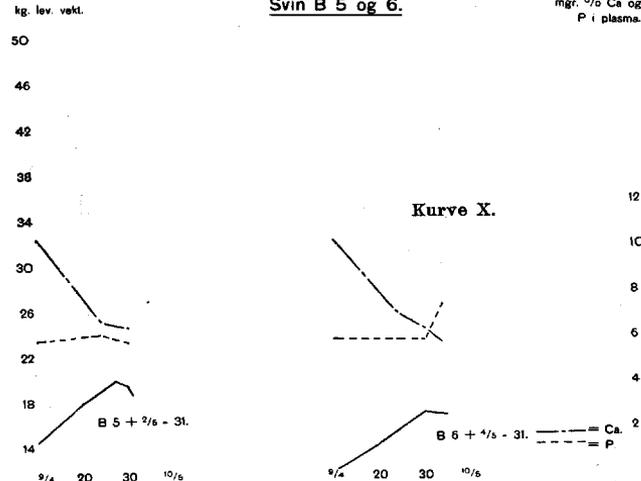
Svin B 4.

mgr.  $\frac{0}{100}$  Ca og  
P i plasma.



Svin B 5 og 6.

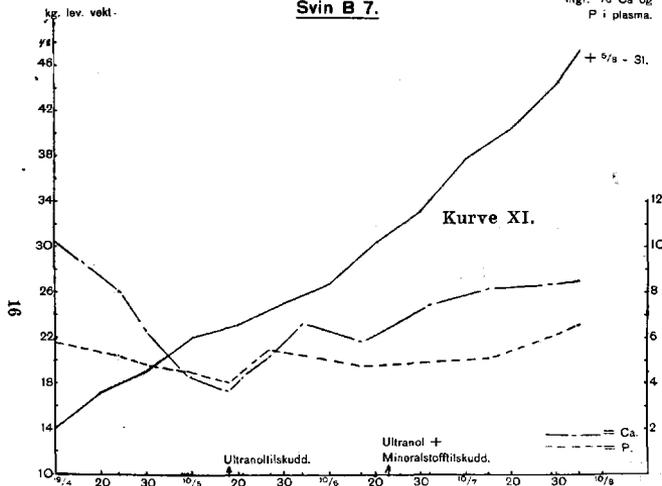
mgr.  $\frac{0}{100}$  Ca og  
P i plasma.



kg. lev. vekt.

Svin B 7.

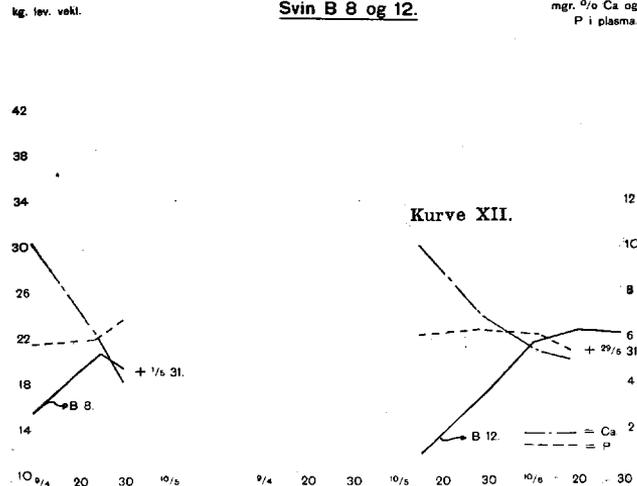
mgr.  $\frac{0}{100}$  Ca og  
P i plasma.



kg. lev. vekt.

Svin B 8 og 12.

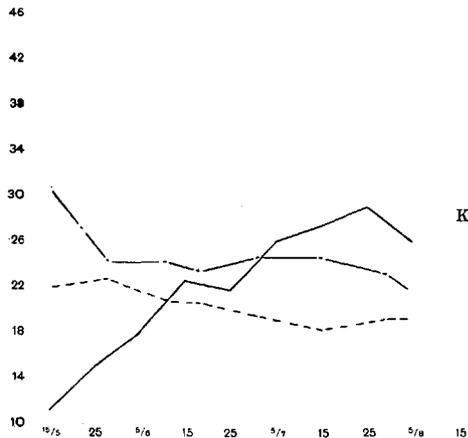
mgr.  $\frac{0}{100}$  Ca og  
P i plasma.



kg. lev. vekt.

Svin B 9.

mgr. % Ca og P i plasma.

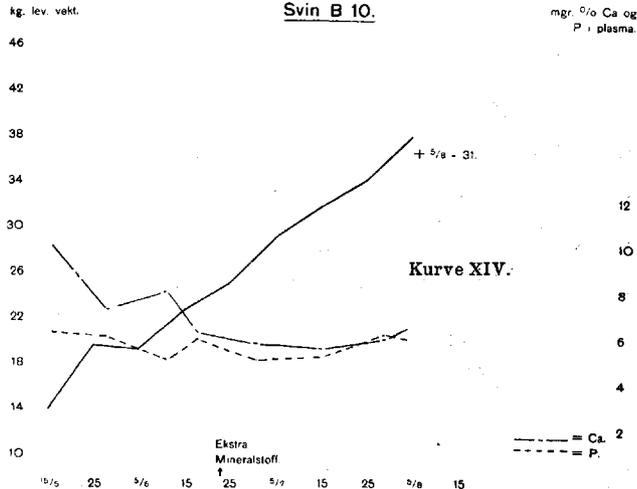


Kurve XIII.

— = Ca. 2  
- - - = P

Svin B 10.

mgr. % Ca og P i plasma.



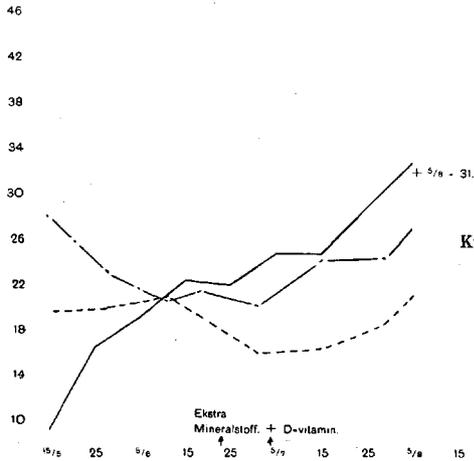
Kurve XIV.

— = Ca. 2  
- - - = P

kg lev. vekt.

Svin B 11.

mgr. % Ca og P i plasma.



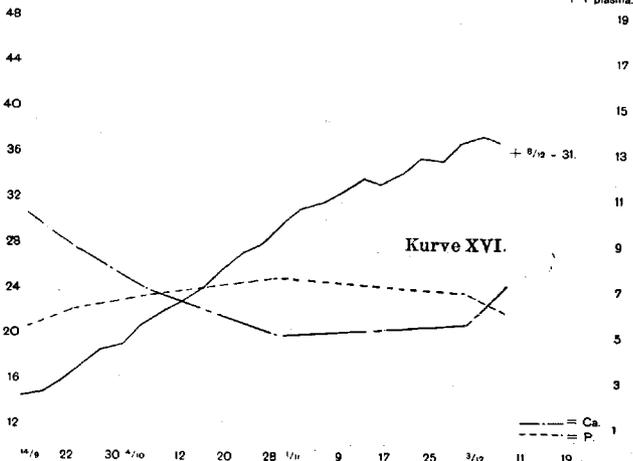
Kurve XV.

