

284. beretning fra forsøgslaboratoriet

*Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg*

---

# Undersøgelser over den såkaldte „muskeldegeneration“ hos svin

## IV

Studier over pathogenesen

Af

*Jørgen Ludvigsen*

Studies on the Pathogeny of the so-called  
»Muscular Degeneration« in Hogs.  
(Summary)



KØBENHAVN

---

1955

## **Errata.**

Side 12 fodnote\*\*) – læs: Synlig skinkemusculatur i skæringen.

Side 73. Swingle, W. W., E. J. Fedor, R. Maxwell, M. Ben and G. Barlow (1953a) – læs: (1953).

Swingle, W. W., E. J. Fedor, R. Maxwell and C. Baker (1953) – læs: (1953a).

284. beretning fra forsøgslaboratoriet

*Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg*

---

Undersøgelser over  
den såkaldte „muskeldegeneration“  
hos svin

IV

Studier over pathogenesen

Af

*Jørgen Ludvigsen*

With an English Summary



I kommission hos August Bangs forlag,  
Ejvind Christensen.

Vesterbrogade 60, København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri.

1955

# STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

## Statens Husdyrbrugsudvalg

Forstander *Johs. Petersen-Dalum*, Hjallese, formand,  
gårdejer *Johs. Jensen*, Tostrup, Stege,  
(valgte af De samvirkende danske Landboforeninger),  
konsulent *J. Albrechtsen*, Aarhus,  
parcellist *Th. Larsen*, Rye, Kirke-Saaby,  
(valgte af De samvirkende danske Husmandsforeninger),  
forstander *L. Lauridsen*, Graasten, næstformand,  
(valgt af Det kongelige danske Landhusholdningsselskab),  
proprietær *K. Røhr Lauritzen*, Demstrupgård, Sjørlev,  
(valgt af Landsudvalget for Svineavlens Ledelse),  
gårdejer *N. L. Hessellund Jensen*, Malling,  
(valgt af Landsudvalget for Fjerkræavl),  
gårdejer *J. Gylling Holm*, Tranebjerg, Samsø,  
(valgt af De samvirkende Kvægavlsforeninger med kunstig sædooverføring).  
Udvalgets sekretær: kontorchef, landbrugskandidat *H. Ærsøe*.

## Landøkonomisk Forsøgslaboratorium

### Dyrefysiologisk afdeling

Forstander: professor *H. Møllgaard*.  
Forsøgsleder: cand. polyt. *I. G. Hansen*,  
— landbrugskandidat *Grete Thorbek*.

### Husdyrbrugsafdelingerne

#### Forsøg med kvæg:

Forstander: professor *L. Hansen Larsen*.  
Forsøgsleder: landbrugskandidat *H. Wenzel-Eskedal*,  
— landbrugskandidat *K. Hansen*,  
— landbrugskandidat *Johs. Brolund Larsen*.

#### Forsøg med svin, heste og pelsdyr:

Forstander: professor, dr. *Hj. Clausen*.  
Forsøgsleder: landbrugskandidat *Fr. Haagen Petersen*,  
— landbrugskandidat *N. J. Højgaard Olsen*,  
— landbrugskandidat *R. Nørtoft Thomsen*.

#### Forsøg med fjerkræ:

Forsøgsleder: lektor, landbrugskandidat *J. Bælum*.

#### Avlsbiologiske forsøg:

Forsøgsleder: lektor, dr. agro. *J. Nielsen*.

### Kemisk afdeling

Forstander: cand. polyt. *J. E. Winther*.  
Afdelingsleder: ingeniør *H. C. Beck*,  
— mejeribrugskandidat *K. Steen*.

### Statistisk afdeling

Beregner: dyrlæge *A. Neimann-Sørensen*.

### Kontor og sekretariat

Kontorchef: landbrugskandidat *H. Ærsøe*.  
Sekretær: landbrugskandidat *H. Bundgaard*.  
Bogholder: *Sv. Vind-Hansen*.

Udvalgets, forsøgslaboratoriets og afdelingernes adresse er:  
**Rolighedsvej 25, København V.**

*Til Statens Husdyrbrugsudvalg.*

Jeg tillader mig herved at anmode Statens Husdyrbrugsudvalg om, at denne afhandling af assistent, dyrlæge Ludvigsen må blive offentliggjort i Forsøgslaboratoriets officielle beretninger.

November 1955.

*Holger Møllgaard,*  
professor.

Ovennævnte beretning har været forelagt Statens Husdyrbrugsudvalg og er godkendt til offentliggørelse i forsøgsvirksomhedens publikationer.

Odense, januar 1956.

*Johs. Petersen-Dalum,*  
formand.



## INDHOLDSFORTEGNELSE

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Indledning .....                                                                                      | 7  |
| Kapitel 1. Kulhydratstofskiftet i svinets muskulatur med særlig henblik på „muskeldegeneration“ ..... | 10 |
| Egne undersøgelser .....                                                                              | 12 |
| Forsøgsmateriale .....                                                                                | 12 |
| Undersøgelsesteknik .....                                                                             | 13 |
| Undersøgelserne på Lolland-Falsters Andels-Svineslagteri .....                                        | 13 |
| Laboratorieforsøgene .....                                                                            | 15 |
| Muskulaturen .....                                                                                    | 17 |
| Diskussion .....                                                                                      | 19 |
| Kapitel 2. Det samlede kulhydratindhold i muskulaturen ved MD .....                                   | 22 |
| Kulhydratindholdet i muskulaturen i relation til fodringstidspunktet inden slagtingen .....           | 25 |
| Kapitel 3. Kulhydratindholdet i de enkelte muskelgrupper .....                                        | 30 |
| Relationen mellem glykogen og mælkesyre .....                                                         | 32 |
| Diskussion .....                                                                                      | 34 |
| Kapitel 4. Kvælstofomsætningen hos svin med særlig henblik på „muskeldegeneration“ .....              | 37 |
| Kvælstofaflejringen hos grise med genetisk betinget MD .....                                          | 39 |
| Kapitel 5. Om „muskeldegenerationers“ hormonale pathogenese .....                                     | 41 |
| a. Hypofyse-skjoldbruskkirtelsystemets rolle ved MD .....                                             | 41 |
| b. Hypofyse-binyresystemets rolle ved MD .....                                                        | 45 |
| c. Den hormonale regulation af kulhydratstofskiftet ved MD .....                                      | 48 |
| Kapitel 6. Kød og kødkvalitetsproblemer .....                                                         | 50 |
| Rigor mortis processens teori .....                                                                   | 50 |
| Regulering af rigor mortis processens forløb .....                                                    | 52 |
| Kapitel 7. Analysemetoder .....                                                                       | 55 |
| Glykogenbestemmelsen .....                                                                            | 55 |
| Mælkesyrebestemmelsen .....                                                                           | 58 |
| Pyrodruesyrebestemmelsen .....                                                                        | 61 |
| Måling af pH .....                                                                                    | 63 |
| Resumé .....                                                                                          | 64 |
| Summary .....                                                                                         | 68 |
| Litteratur .....                                                                                      | 72 |
| Hovedtabeller .....                                                                                   | 75 |

## FORORD

Denne beretning er en videreførelse af de undersøgelser, der er offentliggjort i 272., 278. og 279. beretning fra forsøgslaboratoriet over den såkaldte „muskeldegeneration“ hos svin.

Til gennemførelse af de foreliggende undersøgelser har jeg modtaget betydelig økonomisk støtte fra Statens almindelige Videnskabsfond, hvis styrelse jeg hermed bringer min tak.

For værdifuld assistance ved det analytiske arbejde vil jeg gerne takke cand. pharm. Helga Fugl og eksam. husholdningslærerinde Bente Ludvigsen.

Endvidere vil jeg gerne rette en tak til direktør H. Møller Simonsen, Lolland-Falsters-Andels-Svineslagteri, og direktør V. H. Søholt, Hillerød Andelsslagteri, for velvillig tilladelse til at udtage analysemateriale på de respektive slagterier, samt til professor, dr. Hjalmar Clausen, der har overladt mig bedømmelsesresultater fra avlsforsøgene på De faste Svineforsøgsstationer til støtte for behandlingen af mine egne forsøgsresultater.

For udførelsen af ACTH-bestemmelserne vil jeg gerne takke A/S Frederiksberg kemiske Fabrikker.

For vejledning ved den statistiske bearbejdning af forsøgsmaterialet er jeg dr. phil. G. Rasch megen tak skyldig.

*Jørgen Ludvigsen.*



## INDLEDNING

Verdensmarkedets stigende krav til forædlede produkter af animalsk oprindelse og den tiltagende konkurrence på det internationale marked har i de forløbne 25 år med stigende aktualitet virket inspirerende på udforskningen af, hvilke egenskaber der må kræves af de råprodukter, der anvendes i den industrielle produktion for at sikre en kvalitetsmæssig standard, som kan hævde sig i den økonomiske konkurrence.

Det forøgede kendskab til de kvalitetsbestemmende faktorer skyldes først og fremmest den rivende udvikling, der er foregået indenfor fysiologi og biokemiens områder de sidste decennier. Denne udvikling har uddybet kendskabet til en række vigtige processer i muskulaturen, der som bekendt er det vigtigste råprodukt indenfor den animalske fødevareindustri samtidig med, at det er blevet klart, at en række af de reaktionsprocesser i muskulaturen, der spiller en fremtrædende rolle *in vivo*, også er af væsentlig betydning for den industrialiserede kødproduktion. En omfattende forskning har bl. a. påpeget den rolle, som glykogendepoterne og mælkesyredannelsen spiller for kødet under de såkaldte modningsprocesser.

Blandt de kvalitetsforringende faktorer i produktionen af konsumvarer af svinekød spiller den såkaldte „muskeldegeneration“ hos svin en fremtrædende rolle. Denne lidelses mest karakteristiske symptom er, at skeletmuskulaturen mangler normal rød farve og er stærkt ødematøst infiltreret. Forfatteren har tidligere offentliggjort 3 publikationer fra forsøgslaboratoriets dyrefysiologiske afdeling, hvori dette emne er behandlet.

272. beretning fra forsøgslaboratoriet, *Ludvigsen* (1954), omhandler en række undersøgelser over lidelsens forekomst på Lolland-Falsters Andels-Svineslagteri og udbredelsen indenfor dette slagteris opland, samt undersøgelser der viser, at skjoldbruskkirtlen indtager en central position i lidelsens pathogenese, idet lidelsen kan fremkaldes, når svin fodres med thyreostatisk virksomme forbindelser f. eks. metyltiouracil i 10 dage før slagtingen, medens fodring med jodkasein 9 og 14 dage før slagtingen virker afhelende på de muskulære forandringer hos en svinestamme med genetisk betinget „muskeldegeneration“. Endvidere

optræder lidelsen med en karakteristisk sæsonvariation med flest tilfælde om sommeren og færrest om vinteren. Denne sæsonvariation falder sammen med de normale sæsonmæssige svingninger i skjoldbruskkirtlernes aktivitet, idet aktiviteten er svagest om sommeren og størst om vinteren.

278. beretning fra forsøgslaboratoriet, *Ludvigsen* (1955), omhandler virkningen af jodkasein og metyltiouracil på stofskifteprocesserne og muskulaturen, når dyrene underkastes fraktioneret behandling med disse forbindelser på forskellige trin under vækstperioden. Denne behandlingsmåde resulterede i, at jodkaseinbehandlingen fremkaldte „muskeldegeneration“, medens de metyltiouracilbehandlede dyr havde normal muskulatur. Dette skyldes antagelig den principielle forskel i virkningen af de to forbindelser på hypofyse-skjoldbruskkirtelsystemet. Metyltiouracil blokerer hormonsyntesen i skjoldbruskkirtelen med det resultat, at koncentrationen af aktivt hormon i blodbanerne falder. Dette fald i blodkoncentrationen bevirker en aktivering af det thyreotrope hormon fra hypofyseforlappen. Et af symptomerne på denne reaktion er, at alveoleepithelet i skjoldbruskkirtlen vokser og bliver flerlaget. Når behandlingen med metyltiouracil afbrydes, og blokaden af hormonsyntesen er hævet, er dyrene i besiddelse af et hypofyse-skjoldbruskkirtelsystem med forøget aktivitet, og dette er formentlig den væsentligste årsag til, at dyrene havde normal muskulatur efter slagtningen. Behandling med jodkasein på et tidligt tidspunkt i vækstperioden medfører derimod en oversvømmning af blodbanerne af joderede forbindelser med skjoldbruskkirtellignende virkning. Denne oversvømmning virker blokerende på aktiviteten af det thyreotrope hormon med påfølgende nedsat stimulering af skjoldbruskkirtlen, hvilket blandt andet ses af, at alveoleepithelet inaktiveres. Når behandlingen ophører, står dyrene med et afsvækket hypofyse-skjoldbruskkirtelsystem, og dette er formentlig årsagen til, at disse dyr havde „muskeldegeneration“ efter slagtningen. Disse resultater må derfor betragtes som en yderligere verificering af hypofyse-skjoldbruskkirtelsystemets centrale stilling i lidelsens pathogenese.

279. beretning fra forsøgslaboratoriet, *Ludvigsen* (1955 a), omhandler virkningen af jodkaseinpræparater med forskellig biologisk aktivitet samt virkningen af 1-tyroxin og diiodhistidin på de muskulære forandringer hos svin med genetisk betinget „muskeldegeneration“. Disse undersøgelser viser, at jodkasein har den bedste virkning på de muskulære forandringer, medens 1-tyroxin praktisk taget ingen virkning har, samtidig med at jodkasein med lav stofskiftestigende virkning på mus

synes at have større virkning end jodkasein med stor stofskiftestigende virkning.

Da hele spørgsmålet om „muskeldegeneration“ er nært knyttet til kvalitetsproblemer indenfor industrien, omfatter 272. og 279. beretning undersøgelsen af slutproduktet i form af dåseskinker til eksport fremstillet af forsøgsdyrene. Disse undersøgelser viser, at „muskeldegeneration“ er en kvalitetsforringende faktor af så dybtgående karakter, at det gør svinekød med disse forandringer praktisk taget uegnet til anvendelse i industrien.

Imidlertid er lidelsen ikke alene tabvoldende som følge af dens kvalitetsforringende virkning i den industrielle produktion. Lidelsen er ofte dødeligt forløbende. Langt den overvejende del af de svin, der dør under transport til og under opstaldningen på slagteriet inden slagtingen, viser de for „muskeldegeneration“ karakteristiske forandringer. Forfatteren har vist, at et karakteristisk symptom ved disse dødsfald er en voldsom stigning af kaliumkoncentrationen i blodserum, *Ludvigsen* (1954). Denne kaliumstigning i blodserum skyldes antagelig en oversvømmning af kalium fra de stærkt kaliumholdige vædskeudtrædninger i muskulaturen samtidig med, at forandringer i binyrerne tyder på, at døden er en følge af en stress-tilstand. Selvom disse undersøgelser har skabt nogen klarhed om den fysiologiske baggrund for lidelsens opståen, findes der stadig en række meget væsentlige problemer i pathogenesen. I 272. beretning er det blandt andet fremhævet, at en af de mest karakteristiske observationer ved lidelsen er, at pH i den forandrede muskulatur er abnormt lavt sammenlignet med normal muskulatur.

Til belysning af sammenhængen mellem det lave pH og de muskulære forandringer har forfatteren i den foreliggende beretning foretaget en undersøgelse over den direkte årsag til de muskulære forandringers opståen. Endvidere omfatter beretningen fortsatte undersøgelser over lidelsens hormonale pathogenese samt en vurdering af, hvilke muligheder der på indeværende tidspunkt foreligger for at forhindre lidelsens opståen.

## KAPITEL 1.

### **Kulhydratstofskiftet i svinets muskulatur med særlig henblik på „muskeldegeneration“.**

Forfatteren har i 272. beretning fra forsøgslaboratoriet, *Ludvigsen* (1954), beskrevet forandringerne i skeletmuskulaturen ved MD\*) hos svin. Disse forandringer viser det karakteristiske patologisk-anatomiske billede, at muskulaturen mangler normal rød farve, samtidig med at den er stærkt ødematøst infiltreret.

Forfatteren har i samme beretning og i et senere arbejde, 278. beretning fra forsøgslaboratoriet, *Ludvigsen* (1955), påpeget, at en af de mest karakteristiske observationer ved MD er et abnormt lavt pH i muskulaturen. Mens pH ca. 30 min. efter slagtingen er 6,4–6,7 i normal muskulatur, er pH ved MD på dette tidspunkt 5,3–5,5. I 272. beretning har forfatteren diskuteret den mulighed, at det lave pH skyldes en abnorm mælkesyredannelse, og at denne mælkesyredannelse muligvis kunne være årsagen til de muskulære forandringers opståen.

Det mikroskopiske billede ved MD har slående lighed med forandringerne i muskulaturen hos heste, der er angrebet af myoglobinuria paralytica. Denne lidelse er beskrevet af *Carlstrøm* (1930), og som årsag til de muskulære forandringer angives en abnorm mælkesyredannelse i muskulaturen. Ganske vist adskiller lidelsen hos svinet og hesten sig på ganske væsentlige punkter i det rent symptomatiske forløb, idet de angrebne heste har udtalte pareser og myoglobinuri, hvilke symptomer aldrig er fundet hos svin med MD, men i betragtning af, at de patologisk-anatomiske forandringer i muskulaturen som nævnt er meget ens, tyder dette på, at der er visse lighedspunkter i de muskulære forandringers pathogenese.

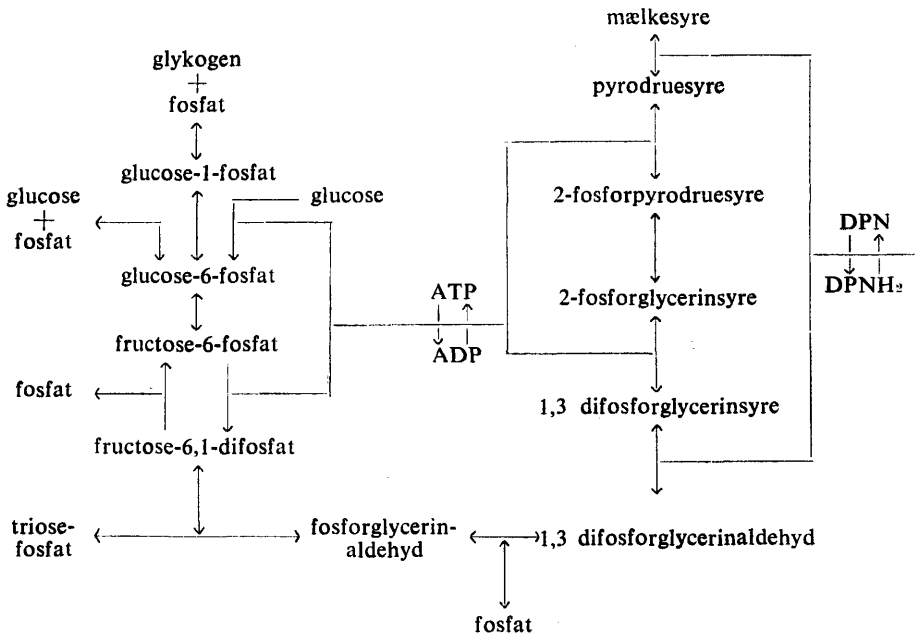
Meget taler således for, at de muskulære forandringer ved MD hos svinet må søges i det intermediære kulhydratstofskifte, først og fremmest i den anaerobe fase.

Den anaerobe fase i det intermediære kulhydratstofskifte i muskulaturen, glykogenolysen, indledes med en enzymatisk fraspaltning og fosforylering af de terminalt lokaliserede glukosemolekuler i glykogenkæderne under dannelse af glukose-1-fosfat. Dette omdannes enzyma-

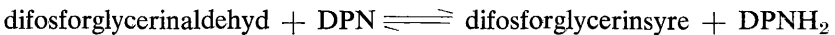
---

\*) Forkortelse for „muskeldegeneration“.

tisk til glukose-6-fosfat, der også kan dannes direkte ved fosforylering af glukose med adenosintrifosfat, ATP, som fosfatdonor under indvirkning af enzymet hexokinase. Efter en række enzymatiske processer, hvor glukose-6-fosfat omdannes til fructose-6-fosfat, der fosforyleres til hexosedifosfat, dannes 2 molekuler triosefosfat. Aldehydgruppen i triosefosfatet fosforyleres til difosforglycerinaldehyd, der igen dehydreres under dannelsen af difosforglycerinsyre. Denne forbindelse afgiver et molekule fosfat, hvorved der dannes monofosforglycerinsyre. Monofosforglycerinsyre omdannes ved en omlejningsproces til fosforpyrdruesyre, der afgiver en fosfatgruppe, hvorved der dannes pyrdruesyre.



Dehydreringen af difosforglycerinaldehydet sker ved følgende reaktion, hvor DPN\*) optræder som elektrontransportør:

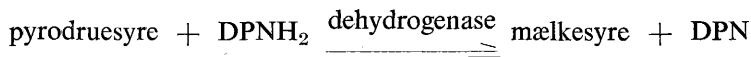


Under aerobe betingelser vil ilten optræde som brintacceptor, men er der anaerobe betingelser tilstede, vil pyrdruesyren fungere som

\*) DPN: Difosfor-pyridin-nucleotid.

DPNH<sub>2</sub>: Hydreret difosfor-pyridin-nucleotid.

brintacceptor, idet pyrodruesyren hydreres til mælkesyre under tilstedeværelse af mælkesyredehydrogenase ved følgende reaktion:



Reaktionsprocesserne i den glykogenolytiske cyklus, med de al-  
 ternerende fosforylerings- og defosforyleringsprocesser, samt proces-  
 sens reversibilitet er vist i skematisk fremstilling efter *Gortner - Gortner*  
 (1949) side 11.

Følgen af et iltdeficit i muskulaturen vil derfor være, at der ophobes  
 mælkesyre. Da 0,9 g glykogen kan danne 1,0 g mælkesyre, *Lundsgaard*  
 (1953), vil den mælkesyre, der kan dannes, være afhængig af de til-  
 stedevarende glykogendepoters størrelse. Mælkesyren er derfor den  
 eneste syre, der under anaerobe betingelser kan dannes i muskulaturen i  
 større mængder, og da det samtidig er en stærk syre (dissociations-  
 konstant:  $1,38 \times 10^{-4}$ ) vil brintionkoncentrationen og dermed pH i  
 muskulaturen være stærkt afhængig af den på et givet tidspunkt dannede  
 mælkesyremængde.

### Egne undersøgelser.

#### Forsøgsmateriale.

Til belysning af det anaerobe kulhydratstofskiftes forløb i muskula-  
 turen har forfatteren undersøgt glykogenolysen i muskulaturen i følgende  
 forsøgsmateriale:

A. Slagterisvin med MD og slagterisvin fra L. F. A. S.\*) med fuld-  
 stændig normal muskulatur i undersøgelsesøjeblikket.

B. Laboratorieforsøg.

11 grise fra laboratoriets normale forsøgsmateriale, med normal  
 muskulatur efter slagtningen.

8 grise af en svinestamme med genetisk betinget MD.

Disse dyr er slagtet på Hillerød Andelsslagteri.

Undersøgelserne omfatter indholdet af glykogen, mælkesyre, pyro-  
 druesyre samt måling af pH i 3 muskelgrupper:

1. m. gracilis\*\*)
2. m. psoas major\*\*\*)
3. m. longissimus dorsi\*\*\*\*)

\*) Forkortelse for Lolland-Falsters Andels-Svin slagteri, Nykøbing F.

\*\*) Synlig skinmuskulatur i skæringen.

\*\*\*) Mørbrad.

\*\*\*\*) Kammen.

### Undersøgelsesteknik.

Selve prøveudtagningen er foretaget, såsnart de respektive muskelgrupper er tilgængelige efter slagtingen, d. v. s. når organerne er taget ud, og for m. long. dorsi vedkommende når forskæringen\*) har fundet sted.