— = Ca. 2  
- - - = P

kg. lev. vekt.

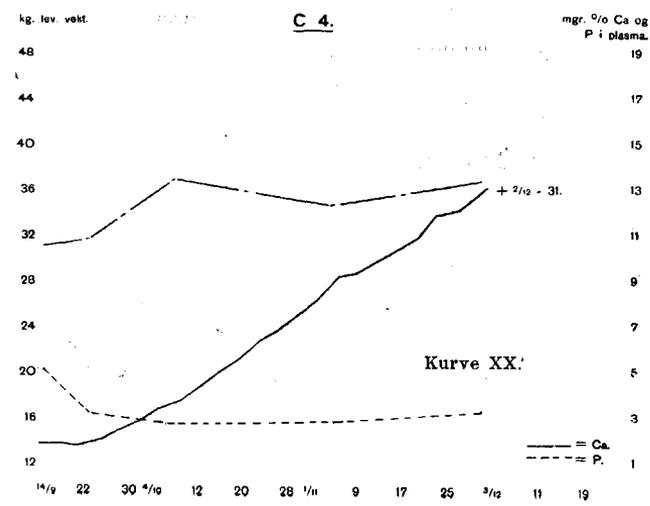
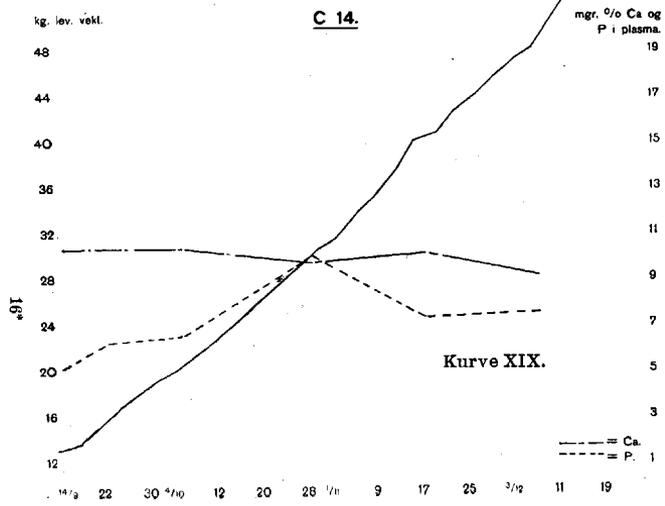
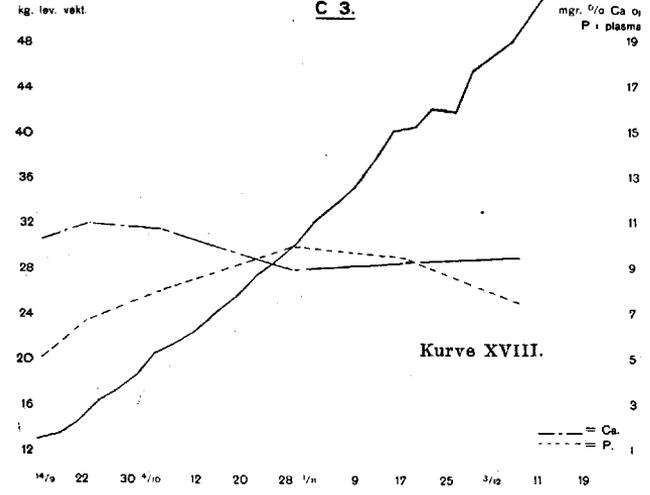
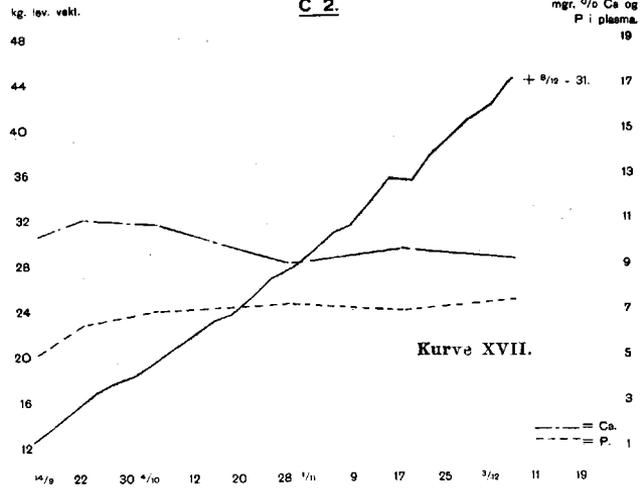
C 1.

mgr. % Ca og P i plasma.



Kurve XVI.

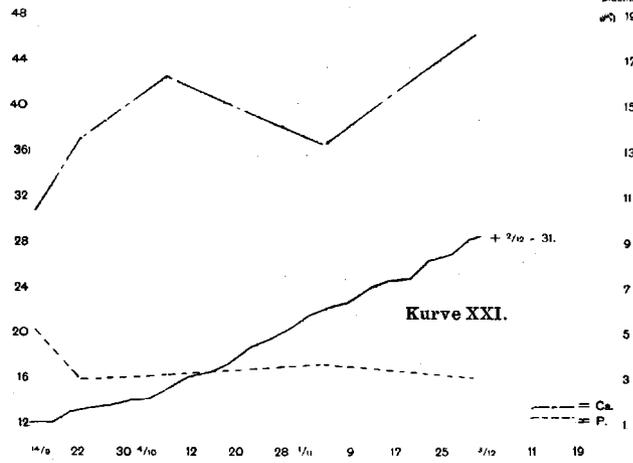
— = Ca. 1  
- - - = P



kg lev. vekt.

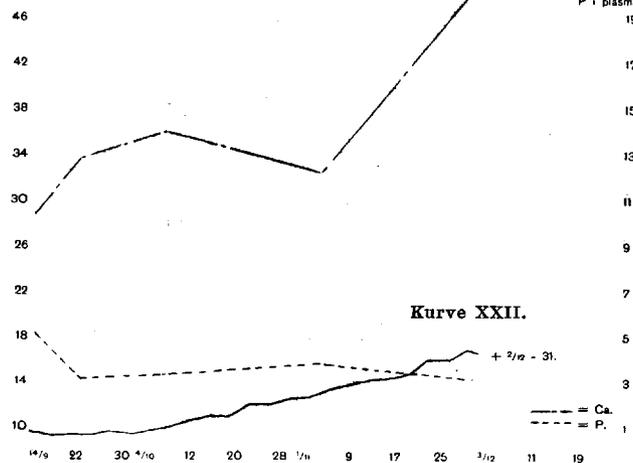
C 5.

mgr. %/o Ca og  
P i plasma.  
19



C 6.

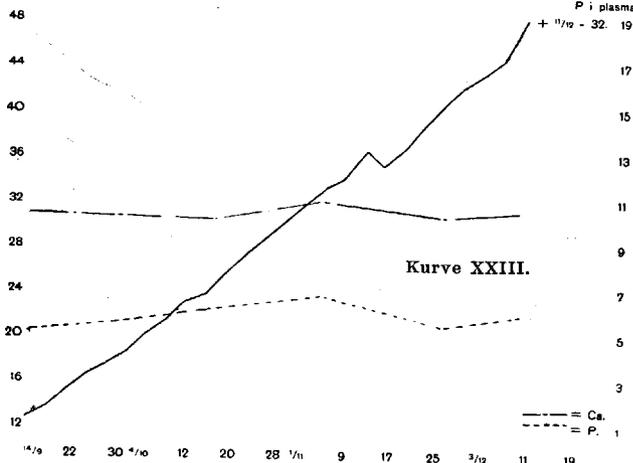
mgr. %/o Ca og  
P i plasma.  
19



kg lev. vekt.

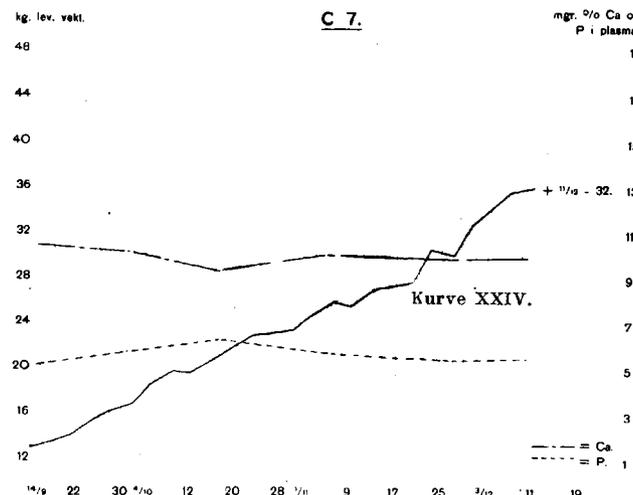
C 8.

mgr. %/o Ca og  
P i plasma.  
19



C 7.

mgr. %/o Ca og  
P i plasma.  
19



kg. lev. vekt.

C 9.

mgr. % Ca og  
P i plasma.

48  
44  
40  
36  
32  
28  
24  
20  
16  
12

18  
16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2

14/9 22 30 4/10 12 20 28 1/11 9 17 25 3/12 11 19

Kurve XXV

— = Ca.  
- - - = P.

kg. lev. vekt.

C 10.

mgr. % Ca og  
P i plasma.

46  
42  
38  
34  
30  
26  
22  
18  
14  
10

18  
16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2

14/9 22 30 4/10 12 20 28 1/11 9 17 25 3/12 11 19

Kurve XXVI.

— = Ca.  
- - - = P.

kg. lev. vekt.

C 11.

mgr. % Ca og  
P i plasma.

46  
42  
38  
34  
30  
26  
22  
18  
14

18  
16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2

13/9 21 29 3/12 11 19 27 4/1 12 20 28

Kurve XXVII.

— = Ca.  
- - - = P.

kg. lev. vekt.

C 12.

mgr. % Ca og  
P i plasma.

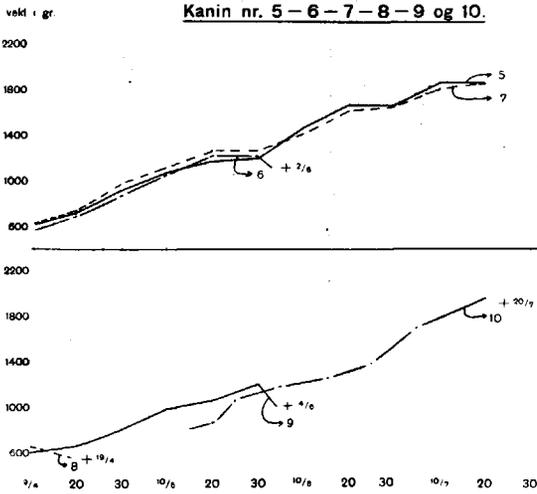
46  
42  
38  
34  
30  
26  
22  
18  
14  
10

18  
16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2

10 13/9 21 29 3/12 11 19 27 4/1 12 20 28 5/2 13 21

Kurve XXVIII.

535



Kurve XXIX.

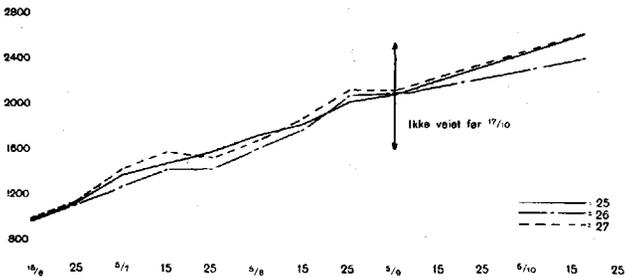
Alle Ultranol (D.vit.) intraperit.

Dose: nr. 6 0,05 cc til 15/5, siden 0,10 cc. Rasjon II.

5	0,10	''	''	''	0,20	''	''	''
7	0,20	''	''	''	0,40	''	''	''
9	0,20	''	''	''	0,40	''	''	I.
8	0,40	''	''	''	''	''	''	''
10	0,10	''	''	''	0,15	''	''	''

Vanlige lysforhold.

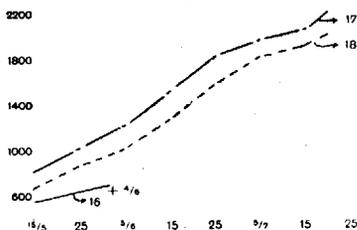
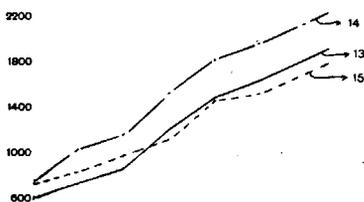
vekt i gr. **Kanin nr. 25 - 26 og 27.**



Kurve XXX.

Alle paa rasjon II. Intet vitamintilskudd. Vanlige lysforhold.

vekt i gr. Kanin nr. 13, 14 og 15 - 16, 17 og 18.



Kurve XXXI.

Alle paa rasjon III. Ultranol intraperit.

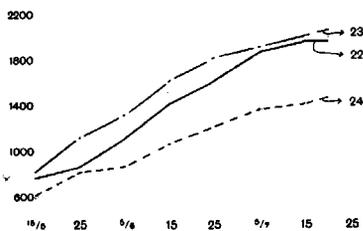
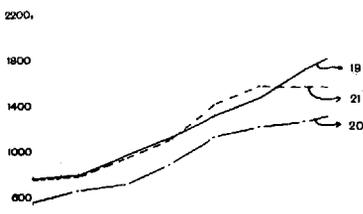
Dose: nr. 13 0,05 cc til 15/5, siden 0,075 cc.

„ 15 0,10 „ „ „ „ „ 0,15 „

„ 14 0,20 „ „ „ „ „ 0,30 „

De øvrige intet vitamintilskudd. Vanlige lysforhold.

vekt i gr. Kanin nr. 19 - 20 - 21 - 22 - 23 og 24.



Kurve XXXII.

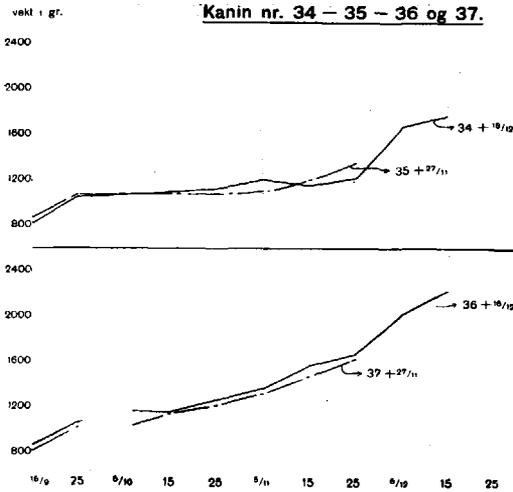
Alle paa rasjon IV. Ultranol intraperif.