Hvor hurtigt efter slagtingen, prøveudtagningen kan finde sted, er afhængig af slagterrutinen på vedkommende slagteri. På L. F. A. S. går der 30, på Hillerød Andelsslagteri 20 minutter fra slagtningsøjeblikket til udtagningen af de 2 førstnævnte prøver, mens prøven af m. long. dorsi er udtaget 5 min. senere.

Der er udtaget et stykke muskulatur på 10–15 g. Af m. psoas major den forreste spids, af m. gracilis et stykke grænsende op til den forreste del af bækkenbunden og af m. long. dorsi et parti over sidste lumbalhvirvel.

De udskårne prøver er omgående klippet i stykker af størrelsen 0,4–1,0 g direkte ned i store termoflasker og straks dækket til med kulsyresne. Herved sker der en momentan blokering af processerne i muskulaturen.

De afklippede stykker er ført til laboratoriet og i dybfrosset tilstand vejet direkte til de respektive analyser.

Aile analyseresultater vil således være at referere til muskulaturens indhold af glykogen, pyrodruesyre og mælkesyre samt pH på det givne tidspunkt efter slagtingen.

*Analysemetoder* side 55.

### Undersøgelserne på L. F. A. S.

Undersøgelserne på dette slagteri er udført 30–35 minutter efter slagtningsøjeblikket. De individuelle analyseresultater i de 3 undersøgte muskelgrupper for glykogen, mælkesyre og pyrodruesyre, samt pH målingerne ses i hovedtabel I og II side 77 og 78.

De statistiske beregninger, der danner grundlaget for signifikansberegningerne, er opført i hovedtabellerne under de respektive muskelgrupper.

I tabel 1 ses gennemsnitsresultaterne i de 2 forsøgsrækker med tilhørende signifikansberegninger.

---

\*) Gennemskæring i ryglinien i hele kroppens længde med påfølgende løsning af muskulatur fra processu spinosi.

**Tabel 1. Sammenligning af glykogen, mælkesyre, pyrodrue**  
*(Test for significance in glycogen, lactic acid, pyruvic*

|                                        | m. gracilis  |    |        |        |       |
|----------------------------------------|--------------|----|--------|--------|-------|
| <i>Glykogen mg%</i>                    | $\bar{x}^*)$ | f  | Mf {D} | t      | P (%) |
| L. F. A. S. MD                         | 159          | 18 |        |        |       |
| Normale                                | 469          | 24 |        |        |       |
|                                        | —310         |    | 48,8   | —6,35  | < 0,1 |
| <i>Mælkesyre (lactic acid) mg%</i>     |              |    |        |        |       |
| L. F. A. S. MD                         | 1068         | 20 |        |        |       |
| Normale                                | 520          | 24 |        |        |       |
|                                        | 548          |    | 81,7   | 6,71   | < 0,1 |
| <i>Pyrodruesyre (pyruvic acid) mg%</i> |              |    |        |        |       |
| L. F. A. S. MD                         | 0,66         | 9  |        |        |       |
| Normale                                | 1,09         | 13 |        |        |       |
|                                        | —0,43        |    | 0,193  | —2,26  | 2—5   |
| <i>p<sub>H</sub></i>                   |              |    |        |        |       |
| L. F. A. S. MD                         | 5,4          | 11 |        |        |       |
| Normale                                | 6,5          | 23 |        |        |       |
|                                        | —1,1         |    | 0,078  | —14,10 | < 0,1 |

\*)  $\bar{x}$  = middeltal af observationerne.

f = antallet af frihedsgrader.

Mf {D} = middelfejl på differencen D mellem de to observationsrækker (standard error

$$t = \frac{D}{Mf\{D\}}$$

P(%) aflæses i en tabel, når t og antallet af frihedsgrader kendes. P er sandsynligheden at den fundne forskel ikke er tilfældig. Ligger P mellem 1 og 5 %, betegnes forskellen

Af tabellen fremgår, at *glykogenindholdet er lavt og mælkesyreindholdet meget højt i MD gruppen* sammenlignet med normalgruppen. Forskellen i alle 3 muskelgrupper er stærkt signifikant.

Samtidig med den kvantitative forskydning i glykogen- og mælkesyreindholdet med stærk overvægt af mælkesyren er *pyrodruesyreindholdet reduceret*, (signifikant afvigelse for m. gracilis og m. psoas). *pH er meget lavt 5,3–5,5*, mens pH i normalgruppen i de 3 muskelgrupper gennemsnitlig ligger fra 6,1–6,5. Forskellen stærkt signifikant for alle 3 muskelgrupper.



**syre og pH i normal og MD-muskulatur fra L. F. A. S.**  
*acid and pH in normal and MD musculature)*

| m. psoas major |    |       |       |                 | m. longissimus dorsi |    |       |        |                 |
|----------------|----|-------|-------|-----------------|----------------------|----|-------|--------|-----------------|
| $\bar{x}$      | f  | Mf{D} | t     | P (%)           | $\bar{x}$            | f  | Mf{D} | t      | P (%)           |
| <b>116</b>     | 19 |       |       |                 | <b>301</b>           | 18 |       |        |                 |
| <b>264</b>     | 21 |       |       |                 | <b>913</b>           | 23 |       |        |                 |
| <b>—148</b>    |    | 39,2  | —3,78 | <b>&lt; 0,1</b> | <b>—612</b>          |    | 80,7  | —7,58  | <b>&lt; 0,1</b> |
| <b>1044</b>    | 19 |       |       |                 | <b>1201</b>          | 18 |       |        |                 |
| <b>752</b>     | 21 |       |       |                 | <b>305</b>           | 23 |       |        |                 |
| <b>292</b>     |    | 81,3  | 3,59  | <b>&lt; 0,1</b> | <b>896</b>           |    | 85,5  | 10,48  | <b>&lt; 0,1</b> |
| <b>0,39</b>    | 7  |       |       |                 | <b>0,81</b>          | 10 |       |        |                 |
| <b>0,99</b>    | 11 |       |       |                 | <b>1,14</b>          | 19 |       |        |                 |
| <b>—0,60</b>   |    | 0,234 | —2,61 | <b>1—2</b>      | <b>—0,33</b>         |    | 0,198 | —1,65  | <b>&gt; 10</b>  |
| <b>5,5</b>     | 10 |       |       |                 | <b>5,3</b>           | 12 |       |        |                 |
| <b>6,1</b>     | 21 |       |       |                 | <b>6,4</b>           | 23 |       |        |                 |
| <b>—0,6</b>    |    | 0,075 | —8,00 | <b>&lt; 0,1</b> | <b>—1,1</b>          |    | 0,074 | —14,86 | <b>&lt; 0,1</b> |

of the difference).

for en tilfældig forskel  $>$  end den observerede. Jo mindre P er, des større sikkerhed er der for, som signifikant, er P under 1 %, regnes forskellen for stærkt signifikant.

### Laboratorieforsøgene.

Undersøgelserne omfatter 19 grise.

1. 11 grise fra statens gård „Favrholm“ i forsøg på laboratoriet benyttet som normalhold under betegnelsen Lab. normale.
2. 8 grise (helsøskende) af en stamme med genetisk betinget MD med gruppebetegnelse MD I. Afstamningen fremgår af følgende stamtavle.

|                                    |                          |                       |                    |
|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| <i>Fader:</i><br>Tot               |                          |                       |                    |
|                                    | F.fader:<br>Orne 83      | F.moder:<br>So 4      |                    |
| F.f.fader:<br>Stampe<br>stbg. 6093 | F.f.moder:<br>Karleby 83 | F.m.fader:<br>Orne 83 | F.m.moder:<br>So 3 |
| <br><i>Moder:</i><br>So 61         |                          |                       |                    |
|                                    | M.fader:<br>Orne 83      | M.moder:<br>So 3      |                    |
| M.f.fader:<br>Stampe<br>stbg. 6093 | M.f.moder:<br>Karleby 83 | ukendt                |                    |

Heraf fremgår, at de 8 forsøgsdyr er resultatet af stærk indavl af den stamme med genetisk betinget MD, som forfatteren har anvendt i tidligere undersøgelser over MD, *Ludvigsen* (1954 stamtavle side 46 og 47) og (1955 a).

Samtlige 19 grise er ved almindelig slagterivægt 90–92 kg transporteret fra laboratoriet til Hillerød Andelsslagteri, hvor de er slagtet straks efter ankomsten.

**Tabel 3. Sammenligning af glykogen, mælkesyre, pyrodrue**  
(*Test for significance in glycogen, lactic acid, pyruvic acid and m. gracilis*)

|                                        | $\bar{x}$ | f  | Mf{D} | t     | P (%) |
|----------------------------------------|-----------|----|-------|-------|-------|
| <i>Glykogen mg%</i>                    |           |    |       |       |       |
| MD I .....                             | 596       | 7  |       |       |       |
| Lab. normale .....                     | 646       | 10 |       |       |       |
|                                        | —50       |    | 72,5  | —0,69 | > 10  |
| <i>Mælkesyre (lactic acid) mg%</i>     |           |    |       |       |       |
| MD I .....                             | 506       | 7  |       |       |       |
| Lab. normale .....                     | 284       | 10 |       |       |       |
|                                        | 222       |    | 54,5  | 4,07  | < 0,1 |
| <i>Pyrodruesyre (pyruvic acid) mg%</i> |           |    |       |       |       |
| MD I .....                             | 1,49      | 7  |       |       |       |
| Lab. normale .....                     | 1,10      | 10 |       |       |       |
|                                        | 0,39      |    | 0,263 | 1,48  | > 10  |
| $P_H$                                  |           |    |       |       |       |
| MD I .....                             | 5,8       | 7  |       |       |       |
| Lab. normale .....                     | 6,6       | 10 |       |       |       |
|                                        | —0,8      |    | 0,117 | —6,84 | < 0,1 |

**Muskulaturen.**

Alle 11 dyr i gruppen Lab. normale havde normal rød og plastisk muskulatur.

I tabel 2 ses et skema over forandringerne i de 3 undersøgte muskel-grupper hos grisene i MD I gruppen.

Tabel 2.

| gris nr. | m. gracilis | m. psoas major | m. long dorsi |
|----------|-------------|----------------|---------------|
| 12       | normal      | MD             | MD            |
| 13       | MD          | MD             | MD            |
| 14       | normal      | MD             | MD            |
| 15       | MD          | MD             | MD            |
| 17       | normal      | normal         | MD            |
| 18       | MD          | MD             | MD            |
| 19       | normal      | MD             | normal        |
| 21       | normal      | normal         | MD            |

Analyseresultaterne i denne forsøgsrække fremgår af hovedtabel III og IV side 79 og 80.

I tabel 3 ses gennemsnitsresultaterne for glykogen, mælkesyre, pyrodruesyre og pH målingerne og signifikansberegningerne over differencerne mellem middeltallene for de 2 grupper.

**syre og pH i muskulaturen hos MD I og Lab. normale.**

*pH in the musculature of the two groups: MD I and Lab. normal)*

| m. psoas major |    |       |       |       | m. longissimus dorsi |    |       |       |       |
|----------------|----|-------|-------|-------|----------------------|----|-------|-------|-------|
| $\bar{x}$      | f  | Mf{D} | t     | P(%)  | $\bar{x}$            | f  | Mf{D} | t     | P(%)  |
| 446            | 6  |       |       |       | 570                  | 7  |       |       |       |
| 331            | 10 |       |       |       | 958                  | 9  |       |       |       |
| 115            |    | 75,5  | 1,52  | > 10  | —388                 |    | 105,8 | —3,67 | 0,2—1 |
| 556            | 7  |       |       |       | 595                  | 7  |       |       |       |
| 481            | 10 |       |       |       | 273                  | 9  |       |       |       |
| 75             |    | 47,3  | 1,59  | > 10  | 322                  |    | 46,6  | 6,91  | < 0,1 |
| 1,08           | 7  |       |       |       | 1,42                 | 7  |       |       |       |
| 0,85           | 10 |       |       |       | 1,33                 | 10 |       |       |       |
| 0,23           |    | 0,341 | 0,67  | > 10  | 0,09                 |    | 0,317 | 0,28  | > 10  |
| 5,5            | 6  |       |       |       | 5,4                  | 7  |       |       |       |
| 6,1            | 9  |       |       |       | 6,5                  | 9  |       |       |       |
| —0,6           |    | 0,126 | —4,76 | < 0,1 | —1,1                 |    | 0,132 | —8,83 | < 0,1 |

Af tabellen fremgår, at *glykogenindholdet* i MD I gruppen er lavere i m. gracilis og m. long. dorsi, men ikke i m. psoas major. Forskellen er stærkt signifikant for m. long. dorsi, men ikke for de to andre muskelgrupperes vedkommende. *Mælkesyreindholdet* er i alle 3 muskler højere i MD I gruppen end i de tilsvarende muskler i normalgruppen. Forskellen er stærkt signifikant for m. gracilis og m. long. dorsi, men ikke for m. psoas major.

Derimod er *pyrodruesyreindholdet* gennemgående højere i MD I gruppen end i normalgruppen. Forskellen er dog ikke signifikant, men det bør erindres, at i undersøgelserne fra L. F. A. S. er pyrodruesyreindholdet signifikant lavere i MD gruppen end i normalgruppen. pH i MD I er lavt, stærkt signifikant afvigende, og ligger indenfor samme størrelsesorden som pH ved MD fra L. F. A. S. i m. psoas og m. long. dorsi, men noget højere i m. gracilis. Det forholdsvis høje pH i m. gracilis må ses på baggrund af, at denne muskel er normal for 5 af dyrenes vedkommende i undersøgelsesøjeblikket (tabel 2).

Det fremgår endvidere af undersøgelserne, at der er betydelig individuel variation i den mængde mælkesyre, der skal til for at forskyde pH til et bestemt niveau, og det er bemærkelsesværdigt, at der åbenbart for MD I gruppen gennemgående skal en langt lavere mælkesyrekoncentration til at forskyde pH ned på niveauet 5,3–5,5 sammenlignet med MD gruppen fra L. F. A. S. Mælkesyreniveauet i førstnævnte gruppe tenderer endda til at være lavere end i normalgruppen fra L. F. A. S., medens pH i denne gruppe ligger på et langt højere niveau, 6,1–6,5.

Af de samlede resultater kan følgende hovedlinier uddrages:

### 1. Undersøgelserne på L. F. A. S.

Undersøgelser af almindelige slagterisvin viser, at glykogenolysen 30–35 minutter efter slagtningsøjeblikket er langt mere fremskreden ved MD end i normal muskulatur, og processen er resulteret i en ophobning af betydelig højere mælkesyremængder samtidig med, at pyrodruesyreindholdet er reduceret.

Den fremskredne glykogenolyse ved MD, ophobningen af mælkesyre og det nedsatte pyrodruesyreindhold viser, at den anaerobe fase i kulhydratstofskiftet er i overvægt. Dette må tages som udtryk for, at der har været et iltdeficit tilstede i muskulauren af længere varighed end de 30–35 minutter, der er forløbet fra slagtningsøjeblikket, til undersøgelserne er foretaget.

Den stigende brintionkoncentration som følge af den forøgede mælkesyre-dannelse har forskudt pH til niveauet 5,3–5,5 ved MD. pH i normal muskulatur på samme tidspunkt er fra 6,1–6,5.

## 2. Laboratorieforsøgene.

Undersøgelsen af en svinestamme med genetisk betinget MD og normale dyr under ensartede betingelser viser i hovedtrækkene samme billede. Dyrene af MD stammen med MD i undersøgelsesøjeblikket har et højere mælkesyreindhold i muskulaturen end de normale dyr, samtidig med at pH ligger på niveauet 5,4–5,8. Hos de normale dyr er pH fra 6,1–6,5. Selvom mælkesyreniveauet i muskulaturen hos stammen med MD gennemgående er meget lavere end i MD gruppen fra L.F.A.S., er pH af samme størrelsesorden. Mælkesyrekoncentrationen hos MD stammen er endvidere lavere end i de tilsvarende muskelgrupper i normalgruppen fra L. F. A. S., men der er en afgørende forskel i pH, der for sidstnævnte gruppes vedkommende er fra 6,1–6,5.

På tværs af alle forsøgsrækker er der betydelig individuel variation i den mælkesyremængde, der er i stand til at forskyde pH til et bestemt niveau. Tages de 2 MD grupper under eet, findes variationer fra 489–1911 mg % mælkesyre begge med pH 5,3, mens højeste mælkesyrekoncentration i normal muskulatur er 971 mg % ved pH 6,0.

## Diskussion.

Når et dyr dræbes, afbrydes ilttilførslen til vævene. De syntetiske stofskifteprocesser standser, medens de anaerobt forløbende processer først og fremmest glykogenolysen fortsætter, indtil hovedparten af det i drabsøjeblikket tilstedeværende glykogen er spaltet til mælkesyre.

I relation til de udførte undersøgelser betyder dette, at der i de 20–35 minutter, der er forløbet fra slagtingen til undersøgelsestidspunktet, er foregået en spaltning af glykogen og en ophobning af mælkesyre i muskulaturen, som nødvendigvis indgår i analyseresultaterne. Det er imidlertid karakteristisk for MD, at glykogenolysen er mere fremskreden, og der er ophobet en større mængde mælkesyre end i normal muskulatur. Den mere fremskredne glykogenolyse, ophobningen af mælkesyre og reduktion af pyrodruesyreindholdet, der er tydelig i undersøgelserne på L. F. A. S., er alle faktorer, der må tages som udtryk for, at der i muskulaturen ved MD har været et iltdeficit til stede af længere va-

righed end den tid, der er gået fra slagtningsøjeblikket, og formentlig er en væsentlig del af mælkesyre-dannelsen allerede sket, medens dyrene var i live. Tilstedeværelsen af en anoxitilstand inden døden bekræftes yderligere af et af forfatteren tidligere påpeget karaktertræk i det mikroskopiske billede af spontant forekommende MD, hvor arterioli i muskulaturen er spastisk kontraherede. *Ludvigsen* (1954). Forklaringen på ilt-deficitet må derfor søges i manglende adækvat blodtilførsel til muskulaturen, efter alt at dømme som følge af en perifer kredsløbsforstyrrelse. De mulige årsager til denne kredsløbsforstyrrelse vil blive nærmere diskuteret i kapitel 5.

I modsætning til MD fra L. F. A. S. viser laboratorieundersøgelserne over en bestemt svine-stamme med genetisk betinget MD, at mælkesyre-koncentrationen i disse dyrs muskulatur er langt lavere, og pyrodruesyre-indholdet ikke reduceret, samtidig med at forandringerne i muskulaturen viser samme patologisk-anatomiske billede som spontant forekommende MD. Glykogenolysen er også i dette tilfælde mere fremskreden end i normalholdet på laboratoriet, men mælkesyrekoncentrationen ligger kun på lidt over halvdelen af gennemsnittet af L. F. A. S. MD gruppe. For denne bestemte stammes vedkommende er der som følge af den relativt lave mælkesyrekoncentration i forbindelse med, at pyrodruesyreindholdet er det samme som i normal muskulatur, kun lidt, der taler for, at anoxitilstanden i muskulaturen har været af længere varighed, hvorfor relationen mellem mælkesyre niveauet og de muskulære forandringer må søges i andre forhold.

pH niveauet i muskulaturen er i væsentlig grad afhængig af mælkesyrekoncentrationen. pH i muskulaturen under hvile og normale aerobe betingelser angives at være ca. 7,4 *Voegtlin et al.* (1934), *Bate-Smith* (1938, 1948). I drabsøjeblikket og ved den følgende afblødningsproces afbrydes ilttilførslen til vævene. For muskulaturen betyder dette blandt andet, at den aerobe fase i kulhydratstofskiftet afbrydes, mens den anaerobe fase, glykogenolysen, fortsætter uhindret under dannelsen af mælkesyre, indtil de processer, der betinger glykogenolysen er løbet til ende. Den stigende mælkesyredannelse er årsagen til, at pH i muskulaturen er stadig faldende fra drabsøjeblikket og indtil glykogenolysen er standset. Mælkesyren synes imidlertid ikke at være enebestemmende for pH, idet der er store variationer i den mælkesyrekoncentration, der er i stand til at forskyde pH til et bestemt niveau. Dette forhold er særdeles tydeligt illustreret ved MD, hvor der er variationer i

mælkesyrekoncentration fra ca. 500–1900 mg %, medens pH i begge tilfælde er 5,3.

*Forklaringen på de muskulære forandringer ved MD ligger derfor efter forfatterens mening i forholdet mellem mælkesyredannelsen og pH, dog således at den dannede mælkesyre indenfor vide rammer spiller en underordnet rolle, men afgørende er, om den dannede mælkesyre er i stand til at forskyde pH til niveauet 5,5 til 5,3.*

Når der således er store individuelle forskelle i mælkesyremængden ved samme pH, må dette først og fremmest ligge i, at der er individuelle forskelle i muskulaturens stødpudevirkning, således at jo højere stødpudevirkningen er, desto mere mælkesyre skal der til for at forskyde pH. Den stødpude, der først og fremmest kan komme i betragtning, er antagelig det reducerede myoglobin, der har amfolytkarakter og er en svagere syre end oxymyoglobin.

Som nævnt er der visse ligheder i de muskulære forandringers pathogenese ved myoglobinuria paralytica hos hesten og MD hos svin. *Carlstrøm* (1930) fandt ved denne lidelse et forøget mælkesyreindhold i den forandrede muskulatur. De mælkesyremængder, *Carlstrøm* finder, er af størrelsesorden 100–130 mg %, men der er ikke samtidig foretaget bestemmelser af pH. Da de mikroskopiske forandringer ved denne lidelse har en slående lighed med MD hos svinet, foreligger den mulighed, at pH ved myoglobinuri ligger på samme niveau som ved MD, hvilket i så fald vil sige, at de fundne mælkesyrekoncentrationer 100–130 mg % skulle være i stand til at forskyde pH til niveauet 5,3–5,5. Nogen berettigelse må denne antagelse anses at have, idet et af de mest fremtrædende symptomer hos hesten er, at myoglobin går over i blodbanerne og udskilles med urinen, hvilket igen vil sige, at den af myoglobin betingede stødpudevirkning i muskulaturen må antages at være stærkt reduceret.

Forudsat at den hypotese er rigtig, at der er samme pH ved hestens myoglobinuri og MD hos svinet, betyder dette, at stødpudevirkningen i muskulaturen i altovervejende grad er betinget af den tilstedeværende myoglobinnængde, og det forhold, at der hos stammen med genetisk betinget MD skal en relativt lav mælkesyrekoncentration til at forskyde pH til 5,3–5,5, lader derfor formode, at der netop hos denne stamme gennemgående findes en lav myoglobinkoncentration.

## KAPITEL 2.

**Det samlede kulhydratindhold i muskulaturen ved MD.**

I det foregående kapitel er vist, at de muskulære forandringer ved MD skyldes, at der i muskulaturen findes en mælkesyrekoncentration, der forskyder pH til 5,3–5,5.

Dette pH-niveau er bestemt af 2 hovedfaktorer, på den ene side den dannede mælkesyremængde og på den anden side stødpudevirkningen i muskulaturen, således at jo svagere stødpudevirkningen er, des lavere mælkesyrekoncentration skal der til at forskyde pH.

Når mælkesyren indtager en central position i de muskulære forandrings pathogenese, er det rimeligt at antage, at de tilstedeværende glykogendepoter også spiller en rolle, idet den mælkesyremængde, der maksimalt kan dannes, vil være betinget af glykogendepoternes størrelse, d. v. s. af kulhydratindholdet i muskulaturen.

Hvor store kulhydratdepoter, der kan være tale om, er ikke bestemt direkte, men man kan danne sig et skøn over størrelsen på grundlag af glykogen- og mælkesyrebestemmelserne, idet summen af glykogen og mælkesyre vil være et tilnærmelsesvist udtryk for det samlede kulhydratindhold, da al mælkesyren er dannet ved nedbrydning af glykogen. Foruden disse 2 hovedkomponenter findes naturligvis en række kulhydrater, først og fremmest fri glukose og varierende koncentrationer af mellemprodukterne i den glykogenolytiske cyklus: glukose-1-fosfat, glukose-6-fosfat, fruktose-6-fosfat o. s. v. samt pyrodruesyre. Koncen-

**Tabel 4. Sammenligning af kulhydratindholdet**  
(Test for significance in the carbohydrate contents (gly

m. gracilis

| Kulhydratindhold<br>(glykogen + mælkesyre mg%) | $\bar{x}$ | f  | Mf {D} | t    | P (%) |
|------------------------------------------------|-----------|----|--------|------|-------|
| L. F. A. S. MD .....                           | 1268      | 18 |        |      |       |
| Normale .....                                  | 989       | 24 |        |      |       |
|                                                | 279       |    | 94,0   | 2,97 | 0,2—1 |
| Kulhydratindhold<br>(glykogen + mælkesyre mg%) |           |    |        |      |       |
| MD I .....                                     | 1101      | 7  |        |      |       |
| Lab. normale .....                             | 929       | 10 |        |      |       |
|                                                | 172       |    | 72,2   | 2,38 | 2—5   |



trationen af disse forbindelser er imidlertid meget ringe sammenlignet med koncentrationen af glykogen og mælkesyre, og selv den samlede sum af disse intermediære forbindelser, der rettelig hører med i vurderingen af det samlede kulhydratindhold, vil ikke medføre væsentlige forskydninger i det generelle billede.

Til belysning af spørgsmålet om relationen mellem kulhydratindholdet og MD er der foretaget en sammenligning af kulhydratindholdet i de to forsøgsgrupper med MD ved slagtingen: MD gruppen fra L. F. A. S. og MD I gruppen fra laboratoriet og de respektive normalgrupper på grundlag af gennemsnitsresultaterne i hovedtabellerne side 77-80.

Resultatet af denne sammenstilling med de tilsvarende signifikansberegninger ses i tabel 4.

Heraf fremgår, at kulhydratindholdet gennemgående er højere ved MD i de 3 muskelgrupper end i normal muskulatur. Forskellen er for L. F. A. S. vedkommende stærkt signifikant i m. gracilis og m. long. dorsi, men ikke signifikant i m. psoas major. I laboratorieforsøget er forskellen signifikant i m. gracilis og m. psoas major, men ikke i m. long. dorsi.

Samtidig med undersøgelserne på L. F. A. S. var det hensigten at foretage tilsvarende undersøgelser på Hillerød Andelsslagteri. Det var imidlertid ikke muligt på dette slagteri at finde nogen grise med MD, og som følge heraf omfatter undersøgelserne kun grise med normal muskulatur.

#### i normal og MD-muskulatur fra L. F. A. S.

*cogen + lactic acid) in normal and MD musculature)*

| m. psoas major |    |       |      |      | m. long. dorsi |    |       |       |       |
|----------------|----|-------|------|------|----------------|----|-------|-------|-------|
| $\bar{x}$      | f  | Mf{D} | t    | P(%) | $\bar{x}$      | f  | Mf{D} | t     | P(%)  |
| 1159           | 19 |       |      |      | 1502           | 18 |       |       |       |
| 1016           | 21 |       |      |      | 1218           | 23 |       |       |       |
| 143            |    | 92,2  | 1,55 | > 10 | 284            |    | 95,8  | 2,96  | 0,2—1 |
| 994            | 6  |       |      |      | 1165           | 7  |       |       |       |
| 812            | 10 |       |      |      | 1231           | 9  |       |       |       |
| 182            |    | 77,2  | 2,36 | 2—5  | —66            |    | 82,2  | —0,80 | > 10  |

**Tabel 5. Sammenligning af kulhydratindholdet**  
(Text for significance in carbohydrate contents)

|                                                | m. gracilis |    |        |      |       |
|------------------------------------------------|-------------|----|--------|------|-------|
| Kulhydratindhold<br>(glykogen + mælkesyre mg%) | $\bar{x}$   | f  | Mf {D} | t    | P (%) |
| L. F. A. S. normale .....                      | 989         | 24 |        |      |       |
| Hillerød normale .....                         | 830         | 16 |        |      |       |
|                                                | 159         |    | 75,0   | 2,12 | 2—5   |
| Mælkesyre mg%                                  |             |    |        |      |       |
| L. F. A. S. normale .....                      | 520         | 24 |        |      |       |
| Hillerød normale .....                         | 414         | 16 |        |      |       |
|                                                | 106         |    | 48,3   | 2,19 | 2—5   |

Resultaterne af disse undersøgelser ses i hovedtabel V side 81.

Foretages nu en sammenligning mellem Hillerød gruppen og L. F. A. S. normale gruppe, tabel 5, viser det sig, at *kulhydratindholdet* er højere i m. gracilis (signifikant) og m. psoas major (stærkt signifikant), men ikke i m. long. dorsi i L. F. A. S. normalgruppe, og foretages de tilsvarende beregninger for mælkesyren, (tabel 5) fremgår heraf, at *mælkesyreindholdet* i L. F. A. S. normalgruppe samtidig er højere i m. gracilis (signifikant) og m. psoas major (stærkt signifikant), men lavere i m. long. dorsi (ikke signifikant).

Disse resultater viser, at kulhydratindholdet i muskulaturen ved MD er højere end i normal muskulatur, og der er rimelig grund til at antage, at der er en vis relation mellem MD og et højt kulhydratindhold, hvilket er mest tydeligt i undersøgelserne fra L. F. A. S. Dette støttes endvidere af det forhold, at der ikke på Hillerød Andelsslagteri er fundet grise med MD i den tid, undersøgelserne har stået på samtidig med, at de normale dyr fra dette slagteri har et lavere kulhydratindhold og lavere mælkesyre end de normale dyr fra L. F. A. S.

Når et højt glykogenindhold således efter al sandsynlighed virker disponerende for MD, rejser det spørgsmål sig, om det er muligt at foretage en regulering af glykogenindholdet i muskulaturen og derigennem udøve kontrol med mælkesyredannelsen.

Forfatteren har tidligere vist, at fodring med jodkasein virker afhelende på de muskulære forandringer, *Ludvigsen* (1954 og 1955 a).

**i L. F. A. S. normale og Hillerød normale.**

*from normal pigs at two bacon factories)*

| m. psoas major |    |        |      |                | m. long. dorsi |    |        |       |                |
|----------------|----|--------|------|----------------|----------------|----|--------|-------|----------------|
| $\bar{x}$      | f  | Mf {D} | t    | P (%)          | $\bar{x}$      | f  | Mf {D} | t     | P (%)          |
| <b>1016</b>    | 21 |        |      |                | <b>1218</b>    | 23 |        |       |                |
| <b>786</b>     | 17 |        |      |                | <b>1252</b>    | 15 |        |       |                |
| <b>230</b>     |    | 77,6   | 2,96 | <b>0,2—1</b>   | <b>—34</b>     |    | 85,1   | —0,40 | <b>&gt; 10</b> |
| <b>752</b>     | 21 |        |      |                | <b>305</b>     | 23 |        |       |                |
| <b>553</b>     | 17 |        |      |                | <b>383</b>     | 16 |        |       |                |
| <b>199</b>     |    | 56,8   | 3,50 | <b>0,1—0,2</b> | <b>—78</b>     |    | 44,0   | —1,77 | <b>5—10</b>    |

Jodkaseinbehandlingen medfører en stigning i energiomsætningen og en del af den kurative effekt ligger formentlig i, at der sker en reduktion af glykogendepoterne i muskulaturen.

Spørgsmålet er imidlertid, om det er muligt at reducere glykogen-depoterne på anden måde f. eks. ved begrænsning af kulhydrattilførslen til dyrene i tidsrummet umiddelbart før slagtingen.

Til nærmere belysning af dette spørgsmål er der udført en række laboratorieforsøg med varieret kulhydrattilførsel i det sidste døgn inden slagtingen.

**Kulhydratindholdet i muskulaturen i relation til fodringstidspunktet inden slagtingen.**

Undersøgelserne omfatter 3 forsøgsgrupper:

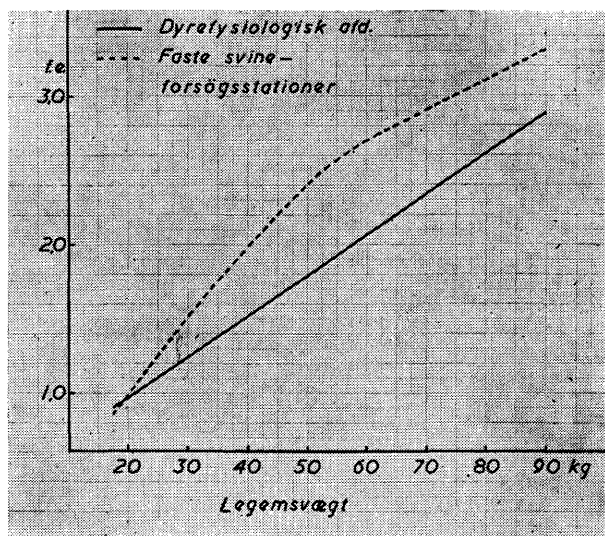
1. 8 grise af MD stamme (mrk. MD I).
2. 11 grise fra laboratoriets forsøgsmateriale (mrk. Lab. normale).
3. 5 grise af MD stamme (mrk. MD II).

De 5 dyr i MD II er helsøskende og genotypisk meget nært beslægtede med MD I. Faderen Knold er kuldbroder til Tot, og moderen so 60 er kuldsøster til so 61 (se stamtavle i det foregående kapitel side 16).

Alle dyrene er enkeltfodrede.

Gruppe 1: MD I er fodret efter den fodernorm, der anvendes på de faste svineforsøgsstationer.

Fig. 1. Grafisk fremstilling af de to anvendte fodernormer.  
Foderenheder pr. kg levende vægt.



Gruppe 2: Lab. normale og gruppe 3: MD II er fodret efter laboratoriets almindelige foderplan.

De 2 anvendte fodernormer fremgår af hovedtabel VII og VIII side 83 og 84 og er grafisk afbildet i fig. 1.

Endvidere er Lab. normale og MD I fodret sidste gang 3 timer og MD II sidste gang 24 timer inden slagtingen.

Slagtningen af dyrene er foregået på Hillerød Andelsslagteri, og dyrene er slagtet direkte efter ankomsten til slagteriet.

*Muskulaturens udseende:* MD I gruppen: Udprægede MD forandringer i muskulaturen (se tabel 2, side 17).

Lab. normale: Normal muskulatur.

Tabel 7. Sammenligning af kulhydratindholdet  
(Test for significance in carbohydrate contents  
m. gracilis)

*Kulhydratindhold*

(glykogen + mælkesyre mg%)

|                    | $\bar{x}$ | f  | Mf{D} | t    | P (%) |
|--------------------|-----------|----|-------|------|-------|
| Lab. normale ..... | 939       | 10 |       |      |       |
| MD II .....        | 608       | 4  |       |      |       |
|                    | 331       |    | 79,9  | 4,14 | 0,1   |

MD II gruppen: Muskulaturen hos alle 5 dyr normal med plastisk konsistens uden vædskeudtrædninger. Farven er dog noget lysere end hos Lab. normale.

*Analyseresultaterne* fremgår af hovedtabel III, IV og VI side 79, 80 og 82.

I tabel 6 ses kulhydratindholdet i de undersøgte muskelgrupper.

**Tabel 6. Gennemsnitlige kulhydratindhold mg% (summen af glykogen og mælkesyre).**

|                    | m. gracilis | m. psoas major | m. long dorsi |
|--------------------|-------------|----------------|---------------|
| MD I .....         | 1101        | 994            | 1165          |
| Lab. normale ..... | 939         | 812            | 1231          |
| MD II .....        | 608         | 668            | 823           |

Af tabellen fremgår, at kulhydratindholdet i m. gracilis og m. psoas major, men ikke i m. long. dorsi er størst i MD I gruppen, der er fodret efter den højeste fodernorm, og hvor dyrene er fodret sidste gang 3 timer før slagtningen. I gruppen Lab. normale fodret efter laboratoriets norm, der er mindre energirig end den fodernorm, der anvendes på de faste svineforsøgsstationer, og hvor sidste fodring ligeledes har fundet sted 3 timer før slagtningen, er kulhydratindholdet sammenlignet med MD I lavere i m. gracilis og m. psoas major, men ikke i m. long. dorsi. Signifikansberegningerne over forskellen i kulhydratindholdet i de to forsøgsgrupper ses i tabel 4, side 22, hvoraf som tidligere nævnt fremgår, at kulhydratindholdet er signifikant højere i MD I i de to førstnævnte muskler, men ikke i m. long. dorsi.

MD II gruppen, der er fodret efter samme fodernorm som Lab. normal gruppe, og som er fodret sidste gang 24 timer inden slagtningen, har sammenlignet med de to andre forsøgsgrupper det laveste kulhydratindhold i de tre undersøgte muskler. I tabel 7 er der foretaget en sammenligning af kulhydratindholdet i Lab. normale og MD II, og heraf

**i Lab. normale og MD II.**

*in Lab. normal and MD II)*

| m. psoas major |    |       |      |       | m. long. dorsi |   |       |      |       |
|----------------|----|-------|------|-------|----------------|---|-------|------|-------|
| $\bar{x}$      | f  | Mf{D} | t    | P (%) | $\bar{x}$      | f | Mf{D} | t    | P (%) |
| 812            | 10 |       |      |       | 1231           | 9 |       |      |       |
| 668            | 4  |       |      |       | 823            | 3 |       |      |       |
| 144            |    | 49,5  | 2,91 | 1—2   | 408            |   | 69,3  | 5,89 | < 0,1 |

**Tabel 8. Glykogen, mælkesyre og pH i MD I og MD II.**  
(*Glycogen, lactic acid and pH in MD I and MD II*)

|       | m. gracilis     |                 |     | m. psoas major |                  |     | m. long dorsi   |                  |     |
|-------|-----------------|-----------------|-----|----------------|------------------|-----|-----------------|------------------|-----|
|       | glykogen<br>mg% | mælkesyre<br>mg | pH  | glykogen<br>%  | mælkesyre<br>mg% | pH  | glykogen<br>mg% | mælkesyre<br>mg% | pH  |
| MD I  | 596             | 506             | 5,8 | 446            | 556              | 5,5 | 570             | 595              | 5,4 |
| MD II | 161             | 447             | 6,2 | 174            | 494              | 5,9 | 245             | 560              | 5,9 |

fremgår, at kulhydratindholdet i Lab. normale er stærkt signifikant højere i m. gracilis og m. long. dorsi og signifikant højere i m. psoas major.

Medens der i de to genotypisk nært beslægtede forsøgsgrupper MD I og MD II er meget stor forskel i kulhydratindholdet i muskulaturen, væsentligst betinget af den reduktion, der har fundet sted i MD II gruppen som følge af sultningen af forsøgsdyrene inden slagtningen, viser resultaterne af glykogen og mælkesyrebestemmelserne, at reduktionen i kulhydratindholdet næsten eensidigt rammer glykogenindholdet. Glykogenindholdet er stærkt reduceret i MD II gruppen, medens en tilsvarende reduktion i mælkesyreindholdet ikke er tilstede. Mælkesyrekoncentrationen i MD II er gennemgående kun lidt lavere i de tre muskelgrupper, tabel 8, men denne forskel er ikke signifikant, tabel 9.

Selvom der ingen statistisk sikker forskel er i mælkesyreindholdet i de to forsøgsgrupper, er pH, som det fremgår af tabel 8, 6,2–5,9 i MD II gruppen, medens pH i MD I gruppen er 5,8–5,4, og af tabel 9

**Tabel 9. Sammenligning af mælkesyre,**  
(*Test for significance in lactic acid,*  
m. gracilis)

|                         | $\bar{x}$ | f | Mf {D} | t     | P (%) |
|-------------------------|-----------|---|--------|-------|-------|
| <b>Mælkesyre mg%</b>    |           |   |        |       |       |
| MD I                    | 506       | 7 |        |       |       |
| MD II                   | 447       | 4 |        |       |       |
|                         | 59        |   | 32,6   | 1,81  | 5—10  |
| <b>p<sub>H</sub></b>    |           |   |        |       |       |
| MD I                    | 5,8       | 7 |        |       |       |
| MD II                   | 6,2       | 4 |        |       |       |
|                         | —0,4      |   | 0,155  | —2,58 | 2—5   |
| <b>Pyrodruesyre mg%</b> |           |   |        |       |       |
| MD I                    | 1,49      | 7 |        |       |       |
| MD II                   | 0,75      | 4 |        |       |       |
|                         | 0,74      |   | 0,363  | 2,04  | 5—10  |

fremgår, at pH i MD II i alle tre muskler er signifikant højere end i MD I. Endvidere er pyrodruesyreindholdet gennemgående lavere i MD II end i MD I, men af tabel 9 ses dog, at den fundne forskel ikke er signifikant.

Det afgørende forhold synes at være, at den i MD II gruppen dannede mælkesyre ikke har forskudt pH længere end til 6,2–5,9, der imidlertid er lavere end pH i de normale muskelgrupper fra L. F. A. S., Hillerød og Lab. normale, medens mælkesyrekoncentrationen i MD I har forskudt pH til 5,8–5,4, selvom forskellen i mælkesyreindholdet i de to forsøgsgrupper ikke er statistisk sikker. Dette vil sige, at pH i MD II gruppen ikke er forskudt ned til det for de muskulære forandringer karakteristiske niveau 5,3–5,5, hvilket er i overensstemmelse med, at grisene i MD II gruppen ikke havde de for MD karakteristiske forandringer i muskulaturen i undersøgelsesøjeblikket.

Resultatet af disse undersøgelser viser som helhed, at kulhydratdepoternes størrelse spiller en afgørende rolle i de muskulære forandrings pathogenese samtidig med, at det er muligt at reducere det samlede kulhydratindhold i muskulaturen hos grise med genetisk betinget MD ved en begrænsning af fodertilførslen i de sidste 24 timer inden slagtningen med det resultat, at disse dyr ikke har muskulære forandringer i undersøgelsesøjeblikket.

**pH og pyrodruesyre i MD I og MD II.**  
*ph and pyruvic acid in MD I and MD II)*

| m. psoas major |   |        |       |       | m. long. dorsi |   |        |       |       |
|----------------|---|--------|-------|-------|----------------|---|--------|-------|-------|
| $\bar{x}$      | f | Mt {D} | t     | P (%) | $\bar{x}$      | f | Mt {D} | t     | P (%) |
| <b>556</b>     | 7 |        |       |       | <b>595</b>     | 7 |        |       |       |
| <b>494</b>     | 4 |        |       |       | <b>560</b>     | 4 |        |       |       |
| <b>62</b>      |   | 44,8   | 1,38  | > 10  | <b>35</b>      |   | 55,4   | 0,63  | > 10  |
| <b>5,5</b>     | 6 |        |       |       | <b>5,4</b>     | 7 |        |       |       |
| <b>5,9</b>     | 4 |        |       |       | <b>5,9</b>     | 4 |        |       |       |
| <b>—0,4</b>    |   | 0,155  | —2,58 | 2—5   | <b>—0,5</b>    |   | 0,164  | —3,05 | 1—2   |
| <b>1,08</b>    | 7 |        |       |       | <b>1,42</b>    | 7 |        |       |       |
| <b>0,67</b>    | 4 |        |       |       | <b>1,17</b>    | 4 |        |       |       |
| <b>0,41</b>    |   | 0,428  | 0,96  | > 10  | <b>0,25</b>    |   | 0,402  | 0,62  | > 10  |

## KAPITEL 3.

**Kulhydratindholdet i de enkelte muskelgrupper.**

Ser man på det samlede kulhydratindhold i de 3 undersøgte muskelgrupper, er summen af glykogen og mælkesyre gennemsnitlig højere i m. long. dorsi end i m. gracilis og m. psoas major.

Til nærmere vurdering af denne forskel mellem de enkelte muskelgrupper er der foretaget en signifikansberegning af forskellen mellem m. gracilis og m. psoas major, mellem m. gracilis og m. long. dorsi og mellem m. psoas major og m. long. dorsi i alle 6 forsøgsrækker.

Af tabel 10 fremgår, at der ikke er signifikant forskel mellem kulhydratindholdet i m. gracilis og m. psoas major, undtagen i Lab. normale (signifikant højere i m. gracilis).

**Tabel 10. Forskellen i kulhydratindholdet mellem m. gracilis og m. psoas major.**

| <i>L. F. A. S. MD</i>      | $\bar{x}$ | <i>t</i> | <i>Mt{D}</i> | <i>t</i> | <i>P(%)</i> |
|----------------------------|-----------|----------|--------------|----------|-------------|
| m. gracilis .....          | 1268      | 18       |              |          |             |
| m. psoas major .....       | 1159      | 19       |              |          |             |
|                            | <hr/> 109 |          | 111,5        | 0,98     | > 10        |
| <i>L. F. A. S. normale</i> |           |          |              |          |             |
| m. gracilis .....          | 989       | 24       |              |          |             |
| m. psoas major .....       | 1016      | 21       |              |          |             |
|                            | <hr/> ÷27 |          | 76,6         | ÷0,35    | > 10        |
| <i>MD I</i>                |           |          |              |          |             |
| m. gracilis .....          | 1101      | 7        |              |          |             |
| m. psoas major .....       | 994       | 6        |              |          |             |
|                            | <hr/> 107 |          | 95,7         | 1,12     | > 10        |
| <i>Lab. normale</i>        |           |          |              |          |             |
| m. gracilis .....          | 939       | 10       |              |          |             |
| m. psoas major .....       | 812       | 10       |              |          |             |
|                            | <hr/> 127 |          | 58,3         | 2,18     | 2—5         |
| <i>Hillerød</i>            |           |          |              |          |             |
| m. gracilis .....          | 830       | 16       |              |          |             |
| m. psoas major .....       | 786       | 17       |              |          |             |
|                            | <hr/> 44  |          | 70,7         | 0,62     | > 10        |
| <i>MD II</i>               |           |          |              |          |             |
| m. gracilis .....          | 608       | 4        |              |          |             |
| m. psoas major .....       | 668       | 4        |              |          |             |
|                            | <hr/> ÷60 |          | 51,0         | ÷1,18    | > 10        |



Af tabel 11 og 12 ses, at på tværs af alle forsøgsgrupper er kulhydratindholdet højere i m. longissimus dorsi end i m. gracilis og m. psoas major. Gennemgås forsøgsrækkerne enkeltvis, ser man i tabel 11, at forskellen mellem longissimus og gracilis er stærkt signifikant i de 4 forsøgsgrupper med normal muskulatur og signifikant for MD gruppen fra L. F. A. S., og i tabel 12 ses, at forskellen er stærkt signifikant i 3 og signifikant i 2 grupper. En undtagelse fra dette generelle billede danner MD I gruppen, hvor der ingen signifikant forskel er mellem de 3 muskelgrupper.