Dose: nr. 20 0,05 cc til 15/5, siden 0,075 cc.

„ 19 0,10 „ „ „ „ „ 0,15 „

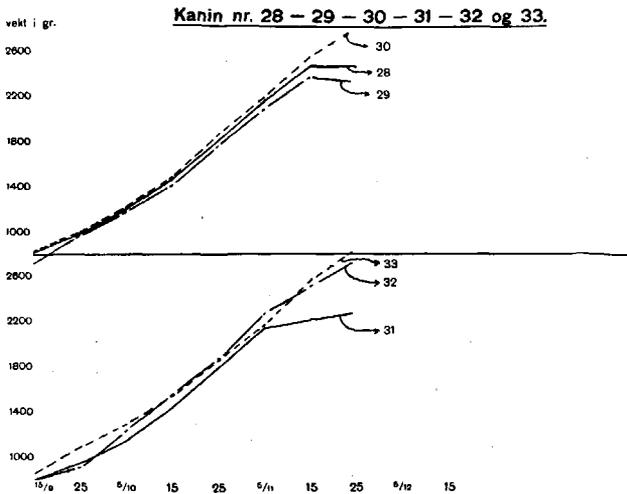
„ 21 0,20 „ „ „ „ „ 0,30 „

De øvrige intet vitamintilskudd. Vanlige lysforhold.



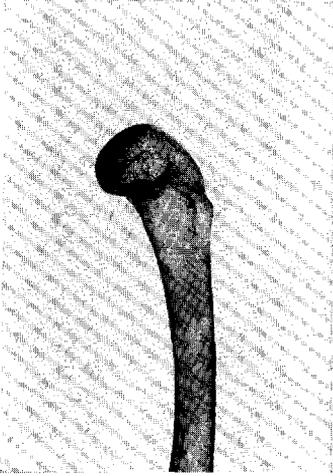
Kurve XXXIII.

Alle paa rasjon I til 24/11. — Ultranol pr. os til nr. 36 og 37. — Dose: 0,10 cc hele tiden. — De andre intet vitamintilskudd. — Alle stod i et rum med dobbelte vinduer og uten direkte lystilgang. — Fra 25/11 kom nr. 34 og 36 paa rasjon V. De øvrige forhold som før. Nr. 35 og 37 drept. — Merk: elendige vekst inntil 24/11, og kraftig utvikling efter de kom over paa rasjon V. — D.vit.tilskudd kan ikke helt hjelpe dyret under saadanne Forhold.



Kurve XXXIV.

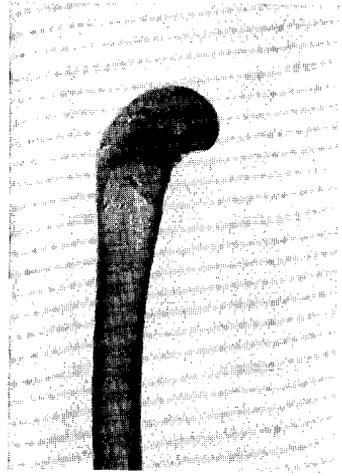
Alle paa rasjon V. — Ultranol pr. os til nr. 31 - 32 og 33. — Dose: 0,10 cc hele tiden. — De øvrige intet vitamintilskudd. — Alle stod i et rum med dobbelte vinduer og uten direkte lystilgang. — Merk: den raske og jevne vekst hele tiden! — D.vit.tilskudd har ingen virkning paa en saadan rasjon — selv under ugunstige lysforhold!



**Kanin nr. 35.**

Foto: 29/11.

Merk: Papirtynn compacta og helt opspist spongiosa hos nr. 35. Tykkere og tettere compacta og endel nydannet benvev subephyseært hos nr. 36. (Jfr. omtalen av rasjon I og V).



**Kanin nr. 36.**

Foto: 18/12.

Merk: Papirtynn compacta og helt opspist spongiosa hos nr. 35. Tykkere og tettere compacta og endel nydannet benvev subephyseært hos nr. 36. (Jfr. omtalen av rasjon I og V).



**Femur prox. fra ca. 125 kg svin fra normal gris.**

Merk: Tykk og tett compacta.

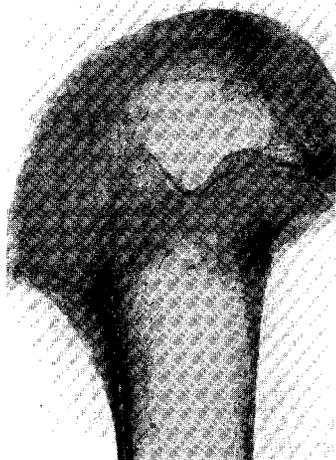
Ren epiphysealinje.



A. 6. Tibia prox.  
Foto: post mortem.

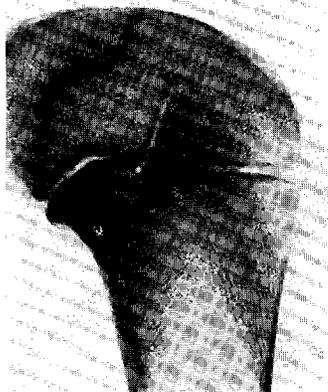


A. 8. Femur prox.  
Foto: post mortem.



B. 7. Femur prox.  
Foto: post mortem.

Merk: Masse uregelmæssig nydannet  
benvev efter vitamin- og mineralstoff-  
tilskudd <sup>23</sup>/<sub>100</sub>. (Jfr. 6 b. Kap. II 3dje  
Hvd.avsn. Det samme kan ogsaa sees  
hos B. 9 og lidt hos B. 3 og 4.



C. 7. Femur prox.  
Foto: post mortem.

## OVERSIGT

over

### de fra den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles landøkonomiske Forsøgslaboratorium udgaaede Beretninger.