**Tabel 11. Forskellen i kulhydratindholdet mellem m. long. dorsi og m. gracilis.**

|                            | $\bar{x}$ | f  | Mf{D} | t    | P(%)    |
|----------------------------|-----------|----|-------|------|---------|
| <i>L. F. A. S. MD</i>      |           |    |       |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1502      | 18 |       |      |         |
| m. gracilis .....          | 1268      | 18 |       |      |         |
|                            | 234       |    | 112,7 | 2,08 | 2—5     |
| <i>L. F. A. S. normale</i> |           |    |       |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1218      | 23 |       |      |         |
| m. gracilis .....          | 989       | 24 |       |      |         |
|                            | 229       |    | 79,6  | 2,88 | 0,2—1   |
| <i>MD I</i>                |           |    |       |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1165      | 7  |       |      |         |
| m. gracilis .....          | 1101      | 7  |       |      |         |
|                            | 64        |    | 89,4  | 0,72 | > 10    |
| <i>Lab. normale</i>        |           |    |       |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1231      | 9  |       |      |         |
| m. gracilis .....          | 939       | 10 |       |      |         |
|                            | 292       |    | 66,8  | 4,37 | < 0,1   |
| <i>Hillerød</i>            |           |    |       |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1252      | 15 |       |      |         |
| m. gracilis .....          | 830       | 16 |       |      |         |
|                            | 422       |    | 70,4  | 5,99 | < 0,1   |
| <i>MD II</i>               |           |    |       |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 823       | 3  |       |      |         |
| m. gracilis .....          | 608       | 4  |       |      |         |
|                            | 215       |    | 43,1  | 4,99 | 0,1—0,2 |

**Tabel 12. Forskellen i kulhydratindholdet mellem m. long. dorsi og m. psoas major.**

|                            | $\bar{x}$ | f  | $Mf\{D\}$ | t    | P(%)    |
|----------------------------|-----------|----|-----------|------|---------|
| <i>L. F. A. S. MD</i>      |           |    |           |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1502      | 18 |           |      |         |
| m. psoas major .....       | 1159      | 19 |           |      |         |
|                            | <hr/> 343 |    | 103,2     | 3,32 | 0,1—0,2 |
| <i>L. F. A. S. normale</i> |           |    |           |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1218      | 23 |           |      |         |
| m. psoas major .....       | 1016      | 21 |           |      |         |
|                            | <hr/> 202 |    | 85,7      | 2,36 | 2—5     |
| <i>MD I</i>                |           |    |           |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1165      | 7  |           |      |         |
| m. psoas major .....       | 994       | 6  |           |      |         |
|                            | <hr/> 171 |    | 115,8     | 1,48 | > 10    |
| <i>Lab. normale</i>        |           |    |           |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1231      | 9  |           |      |         |
| m. psoas major .....       | 812       | 10 |           |      |         |
|                            | <hr/> 419 |    | 48,8      | 8,57 | < 0,1   |
| <i>Hillerød</i>            |           |    |           |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 1252      | 15 |           |      |         |
| m. psoas major .....       | 786       | 17 |           |      |         |
|                            | <hr/> 466 |    | 66,3      | 7,03 | < 0,1   |
| <i>MD II</i>               |           |    |           |      |         |
| m. long. dorsi .....       | 823       | 3  |           |      |         |
| m. psoas major .....       | 668       | 4  |           |      |         |
|                            | <hr/> 155 |    | 54,2      | 2,86 | 2—5     |

### **Relationen mellem glykogen og mælkesyre.**

Betragter man de enkelte observationer for glykogen og den tilsvarende mælkesyre gælder i store træk for alle grise, at der til høje værdier af glykogen svarer lave værdier af mælkesyre og omvendt. En nærmere matematisk formulering af dette forhold finder man frem til ved i et diagram at tegne logaritmen til mælkesyren op mod logaritmen til det tilsvarende glykogen.

I fig. 2 ses for *m. long. dorsi* vedkommende, at tværs gennem alle forsøgsrækker fordeler punkterne sig omkring linien

$$y = \div 0,85 x + 5,00$$

(beregnet som almindelig regression af  $y = \log$  mælkesyre på  $x = \log$  glykogen).

Går man i detaljer, genfindes denne struktur indenfor de enkelte forsøgsrækker.

*M. psoas major* fig. 3 danner en klar kontrast til *m. long. dorsi*. Diagrammet over log mælkesyre og log glykogen beskrives bedst ved at sige, at log mælkesyre for hver forsøgsrække varierer indenfor temmelig snævre grænser, medens variationsbredden for log glykogen er betydelig større.

*M. gracilis* fig. 4 indtager en mellemstilling. Taget som helhed udviser punkterne en lignende struktur som for *m. long. dorsi*, omend med adskilligt større spredning, men indenfor de enkelte forsøgsrækker træder en sådan relation ikke tydeligt frem.

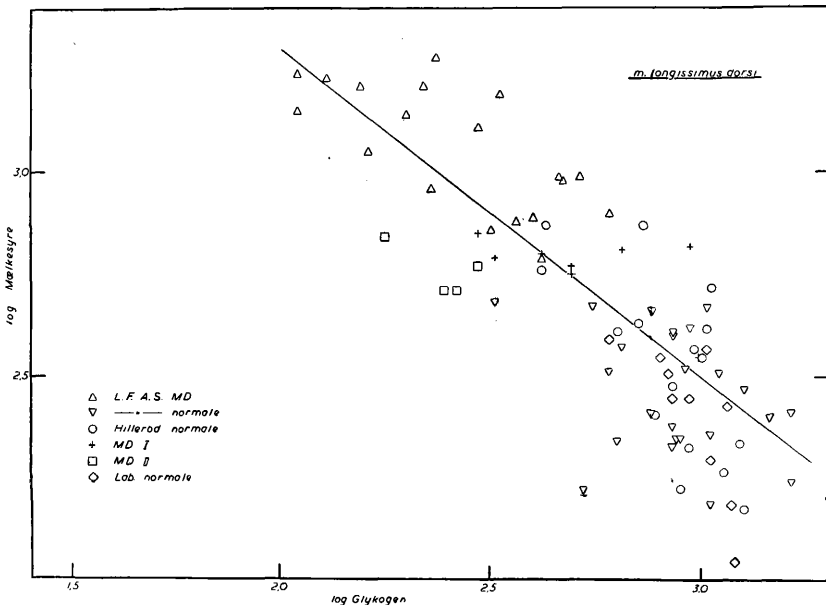


Fig. 2.

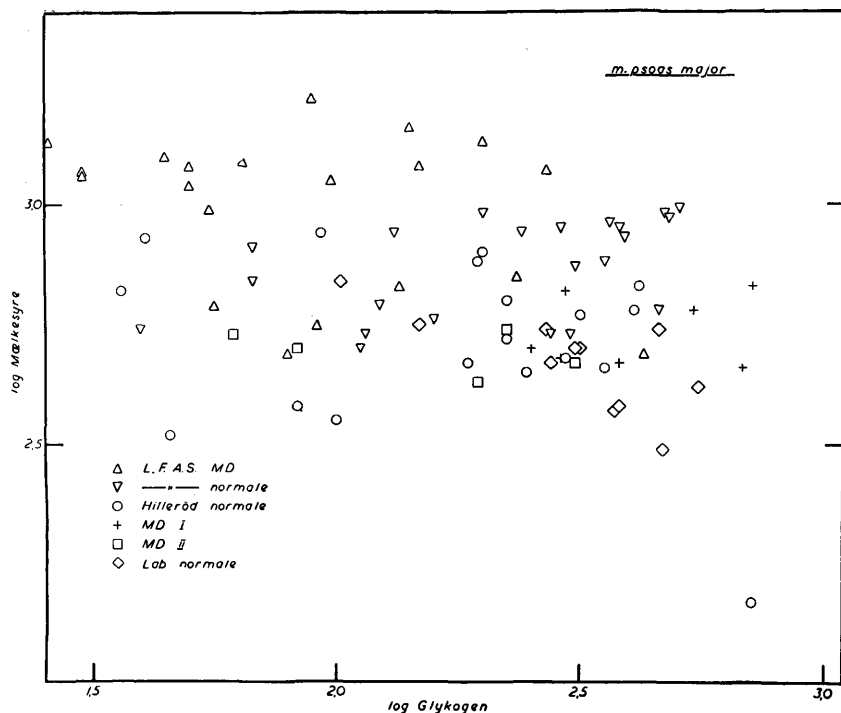


Fig. 3.

### Diskussion.

Resultaterne viser en principiel forskel mellem *m. long. dorsi* på den ene side og *m. gracilis* og *m. psoas major* på den anden side. Det samlede kulhydratindhold er højest i *m. long. dorsi*.

En væsentlig del af denne forskel må antagelig søges i, at *m. long. dorsi* hører til de lyse muskler indenfor skeletmuskulaturen, medens *m. psoas major* og *m. gracilis* hører til de mørke muskulaturer.

Den lyse skeletmuskulatur adskiller sig på væsentlige punkter fra den mørke. *Lawrie* (1953) fandt, at aktiviteten af cytochromoxydase, succinyldehydrogenase og succinyl oxydase er lavere i *m. long. dorsi* end i *m. psoas major*, og *Lawrie* (1953 a) har vist, at koncentrationen af oxydative enzymsystemer og den respiratoriske aktivitet er størst samtidig med, at koncentrationen af energirige fosfatbindinger er højere i den røde end i den lyse muskulatur.

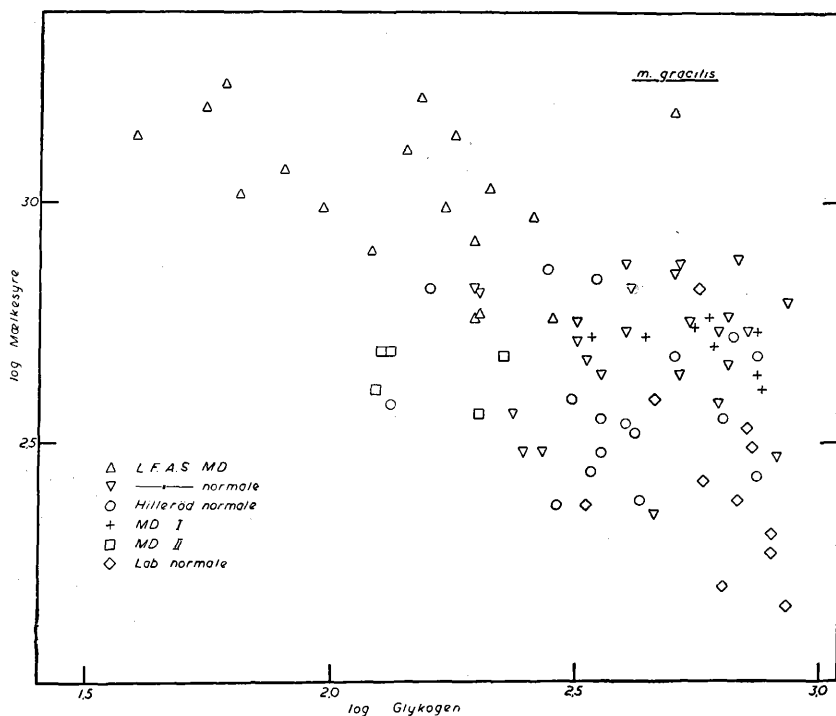


Fig. 4.

Alle de nævnte enzymsystemer og det komplette enzymapparat til regeneration af de energirige fosfatbindinger, samt de elektronoverførende enzymsystemer DPN og TPN er lokaliseret i mitocondrierne i cellernes Golgizone. *Lindberg og Ernster (1954)*.

Ifølge *Lindberg og Ernster* reguleres cellernes respiratoriske stofskifte, d. v. s. cellernes energiomsætning, af de ATP forbrugende processer. Sker der en stigning i de ATP forbrugende processer, stiger cellernes respiratoriske stofskifte, og følgen af denne stigning er, at de syntetiske stofskifteprocesser, først og fremmest de processer, der bruger de intermediære forbindelser i den Krebske cyklus til synteser, falder.

Når *m. long. dorsi* har et lavere indhold af energirige fosfatbindinger og nedsat respiratorisk stofskifte, vil de syntetiske processer være i overvægt, hvilket også kan udtrykkes på den måde, at „turnover“ i almindelighed er langsommere i denne muskel, og heri ligger formentlig

forklaringen på, at m. long. dorsi indeholder mere kulhydrat end m. gracilis og m. psoas major.

Hertil kommer endvidere, at ingen af grisene i det undersøgte materiale er udhvilede før slagtningen. Dyrene er undersøgt direkte efter kortere eller længere tids transport til slagterierne, og under denne transport har de udført et vist muskelarbejde. Under dette muskelarbejde belastes de enkelte muskelgrupper naturligvis ikke lige meget. Det må antages, at m. long. dorsi ifølge sin funktion (fixering af rygsøjlen) belastes mindre end m. gracilis og m. psoas major, der er tilknyttet baglemmernes bevægeapparat. Da de 2 sidstnævnte muskelgrupper samtidig tilhører den røde muskulatur, hvor energiomsætningen er større, kan forskellen i diagrammerne glykogen og mælkesyre muligvis skyldes, at der under muskelarbejdet er oxyderet vekslende mængder af kulhydrat ud til kulsyre og vand alt efter, hvilken muskelaktivitet dyrene har udført. Det kan vel tænkes, at diagrammerne for m. psoas major og m. gracilis havde samme struktur som for m. long. dorsis vedkommende, hvis dyrene var slagtet i udhvilet tilstand, så den usikre faktor, der ligger i den ukendte muskelaktivitet, var elimineret.

## KAPITEL 4.

**Kvælstofomsætningen hos svin med særlig henblik  
på „muskeldeneration“.**

I 279. beretning fra forsøgslaboratoriet, *Ludvigsen* (1955 a), har forfatteren vist, at svin med genetisk betinget MD fra 20–90 kg har et foderforbrug på 3,07 f. e., medens svin indkøbt på Statens forsøgsgårde brugte 3,43 f. e. (1 f. e. = 1660 NK<sub>F</sub>) pr. kg tilvækst ved anvendelse af samme fodermidler og fodernorm. Det lavere foderforbrug hos dyrene af MD stammen er antagelig betinget af, at tilvæksten har en anden sammensætning end tilvæksten hos svin, der har et højere foderforbrug, idet der skal flere kalorier til at producere 1 g fedt, der indeholder 9,46 end 1 g protein, der indeholder 5,7 kalorier. Hertil kommer endvidere, at der til proteinstofferne i organismen er bundet en vis mængde vand, f. eks. indeholder muskulaturen ca. 72 pct. vand, medens fedtet i organismen

**Tabel 13. Galte med MD fra de faste svineforsøgsstationer.**

(med angivelse fra hvilke hold de stammer)

| Hold<br>nr. | Dgl. tilv.<br>g | F. e. pr.<br>kg tilv. | Rygfl.<br>tykk. cm | Bugens<br>tykk. cm | Kroplgd.<br>cm | Points (0—15) for |          |        |
|-------------|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------|----------|--------|
|             |                 |                       |                    |                    |                | skinker           | kødfylde | type   |
| 993         | 688             | 2,95                  | 2,9                | 3,3                | 97,0           | 15,0              | 15,0     | 14,5   |
| 222         | 671             | 3,06                  | 3,1                | 3,2                | 93,5           | 12,5              | 13,5     | 13,5   |
| 222         | 688             | 2,99                  | 3,1                | 3,3                | 95,5           | 14,0              | 14,0     | 14,0   |
| 217         | 698             | 3,01                  | 3,2                | 3,2                | 97,5           | 15,0              | 15,0     | 14,0   |
| 786         | 658             | 3,08                  | 4,0                | 3,0                | 93,5           | 12,0              | 12,0     | 12,0   |
| 711         | 683             | 3,06                  | 3,4                | 3,3                | 95,0           | 11,0              | 13,5     | 12,5   |
| 157         | 662             | 3,19                  | 3,4                | 3,6                | 96,5           | 13,0              | 13,0     | 13,5   |
| 724         | 733             | 2,83                  | 3,2                | 3,1                | 94,0           | 12,5              | 13,0     | 13,0   |
| 908         | 702             | 2,86                  | 3,3                | 3,3                | 94,5           | 15,0              | 14,0     | 14,0   |
| 908         | 675             | 2,91                  | 3,2                | 3,2                | 95,0           | 11,5              | 13,5     | 12,5   |
| 752         | 688             | 3,02                  | 3,4                | 3,0                | 93,5           | 11,5              | 13,0     | 12,5   |
| 928         | 681             | 2,94                  | 3,4                | 3,4                | 93,0           | 13,0              | 12,5     | 13,0   |
| 999         | 689             | 3,03                  | 3,0                | 3,2                | 98,0           | 13,5              | 14,0     | 14,5   |
| 617         | 686             | 2,94                  | 3,1                | 3,1                | 92,5           | 14,0              | 13,5     | 13,0   |
| 617         | 670             | 3,04                  | 3,2                | 3,4                | 91,5           | 13,0              | 13,0     | 12,5   |
| Gns.        | 684,80          | 2,994                 | 3,260              | 3,240              | 94,700         | 13,100            | 13,55    | 13,267 |
| *)          | 669,55          | 3,071                 | 3,446              | 3,252              | 93,363         | —                 | —        | 12,059 |
| Dif.        | +15,25          | ÷0,077                | ÷0,186             | ÷0,012             | +1,337         | —                 | —        | +1,208 |

\*) Gennemsnittet for galte fra de faste svineforsøgsstationer i forsøgsåret 1954–55 *Clausen og Nørtoft Thomsen* (1955).

kun indeholder fra 7–10 pct. vand. Et faldende foderforbrug må derfor indenfor visse grænser opfattes som et udtryk for, at kalorieindholdet pr. kg tilvækst er faldende, d. v. s. at der aflejres relativt mere protein og dertil hørende vand end fedt. Til belysning heraf er der foretaget en sammenligning af bedømmelsesresultaterne for MD grise og normale grise fra avlsforsøgene på de faste svineforsøgsstationer.

I tabel 13 ses gennemsnitsresultaterne for MD galtene sammenlignet

**Tabel 14. Sogrise med MD fra de faste svineforsøgsstationer.**

| Hold nr. | Dgl. tilv. g | F. e. pr. kg tilv. | Rygfl. tykk. cm | Bugens tykk. cm | Kropld. cm | Points (0—15) for |          |        |
|----------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------|-------------------|----------|--------|
|          |              |                    |                 |                 |            | skinker           | kødfylde | type   |
| 47       | 636          | 2,91               | 3,2             | 3,4             | 99,0       | 12,0              | 13,5     | 13,0   |
| 221      | 677          | 3,00               | 3,0             | 3,6             | 91,0       | 15,0              | 15,0     | 13,0   |
| 105      | 691          | 2,87               | 2,7             | 3,4             | 95,5       | 13,5              | 15,0     | 14,0   |
| 995      | 679          | 2,90               | 3,4             | 3,3             | 94,5       | 12,5              | 13,5     | 13,5   |
| 202      | 741          | 2,87               | 3,4             | 3,4             | 96,5       | 13,5              | 14,0     | 13,5   |
| 719      | 709          | 2,98               | 3,7             | 3,5             | 93,5       | 13,5              | 13,0     | 13,0   |
| 716      | 726          | 2,84               | 3,3             | 3,3             | 98,0       | 13,5              | 13,5     | 13,5   |
| 755      | 698          | 2,89               | 3,3             | 3,4             | 95,0       | 12,0              | 13,0     | 13,0   |
| 167      | 698          | 2,99               | 3,3             | 3,3             | 92,0       | 13,0              | 14,0     | 13,5   |
| 708      | 693          | 2,97               | 3,2             | 3,4             | 94,5       | 12,5              | 13,5     | 13,5   |
| 724      | 696          | 2,96               | 3,5             | 3,8             | 90,5       | 14,5              | 13,5     | 12,5   |
| 348      | 659          | 3,15               | 3,1             | 2,8             | 91,0       | 13,0              | 13,5     | 12,0   |
| 365      | 667          | 3,11               | 3,2             | 3,2             | 92,5       | 14,0              | 14,5     | 13,0   |
| 771      | 726          | 2,77               | 3,2             | 3,6             | 94,0       | 14,0              | 14,0     | 14,5   |
| 617      | 714          | 2,89               | 3,0             | 3,1             | 95,0       | 14,5              | 14,0     | 14,0   |
| 617      | 683          | 3,00               | 3,0             | 3,6             | 94,5       | 15,0              | 14,5     | 15,0   |
| 908      | 722          | 2,80               | 2,6             | 3,1             | 94,5       | 15,0              | 14,5     | 12,0   |
| 561      | 746          | 2,70               | 3,3             | 3,6             | 92,5       | 14,0              | 13,0     | 13,5   |
| 695      | 691          | 2,88               | 3,5             | 3,6             | 94,0       | 14,0              | 13,0     | 13,5   |
| 904      | 692          | 2,99               | 2,8             | 3,5             | 93,5       | 14,0              | 14,5     | 13,0   |
| 359      | 689          | 3,05               | 3,2             | 3,7             | 93,5       | 13,5              | 13,0     | 12,0   |
| 411      | 730          | 2,78               | 3,0             | 3,3             | 95,5       | 13,0              | 13,5     | 14,0   |
| 736      | 732          | 2,85               | 3,1             | 3,2             | 91,5       | 15,0              | 14,0     | 12,5   |
| 736      | 726          | 2,84               | 3,2             | 3,7             | 96,0       | 14,0              | 13,5     | 14,0   |
| 751      | 698          | 2,96               | 3,5             | 3,4             | 94,0       | 11,0              | 12,5     | 12,0   |
| 385      | 654          | 3,14               | —               | —               | —          | —                 | —        | —      |
| Gns.     | 698,96       | 2,927              | 3,188           | 3,408           | 94,080     | 13,538            | 13,740   | 13,240 |
| *)       | 679,82       | 2,997              | 3,198           | 3,400           | 93,951     | —                 | —        | 13,078 |
| Dif.     | +19,54       | ÷0,070             | ÷0,010          | +0,008          | +0,129     | —                 | —        | +0,162 |

\*) Gennemsnittet for sogrise i forsøgsåret 1954—55.



med gennemsnittet for galte fra de faste svineforsøgsstationer og i tabel 14 de tilsvarende resultater for sogrisene.

Ser man på disse resultater, fremgår det, at den gennemsnitlige daglige tilvækst fra 20 til 90 kg levende vægt er højere, og foderforbruget pr. kg tilvækst er lidt lavere hos MD grisene sammenlignet med gennemsnittet for de respektive køn. Rygspækket er tyndere hos MD grisene samtidig med, at de har fået højere point for bacontype, hvilket bl. a. er et udtryk for, at MD grisene er mere kødfulde.

Imidlertid fremgår det af tabellerne, at forskellen i daglig tilvækst er størst hos sogrisene, medens reduktionen i foderforbruget er praktisk taget det samme for begge køn. Nedsættelsen af rygspækkets tykkelse ved MD er størst hos galtene, men der er ikke en tilsvarende reduktion af bugspækkets tykkelse for de 2 køn, hvorimod bacontypen hos MD galtene er stærkt forbedret og endda gennemsnitlig pointsmæssigt højere end hos sogrisene med MD, hvilket også hænger sammen med det ejendommelige forhold, at MD galtene har den største kropslængde.

#### **Kvælstofaflejringen hos grise med genetisk betinget MD.**

For at undersøge, om MD grise har en højere proteinsyntese end normale grise, er kvælstofomsætningen målt i 8 balanceforsøg med 8 dages forperiode og 6 dages forsøgsperiode hos 2 sogrise og 2 galtgrise med genetisk betinget MD og 2 sogrise og 2 galtgrise med normal muskulatur. De 8 grise er fodret efter laboratoriets normale foderplan side 83.

I tabel 15 og 16 ses kvælstofaflejringen (gennemsnit for 6 dages forsøgsperiode) i de 8 balanceperioder for henholdsvis sogrise og galte.

Af tabel 15 og 16 fremgår, at de 2 normale galte resp. sogrise gennemsnitlig aflejrer mindre kvælstof pr. dag end de tilsvarende MD grise.

Der er foretaget en statistisk analyse af materialet ( $v^2$  test). Det interne skøn over variansen (spredningskvadratet) karakteriserer N-aflejringens variation mellem perioderne for samme gris. For at teste den hypotese, at normale grise resp. MD-grise har samme middelflejring, eller at MD-grise har samme middelflejring som normale, beregnes et MK ud fra de gennemsnitlige aflejringer for de grise, der sammenlignes: et externt skøn. Hvis det externe skøn er signifikant større end det interne må den hypotese, at de grise, der er sammenlignet, har samme kvælstofaflejring forkastes, hvilket vil sige, at der er forskel i aflejringen.