- 1.\*) (18de fra N. J. Fjord). 1883. a. Maaling af Kraftforbrug ved Burmeister & Wains lille og de Lavals Centrifuger. b. Skumningsforsøg med de samme Centrifuger (Konkurrenceforsøg i Vestervig) c. Almindelige Bemærkninger om Centrifuger. d. Anvendelse af skummet Mælk til Foder for Kalve og Svin. (50 Øre).
- Tillæg hertil\*) 1883. a. Kemisk Sæmmensætning af nymalket Mælk og skummet Mælk, Kærnemælk og Valle fra danske Mejerigaarde. b. Vanskelighed med at faa Mælk. c. Mælks Næringsværdi (af Panum).
- 2.\*) (19de fra N. J. Fjord). 1883. a. Fodring af Kalve og Grise med skummet Mælk fra Centrifuge og Bøtter. b. Holdbarhed af centrifugeret og ikke-centrifugeret Mælk. c. Forøgelse af centrifugeret Mælks Holdbarhed ved Opvarmning. (50 Øre)..
3. (20de fra N. J. Fjord). 1885. Is, Bøtter og Centrifuge. Forsøgene udførte paa Tandrup, Ravnholt (med Ryslinge), Lustrupholm og Ladelundgaard. (50 Øre)..
- 4.\*) 1885. Om tuberkuløs Mælk. a. Undersøgelser angaaende Mælk og Mejeriprodukter af tuberkuløse Køer (af Prof., Dr. med. Bang). \* b. Kemisk Undersøgelse af Mælken fra Køer med Yverbetændelse (af Prof. V. Storch). (50 Øre).
5. (21de fra N. J. Fjord). a. Udtørring af Laboratoriet under dets Opførelse. b. Afkølingsforsøg med Kød af nylig slagtede Kreaturer. (50 Øre).
- 6.\*) (22de fra N. J. Fjord). 1885. Foreløbige Forsøg over Fedmen af og Kontrol med den til Fællesmejerier leverede Mælk.
7. 1886. To Osteudstillingsforsøg med Ost af skummet Mælk fra Is- og Centrifugemejerier (af Prof. V. Storch). (50 Øre).
8. (23de fra N. J. Fjord). 1886. Afkøling af Smør under dets Henstand i Mejerier og dets Forsendelse med Jernbane og Dampskib (50 Øre).
9. (24 de fra N. J. Fjord). 1887. Betaling af sød Mælk i Fællesmejerier efter „Forskel i pCt. Fløde“ (Differensberegning) (1 Kr.), hvortil slutter sig
- Tillæg. 1887. Tabelværk (5 Kr.) med Tavle (2 Kr. 35 Øre) til Brug i Fællesmejerier, særlig hvor man ønsker at betale Mælken efter dens Fedme.
- 10.\*) (25de fra N. J. Fjord). 1887. Fodringsforsøg med Svin, navnlig over Forholdet mellem Foderværdien af skummet Mælk og Valle samt mellem Korn, Mælk og Valle. (50 Øre).

- 11.\*) 1888. Undersøgelser af Hvede og Hvedemel fra Dyrkningsforsøg, iværksatte af det Kgl. danske Landhusholdningsselskabs Hvedeudvalg (af Docent E. Gottlieb). (50 Øre).
- 12.\*) 1888. Undersøgelser over Aarsagen til Kværke (af Prof. G. Sand og Lektor C. O. Jensen). (50 Øre)..
- 13.\*) (26de fra N. J. Fjord). 1888. Bevægelige Forsøgsstationer i Danmark. a. Almindelig Oversigt over Forsøgene 1872—87. b. Fodringsforsøg med Malkekøer i Vinteren 1887—88. (50 Øre).
- 14.\* 1889. Aarsagerne til Yverbetændelse hos Kvæget (af Prof., Dr. med. Bang). (50 Øre).
- 15.\*) (27de fra N. J. Fjord). 1889. Fodringsforsøg med Svin, a. Sammenligning mellem Korn og Oljekager og b. mellem Svin af forskellige Racer. (50 Øre).
- 16.\*) 1889. Om tuberkuløs Mælk. a. Undersøgelse over Smitteevnen af Mælk af tuberkuløs Køer og over Varmens Indvirkning paa Tuberkelbaciller i Mælk (af Prof., Dr. med. Bang). b. Undersøgelser over Mælkens Omdannelse ved Yvertuberkulose (af Prof. V. Storch). (50 Øre).
17. (28de fra N. J. Fjord). 1889. 2det Aars Fodringsforsøg med Malkekøer: Sammenligning mellem Kraftfoder og Roer. (50 Øre).
- 18.\*) 1890. Nogle Undersøgelser over Flødens Syrning (af Prof. V. Storch). (50 Øre).
- 19.. (29de fra N. J. Fjord). 1890. Fodringsforsøg med Svin. a. Korn, Majs og Rugklid. b. Korn, Roer og Kartoffler. c. Svin af forskellige Racer. (50 Øre).
20. (30te fra N. J. Fjord). 1890. 3die Aars Fodringsforsøg med Malkekøer. Fortsat Sammenligning mellem Kraftfoder og Roer. (50 Øre).
- 21.\*) 1891. Den Koch'ske Lymfe som diagnostisk Middel over for Kvægets Tuberkulose (af Prof., Dr. med. Bang).
22. 1891. Pasteuriseringsforsøgene. a. Bakteriologiske Undersøgelser over visse Mælke- og Smørfejl (af Lektor C. O. Jensen). b. Forsøg med Pasteurisering af sød Mælk og Fløde samt Anvendelse af god Syre som Middel til Bekæmpelse af forskellige Mælke- og Smørfejl og c. Holdbarhedsforsøg med pasteuriseret Mælk (af Overassistent H. P. Lunde). (1 Kr.).
23. 1891. Forsøg med Brødbagning af Rugmel og Hvedemel samt Blandinger af disse. (50 Øre).
- 24.\*) 1891. Fortsatte Forsøg med Tuberkulin (af Prof., Dr. med. Bang).
- 25.\*) 1892. Undersøgelse af nogle Former af Rødsyge hos Svinet. a. Om Endokarditis hos Svinet (af Prof., Dr. med. Bang). b. Om Knuderosen, tør Hudbrand og Rødsyge (af Lektor C. O. Jensen). (50 Øre).
26. 1892. Fodringsforsøg med Svin i Aarene 1890—92. a. Korn- og Hvedeklid. b. Korn, Runkelroer (og Sukkerroer) samt kemiske Undersøgelser af de til Forsøgene benyttede Foderstoffer (af Prof. V. Storch). (50 Øre).
27. 1892. 4de og 5te Aars Fodringsforsøg med Malkekøer (1891 og 1892). Sammenligning mellem Korn og Oljekager. (50 Øre).
- 28.\*) 1893. Samlet Beretning om de „sammenhængende Rækker af Smørudstillinger“ 1889—1892. (Fortsættes i 33te). (2 Kr.).
29. 1894. 6te og 7de Aars Fodringsforsøg med Malkekøer (1893 og 1894). Sammenligning mellem Korn og Hvedeklid. (50 Øre).
- 30.\*) 1895. Fodringsforsøg med Svin i Aarene 1891—94. a. Sammenligning mellem Korn — Roer — Gulerødder (og Turnips). Korn — Oljekager — Roer. Byg og Majs. Dansk og russisk Byg. b. Slagtningsforsøg. c. Kornforbrug til 1 Pd. Tilvækst, ved svagere og stærkere Fodring, ved Vinter- og Sommerforsøg. d. Fodringsforsøg med store Svin. e. Sammenligning mellem Galt og So. (1 Kr.).

31. 1895. Forsøg med Apparater til hurtig Fedtbestemmelse i Mælk (Babcock's, Gerber's og Lindstrøm's). (50 Øre).
  32. 1895. Syrningsforsøg (Sammenligning mellem Handelssyrevækkere og Kærnemælk fra gode Mejerier). (50 Øre).
  33. 1895. Anden samlede Beretning om de „sammenhængende Rækker af Smørudstillinger“ (Fortsættelse af 28de). (50 Øre).
  - 34.\*) 1895. Samlet Oversigt over Fodringsforsøgene med Malkekøer 1887—1895. (75 Øre).
  35. 1895. Forsøg med et selvregulerende Pasteuriseringsapparat (af Prof., Dr. med. V. Henriques og Docent V. Stribolt). (50 Øre).
  - 36.\*) 1896. Undersøgelser over Konsistensfejl hos Smørret samt over Smørrets og Mælkekuglernes Bygning (af Prof. V. Storch). (2 Kr.).
  37. 1897. Forsøg over Foderets Indflydelse paa Smørrets Kvalitet. 1892—97. (1 Kr.).
  38. 1897. I. Seruminjektioner som Forebyggelsesmiddel mod Lungesygge hos Hesten. II. Oversigt over den bakteriologiske Afdelings Virksomhed indtil Marts 1897 (af Lektor C. O. Jensen). (50 Øre).
  39. 1897. 8de og 9de Aars Fodringsforsøg med Malkekøer. Sammenligning mellem Blandsæd og Hvede (1895) og mellem Blandsæd og Melassefoder (1896). (1 Kr.).
  - 40.\*) 1898. En kemisk Prøve til at afgøre, om Mælk eller Fløde har været opvarmet til mindst 80° C eller ikke (af Prof. V. Storch). (50 Øre).
  41. 1898. Sammenlignende Undersøgelser af forskellige Apparaters Anvendelighed til Kontrollering af Mælkens Fedme. (1 Kr.).
  - 42.\*) 1899. Fodringsforsøg med Svin i Aarene 1885—98. Foderværdien af Kaalrabi og Turnips, Sammenligning mellem Hvede og Byg. Foderværdien af forskellige Slags Melassefoder samt Palmekager og Majs med Hensyn til Flæskets Kvalitet. (1 Kr.).
  43. 1899. Forsøg med Pasteuriseringsapparater. (1 Kr.).
  44. 1899. Undersøgelser over Fedtdannelse i Organismen ved intensiv Fedtfoeding (af Prof., Dr. med. V. Henriques og Docent C. H. Hansen). (50 Øre).
  - 45.\*) 1899. 11te og 12te Aars Fodringsforsøg med Malkekøer (1898—99). Sammenligning mellem Blandsæd og Majs. (1 Kr.).
  46. 1900. Undersøgelser over Smørfedtets Lysbrydningsevne, Jødtal og Indhold af flygtige Syrer. (1 Kr.).
  47. 1900. Forsøg med Pasteuriseringsapparater (Fortsættelse af 43de Beretning. (1 Kr.).
  48. 1901. A. Forsøg over Smørudbyttet ved Fremstilling af vasket fersk Smør i Sammenligning med almindelig salt Smør, samt B. Forsøg over, hvilken Indflydelse Udluftningen af den søde Mælk har paa Smørrets Finhed og Holdbarhed. (50 Øre).
  49. 1901. Forsøg med forskellige Saltningsmaader for Flæsk. (50 Øre).
  50. 1901. Sammenlignende Forsøg med Afkøling af Jernbanevogne ved Hjælp af Is eller Ammoniak. (50 Øre).
  51. 1902. Om Rødsygebacillens Forekomst paa Slimhinderne hos sunde Svin. (1 Kr.).
  52. 1902. Om Rødsygebacillens Forekomst paa Slimhinderne hos sunde Svin. (1 Kr.).
  53. 1903. Kort Meddelelse om Fodringsforsøgene med Malkekøer 1900—01 samt Redegørelse for Laboratoriets Standpunkt til forskellige omdebatterede Spørgsmaal Forsøgene vedrørende. (50 Øre).
  54. 1902. Forsøg med Lysanlæg i Mejerier. (1 Kr.).
- Extra. 1903. Nogle Undersøgelser over Nedarvning og Variabilitet hos Havre (af Assistent A. V. Krarup). (50 Øre).

- 55.\*) 1904. 13de og 14de Aars Fodringsforsøg med Malkekøer. Forsøg over Roetørstoffets Foderværdi for Malkekøer. (1 Kr. 50 Øre).
56. 1905. Undersøgelser over forskellige Metoder til Fedtbestemmelser i Mælk samt om Mælkens Rensskumning ved forskellige Temperaturer. (50 Øre).
57. 1905. Forsøg ved Udluftning af Fløde med Ulanders Mælkerenser og med Disbrowkjærnen. (50 Øre).
58. 1905. Den kemiske Analyse af Foderstoffer og dens Forhold til Fodringsforsøgene (af Prof. V. Storch). (2 Kr.).
59. 1905. Indberetning til Landbrugsministeriet om Laboratoriets Fodringsforsøg med Malkekøer. (2 Kr.).
60. 1906. Forsøg med at bestemme Æggehvideminimum i Malkekøernes Foder. (Fortsættes i 63de Beretning). (3 Kr.).
61. 1907. A. Forsøg med Ostning af pasteuriseret Mælk og B. Fortsatte Undersøgelser over Metoder til Fedtbestemmelser i Mælk. (1 Kr.).
- 62.\*) 1907. Bestemmelse af Vandindholdet i Smør. (50 Øre).
63. 1907. Fortsatte Forsøg over Æggehvideminimum i Malkekøernes Foder (Fortsættelse af 60de Beretning). (2 Kr.).
64. 1908. Sammenlignende Forsøg med Svin af forskellig Afstamning. (2 Kr.).
- Extra. 1908. Redegørelse for Forsøg over Forhold vedrørende Svinets Stivsyge (af Prof. Carl H. Hansen). (50 Øre).
65. 1909. Fodrings- og Nedkulingsforsøg med Sukkerroeaffald. (50 Øre).
66. 1909. 1) Kvægets smitsomme kroniske Tarmbetændelse (af Prof. B. Bang). 2) Om Anvendelse af Tuberkulin af Fjerkrætuberkelbaciller som diagnostisk Middel mod Kvægets kroniske smitsomme Tarmbetændelse (af Assistent O. Bang). (1 Kr.).
67. 1909. 1ste Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra forskellige Avlscentre. (1 Kr.).  
A. Paa Elsesminde ved Odense med Svin fra fynske Centre.  
B. Paa Rodstenseje ved Odder med Svin fra jydsk Centre.
68. 1910. Forsøg med Malkemaskiner (Lawrence-Kennedy-Gillie). (1 Kr.).
69. 1910. Forsøg med Paraffiner af Ost. (50 Øre).
70. 1910. A. Forsøg med Opvarmning af sød Mælk og Fløde til 120 a 130 C. B. Forsøg med Aktieselskabet Titans nye Centrifuge. (50 Øre).
71. 1910. A. Forsøg med Opvarmning af sød Mælk og Fløde til 120 a 130° C. B. Forsøg med Aktieselskabet Titans nye Centrifuge. (50 Øre).
- 72.\*) 1910. Fodringsforsøg med Heste. (75 Øre).
73. 1911. Forsøg over Vandindholdet i Svinefedt fra Svinelagterierne, Undersøgelse over Grevekagernes Fedtindhold samt Forsøg med Afsmeltning af Sæbefedt. (50 Øre).
74. 1911. Fodringsforsøg med Malkekøer: I. Forsøg med Mask. II. Forsøg med Soyakager. (75 Øre).
75. 1911. 2den Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra forskellige Avlscentre paa Bjernedegaard, Elsesminde og Rodstenseje. (1 Kr.).
76. 1911. Fodringsforsøg med Malkekøer. Forsøg med Hø. (1 Kr.).
77. 1912. Forskellige Slagteriforsøg: 1) Forsendelse af Flæsk i almindelige Godsvogne, 2) Stablingsforsøg, 3) Saltning af fast og blødt Flæsk. (50 Øre).
78. 1912. Forsøg med Malkekøer: 2 eller 3 Gange Malkning daglig. (50 Øre).
79. 1912. 3de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (1 Kr. 50 Øre).
80. 1912. 4de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).