Resultaterne af beregningerne ses i tabel 17. Signifikansgrænsen

**Tabel 15. Kvælstofaflejringen hos normale og MD sogrise.**  
(nitrogen retention in normal and MD gilts)

| Gris nr.<br>Periode | normale |           |         |           | MD stamme |           |         |           |
|---------------------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|
|                     | 23      |           | 26      |           | 2         |           | 4       |           |
|                     | Vægt kg | N-afll. g | Vægt kg | N-afll. g | Vægt kg   | N-afll. g | Vægt kg | N-afll. g |
| I                   | 23,0    | 17,25     | 22,4    | 18,32     | 22,6      | 15,44     | 23,0    | 16,97     |
| II                  | 30,1    | 17,31     | 29,3    | 16,68     | 29,9      | 20,38     | 26,8    | 21,70     |
| III                 | 36,5    | 15,47     | 35,6    | 15,25     | 37,6      | 17,72     | 37,5    | 19,49     |
| IV                  | 44,6    | 17,65     | 43,8    | 15,99     | 46,0      | 19,40     | 46,0    | 21,05     |
| V                   | 52,3    | 17,29     | 51,1    | 17,47     | 54,3      | 20,79     | 54,3    | 20,20     |
| VI                  | 60,8    | 19,91     | 58,6    | 17,06     | 63,8      | 22,45     | 62,6    | 17,18     |
| VII                 | 68,7    | 18,97     | 67,0    | 18,59     | 73,1      | 22,25     | 73,0    | 20,66     |
| VIII                | 78,8    | 17,72     | 76,1    | 16,34     | 83,0      | 22,32     | 80,6    | 20,55     |
| Gns. afl. g N       |         |           |         |           |           |           |         |           |
| pr. dag             | 17,70   |           | 16,96   |           | 20,09     |           | 19,73   |           |

**Tabel 16. Kvælstofaflejringen hos normale og MD galte.**  
(nitrogen retention in normal and MD barrows)

| Gris nr.<br>eriode | normale |           |         |           | MD stamme |           |         |           |
|--------------------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|
|                    | 45      |           | 46      |           | 5         |           | 11      |           |
|                    | Vægt kg | N-afll. g | Vægt kg | N-afll. g | Vægt kg   | N-afll. g | Vægt kg | N-afll. g |
| I                  | 27,2    | 18,47     | 27,4    | 18,25     | 23,8      | 15,61     | 23,2    | 15,91     |
| II                 | 34,1    | 16,21     | 34,8    | 17,20     | 31,4      | 18,19     | 30,8    | 20,14     |
| III                | 40,9    | 14,74     | 42,7    | 16,28     | 38,1      | 15,52     | 37,8    | 18,48     |
| IV                 | 49,2    | 14,71     | 50,2    | 17,55     | 46,5      | 18,33     | 46,5    | 19,71     |
| V                  | 57,4    | 13,43     | 58,4    | 16,08     | 54,8      | 16,62     | 54,9    | 19,02     |
| VI                 | 64,9    | 13,84     | 66,9    | 15,94     | 62,9      | 16,89     | 62,9    | 17,06     |
| VII                | 73,9    | 14,19     | 75,8    | 14,76     | 72,1      | 20,24     | 72,0    | 17,35     |
| VIII               | 83,2    | 15,44     | 85,0    | 16,71     | 81,9      | 18,64     | 81,4    | 19,31     |
| Gns. afl. g N      |         |           |         |           |           |           |         |           |
| pr. dag            | 15,13   |           | 16,60   |           | 17,51     |           | 18,37   |           |

5 pct. P (%) aflæses i en  $v^2$  tabel med 5 pct. grænse (1 frihedsgrad i tælleren og 28 frihedsgrader i nævneren).

Heraf fremgår, at kvælstofaflejringen hos de normale grise resp. sogrise og galte ikke adskiller sig signifikant fra hinanden (P(%) henholdsvis  $> 50$  og 5–10), og det samme gælder for MD grisene resp. sogrise og galte (P(%) henholdsvis  $> 50$  og 10–30). Derimod er kvælstofaflejringen hos MD grisene stærkt signifikant højere end aflejringen hos de normale dyr (P(%) for såvel sogrise som galte  $> 0,05$ ).

Dette er i overensstemmelse med, at Møllgård (1955) i et omfattende arbejde over struktursyntesen hos unge voksende svin finder, at hastigheden i proteinsyntesen målt ved hastighedskonstanten Q hos dyr med genetisk betinget MD er større end hos normale grise samtidig med,

Tabel 17.

## Sogrise.

| Variation mellem:      | Sk      | f  | MK      | v <sup>2</sup> | P(%)   |
|------------------------|---------|----|---------|----------------|--------|
| perioder .....         | 86,1563 | 28 | 3,0770  |                |        |
| normale (23-26) .....  | 2,1536  | 1  | 2,1536  | 0,700          | > 50   |
| MD'er (2-4) .....      | 0,5439  | 1  | 0,5439  | 0,177          | > 50   |
| normale og MD'er ..... | 53,2512 | 1  | 53,2512 | 17,306         | < 0,05 |

## Galte.

|                        |         |    |         |        |        |
|------------------------|---------|----|---------|--------|--------|
| perioder .....         | 60,0411 | 28 | 2,1443  |        |        |
| normale (45-46) .....  | 8,6142  | 1  | 8,6142  | 4,017  | 5-10   |
| MD'er (5-11) .....     | 3,0102  | 1  | 3,0102  | 1,404  | 10-30  |
| normale og MD'er ..... | 34,4865 | 1  | 34,4865 | 16,083 | < 0,05 |

at grise af stammen med genetisk betinget MD har et højere proteinindhold ved 30 dage.

Disse resultater, *den pointmæssigt bedre bacontype hos grise med MD og den højere kvælstofaflejring hos svin med genetisk betinget MD viser, at disse dyr har en større proteinsyntese, d. v. s., at slagteproduktet af disse dyr er karakteriseret ved en større kødfylde end svin uden MD, og det faldende foderforbrug pr. kg tilvækst må delvis ses på baggrund af den større proteinsyntese.*

## KAPITEL 5.

## Om „muskeldegenerationers“ hormonale pathogenese.

## a. Hypofyse-skjoldbruskkirtelsystemets rolle ved MD.

I 272. beretning har forfatteren som den første vist, at hypofyseskjoldbruskkirtelsystemet indtager en central position i MD's pathogenese, *Ludvigsen* (1954). Et patologisk-anatomisk billede, der ligner spontant forekommende MD, kan frembringes ved fodring med thyreostatisk virksomme forbindelser, f. eks. metyltiouracil under forudsætning af, at dyrene dræbes lige efter behandlingens ophør. Metyltiouracilet blokerer perijodasesystemerne, hvorved elementært jod ikke syntetiseres med tyrosin under dannelse af diiodtyrosin, der er forstadiet til de aktive hormonfraktioner, *Salter* (1950). Følgen heraf er, at syntesen af aktivt hormon falder.

Forandringer i muskulaturen, der fuldstændig ligner MD hos svin, er også beskrevet hos mennesker med klassisk myxødem, *Reuter* (1931). Skeletmuskulaturen er bleg og ødematøst infiltreret, og muskelfibrene er splittet fra hinanden af de ødematøse infiltrationer, og tværstribningen er kun svagt udtalt.

Tilførslen af jodkasein, der indeholder skjoldbruskkirtlens aktive hormonfraktioner, før slagtningen hæver de muskulære forandringer hos svin med genetisk betinget MD, *Ludvigsen* (1954 og 1955 a), medens behandlingen med metyltiouracil og jodkasein i en periode 3 måneder før slagtningen har den modsatte virkning, idet de metyltiouracil-behandlede dyr i dette tilfælde var normale og de jodkaseinbehandlede dyr havde MD, *Ludvigsen* (1955). Efter forfatterens mening skyldes dette den væsentlige forskel, der er i hypofyse-thyreoidesystemets reaktion overfor behandlingen. Metyltiouracilbehandlingen angriber som før nævnt direkte syntesen af aktivt hormon i skjoldbruskkirtlen. Dette medfører et fald af cirkulerende hormon i blod og vævsvædske. Dette fald vil virke stimulerende på frigørelsen af det thyreoidestimulerende hormon, TSH, i hypofyseforlappen. At der virkelig sker en forøgelse af TSH aktiviteten kan umiddelbart ses deraf, at alveoleepithelet i skjoldbruskkirtlen vokser og bliver flerlaget samtidig med, at kirtlen tiltager i vægt. Når behandlingen afbrydes og metyltiouracilets virkning er hævet, vil dyrene stå med et hypofyse-skjoldbruskkirtelsystem med stor aktivitet, og dette er formentlig årsagen til, at muskulaturen hos disse dyr var normal.

Ved behandlingen med jodkasein sker derimod en oversvømmning af blodbanerne med aktivt skjoldbruskkirtelhormon. Den stigende koncentration i blod og vævsvædske vil efterhånden undertrykke TSH-frigørelsen fra hypofysen. Når behandlingen ophører, vil dyrene stå med et stærkt afsvækket hypofyse-skjoldbruskkirtelsystem, dog med den meget væsentlige forskel fra de metyltiouracilbehandlede dyr, at TSH-aktiviteten også er svag, hvilket umiddelbart ses af, at skjoldbruskkirtlerne hos disse dyr er små og har et lavt, inaktivt alveoleepithel, og dyrene havde MD ved slagtningen.

I 272. beretning har forfatteren vist, at MD optræder med typisk sæsonvariation med flest tilfælde i de varme sommermåneder og færrest tilfælde i vinterhalvåret, *Ludvigsen* (1954). Denne regelmæssigt tilbagevendende sæsonvariation hænger formentlig sammen med de tilsvarende variationer i skjoldbruskkirtlens aktivitet, idet aktiviteten er højest

om vinteren og lavest om sommeren. At der i virkeligheden foreligger en sæsonmæssig aktivitetsændring for svin af dansk landrace er vist af *Terp og Lindholm* (1950), der hver måned i løbet af et år har bestemt indholdet af total jod i tørret, fedtextraheret skjoldbruskkirtelsubstans leveret fra Danske Andelsslagteriers Konservesfabrik, Roskilde. I fig. 5 ses *Terps og Lindholms* resultater:

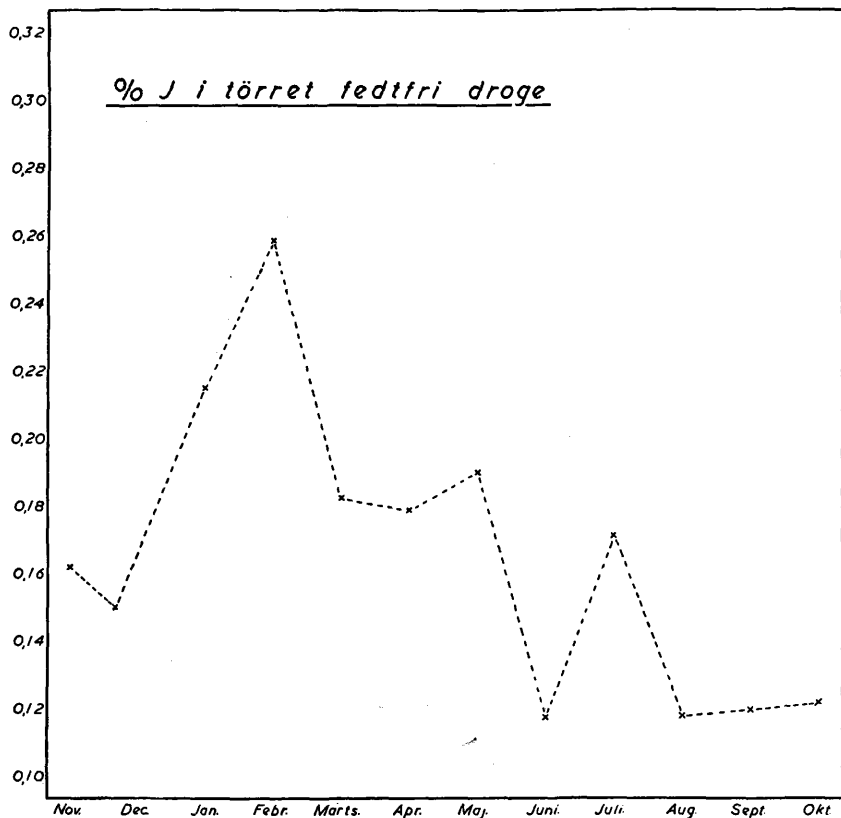


Fig. 5.

Af figuren fremgår, at jodindholdet er højest i vinterhalvåret og lavest i sommerhalvåret. Samtidig finder forfatterne korrelation imellem jodindholdet og den biologiske standardisering, således at den biologiske virkning er ligefrem proportionel med jodindholdet. Denne sæsonvariation i jodindholdet og biologisk aktivitet falder nøje sammen med, at MD optræder hyppigst i sommermånedene.

*Terp og Lindholm* fandt endvidere, at jodindholdet i nogle prøver af argentinske svin var 0,630 pct., medens gennemsnitsindholdet i skjoldbruskkirtler fra danske svin kun var 0,165 pct. (0,116–0,258). *Seidell og Fenger* (1912–13) angiver 0,321 pct. og *Fenger* (1918) 0,300 pct. som gennemsnit for de amerikanske svins vedkommende. Selvom de amerikanske undersøgelser er af ældre dato, ser det imidlertid ud til, at den danske landrace gennemgående har en relativ lav skjoldbruskkirtelaktivitet.

En væsentlig del af jodkaseinets virkning på de muskulære forandringer ved MD skyldes formentlig en virkning på kulhydratindholdet i muskulaturen. Jodkasein forøger energiomsætningen, hvilket bl. a. viser sig ved, at foderforbruget pr. kg tilvækst stiger under behandlingen. *Lardy* (1952) har vist, at tyroxin spalter ATP i isolerede mitochondrier, men den egentlige mekanisme ved denne spaltning er ukendt. Som tidligere nævnt er balancen mellem cellernes respiration og de syntetiske processer reguleret af de ATP forbrugende processer, *Lindberg og Ernster* (1952) og (1954), og forklaringen på stigningen i energiomsætningen ved jodkaseinbehandling skal antagelig søges i en acceleration af de ATP forbrugende processer, hvilket igen betyder, at syntesen bl. a. af glykogen i muskulaturen er nedsat.

Imidlertid har forfatteren vist, at rent l-tyroxin kun har en ganske svag virkning på de muskulære forandringer ved MD, medens virkningen på energiomsætningen er fremtrædende (stigende temperatur og forceret respiration), *Ludvigsen* (1955 a), og at jodkaseinpræparater, der ved biologisk standardisering har den største virkning på CO<sub>2</sub> produktionen hos mus, har svagere virkning end præparater med lav biologisk virkning. Dette tyder på, at jodkaseinets virkning på de muskulære forandringer ikke alene skyldes en påvirkning af energiomsætningen, men der findes i jodkasein muligvis jodholdige forbindelser, der udøver en virkning på stødpudesystemerne i muskulaturen.

Modsat jodkasein medfører metyltiouracilbehandlingen et fald i energiomsætningen. I relation til *Lindbergs og Ernsters* teori vil de ATP forbrugende processer være reduceret og de syntetiske processer i overvægt. Metyltiouracilets MD fremkaldende virkning må antagelig søges i en høj glykogensyntese og deraf følgende større mælkesyredannelse, men det kan ikke udelukkes, at der også er en virkning på stødpudesystemerne.

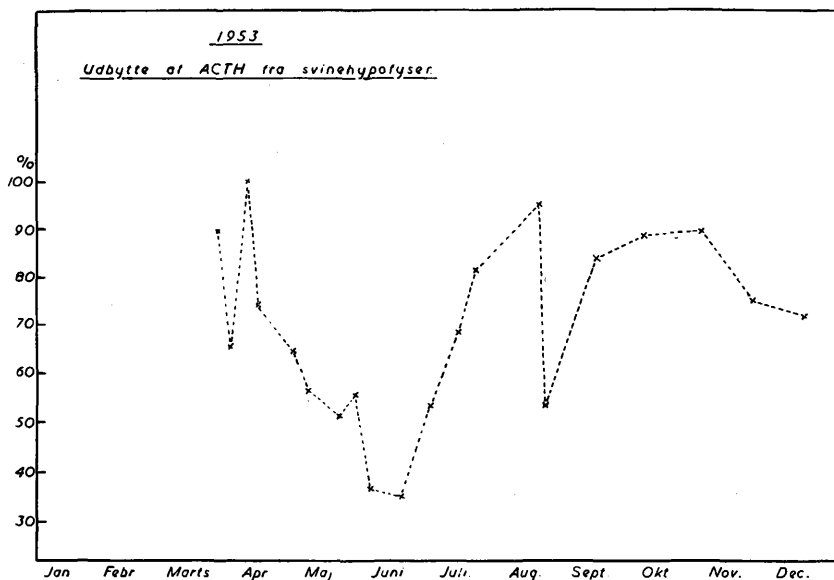
Virkningen af jodkasein og metyltiouracil påvirker også de struktur-

syntetiske processer. Forfatteren har tidligere vist, at kvælstofaflejringen stiger, når skjoldbruskkirtlen blokeres med metyltiouracil, medens aflejringen falder ved jodkaseinbehandling, *Ludvigsen* (1955). I kapitel 4 har forfatteren vist, at svin med genetisk betinget MD har en højere kvælstofaflejring end normale svin, og at svin med MD fra de faste svineforsøgsstationer har større kødfylde end normale svin.

Der er således relation mellem høj proteinsyntese, resp. større kødfylde og MD, og det synes berettiget at betragte den større proteinsyntese som symptom på en nedsat skjoldbruskkirtelaktivitet.

#### b. Hypofyse-binyresystemets rolle ved MD.

I 272. beretning, *Ludvigsen* (1954), har forfatteren diskuteret hypofyse-binyresystemets rolle i MD's pathogenese ud fra det forhold, at MD ofte er dødeligt forløbende. Når dyrene udsættes for et ydre stress i forbindelse med uhensigtsmæssige transport- og opstaldningsforhold, indtræder en chockagtig tilstand med coma og død. Et konstant symptom ved disse dødsfald er en voldsom stigning i kaliumkoncentrationen i blodserum. Den direkte dødsårsag er formentlig den stigende kaliumkoncentrations blokerende virkning på hjertefunktionen, og årsagen til



Tabel 6. De enkelte observationer angiver udbyttet i forhold til højeste udbytte, der er sat til 100 pct.

kaliumstigningen i blodserum skyldes antagelig en oversvømmning af blodbanerne med kalium fra de stærkt kaliumholdige vædskeudtrædninger i muskulaturen, idet disse vædskeudtrædninger ved MD indeholder fra 500–1000 mg pct. kalium.

Siden disse undersøgelser er hypofyse-binyresystemets betydning yderligere undersøgt. Corticalsteroidernes aktivitet reguleres af hypofyseforlappens adrenocorticotrope hormoner, ACTH, og ud fra det synspunkt, at der er en vis relation mellem ACTH aktiviteten og ACTH indholdet i hypofysen, er der foretaget en analyse af ACTH indholdet i hypofysen fra svin med MD og fra normale svin.

Disse undersøgelser viste, at 70 hypofyser fra MD svin indeholdt 0,1, medens 70 hypofyser fra normale svin indeholdt 0,2 internationale enheder ACTH, hvilket vil sige, at ACTH koncentrationen er lavere ved MD end hos normale svin.

Yderligere er det lykkedes at demonstrere en sæsonvariation i ACTH indholdet hos svin af den danske landrace gennem en industriel udbyttekurve for året 1953 omfattende svin fra hele landet, fig. 6.

Af figuren fremgår, at kurven for ACTH indholdet fra marts-april er faldende til juni, hvor koncentrationen af ACTH kun er ca. 35 pct. af

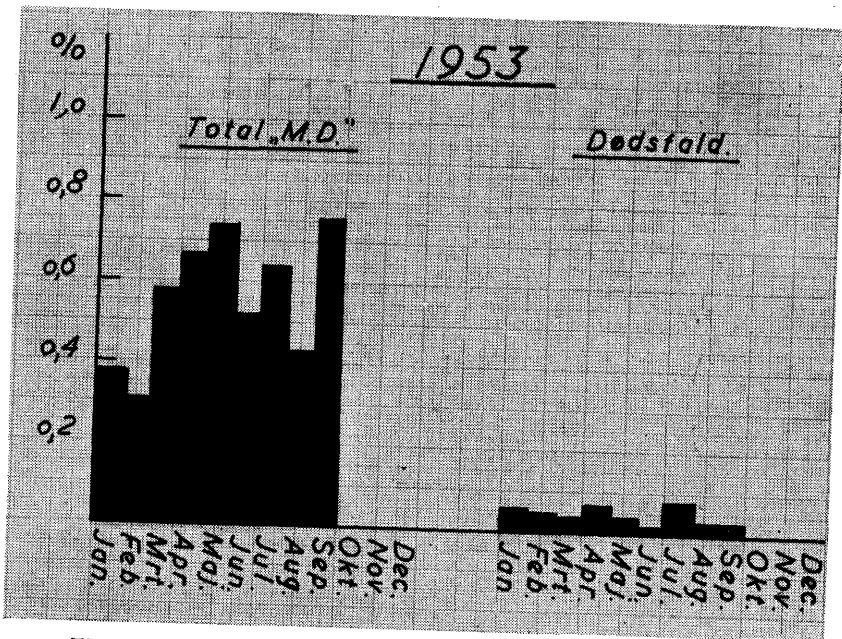


Fig. 7. Sæsonvariationen i forekomsten af MD på Lolland-Falsters Andels-Svineslagteri i året 1953.

(The seasonal occurrence of MD in 1953) Fra 272. beretning. Ludvigsen (1954).



højeste koncentration, der er sat til 100 pct. Dernæst stiger kurven jævnt bortset fra, at der igen indtræffer et fald sidst i august. Sammenlignes denne kurve med kurven for MD 1953 på L. F. A. S., der ses i fig. 7, er der en stigning i antallet af MD omkring de tidspunkter, hvor ACTH indholdet i hypofysen er lavest.

Corticalsteroiderne har også indflydelse på kvælstofomsætningen. Efter adrenalektomi falder kvælstofudskillelsen i urinen, og kvælstofudskillelsen stiger, når adrenalektomerede eller hypofyseektomerede rotter behandles med corticalekstrakter. Den stigende kvælstofudskillelse skyldes en forøget proteinnedbrydning, og den respiratoriske kvotient viser, at 55–63 pct. af det nedbrudte protein transformeres til kulhydrat, *Long, Katzin og Fry* (1940).

I 272. beretning, *Ludvigsen* (1954), er der i symptomkomplekset ved MD under og efter transporten til slagteriet tydelige symptomer på udpræget muskelsvaghed og muskelsitren. Muskelsvaghed og hurtigt indtrædende træthed ved muskelarbejde er udtalte symptomer ved binyreinsufficiens, f. eks. ved Addisons sygdom hos mennesker og hos adrenalektomerede dyr. Den lighed, der er mellem symptomerne ved adrenalektomi og kaliumforgiftning, har ført tanken hen på, at en kaliumretention og elektrolytforandring i muskulaturen er den egentlige årsag til den hurtigt indtrædende træthed, *Zwemer og Truszkowski* (1937).

Som tidligere nævnt er arterioli i muskulaturen ved MD stærkt kontraherede og anæmiske, og da den anaerobe fase i glykogenolysen almindeligvis er mere fremskreden ved MD end i normal muskulatur, må dette tages som udtryk for en nedsat perifer blodcirkulation. Muskeltræthed ved MD må derfor antages at være af adrenal oprindelse. Om den alene skyldes det tilstedeværende iltdeficit og den deraf følgende mælkesyredannelse er ikke sikkert. Afgørende er muligvis, at den dannede mælkesyre har forskudt pH til omkring 5,5, hvor kalium forlader muskeltrådene og findes i de extracellulære vædskeudtrædninger, idet kalium er et vigtigt led i muskulaturens kontraktionsmekanisme. Dette understøttes af, at pH i muskulaturen hos svin døde af lidelsen få minutter efter dødens indtræden er fuldstændig anæmisk og pH 5,3–5,5, *Ludvigsen* (1954).