81. 1913. A. Forsøg med Malkemaskinen „Gandil—Gjetting“. B. Forsøg med Mælkekøleren „Rimula“. (50 Øre).
82. 1913. Undersøgelser over Vægten af Svin med tilhørende „Plucks“. (50 Øre).
83. 1913. Om Kød- og Benmelsfodringens Indflydelse paa Knoglesystemets kemiske Beskaffenhed (af J. K. Gjaldbæk). (50 Øre).
84. 1913. Forsøg med Høns samt Temperaturmaaling i Bistader. (50 Øre).
85. 1914. 5te Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
86. 1914. A. Forsøg med Ostning af Mælk af forskellig Fedme. B. Oversigt over Ostones Udvikling i Danmark. C. Forsøg med „Universalpasteuren“. D. Tabeller over Smørudbyttet af Mælk og Fløde. (50 Øre).
87. 1914. 6te Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
88. 1915. Om Svinetuberkulosen og Muligheden for dens Bekæmpelse ved praktiske Midler. (50 Øre).
89. 1915. Fodringsforsøg med Malkekøer: Runkelroer og Kaalroer. Kakao-kager. (50 Øre).
90. 1915. 7de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
91. 1915. Forsøg med Malkemaskinen „Heureka“. (50 Øre).
92. 1916. Arbejdsprøver ved Rugemaskiner. (50 Øre).
93. 1917. 8de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
94. 1917. Respirationsapparat, dets Betydning og Anvendelse ved rationelle Forsøg over Hornkvægets Mælkeydelse. (1 Kr.).
95. 1917. Fodringsforsøg med Hø fra forskellige Slættider. (50 Øre).
96. 1917. A. Forsøg med Erstatning af Oljekager med Lucernehø i Malkekøernes Foder. B. Forsøg med flydende Melasse til Heste. C. Forsøg med nedkulet Roetop til Malkekøer. (50 Øre).
97. 1917. Undersøgelser over raa Valle som Aarsag til Tuberkulose blandt Svinene. (25 Øre).
98. 1918. 9de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
99. 1918. Undersøgelser over den intrakutane Tuberkulinprøves Anvendelighed ved Tuberkulose hos Kvæget. (50 Øre).
100. (Se „Forordet“ i 101te Beretning.).
101. 1918. Første Beretning om Forsøg med kombinerede Kærner. A. Kærrens Fyldningsgrad. B. Renkærningstallet. C. Den fedtfri Mælkevædskes Sammensætning. (50 Øre).
102. 1919. Fortsatte Undersøgelser over Fremstillingen af Syrevækkere. Ved Prof. V. Storch. (1 Kr.).
103. 1919. A. Forsøg med Ostning af raa, af momentant pasteuriseret og af langtidspasteuriseret Mælk. B. Forsøg over Ostens Svindforhold. C. Dobbeltanalyser. (1 Kr.).
104. 1919. A. Undersøgelser af de enkelte Køers Mælk. B. Eksteriorbedømmelsen af Malkekøerne. C. En Korrelationsformel. D. Anvisning til dennes Brug i Praksis. (1 Kr.).
105. 1920. Undersøgelser vedrørende Høybergs Metode til Bestemmelse af Fedt i Mælk og Fløde. (50 Øre).
106. 1921. Ostones Smør. Den stærke Skylnings Indflydelse paa Smørrets kemiske Sammensætning og Kvalitet. (50 Øre).
107. 1921. Anden Beretning om Undersøgelse af de enkelte Køers Mælk. A. Mælkemængde og Mælkefedme for forskellige Besætninger og Racer. B. Mælkemængde og Mælkefedme i de 10 første Laktationsperioder.

- C. Korrelation mellem Mælkemængde og Mælkefedme. D. Matematisk Grundlag for Korrelationsberegningen. (2 Kr.).
108. 1921. 4de Beretning om Forsøg med Malkemaskiner. (1 Kr.).
- 109.\*) 1922. 10ende Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
- 110.\*) 1923. 11te Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
111. 1923. Om Næringsværdien af Roer og Byg til Fedning og om Næringsstofforholdets Betydning for Fodermidlernes Næringsværdi. Af Prof. H. Møllgaard. (1 Kr.).
- 112.\*) 1923. I. Fodringsforsøg med Høns. II. Nogle Erfaringer fra Kontrolæglægningen paa Lundsgaard. (1 Kr.).
113. 1923. A. Undersøgelser over den danske Komælks gennemsnitlige Sammensætning. B. Om Bestemmelse af Fedt i Mælk. C. Om Kvælstofbestemmelser. (1 Kr.).
- 114.\*) 1923. 12te Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
- 115.\*) 1924. Ostekontrolforsøg. — Om Bestemmelse af Fedt og Tørstof i Ost. (50 Øre).
- 116.\*) 1924. Om Gerbers Metode til Bestemmelse af Fedt i Mælk. (50 Øre).
- 117.\*) 1925. 13de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
118. 1925. Om Sammensætningen af dansk Smør og nogle Metoder til Undersøgelse af Smørret. (50 Øre).
119. 1925. Mug paa Smør og Pakning. (50 Øre).
120. 1926. 2den Beretning om Forsøg med kombinerede Kærner: Kærningstemperaturens og Flødefedmens Indflydelse paa Renkærningen m. m. (50 Øre).
121. 1926. Fedningsforsøg med unge Haner. (75 Øre).
122. 1926. 14de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
123. 1927. Fortsatte Undersøgelser over Svine-Tuberkulosens Forekomst og Kilder i 2 Slagterikredse i Aaret 1923—1924. (50 Øre).
- 124.\*) 1927. 15de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsunderstøttede Avlscentre. (50 Øre).
125. 1928. A. Forsøg med Majsbærme som Foder til Malkekøer. B. Forsøg med Erstatningsmidler for Sødme til Kalve. (1 Kr.).
126. 1928. I. Forsøg med Hø som Foder til Malkekøer. II. Undersøgelser over Fordøjeligheden af Høsorter hos Kvæg. (1 Kr.).
- 127.\*) 1928. 16de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsanerkendte Avlscentre. 1 Kr. 50 Øre).
128. 1928. 1ste Beretning om de af Forsøgslaboratoriet og de samvirkende danske Andels-Svineslagterier foranstaltede Fodringsforsøg med Svin. Forsøg med Skummetmælk. (1 Kr.).
129. 1928. 2den Beretning om de af Forsøgslaboratoriet og de samvirkende danske Andels-Svineslagterier foranstaltede Fodringsforsøg med Svin. Forsøg med Sukkerroer og Kaalroer. (1 Kr.).
130. 1929. 17de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra statsanerkendte Avlscentre. (1 Kr. 50 Øre).
131. 1929. Om Grundtrækkene i Malkekvæggets Ernæringslære. (1 Kr. 50 Øre).
- 132.\*) 1929. 3die Beretning om de af Forsøgslaboratoriet og De samvirkende danske Andels-Svineslagterier foranstaltede Fodringsforsøg med Svin: I. Forsøg med proteinrige Kraftfodermidler som Erstatning for Skummetmælk. II. Forsøg med Tapiokamel + proteinrige Kraftfodermidler som Erstatning for Korn. (1 Kr.).