Hos adrenalektomerede rotter skyldes døden som følge af anafylaktisk chok, at det perifere blodomløb falder, og der indtræder en cirkulatorisk kollaps, *Swingle et al.* (1953), men behandles dyrene samtidig med cortisone, optræder der ikke kredsløbskollaps, *Swingle et al.* (1953 a), hvorfor det perifere kredsløb antagelig er et af corticalsteroidernes virk-

ningsområder. Den perifere kredsløbskollaps er formentlig en primær faktor i adenalektomerede dyrs nedsatte modstandsdygtighed overfor stress.

Der findes således en række analoge symptomer ved adenalektomi og MD, og det forhold, at hypofyser fra MD svin indeholder mindre ACTH end normale svin, samtidig med, at ACTH indholdet er underkastet samme sæsonvariationer som skjoldbruskkirtlens hormon, samt at kvælstofaflejringen er højere, taler for, at der ved MD findes en koordineret afsvækkelse af hypofyse-binyresystemet og hypofyse-skjoldbruskkirtelsystemet.

### c. Den hormonale regulation af kulhydratstofskiftet ved MD.

I kapitel 1 har forfatteren vist, at de for MD karakteristiske forandringer antagelig skyldes, at pH i muskulaturen ligger omkring 5,3–5,5. Dette pH er bestemt af 2 faktorer; på den ene side den dannede mælkesyremængde og på den anden side stødpudevirkningen i muskulaturen, og jo ringere stødpudevirkningen er, des mindre mælkesyre skal der til for at forskyde pH til dette niveau. Af kapitel 2 fremgår, at det samlede kulhydratindhold (summen af glykogen og mælkesyre) i muskulaturen ved MD er højere end i normal muskulatur. Kulhydratdepoternes størrelse i muskulaturen i tidsrummet omkring slagtningen må antages at være en disponerende faktor for MD, fordi jo højere glykogendepoterne er, des mere mælkesyre vil der kunne dannes under de givne betingelser. Kulhydratdepoternes betydning illustreres tydeligt af det forhold, at muskulaturen hos svin med genetisk betinget MD er normal, når der sker en reduktion af det samlede kulhydratindhold ved sultning af dyrene inden slagtningen, og er endvidere i overensstemmelse med den iagttagelse, at der på Hillerød Andelsslagteri ikke er fundet svin med MD 30 minutter efter slagtningen samtidig med, at grisene fra dette slagteri gennemsnitlig har et lavere kulhydratindhold end normale svin på L. F. A. S., hvor forekomsten af MD i slagtningsøjeblikket er hyppig.

Glykogendepoternes størrelse vil ikke alene være betinget af den tilførte kaloriemængde. De kulhydratregulerende hormonsystemer vil have en væsentlig indflydelse på, hvorledes kulhydratomsætningen i organismen forløber.

Binyrerne spiller en stor rolle i kulhydratstofskiftet. Muskelglykogen reduceres ikke ved adenalektomi, forudsat dyrene får tilført rigeligt glukose, men under faste sker der en hurtig udtømmning af glykogendepoterne, først og fremmest af leverglykogenet. Der synes dog i denne hen-

seende at være nogen forskellighed fra dyreart til dyreart. Medens glykogenindholdet ved 0 timers faste er lavere hos adrenalectomerede mus i lever og højere i muskulaturen end hos normale mus, er det omvendte tilfældet for rotters vedkommende, *Noble* (1950). Imidlertid følges adrenalectomi sædvanligvis af et fald i blodsukkerkoncentrationen, *Cori og Cori* (1927), *Britton og Silvette* (1931).

Hos 2 grise med genetisk betinget MD har forfatteren i laboratorie-forsøg fundet en abnormt lav blodsukkerkoncentration. De 2 dyr havde intet ædt i 3–4 dage og viste tydelige tegn på sløvhed og apathi. Samtidig med disse symptomer havde de 2 grise henholdsvis 30 mg% og 20 mg% glukose i blodet. Efter injektion af 1 cm<sup>3</sup> adrenalin intramuskulært steg blodsukkerkoncentrationen efter 10 minutter til henholdsvis 70 og 72 mg% (glykogenmobilisering fra leveren), men faldt igen i løbet af 1 time til de oprindelige værdier. Blodsukkerkoncentrationen steg senere, og dyrene kom sig spontant uden terapi. Forfatteren har tidligere gjort opmærksom på, at periodisk sløvhed, fodervægring og forstyrrelser i mave-tarmkanalen er karakteristisk for svin af denne bestemte stamme, *Ludvigsen* (1955 a), og tilstedeværelsen af en lav blodsukkerkoncentration i forbindelse med disse symptomer lader formode, at dette symptomkompleks har sin oprindelse i en binyreinsufficiens.

Foruden binyrerne spiller insulinet en væsentlig rolle i kulhydratstofskiftet. Forfatteren har forsøgt at fremskaffe oplysninger, om der findes sæsonmæssige variationer i insulinindholdet i bugspytkirtler hos svin, men det har ikke været muligt at få pålidelige oplysninger herom.

Insulinet stimulerer glykogendeponeringen i muskulaturen, og denne virkning skyldes ifølge *Cori et al.* (1949) en stigning af glukokinase-reaktionen. Medens insulinet stimulerer, virker corticalsteroiderne hæmmende på glukokinase-reaktionen, *Bullough* (1953), hvilket vil sige, at corticalsteroiderne virker antagonistisk til insulinet og modvirker glykogendeponeringen.

Skjoldbruskkirtlens hormon virker ligeledes reducerende på glykogendeponeringen i muskulaturen som følge af virkningen på energiom-sætningen.

Under henvisning til, at kulhydratindholdet i muskulaturen er højere ved MD end i normal muskulatur, og MD er hyppigst om sommeren, når aktiviteten af skjoldbruskkirtel og binyrer er svagest, ligger forklaringen på det høje glykogenindhold ved MD antagelig deri, at de glykogenhæmmende hormoners aktivitet er nedsat, og de glykogendeponerende derfor i relativ overvægt.

## KAPITEL 6.

**Kød og kødkvalitetsproblemer.**

Reaktionsprocesserne i muskulaturen efter døden spiller en afgørende rolle for kødets modningsprocesser. I denne forbindelse er glykogenolysen af fremtrædende betydning.

**Rigor mortis processens teori.**

Når et dyr dræbes, afbrydes ilttilførslen til vævene. Den anaerobe del af glukosestofskiftet, spaltningen af glykogen til mælkesyre i muskulaturen, fortsætter imidlertid, indtil hovedparten af glykogenet er spaltet til mælkesyre. Denne proces kan følges potentiometrisk. pH i muskulaturen angives at være omkring 7,4, *Voegtlin et al.* (1934), *Bate-Smith* (1938, 1948), under normale aerobe stofskiftetingelser og i hvile, når mælkesyredannelsen er minimal, 10–20 mg%, *Lundsgaard* (1953). Efterhånden som mælkesyredannelsen stiger efter døden, falder pH, og når processen er løbet til ende, vil det endelige pH-niveau være bestemt af den dannede mælkesyremængde og muskulaturens stødpudevirkning.

Rigor mortis processerne indledes med en enzymatisk spaltning af kreatinfosfat CP. CP-koncentrationen falder til ca. 50 pct. af hvileværdien ved pH 6,8. Spaltningen af ATP begynder, når CP-koncentrationen falder under 30 pct., *Bendall* (1951). At spaltningen af ATP først begynder, når koncentrationen er under dette niveau, skyldes formentlig det forhold, at fosfatet fra CP-spaltningen for en væsentlig del medgår til fosforylering af ADP til ATP, så længe der endnu findes iltdepoter i enzymsystemerne. ATP-spaltningen fortsætter med nogenlunde uændret hastighed til ca. 20 pct. af den oprindelige ATP-koncentration. Efter dette tidspunkt falder hastigheden mærkbart, og glykogenolysen standser, når der ikke er mere ATP til stede.

Forløbet af rigorprocessen er yderligere temperaturbetinget. Ved 17 ° foregår rigor langsomt, men ved 37 ° grader indtræder rigor allerede, når ATP har nået 80 pct. af hvileværdien, *Bendall* (1951).

Under rigorprocessen indtræder en ændring af muskulaturens proteinstoffer, først og fremmest myosinets tilstandsform. Myosinet består af 2 fraktioner: myosin A og actin. I den hvilende muskel er myosin A

til stede i en geleagtig form i kompleks forbindelse med K, Ca, Mg-ioner og ATP, og der er ingen forbindelse med actin. Stimuleres en muskel, frigøres en del af det komplekstbundne kalium ved diffusion. Kaliumfrigørelsen muliggør reaktion mellem myosin A og actin, og musklen kontraheres i tilstedeværelse af ATP, der afgiver en fosfatgruppe og omdannes til ADP. Når en vis del af ATP er spaltet, genoprettes den komplekse forbindelse mellem myosin A og kalium; actin og myosin A separeres, og musklen slappes, *Szent-Györgyi* (1945). Efter døden genoprettes den komplekse forbindelse af myosin A og kalium ikke, og muskulaturen går over i den kontraherede tilstand, der er karakteristisk for rigor.

Hvor hurtigt maximal rigor udvikles vil endvidere være afhængig af glykogendepoternes størrelse, de tilstedeværende iltdepoter i muskulaturen efter døden samt muskelaktiviteten inden slagtingen.

Glykogendepoternes størrelse er af væsentlig betydning, idet den mængde mælkesyre, der dannes, vil være afhængig af den tilsvarende glykogenmængde i slagtningsøjeblikket.

Hastigheden af rigorprocessen vil også være bestemt af enzym-systemernes koncentration og hvor meget ilt, der er bundet i muskulaturens iltdepoter og ilttransporterende enzymssystemer. Ganske vist afbrydes ilttilførslen momentant i slagtningsøjeblikket, men det er sandsynligt, at der normalt findes en vis mængde ilt bundet til myoglobinet og i cytochromsystemerne, der vil være i stand til at øve nogen indflydelse på den hastighed, hvormed maximal rigor udvikles. Så længe der er ilt til stede, er der stadig mulighed for en begrænset oxydation, i dette tilfælde først og fremmest mulighed for en overførsel af P til fosfat-receptorerne, d. v. s. regeneration af ATP. Andre enzymssystemer vil antagelig også spille nogen rolle. Fraspaltningen af en fosfatgruppe fra ATP er endvidere betinget af tilstedeværelsen af enzymet ATP-ase, medens fosforyleringen af ADP til ATP foregår ved hjælp af de transfosforylerende enzymssystemer. Rigorprocessen vil derfor også være afhængig af i hvilken koncentration P-donorer og P-acceptorer findes, samt om enzym-systemerne for løsning og binding af P er til stede. Hvis der stadig er høj ATP-ase aktivitet, vil spaltningen af ATP være mest fremtrædende, og ADP og AMP vil være i overvægt, medens ATP-koncentrationen vil være overvejende, hvis de transfosforylerende systemer har størst aktivitet, *Meyerhof* (1951).

Rigorprocessen vil endvidere være betinget af den muskelaktivitet,

dyrene har udfoldet umiddelbart inden slagtningen. Kraftig muskelaktivitet vil fremskynde tidspunktet for indtrædelse af rigor, fordi der allerede inden døden er foregået et kraftigt træk på enzymsystemerne. CP og ATP spaltningen vil være mere eller mindre fremskreden, og der er dannet større eller mindre mængde mælkesyre i muskulaturen allerede inden døden. Mest udpræget er dette ved MD, hvor rigor allerede er maximalt udviklet 5–15 minutter efter slagtningen, medens rigor hos normale svin først indtræder efter flere timer.

Forandringerne i muskulaturen ved MD er stærkt kvalitetsforringende faktorer i produktionen af dåsesinker, *Ludvigsen* (1954, 1955 a). Det færdige produkt mangler normal rød farve, og konsistensen er tør og trevlet, og normal kødsmag mangler. Som tidligere vist er MD først og fremmest karakteriseret ved, at pH i muskulaturen er abnormt lavt, hvorfor det er berettiget at slutte, at pH omkring 5,5 af kvalitetsmæssige hensyn ikke er ønskeligt i de råprodukt, der danner grundlaget for den videre forarbejdning af svinekød.

Et væsentligt spørgsmål er derfor, om der findes veje og muligheder for at kontrollere rigor mortis processernes forløb, således at pH ved maximal rigor ikke kommer ned i det for kødkvaliteten „farlige“ område.

#### Regulering af rigor mortis processens forløb.

Undersøgelserne af kulhydratstofskiftet, der er omtalt i de første kapitler i denne beretning, er udført på et tidspunkt efter slagtningen, hvor der for normale dyrs vedkommende endnu er betydelige glykogenmængder i muskulaturen. Det vil sige, at undersøgelserne er foretaget på et tidspunkt, hvor glykogenolysen er under fortsat udvikling, og det endelige pH niveau er ikke nået på dette tidspunkt.

Da pH i almindelighed vil være stærkt afhængig af den dannede mælkesyre under rigor mortis, vil det endelige pH niveau som nævnt være betinget af glykogendepoternes størrelse. Dette vil igen sige, at størrelsen af glykogendepoterne i slagtningsøjeblikket vil være en medbestemmende faktor for kødkvaliteten, idet jo højere disse depoter er, des mere mælkesyre vil der dannes, hvorved selv en stor stødpudevirkning i muskulaturen kan gennembrydes.

pH under maximal rigor er undersøgt af *Callow* (1938), der fandt, at pH („ultimate pH“) i m. long. dorsi og m. psoas var henholdsvis 5,48 og 5,72. *Callow* (1937) angiver ligeledes, at pH har indflydelse på

muskulaturens „mikro-struktur“. pH i muskulatur med „åben“ struktur, fugtige og vædskedrivende snitflader, fandtes at være 5,5, medens pH i kød med „tæt“ struktur og tør snitflade var 5,75.

Der er rimelig grund til at antage, at det, *Callow* betegner en „åben“ struktur, samtidig med, at snitfladen er vædskedrivende, ganske svarer til MD.

Som påpeget tidligere synes en væsentlig del af jodkaseinets curative virkning på MD og den deraf følgende kvalitetsforbedring at bero på en reduktion af glykogendepoterne. Dette er imidlertid ikke den eneste form, under hvilken der kan udøves kontrol med glykogendepoternes størrelse. Hos svin med genetisk betinget MD er det muligt gennem en sultning af dyrene før slagtingen at reducere glykogenindholdet i muskulaturen ca. 35 pct. med det resultat, at disse dyr ikke har MD på det tidspunkt, undersøgelserne foretages, medens en fodring 3 timer før slagtingen vil betinge maximal fyldning af depoterne. Depoternes fyldningsgrad afhænger imidlertid ikke alene af tidspunktet for den sidste fodring inden slagtingen, men er også betinget af den mængde foder, der tilbydes dyrene. Kraftig kulhydratfodring vil presse depoterne yderligere i vejret, særlig hvis dyrene fodres på selve slagtingsdagen. Dette er formentlig en af årsagerne til, at der i een landsdel findes flere svin med MD end i en anden, knyttet til forskelligheder i fodringstraditioner.

Forfatteren har tidligere vist, *Ludvigsen* (1954), at få timers udhvilning af dyrene på slagteriet efter transporten reducerer MD fra 0,9 til 0,3 pct., og formentlig vil reduktionen være endnu større ved længere hvileperiode. Under muskelarbejdet under transporten til slagteriet sker der en ophobning af mælkesyre i muskulaturen og en tilsvarende reduktion af glykogendepotet. Under hvile fjernes den dannede mælkesyre, idet den dels oxyderes ud til kulsyre og vand og dels resyntetiseres til glykogen, når enzymsystemerne er regenereret.

*Bate-Smith* (1937) fremhæver betydningen af, at svinene bringes udhvilede til slagtingen, især efter lang og anstrengende transport, fordi der vil være tæret stærkt på glykogendepoterne. I England anvendes efter forfatterens opgivelse en udhvilning af svinene på slagteriet 24 timer inden slagtingen. *Bate-Smith* anser det endvidere for hensigtsmæssigt at fodre dyrene med et rør- eller druesukkerholdigt foder umiddelbart inden selve slagtingen for at sikre tilstrækkelige glykogendepoter i muskulaturen.

Sukkerfodrings indflydelse på kødkvaliteten har været undersøgt herhjemme, *Madsen* (1942). pH i m. psoas fra svin 1 døgn efter slagtingen uden fodring 48 timer inden slagtingen var 5,62 (5,51–5,71), ved almindelig fodring 5,48 (5,43–5,54) og ved sukkerfodring (0,5–3 kg) 5,46 (5,41–5,50).

Der er ikke væsentlig forskel mellem normalt fodrede og sukkerfodrede svin, men ved sultning 48 timer er pH niveauet højere. Holdbarheden under opbevaring i 8 uger, den første uge ved 17 ° C., de følgende ved 3 °, er undersøgt for samtlige udskårne psoas. Herved er der ikke konstateret væsentlige forskelle mellem de tre grupper, medens der synes at være tendens til forbedring af de ferske og saltede flæskesiders overfladetilstand efter sukkerfodring.

Den forbedring af kødkvaliteten, der sker ved f. eks. 24 timers udhvilning af dyrene på slagteriet inden slagtingen, *Ludvigsen* (1954), samtidig med, at de fleste MD tilfælde forsvinder, må ses fra to sider. Forudsat dyrene ikke fodres, vil der ske en reduktion af glykogendepoterne, hvorved mælkesyredannelsen under rigor vil være tilsvarende lavere. Det er imidlertid sandsynligt, at kvalitetsforbedringen ikke alene skyldes denne reduktion. Når dyrene slagtes efter udhvilning på slagteriet, vil mælkesyredannelsen i muskulaturen i slagtningsøjeblikket være minimal, i modsætning til svin, der slagtes direkte efter transporten, hvor der ofte inden slagtingen er foregået en betydelig mælkesyredannelse som følge af muskelaktivitet. Som tidligere nævnt standser glykogenolysen, når ATP i muskulaturen er spaltet. Når dyrene slagtes efter udhvilning, hvor størstedelen af muskulaturens kulhydrat findes som glykogen, er forholdet antagelig det, at glykogenolysen standser på et tidligere tidspunkt, fordi ATP er opbrugt, således at der under maximal rigor stadig findes en del glykogen og intermediære produkter i den glykogenolytiske cyklus. Den kvalitetsforbedring, der er tendens til efter sukkerfodring, skal formentlig ses på denne baggrund, fordi virkningen af sukkerfodring er bedst, når den udføres på slagteriet i tilslutning til udhvilning. Dette kan betyde, at tilstedeværelsen af glykogen og glukosefosfater i muskulaturen under maximal rigor spiller en rolle for kvaliteten af den færdige vare.

Alle de her nævnte forhold, der er af afgørende kvalitetsmæssig betydning, må naturligvis underkastes en videregående analyse, før det er muligt at drage endelige slutninger.



## KAPITEL 7.

## Analysemetoder.

## GLYKOGENBESTEMMELSEN

Glykogen er bestemt efter v. *Brands* (1936) modifikation af Pflügers metode. Dog er der i stedet for hydrolyse med saltsyre anvendt 5n svovlsyre, *Swensson* (1945), for at forkorte hydrolysetiden. Glukosebestemmelsen er foretaget ad modum Hagedorn-Jensen. *Hagedorn et al.* (1946).

*Princip.*

Vævet destrueres i stærk kaliumhydroxyd, hvorved total glykogenet frigøres. Glykogenet udfældes i alkoholisk medium, og efter hydrolyse bestemmes glykogenet som glukose.

*Reagenser.*

1. KOH : 30 pct.
2. LiBr, aq : 50 pct.
3. Alkohol : abs.
4. Alkohol : 67 pct.
5. Alkohol : 96 pct.
6.  $H_2SO_4$  : 5n.
7. NaOH : 5n.
8. Fenoltalein : 1 pct.
9. KJ : 30 pct.
10. Citronsyre-Zinksulfat: zinksulfat 100 g, citronsyre 400 g, dest. vand ad 1000 ml.
11. Stivelse : 1 pct. stivelse i 20 pct. NaCl opløsning.
12. Kaliumferricyanid : 0,005n, gammel komposition ad modum Hagedorn-Jensen.
13. Natriumtiosulfat : 0,005n, ad modum Hagedorn-Jensen.

*Procedure.*

0,4–1,0 g dybfrosset muskulatur afvejes hurtigt på urglass og anbringes straks i et centrifugeglas med 1,5 ml varm 30 pct. KOH, således at kørprøven er fuldstændig dækket. Glasset lukkes med hydrofobt vat, og der koges på vandbad i 1–2 timer til fuldstændig destruktion af vævet. Efter destruktion tilsættes 1 ml dest. vand, 7 ml abs. alkohol og 0,2 ml 50 pct. lithiumbromidopløsning til fremskyndning af floacula-

tionen af glykogen. Efter henstand i 15–18 timer til fuldstændig udfældning centrifugeres i 10 minutter (ca. 3500 omdr.). Den ovenstående vædske dekanteres, og bundfaldet vaskes i 67 pct. alkohol. Centrifugering, dekantering og vaskning med 96 pct. alkohol. Efter centrifugering og dekantering tørres bundfaldet i 2 timer ved 70 grader, til alkoholen er fordampet. Derefter hydrolyseres med 6 ml 5n  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , og der koges efter tillukning med hydrofobt vat  $\frac{1}{2}$  time på vandbad. Prøverne bringes ved hjælp af dest. vand kvantitativt over i 50 ml målekolber, og der neutraliseres med 5n NaOH til fenoltaleinomslag. Fyldes op med dest. vand.

Til sukkerbestemmelse udtages fra 1–4 ml, afhængig af koncentrationen. Der tilsættes dest. vand til 9 ml og 2 ml kaliumferricyanid. Kogning i 15 minutter på vandbad med påfølgende afkøling. Der tilsættes 5 dråber kaliumjodid, 1 ml citronsyre-zinksulfatopløsning, 5 dråber stivelsesopløsning og titreres med natriumtiosulfat. Blindprøve: 6 ml 5n svovlsyre. Koges og behandles som analyserne fra hydrolysen.

#### Beregning.

Glukoseindholdet aflæses i Hagedorn-Jensens tabel, og heraf beregnes glykogenindholdet i analysen ved hjælp af omregningsfaktoren 0,927.

#### Recovery på analysemetoden.

Der er anvendt glykogen „Roche“, der indeholder 9–14 pct. vand og 0,15 pct. aske. Præparatet er frit for sulfater, klorider og kvælstofholdige forbindelser.

Da vandindholdet varierer, er der foretaget en kulstofbestemmelse ad modum *Rona* (1910).

Det teoretiske C-indhold i glykogen er 44,44 pct., og der er fundet henholdsvis 42,74 og 42,46 pct. i to præparater svarende til et indhold af 96,17 og 95,54 pct. glykogen.

Standardrækker:

A

|   | Konc.<br>mg | fundet<br>middel<br>mg | n | MK     | Konc.<br>mg | fundet<br>middel<br>mg |
|---|-------------|------------------------|---|--------|-------------|------------------------|
| 1 | 0,93        | 0,95                   | 8 | 7,41   | 0,98        | 0,95                   |
| 2 | 1,85        | 1,87                   | 8 | 12,00  | 1,95        | 1,91                   |
| 3 | 3,71        | 3,70                   | 8 | 95,71  | 3,91        | 3,82                   |
| 4 | 5,56        | 5,60                   | 8 | 37,57  | 5,86        | 5,82                   |
| 5 | 7,41        | 7,58                   | 7 | 128,50 | 7,81        | 7,66                   |

Standardrækker fra 3 forskellige stamopløsninger er undersøgt med 5 forskellige koncentrationer af glykogen i hver.

Grundlaget for beregningerne er, at spredningen på de observerede koncentrationer er proportional med den teoretiske koncentration. At dette er en rimelig hypotese ses af, at MK'erne indenfor hver standardrække vokser med koncentrationen, hvilket fremgår af nedenstående tabel.

Dette vil sige, at recovery praktisk taget er konstant inden for de enkelte rækker.

Recovery er beregnet efter følgende funktion:

$$\frac{\sum \frac{S_i}{c_i}}{\sum n_i}$$

hvor  $S_i$  er summen af differencerne mellem de enkelte observationer og den teoretiske koncentration:  $c_i$  og  $n_i$  antallet af observationer. For de 3 standardrækker giver dette følgende recovery i pct.:

|   |       |
|---|-------|
| A | 101,0 |
| B | 97,8  |
| C | 98,2  |

For at undersøge, om de fundne recoveryprocenter er ens indenfor de enkelte standardrækker, er der foretaget en  $\chi^2$ -test. Det interne skøn over variansen, der karakteriserer variationen mellem de observerede koncentrationer indenfor de enkelte standardrækker, er beregnet ud fra de reducerede SK'er ved division med  $c^2$ . Denne beregningsmetode er anvendt for at undgå afrundingsfejl. Heraf fremkommer et fælles

$$MK_M = \frac{SK_M}{f} = \frac{219,39}{62} = 3,54$$

| B |        |             | C                      |   |       |
|---|--------|-------------|------------------------|---|-------|
| n | MK     | Konc.<br>mg | fundet<br>middel<br>mg | n | MK    |
| 4 | 5,33   | 0,98        | 0,96                   | 4 | 4,00  |
| 4 | 6,33   | 1,96        | 1,95                   | 4 | 0,00  |
| 4 | 57,00  | 3,92        | 3,84                   | 4 | 52,67 |
| 4 | 19,00  | 5,88        | 5,67                   | 3 | 8,50  |
| 4 | 104,67 | 7,84        | 7,79                   | 3 | 20,50 |

Det externe skøn (variansen mellem de 3 standardrækker) er beregnet ud fra et fælles SK.

|         | SK     | f  | MK   |
|---------|--------|----|------|
| A ..... | 30.444 | 4  |      |
| B ..... | 9.393  | 4  |      |
| C ..... | 21.970 | 4  |      |
|         | 61.807 | 12 | 5,15 |

Herved fremkommer et fælles MK = 5,15

$$v^2 = \frac{5,15}{3,54} = 1,45 \quad P(\%) \ 10-30.$$

Det vil sige, at der ingen signifikant forskel er mellem de 3 rækker indbyrdes og indenfor de enkelte rækker, hvorfor det er berettiget at regne med en recovery på ca. 99 pct. (gennemsnit for A, B og C).

#### Analysesikkerhed.

Der er foretaget dobbelt og tredobbeltbestemmelser af glykogen, og analysesikkerheden er beregnet for analyserne fra MD gruppen fra L. F. A. S, der har den laveste glykogenkoncentration og for normal gruppen fra L. F. A. S. samt for Lab. MD I gruppe.

|                     | Glykogen<br>middel<br>mg <sup>9/10</sup> | SK       | f   | MK     | s<br>mg <sup>9/10</sup> | Variations-<br>koefficient |
|---------------------|------------------------------------------|----------|-----|--------|-------------------------|----------------------------|
| L. F. A. S. MD ..   | 192                                      | 30259,3  | 67  | 451,6  | 21,3                    | 11,1 %                     |
| L. F. A. S. normale | 549                                      | 210391,5 | 103 | 2042,6 | 44,2                    | 8,1 %                      |
| Lab. MD I .....     | 537                                      | 116934,9 | 43  | 2719,4 | 51,2                    | 9,5 %                      |

Den gennemsnitlige variationskoefficient for glykogenbestemmelsen er 9,3 pct.

#### MÆLKESYREBESTEMMELSEN

Den af *Barker og Summerson* (1941) angivne metode til mælkesyrebestemmelse er anvendt.

#### Princip.

Mælkesyren overføres kvantitativt til acetaldehyd ved opvarmning med konc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ved tilsætning af en alkalisk opløsning af p-hydroxydiphenyl og i nærværelse af Cu-ioner, fremkommer en blå farve, der er stabil i flere timer.

*Reagenser.*

1. Triklorreddikesyre, pro. anal. : 10 pct. opløsning med kendt vægtfylde. Frisk fremstillet eller opbevaring i køleskab.
2.  $\text{CuSO}_4$ , 5  $\text{H}_2\text{O}$  : 20 pct.
3. Samme : 4 pct. i dråbeflaske.
4.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , pro. anal. pulv.
5.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , pro. anal. Vf. 1,84. Undersøges inden brugen for farve-reaktion med p-hydroxydiphenyl. Skal være farveløs eller svag blålig, må ikke være grøn.
6. p-hydroxydiphenylreagens : 1,5 pct. p-hydroxydiphenyl i 0,5 pct. NaOH i dråbeflaske. p-hydroxydiphenyl opløses ved opvarmning til kogning i 5 pct. NaOH, hvorefter der fortyndes til 0,5 pct. NaOH.

*Procedure.*

0,5–1,0 g dybfrosset muskulatur afvejes hurtigt på et urglas og overføres straks til et centrifugeglas med 9,0 ml 10 pct. triklorreddikesyre. Kraftig omrystning og centrifugering i 10 minutter, (ca. 3500 omdrejninger). 1 ml centrifugat overføres i Thunberg glas, og der fyldes op til 25 ml med dest. vand. Herfra føres 2 ml over i centrifugeglas, og der tilsættes 1 ml 20 pct.  $\text{CuSO}_4$  opløsning, 7 ml dest. vand og ca. 1 g  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , glasset lukkes med prop og omrystes. Farven skal være lyseblå. Efter mindst 30 minutters henstand med gentagne omrystninger centrifugeres i 10 minutter.

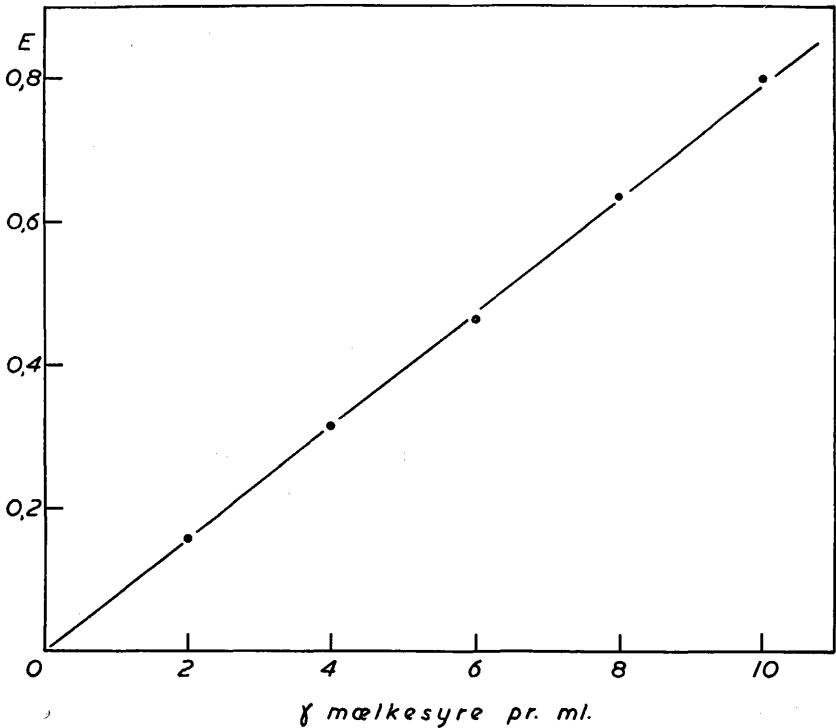
1 ml centrifugat overføres til et vidt centrifugeglas, der tilsættes 1 dråbe 4 pct.  $\text{CuSO}_4$  opløsning og 6 ml konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  fra burette. Forsigtig omrystning under tilsætningen. Glasset anbringes i kogende vandbad i 5 minutter og derefter afkøles til under  $20^\circ$ . 2 dråber p-hydroxydiphenyl tilsættes, og der omrystes. Glasset anbringes i vandbad ved  $30^\circ$  i mindst 30 minutter, og der omrystes mindst 1 gang i dette tidsrum. Herefter bringes glasset direkte over i kogende vandbad i 90 sekunder, hvorefter der straks afkøles. Måling i Beckman spektrofotometer ved bølgelængde  $\lambda$  570. Blindværdi: Blank analyse.

*Standardkurve.*

Til fremstilling af standardopløsningerne er anvendt Ca-laktat, hvis renhedsgrad er bestemt ved en Ca-bestemmelse.

1,7118 g Ca-laktat svarende til 1,00 g ren mælkesyre afvejes til stamopløsning + dest. vand ad 1000 ml. Heraf fremstilles fortyndinger

med henholdsvis 50, 40, 30, 20 og 10  $\gamma$  mælkesyre pr. ml. Heraf udtages 2 ml, der føres gennem analysen fra tilsætningen af 1 ml 20 pct.  $\text{CuSO}_4$  opløsning. Når denne fremgangsmåde anvendes, vil der i slutanalysen ved målingerne være henholdsvis 10, 8, 6, 4 og 2  $\gamma$  mælkesyre pr. ml. Resultatet af målingerne ses i nedenstående standardkurve.  $E \times 12,75 = \gamma$  mælkesyre pr ml i slutanalysen.



Standardkurve for mælkesyre.

### Beregning

Mælkesyreindholdet i kødanalyserne bliver da følgende:

$$\frac{E \cdot 12,75 \cdot (a + b \cdot vf) \cdot 25 \cdot 10 \cdot 100}{a \cdot 2 \cdot 1000} = \text{mg pct. mælkesyre}$$

hvor

$E$  = ekstinktionen

12,75 = omregningsfaktor

$a$  = vægten af den i analysen værende kødprøve

b = ml trikloreddikesyre

vf = vægtfylden af trikloreddikesyren

### Analysesikkerhed.

Samme forsøgsgrupper som for glykogenbestemmelsernes vedkommende.

|                     | Mælkesyre<br>middel<br>mg % | SK       | f   | MK     | s<br>mg % | Variations-<br>koefficient |
|---------------------|-----------------------------|----------|-----|--------|-----------|----------------------------|
| L. F. A. S. MD ..   | 1243                        | 322658,3 | 85  | 3796,0 | 61,6      | 5,0 %                      |
| L. F. A. S. normale | 526                         | 173897,7 | 116 | 1499,1 | 38,7      | 7,3 %                      |
| Lab. MD I .....     | 552                         | 67077,7  | 46  | 1458,2 | 38,2      | 6,9 %                      |

Den gennemsnitlige variationskoefficient for mælkesyrebestemmelsen er 6,4 pct.

### PYRODRUESYREBESTEMMELSEN

Den af *Friedemann og Haugen* (1943) angivne metode er anvendt.

#### Princip.

Pyrodruesyren danner med 2–4 dinitrophenylhydrazin i basisk medium en rødlig farve, der kan måles spektrofotometrisk. Reaktionen er ikke specifik for pyrodruesyre, men for ketosyrer i almindelighed. Det er derfor nødvendigt at foretage en ekstraktion med toluol, der giver ca. 93 pct. af pyrodruesyrehydrazonet og kun ca. 20 pct. af andre ketosyrer.

#### Reagenser.

1. 2–4 dinitrophenylhydrazinreagens : 0,1 pct. 2–4 dinitrophenylhydrazin i 100 ml 2n HCl.
2. Toluol, pro. anal.
3.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , vandfrit : 10 pct.
4. NaOH : 1,5n.

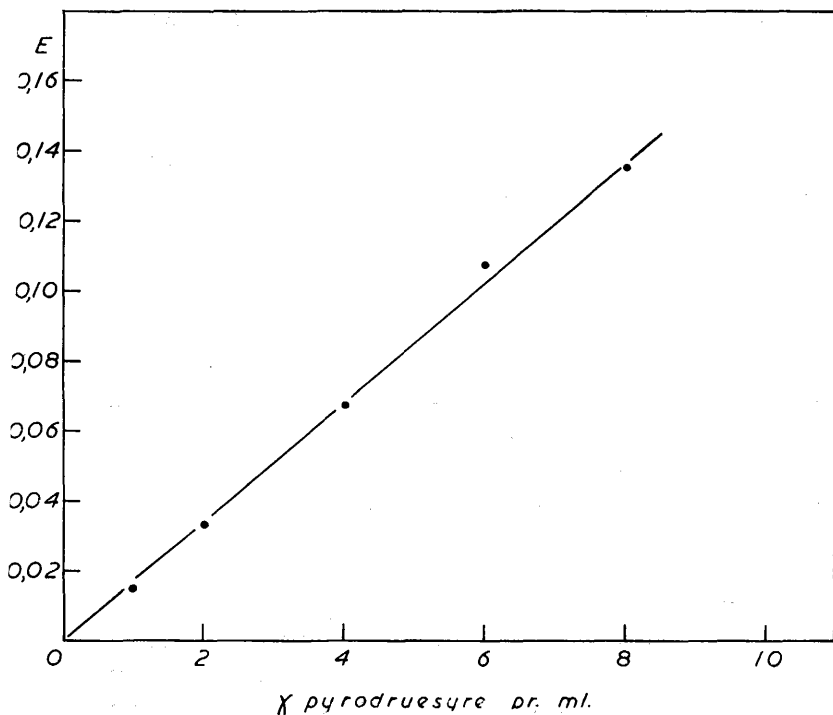
#### Procedure.

5 ml af trikloreddikesyreudtrækket fra mælkesyrebestemmelsen overføres til en skilletragt. Hertil sættes 1 ml dinitrophenylhydrazinreagens. Efter kraftig rystning, henstand i 5 minutter. Derefter tilsættes 10 ml toluol fra burette, grundig rystning og henstand 5–10 minutter til fuld-

stændig fraktionering. Med pipette udtages 5 ml af toluolfractionen, der overføres til en ny skilletragt og rystes med 6 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  opløsning. Henstand 10–15 minutter. Den vandige fraktion tappes ned i et centrifugeglas, heraf tages 3 ml, der overføres i et andet centrifugeglas med 3 ml 1,5n NaOH. Blanding. Farvedannelsen er maksimal efter 10 minutter. Aflæsning på Beckmann spektrofotometer ved bølgelængde  $\lambda$  450.

#### Standardkurve.

Til standarkurven er anvendt Na-pyruvat (Roche). Der er foretaget en kulstofbestemmelse i Na-pyruvatet ad modum Rona (1910). 0,632 g Na-pyruvat indeholdt 0,5 g ren pyrodruesyre. Heraf fremstilles 6 fortyndinger med henholdsvis 10, 8, 6, 4, 2 og 1  $\gamma$  pyrodruesyre pr. ml. Af hver fortynding udtages 2 ml, der behandles som almindelig analyse. Målingerne er vist i nedenstående standarkurve.



Standardkurve for pyrodruesyre.



**Beregning.**

Indholdet af pyrodruesyre i kødanalyserne bliver:

$$\frac{E \cdot 59,0 \cdot (a + b \cdot vf) \cdot 2 \cdot 100}{a \cdot 5 \cdot 1000} = \text{mg pct. pyrodruesyre}$$

hvor

E = ekstinktionen

59,0 = omregningsfaktor

a = vægten af den i analysen værende kødprøve

b = ml trikloreddikesyre

vf = vægtfylden af trikloreddikesyren.

Da indholdet af pyrodruesyre i trikloreddikesyreudtrækket fra kødanalyserne ikke er tilstrækkeligt til at give farvereaktionen, når der anvendes 2 ml, er der udtaget 5 ml, hvorfor der ved beregning er divideret med 5.

**Analysesikkerhed.**

Samme forsøgsgrupper som for glykogenbestemmelsernes vedkommende.

|                     | Pyrodruesyre<br>middel<br>mg% | SK      | f  | MK      | s<br>mg% | Variations-<br>koefficient |
|---------------------|-------------------------------|---------|----|---------|----------|----------------------------|
| L. F. A. S. MD ..   | 0,62                          | 0,04815 | 27 | 0,00178 | 0,0412   | 6,6 %                      |
| L. F. A. S. normale | 1,07                          | 0,25514 | 49 | 0,00521 | 0,0722   | 6,7 %                      |
| Lab. MD I .....     | 1,33                          | 0,02845 | 24 | 0,00119 | 0,0334   | 2,5 %                      |

Den gennemsnitlige variationskoefficient for pyrodruesyrebestemelsen er 5,7 pct.

**MÅLING AF pH**

pH målingerne er foretaget på følgende måde. Et eller to af de dybfrosne analyseprøver fra muskulaturen placeres i et af de almindelige glas til måling af pH. Dernæst påfyldes dest. vand, således at prøven er fuldstændig dækket. Analyseprøven presses med en glasspatel, til den lige er optøet, hvorefter målingen foretages. Temperaturen i målebægeret har under målingerne varieret fra 7 til 10 °. Der er ikke foretaget korrektion af resultaterne til 20 °.

## Resumé.

I indledningen gives en kort oversigt over forfatterens tidligere publikationer: *Undersøgelser over den såkaldte „muskeldegeneration“ hos svin I, II og III*, 272., 278. og 279. beretning fra forsøgslaboratoriet, *Ludvigsen* (1954, 1955 og 1955 a). Den foreliggende beretning: *Undersøgelser over den såkaldte „muskeldegeneration“ hos svin IV* omfatter studier over de muskulære forandrings pathogenese. Undersøgelserne er baseret på den observation, at pH i muskulaturen ved „muskeldegeneration“ (forkortet til MD) altid er abnormt lavt 5,3–5,5 ca. 30 minutter efter, at dyrene er dræbt, medens pH i normal muskulatur på samme tidspunkt er 6,1–6,5. Da pH i muskulaturen er afhængig af mælkesyredannelsen i den anaerobe fase i den glykogenolytiske cyklus, er det teoretiske grundlag for undersøgelserne, at det abnormt lave pH ved MD kort tid efter slagtingen skyldes en ophobning af mælkesyre.

*Kapitel 1* omhandler glykogenolysens forløb i MD og normal muskulatur ca. 30 minutter efter slagtingen gennem en analyse af glykogen, pyrodruesyre og mælkesyreindholdet i 3 forskellige muskelgrupper. Undersøgelser af almindelige slagterisvin på Lolland-Falsters Andels-Svin slagteri viser, at glykogen, pyrodruesyreindholdet og pH er lavere, medens mælkesyreindholdet er meget højt ved MD. Stærkt signifikante afvigelser. (Tabel 1, side 14).

Undersøgelser af en svinestamme med genetisk betinget MD viser, at disse dyr gennemgående har et højere mælkesyreindhold i den forandrede muskulatur end de tilsvarende kontroldyr med pH henholdsvis 5,4–5,8 og 6,1–6,5. (Tabel 3, side 16). Mælkesyreindholdet er dog hos dyrene med genetisk betinget MD gennemsnitlig betydelig lavere end i MD gruppen fra L. F. A. S., medens pH er af samme størrelsesorden. Mælkesyreindholdet hos MD stammen er endvidere lavere end i de tilsvarende muskelgrupper hos de normale dyr fra L. F. A. S., hvor pH er 6,1–6,5.

Der er således noteret individuel variation i den mælkesyremængde, der er i stand til at forskyde pH til et bestemt niveau. Tages de 2 grupper med MD under eet, findes en variation fra 489 til 1911 mg pct. mælke-

syre begge med et pH 5,3, medens højeste observation i normal muskulatur er 971 mg pct. med pH 6,0.

De store variationer i mælkesyrekoncentrationen ved samme pH ligner antagelig i, at der er forskel i stødpudevirkningen i muskulaturen. Jo større stødpudevirkningen er, des mere mælkesyre skal der til for at forskyde pH. Den stødpude, der først og fremmest kan være tale om, er myoglobinet, der har amfolytkarakter og er en svagere syre end oxymyoglobinet.

Den hypotese er fremsat, at forklaringen på de muskulære forandringer ved MD ligger i forholdet mellem mælkesyredannelsen og pH, dog således at mælkesyremængden indenfor vide rammer spiller en underordnet rolle, men det afgørende er, at den dannede mælkesyre er i stand til at forskyde pH til niveauet 5,3–5,5, der er karakteristisk for MD. Når der hos dyrene med genetisk betinget MD skal en relativ lav mælkesyrekoncentration til at forskyde pH, skyldes dette, at stødpudevirkningen i muskulaturen hos denne svinestamme er lav, hvilket antages at skyldes en lavere myoglobinkoncentration i muskulaturen hos denne stamme.

*Kapitel 2* omhandler kulhydratdepoternes størrelse i muskulaturen udtrykt ved summen af glykogen og mælkesyre, der er et tilnærmelsesvist udtryk for det samlede kulhydratindhold, idet al mælkesyren er dannet ved nedbrydning af glykogen. Det samlede kulhydratindhold er højere i MD end i normal muskulatur, (tabel 4, side 22).

Undersøgelser af almindelige slagterisvin med normal muskulatur fra Hillerød Andelsslagteri viser endvidere, at det samlede kulhydratindhold er signifikant lavere i m. gracilis og m. psoas major end hos normale svin fra L. A. F. S., (tabel 5, side 24), samtidig med at der indenfor det tidsrum, undersøgelsen på Hillerød Andelsslagteri fandt sted, ikke er fundet grise med MD i undersøgelsesøjeblikket.

2 fodernormer med forskelligt kulhydratindhold og deres indflydelse på kulhydratindholdet i muskulaturen er undersøgt. Fodernormen med det største kulhydratindhold giver det højeste kulhydratindhold i muskulaturen, (tabel 6, side 27).

Kulhydratindholdet i muskulaturen i relation til den sidste fodring inden slagtingen er undersøgt. Fodring sidste gang 24 timer inden slagtingen medfører et stærkt signifikant fald i kulhydratindholdet i muskulaturen hos svin af MD stammen (tabel 7, side 26) med det resultat, at disse dyr havde normal muskulatur ved undersøgelsen.

Efter forfatterens opfattelse spiller kulhydratdepoternes størrelse en fremtrædende rolle i de muskulære forandrings pathogenese, idet jo større glykogendepoterne er, des mere mælkesyre kan der under givne omstændigheder dannes. Det er endvidere muligt at reducere kulhydratindholdet i muskulaturen ved at begrænse fodertilførslen de sidste 24 timer inden slagtingen således, at der ikke optræder muskulære forandringer.

I *kapitel 3* behandles forskellen i kulhydratindholdet i de 3 undersøgte muskelgrupper. Kulhydratindholdet er højere i m. long. dorsi end i m. gracilis og m. psoas major, samtidig med at der er korrelation mellem glykogen og mælkesyreindholdet i m. long. dorsi, men ikke i de 2 andre muskelgrupper.

Forskellen skyldes formentlig, at m. long. dorsi hører til den lyse del af skeletmuskulaturen, der har et lavere indhold af energirige fosfater, lavere respiratorisk stofskifte og mindre koncentration af oxydative enzymsystemer end m. gracilis og m. psoas major, der hører til den mørke muskulatur. Det større kulhydratindhold i m. long. dorsi må derfor ses på baggrund af, at det respiratoriske stofskifte er lavt og de syntetiske processer tilsvarende højere. Forskellen i diagrammerne over log mælkesyre og log glykogen i de 3 muskelgrupper henføres dels til de enzymatiske forhold og dels til den inden slagtingen foregåede muskelaktivitet.

*Kapitel 4* omhandler kvælstofomsætningen hos svin med genetisk betinget MD, da svin med MD fra selve avlsforsøgene på de faste svineforsøgsstationer har tyndere rygspæk og opnår højere point for bacon-type, d. v. s. er mere kødfulde.

Balanceforsøg viser, at kvælstofretentionen hos galte gennemsnitlig er 2,1 og hos sogrise med genetisk betinget MD 2,6 g større pr. dag med en tilsvarende højere proteinsyntese end hos normale dyr. Dette er i overensstemmelse med, at proteinindholdet hos svin med genetisk betinget MD er højere ved fødslen og struktursyntesen fra protein målt ved hastighedskonstanten Q er højere hos disse dyr end hos normale, Møllgaard (1955).