- 133.\*) 1930. 18de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra stats-  
anerkendte Avlscentre. (1 Kr. 50 Øre).
134. 1930. Nogle Fodermidlers Indflydelse paa Smørrets Konsistens m. m.  
(1 Kr. 50 Øre).
135. 1931. Beretning om Forsøg med Høns. (1 Kr.).
136. 1931. Forsøg med forskellige Mængder af Foderenheder og Protein til  
Mælkeproduktion. (3 Kr.).
137. 1931. 4de Beretning om de af Forsøgslaboratoriet og De samvirkende  
danske Andels-Svineslagterier foranstaltede Fodringsforsøg med Svin:  
Forsøg med Sukkerroer + Tilskud af proteinrige Kraftfodermidler.  
(1 Kr.).
138. 1931. Forsøg med Roer til Arbejdsheste. (1 Kr.).
139. 1931. 19de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra stats-  
anerkendte Avlscentre. (1 Kr. 50 Øre).
140. Forsøg med Græs og Hø til Malkekøer. (1 Kr. 50 Øre).
141. 1931. 5te Beretning om de af Forsøgslaboratoriet og De samvirkende  
danske Andels-Svineslagterier foranstaltede Fodringsforsøg med Svin:  
Forsøg med Skummetmælk. (1 Kr.).
142. 1931. Forsøg med Ungkvæg m. m. (1 Kr. 50 Øre).
143. 1931. 6te Beretning om de af Forsøgslaboratoriet og De samvirkende  
danske Andels-Svineslagterier foranstaltede Fodringsforsøg med Svin:  
Forsøg med kogte Kartoffler. Fejlberetning ved Forsøg med Kartoffler.  
(1 Kr.).
144. 1932. Forsøg med Roer som Foder til Malkekøer udført i Aarene  
1927—1931. Prøvefodring og Forsøg vedrørende Fodermarvkaal samt  
kunsttørret og presset Foder. (1 Kr. 50 Øre).
145. 1932. 20de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra stats-  
anerkendte Avlscentre. (1 Kr. 50 Øre).
146. 1932. Forsøg med kunstigt Lys i Hønhuse. (1 Kr.).
147. 1932. I. Undersøgelser over Trækhestens Foderbehov. II. Nogle sam-  
menlignende Fodringsforsøg med forskellige Kraftfodermidler. (1 Kr.).
148. 1932. 7de Beretning om de af Forsøgslaboratoriet og De samvirkende  
danske Andels-Svineslagterier foranstaltede Fodringsforsøg med Svin.  
I. Forsøg med tørt og oplødt Foder til Slagterisvin. II. Demonstra-  
tionsforsøg: A. Proteintilskud. B. Mineralstofftilskud. III. Forsøg med  
Tapiokamel + Tilskud af proteinrige Kraftfodermidler. IV. Fejlbe-  
retning til Forsøg med tørt og oplødt Foder. (1 Kr.).
149. 1933. 8de Beretning om de af Forsøgslaboratoriet og De samvirkende  
danske Andels-Svineslagterier foranstaltede Fodringsforsøg med Svin.  
A. Forsøg med Majsflager. Fejlberetning til Forsøg med Majsflager.  
B. Undersøgelser vedrørende nogle Fodermidlers Indflydelse paa Flæ-  
skets Kvalitet. (1 Kr.).
150. 1933. 21de Beretning om sammenlignende Forsøg med Svin fra stats-  
anerkendte Avlscentre. (1 Kr. 50 Øre).
151. 1933. Nærværende Beretning. (2 Kr. 50 Øre).

Endvidere er udsendt 1ste, 2den og 3die Meddelelse fra Husdyrbrugs-  
afdelingen ved Lars Frederiksen. (50 Øre).

Desuden foreligger 14 Aargange (1905—19) af Beretninger om Sam-  
menligninger mellem rødt dansk Malkekvg og Jerseykvæg paa  
Tranekjær.

Ligeledes foreligger 37 Aarsberetninger om Smørudstillingerne („de  
lovbefalede Smørbedømmelser“) ved Forsøgslaboratoriet.

Forud for de ovenfor nævnte Beretninger fra Laboratoriet gaar følgende 17 Forsøgsberetninger fra N. J. Fjord, hvilke findes trykte i Tidsskrift for Landøkonomi i de Aargange, der nedenfor er angivne:

- 1.\*) (1867). Varmegrad i det indre af store Stykker Kød under dets Kogning.
  2. (1868). Kogning i Hø. (50 Øre).
  - 3.\*) (1870). Kogning i Dampkokekedler.
  - 4.\*) (1870). Kogning i store indmurede Kedler.
  - 5.\*) (1872). Vanddampe som Opvarmningsmiddel i Mejerier.
  - 6.\*) (1875). Regnmaaleres Konstruktion og Opstilling.
  - 7.\*) (1875). Opbevaring af Is og Sne.
  - 8.\*) (1876). Opbevaring af Is og Sne (særlig Sneforsøg).
  - 9.\*) (1877). Forskellige Svalekummer; Afkølingens Hurtighed i forskellige Spande; de første Kærningsforsøg.
  - 10.\*) (1877). Smørudbytte ved forskellig Skumningstid og i forskellige Spande samt ved forskellig Afkøling med Is og Vand.
  11. (1878). Opbevaring og Anvendelse af Is og Sne til Mejeribrug. (50 Øre).
  - 12.\*) (1879). Spredte Vinterforsøg over Smørudbytte ved Centrifuger.
  - 13.\*) (1880). Loven for Svind i Ishuse. Temperaturforandringer i Smør. Varme i Jernbanevogne. Varme i Dampskibsrums.
  - 14.\*) (1881). Centrifugeforsøg (Lefelt og Nielsen & Petersen). Centrifuge — Is — Bøtter (Rosenfeldt). Kørsel, Henstand, Afkøling, Opvarmning af den søde Mælk. (50 Øre).
  - 15.\*) (1881). Centrifuge, Is, Bøtter og Kærning af Mælk. Centrifuger (Nielsen & Petersen's og de Laval's) drevne ved Dampkraft og Hestekraft. Centrifugens sidste Indhold (Nielsen & Petersen's og Lefeldts) Sugning af Fløde og Mælk.
  - 16.\*) (1881). Smørudbytte ved forskellige Mejerisystemer af Mælk fra Køer af forskellige Racer: A. Angelsk og jydsk Race. B. Korthorns og jydsk Race. (50 Øre).
  - 17.\*) (1882). Centrifuge, Is, Vand, Bøtter, Kærning af Mælk (Ourupgaard). Sammenlignende Centrifugeforsøg (Burmeister & Wain's, Nielsen & Petersen's og de Laval's). Forskellige Forsøg med Centrifugedele: Tilstrømningstragt, Stigerør; Kraftmaalinger m. m. Afkølingsapparatet for Fløde.
- Extra-Nr.: (1883). Cooley's Undervandssystem.

De foran med \*) mærkede Beretninger er udsolgte. Alle de øvrige kan faas i Boghandelen. (I Kommission hos August Bang, København).