I *kapitel 5* diskuteres MD's hormonale pathogenese med udgangspunkt i forfatterens tidligere publikationer og den observation, at ACTH indholdet i hypofysen er nedsat ved MD samt, at der findes sæsonmæssige variationer i hypofyse-skjoldbruskkirtel og hypofyse-binyre aktivi-

teten, idet jodindholdet i skjoldbruskkirtlen og ACTH indholdet i hypofysen er lavest i sommerhalvåret, hvor der er flest tilfælde af MD.

En række symptomer ved MD: muskelsvagheden, den perifere kontraktion af arterioli med påfølgende iltdeficit, forstyrrelsen i mave-tarmkanalen og lav blodsukkerkoncentration er formentlig et syndrom af adrenal oprindelse, og den forøgede kvælstofretention ved genetisk betinget MD er antagelig at opfatte som et fællessymptom på en afsvækkelse af de to hormonsystemer. De hormonale betingelser for glykogendeposeringen diskuteres, og den hypotese fremsættes, at en væsentlig årsag til, at der er flest tilfælde af MD i sommerhalvåret skyldes, at de glykogenspaltende hormonsystemer i skjoldbruskkirtlen og binyrerne er afsvækkede, hvorfor det glykogendeponerende hormonsystem, insulinet, er i relativ overvægt.

I *kapitel 6* behandles en række spørgsmål om kød- og kødkvalitet. Efter en gennemgang af rigor mortis processens teori fremhæves betydningen af, at rigor foregår under optimale betingelser først og fremmest af hensyn til den endelige kvalitet af de færdige produkter. I denne forbindelse er det af væsentlig betydning, at svinene slagtes i udhvilet tilstand.

## Summary.

In the preface there is a short survey of the author's previous publications: *Examination of the so-called „muscular degeneration“ in hogs*, I, II, and III, 272, 278, and 279 report from the Danish Agricultural Research Laboratory, *Ludvigsen* (1954, 1955, and 1955 a). „Muscular degeneration“ is characterised by a pale and moist musculature with an „open structure“. The present report comprises studies on the pathogenesis. The examinations are based on the observation that the pH in MD-musculature is always abnormally low, 5.3 to 5.5, about thirty minutes after the animals have been killed, whereas the pH in normal musculature is 6.1 to 6.5 at that same moment. As the pH in the musculature depends on the formation of lactic acid in the anaerobic phase of the glycolytic cycle, the theoretical basis for the examination is that the abnormally low pH in case of MD shortly after butchering is due to an accumulation of lactic acid.

*Chapter 1* deals with the glycolysis process in cases of MD and normal musculature about thirty minutes after butchering, by an analysis of glycogen, pyruvic acid, and the content of lactic acid and pH in three different muscles. The examinations of ordinary slaughter hogs at a Danish bacon factory (L. F. A. S.) show that glycogen, the content of pyruvic acid, and the pH is lower, whereas the content of lactic acid is very high in case of MD. Highly significant deviations, table 1, page 14.

The examination of a breed of hogs with hereditary MD shows that these animals average a higher lactic acid content in the changed musculature than the controls, with a pH of 5.4 to 5.8 and 6.1 to 6.5 respectively, table 3, page 16. However, in the animals with hereditary MD the content of lactic acid is considerably lower, on an average, than in the MD group of the said bacon factory, whereas the pH is of the same order. Furthermore, the lactic acid content of the MD breed is lower than in the corresponding muscles of the normal animals from the said bacon factory where the pH is 6.1 to 6.5.

Thus considerable individual variations of the concentration of lactic acid at the same pH have been noted. Taking the two groups

with MD as a whole a variation from 489 to 1911 mg% lactic acid is found, both with a pH of 5.3, whereas the highest observation made in normal musculature is 971 mg% with a pH of 6.0.

The large variations in the concentration of lactic acid at the same pH are probably due to a difference in the buffer effect of musculature. The greater this buffer effect, the more lactic acid is necessary to induce changes in the pH. The buffer to be mentioned first and foremost is the myoglobin which has the character of an ampholyte and is a weaker acid than oxymyoglobin.

The author suggests that the explanation for the muscular changes in case of MD lies in the relation between the formation of lactic acid and the pH, yet the total amount of lactic acid is of minor importance, but it is of decisive importance that the lactic acid formed is capable of lowering the pH to the level of 5.3 to 5.5, which is characteristic for MD. When a relatively low concentration of lactic acid is necessary in animals with hereditary MD to lower the pH to the said level, this is due to the buffer effect in the musculature of this breed of hogs being low, which again is presumed to be due to a lower concentration of myoglobin.

*Chapter 2* deals with the amount of carbo-hydrates in the musculature, expressed by the sum total of glycogen and lactic acid which is an approximate expression of the total carbo-hydrate content as all the lactic acid has been formed by the breaking-down of glycogen. The total carbo-hydrate content is higher in MD than in normal musculature, table 4, page 22.

Furthermore, examinations of ordinary slaughter hogs with normal musculature from another Danish bacon factory (Hillerød) show that the total carbo-hydrate content is significantly lower in *m. gracilis* and *m. psoas* major than in normal hogs from L. F. A. S., table 5, page 24. At the same time no hogs with MD have been found during the investigation period at the Hillerød bacon factory.

Two feeding norms with different contents of carbo-hydrates, and their influence on the carbo-hydrate content in the musculature have been examined. The feeding norm with the higher carbo-hydrate content gives the higher carbo-hydrate content in the musculature, table 6, page 27.

The carbo-hydrate content in the musculature has been examined in relation to feeding before slaughtering. Feeding twenty-four hours before slaughtering entails a highly significant fall in the carbo-hydrate

content in the musculature of hogs of the MD breed, table 7, page 26, with the result that on examination these animals had normal musculature.

In the author's opinion the carbo-hydrate content plays a predominant part in the pathogeny of the muscular changes, since the larger the deposits of glycogen, the more lactic acid will be formed in the circumstances. Furthermore, it is possible to reduce the carbo-hydrate content in the musculature by holding back feed during the last twenty-four hours before slaughtering, so that no muscular changes take place.

*Chapter 3* deals with the difference in the carbo-hydrate content of the three muscle groups examined. The carbo-hydrate content is higher in m. long. dorsi than in m. gracilis and m. psoas major, and at the same time there is correlation between the content of glycogen and lactic acid in m. long. dorsi, but not in the two other muscles, fig. 2, 3 and 4, pages 33–35.

Probably the difference is due to the fact that m. long. dorsi, which belongs to the light-coloured muscles, has a lower content of energy rich phosphate bonds, a lower respiratory metabolism, and less concentration of oxydative enzyme systems than m. gracilis and m. psoas major which belong to the dark-coloured muscles. The higher carbo-hydrate content in m. long. dorsi must therefore be looked upon as due to the respiratory metabolism being low, and the synthetic processes correspondingly higher. The missing correlation between glycogen and lactic acid in m. gracilis and m. psoas major is suggested to be connected partly with the enzymatic conditions, and partly with the muscular activity that took place before slaughtering.

*Chapter 4* deals with the nitrogen metabolism in hogs with hereditary MD, as the MD hogs from the Progeny Testing Stations have thinner back fat, and obtain higher points as bacon hogs, i. e. are more meaty.

Balance tests show that nitrogen retention in barrows and gilts with hereditary MD is higher than in normal animals table 15 and 16, page 40 (highly significant, table 17) with a corresponding higher protein synthesis than in normal animals. This corresponds to the fact that the protein content in hogs with hereditary MD is higher at birth, and the synthesis of protein, measured at the velocity quotient Q, is higher in these animals than in normal ones, Møllgaard (1955).

*Chapter 5* discusses the hormonal pathogeny of MD taking as starting



point the author's previous publications, and the observation that the ACTH content in the pituitary gland is lower in MD, that there are seasonal variations in the activity of the adrenal and of the thyroid, as the iodine content in the thyroid, and the ACTH content in the pituitary gland is lowest in the six summer months when there are most cases of MD, fig 5 and 6, pages 43 and 45.

A number of symptoms in MD; muscular weakness, peripheral contraction of arterioli with a consequent lack of oxygen this being the actual cause of the storing of lactic acid, disturbance in the intestinal canal, and low blood sugar which has been observed in two cases of hereditary MD during the symptoms in question, are presumably a syndrome of adrenal origin, and the increased nitrogen retention in hereditary MD is probably to be taken as a common symptom of a weakening of the two hormone systems. The hormonal conditions for the glycogen deposit are discussed, and the hypothesis is advanced that a major cause for there being most cases of MD in the six summer months is due to a weakening of the glycogen splitting hormone systems in the thyroid and adrenal, for which reason the glycogen depositing hormone system, insulin, is dominating.

*Chapter 6* deals with problems of pork and pork quality. Rigor mortis, and the importance of rigor taking place under proper conditions, is discussed. In this connection it is very important that the hogs are rested before killing.

## Litteratur.

- Bate-Smith, E. C.* (1937): Ann. Rep. Food. Invest. Board. London.
- Bate-Smith, E. C.* (1938): The carbohydrate metabolism of slaughterhouse animals. Ann. Rep. Food. Invest. Board. London.
- Bate-Smith, E. C.* (1948): The physiology and chemistry of rigor mortis, with special reference to the aging of beef. *Advances in Food Research*. Vol. 1. 1.
- Barker, B. S. and W. H. Summerson* (1941): The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* 138. 535-554.
- Bendall, J. R.* (1951): The shortening of rabbit muscle during rigor mortis: Its relation to the breakdown of adenosine triphosphate and creatine phosphate and to muscular contraction. *J. of Phys.* 114. 71-88.
- Brand v., Th.* (1936): A rapid working micromodification of Pflügers glycogen method. *Scand. Arch. f. Phys.* 75. 195.
- Britton, S. W. and H. Silvette* (1931): Some effects of cortico-adrenal extract and other substances in adrenalectomized animals. *Am. J. Phys.* 99. 15-32.
- Bullough, W. S.* (1953): Ciba Foundation Colloquia on Endocrinology. 6. 133-168.
- Callow, E. H.* (1937): Ann. Rep. Food Invest. Board. London.
- Callow, E. H.* (1938): Ann. Rep. Food. Invest. Board. London.
- Carlstrøm, B.* (1930): Über die Ätiologie und Pathogenese der Kreuzlähme des Pferdes. Diss. Scand. Arch. f. Phys. Berlin-Leipzig.
- Clausen, Hj. og R. Nørtoft Thomsen.* (1955): 277. ber. fra forsøgslaboratoriet, København.
- Cori, G. T. and C. F. Cori.* (1927): Fate of sugar in animal body, carbohydrate metabolism of adrenalectomized rats and mice. *J. Biol. Chem.* 74. 473-494.
- Cori, C. F.* (1949): Influence of hormones on enzymatic reactions. First International Congress of Biochemistry. Cambridge. 9-18.
- Fenger, F.* (1918): Seasonal variation in iodine content of thyroid. *Endocrinology* 2. 98.
- Friedemann, T. E. and G. E. Haugen.* (1943): Pyruvic acid, determination of keto acids in blood and urine. *J. Biol. Chem.* 147. 415-442.
- Gortner, R. A. and W. A. Gortner.* (1949): Outlines of biochemistry. New York.
- Hagedorn, H. C., F. Halstrøm and B. Norman Jensen.* (1946): Swift methods for determination of blood sugar by means of potassium ferricyanid. *Rep. Steno Mem. Hosp.* Vol. 1. 29.
- Lardy, H. A.* (1952): Concerning the mode of action of hormones. II Congrès International de Biochimie, Paris. 56.
- Lawrie, R. A.* (1953): The activity of the cytochrome system in muscle and its relation to myoglobin. *Biochem. J.* 55. 298-305.
- Lawrie, R. A.* (1953 a): The relation of energy-rich phosphate in muscle to myoglobin and the cytochrome-oxidase activity. *Biochem. J.* 55. 305-309.
- Lindberg, O. and L. Ernster.* (1952): On the mechanism of phosphorylative energy exchange in mitochondria. *Exptl. Cell Res.* 3. 209-239.

- Lindberg, O. and L. Ernster.* (1954): Chemistry and physiology of mitochondria and microsomes. *Protoplasmalogia* Bd. III A 4.
- Long, C. N. H., B. Katzin and E. G. Fry* (1940): Adrenal cortex and carbohydrate metabolism. *Endocrinology* 26. 309–344.
- Ludvigsen, J.* (1954): Undersøgelser over den såkaldte „muskeldegeneration“ hos svin I. 272. ber. fra forsøgslaboratoriet, København.
- Ludvigsen, J.* (1955): Undersøgelser over den såkaldte „muskeldegeneration“ hos svin II. 278. ber. fra forsøgslaboratoriet, København.
- Ludvigsen, J.* (1955 a): Undersøgelser over den såkaldte „muskeldegeneration“ hos svin III. 279. ber. fra forsøgslaboratoriet, København.
- Lundsgaard, E.* (1955): Lærebog i fysiologi. 6te udgave. København.
- Madsen, J.* (1942): Undersøgelser over svinekødets holdbarhed efter forskellig fodring. 11. ber. fra Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Slagterilaboratorium.
- Meyerhof, O.* (1951): Mechanism of glycolysis and fermentation. *Can. J. Med. Sc.* 29. 63–77.
- Møllgaard, H.* (1955): Den kvantitative vækstmålings metodik. 282 ber. fra forsøgslaboratoriet, København.
- Noble, R. L.* (1950): Physiology of the adrenal cortex. G. Pincus, K. V. Thimann. *The Hormones. Vol. II.* 63–180. New York.
- Reuter, M. J.* (1931): Histopathology of skin in myxedema. *Arch. Dermatol. and Syphilol.* 24. 55–71.
- Rona, P.* (1910): Bestimmung des Kohlenstoffes im Harn. E. Abderhalden: *Hdb. der Biochem. Arbeitsmeth.* Bd. I. 358.
- Salter, T. W.* (1950): Control of thyroid activity. G. Pincus and K. V. Thimann. *The Hormones. Vol II.* 301–349. New York.
- Seidell, A. and F. Fenger.* (1912–1913): Citeret efter P. Terp og H. Lindholm (1950). *Arch. Pharm. og Chem.* 57. 8–20.
- Swensson, Å.* (1945): Contributions to the knowledge of the effect of exogenous insulin on the glycogen storage of normal animals. *Acta. Phys. Scand. Vol. II.* 1–158.
- Swingle, W. W., E. J. Fedor, R. Maxwell, M. Ben and G. Barlow.* (1953 a): Cortisone fore-treatment of adrenalectomized rats infused with globin an dextran. *Am. J. Phys.* 172. 527–534.
- Swingle, W. W., E. J. Fedor, R. Maxwell, and C. Baker.* (1953): Protection afforded by aqueous-alkohol solutions of cortisone against dextran. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 84. 63–65.
- Szent-Györgyi, A.* (1945): Studies on muscle. *Acta Phys. Scand. Vol. 9.* 1–115.
- Terp, P. og H. Lindholm.* (1950): Nogle undersøgelser over styrkebestemmelse af glandula thyreoidea siccata og præparater heraf. V. *Arch. Pharm. og Chem.* 57. 8–20.
- Voegtlin, C., R. H. Fitch, H. Kahler and J. M. Johnson.* (1934): The hydrogen-ion concentration of mammalian voluntary muscle under various conditions. *Am. J. Phys.* 107. 539.
- Zwemer, R. L. and R. Truszkowski.* (1937): Importance of corticoadrenal regulation of potassium metabolism. *Endocrinology* 21. 40–49.



## **HOVEDTABELLER**



Hovedtabel I.

L. F. A. S. MD.

| Andels-<br>nr.    | m. gracilis      |                   |     |                         |                      | m. psoas major   |                   |     |                         |                      | m. longissimus dorsi |                   |     |                         |                      |
|-------------------|------------------|-------------------|-----|-------------------------|----------------------|------------------|-------------------|-----|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-----|-------------------------|----------------------|
|                   | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre % | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre % | glykogen<br>mg %     | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre % |
| 1                 | 55               | 1594              | —   | 1649                    | —                    | 30               | 1154              | —   | 1184                    | —                    | 130                  | 1696              | —   | 1826                    | —                    |
| 2                 | 505              | 1535              | —   | 2040                    | —                    | 90               | 1673              | 5,5 | 1763                    | —                    | 235                  | 1911              | 5,3 | 2146                    | —                    |
| 6                 | —                | —                 | —   | —                       | —                    | 140              | 1436              | 5,6 | 1576                    | —                    | 330                  | 1562              | 5,3 | 1892                    | —                    |
| 7                 | 60               | 1767              | 5,4 | 1827                    | —                    | —                | —                 | —   | —                       | —                    | 220                  | 1610              | 5,3 | 1830                    | —                    |
| 8                 | —                | —                 | —   | —                       | —                    | 270              | 1182              | 5,6 | 1452                    | —                    | —                    | —                 | —   | —                       | —                    |
| 867               | 40               | 1381              | —   | 1421                    | —                    | 30               | 1137              | —   | 1167                    | —                    | 110                  | 1408              | —   | 1518                    | —                    |
| 3253              | 255              | 929               | —   | 1184                    | —                    | 65               | 1228              | —   | 1293                    | —                    | —                    | —                 | —   | —                       | —                    |
| 1465              | 80               | 1171              | —   | 1251                    | —                    | 45               | 1244              | —   | 1289                    | —                    | 155                  | 1626              | —   | 1781                    | —                    |
| 1665              | 150              | 1669              | —   | 1819                    | —                    | 25               | 1356              | —   | 1381                    | —                    | 110                  | 1729              | —   | 1839                    | —                    |
| 1149              | 210              | 1073              | —   | 1283                    | —                    | 200              | 1334              | —   | 1534                    | —                    | —                    | —                 | —   | —                       | —                    |
| 1651              | 65               | 1041              | —   | 1106                    | —                    | 50               | 1209              | —   | 1259                    | —                    | —                    | —                 | —   | —                       | —                    |
| 1173              | 20               | 923               | —   | 993                     | —                    | 55               | 972               | —   | 1027                    | —                    | —                    | —                 | —   | —                       | —                    |
| 3182 <sub>1</sub> | 95               | 984               | 5,5 | 1079                    | 0,76                 | 50               | 1094              | 5,5 | 1144                    | 0,56                 | 161                  | 1128              | 5,4 | 1289                    | 0,48                 |
| 3182 <sub>2</sub> | 140              | 1275              | 5,4 | 1415                    | 0,85                 | 148              | 1199              | 5,5 | 1347                    | 0,36                 | 201                  | 1374              | 5,4 | 1575                    | 0,95                 |
| 1143              | 177              | 1378              | 5,4 | 1555                    | —                    | 97               | 1114              | 5,4 | 1211                    | 0,30                 | 298                  | 1274              | 5,3 | 1572                    | 1,14                 |
| 2328              | 198              | 839               | 5,6 | 1036                    | 1,10                 | —                | —                 | —   | —                       | —                    | 455                  | 968               | 5,3 | 1423                    | 1,40                 |
| 2273              | 171              | 969               | 5,2 | 1140                    | 1,37                 | —                | —                 | —   | —                       | —                    | 228                  | 911               | 5,2 | 1139                    | 0,75                 |
| 1162              | 119              | 799               | 5,3 | 918                     | 0,76                 | 136              | 680               | 5,5 | 816                     | 0,53                 | 469                  | 954               | 5,2 | 1423                    | 1,07                 |
| 1122              | 199              | 594               | 5,4 | 793                     | 0,38                 | 422              | 489               | 5,3 | 911                     | 0,85                 | 600                  | 795               | 5,2 | 1395                    | —                    |
| 1408              | —                | 614               | 5,2 | —                       | 0,14                 | 232              | 710               | 5,3 | 942                     | —                    | 512                  | 981               | 5,2 | 1493                    | —                    |
| 511               | —                | —                 | —   | —                       | —                    | —                | —                 | —   | —                       | —                    | 399                  | 784               | 5,3 | 1183                    | 0,26                 |
| 985 <sub>1</sub>  | —                | 749               | 5,3 | —                       | 0,32                 | 91               | 561               | 5,3 | 652                     | 0,19                 | 366                  | 764               | 5,1 | 1130                    | 0,58                 |
| 985 <sub>2</sub>  | 194              | 581               | 5,4 | 775                     | 0,25                 | 56               | 615               | 5,4 | 671                     | 0,16                 | 318                  | 721               | 5,2 | 1039                    | 0,49                 |
| 890               | 280              | 572               | 5,4 | 852                     | 0,69                 | 79               | 490               | 5,6 | 569                     | 0,14                 | 417                  | 620               | 5,4 | 1037                    | 0,67                 |
| Middeltal         | 159              | 1068              | 5,4 | 1268                    | 0,66                 | 116              | 1044              | 5,5 | 1159                    | 0,39                 | 301                  | 1201              | 5,3 | 1502                    | 0,81                 |

| Andels-<br>nr. | m. gracilis      |                   |        |                         |                      | m. psoas major   |                   |    |                         |                      | m. longissimus dorsi |                   |    |                         |                      |
|----------------|------------------|-------------------|--------|-------------------------|----------------------|------------------|-------------------|----|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----|-------------------------|----------------------|
|                | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH     | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre % | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre % | glykogen<br>mg %     | mælkesyre<br>mg % | pH | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre % |
| 159            | 226225           | 18                | 12568  | 112,2                   | 25,7                 | 116              | 189643            | 19 | 9981                    | 99,9                 | 301                  | 383651            | 18 | 21314                   | 146                  |
| 1068           | 2790591          | 20                | 139530 | 374                     | 81,7                 | 1044             | 2184555           | 19 | 114977                  | 339                  | 1201                 | 2935025           | 18 | 163057                  | 404                  |
| 1268           | 2494212          | 18                | 138567 | 373                     | 85,3                 | 1159             | 1985240           | 19 | 104486                  | 323                  | 1502                 | 1853180           | 18 | 102954                  | 321                  |
| 0,66           | 1,387            | 9                 | 0,1541 | 0,393                   | 0,124                | 0,39             | 0,4245            | 7  | 0,0606                  | 0,246                | 0,81                 | 1,243             | 10 | 0,1243                  | 0,353                |
| 5,4            | 0,31             | 11                | 0,0282 | 0,168                   | 0,048                | 5,5              | 0,17              | 10 | 0,0170                  | 0,130                | 5,3                  | 0,12              | 12 | 0,0100                  | 0,028                |

# Hovedtabel II.

## L. F. A. S. normale.

| Andels-<br>nr.          | m. gracilis      |                            |     |                  |                          | m. psoas major   |      |                            |                    |                  | m. longissimus dorsi |                  |                            |                    |                  |
|-------------------------|------------------|----------------------------|-----|------------------|--------------------------|------------------|------|----------------------------|--------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------------|--------------------|------------------|
|                         | alkyogen<br>mg % | alkyogen +<br>syre<br>mg % | pH  | alkyogen<br>mg % | pyrodru-<br>syre<br>mg % | alkyogen<br>mg % | pH   | alkyogen +<br>syre<br>mg % | Andels-<br>nr.     | alkyogen<br>mg % | pH                   | alkyogen<br>mg % | alkyogen +<br>syre<br>mg % | Andels-<br>nr.     | alkyogen<br>mg % |
| 1                       | 610              | 540                        | 6,7 | 1150             | —                        | 40               | 550  | 590                        | 2746               | 600              | 6,3                  | 320              | 920                        | 2746               | 600              |
| 2                       | 200              | 640                        | 6,6 | 840              | —                        | 290              | 890  | 1180                       | 1680 <sub>1</sub>  | 642              | 6,4                  | 367              | 1009                       | 1680 <sub>1</sub>  | 642              |
| 3                       | 640              | 640                        | 6,8 | 1100             | —                        | 480              | 930  | 1410                       | 1680 <sub>2</sub>  | 630              | 6,9                  | 220              | 850                        | 1680 <sub>2</sub>  | 630              |
| 4                       | 540              | 560                        | 6,4 | 1100             | —                        | 240              | 880  | 1120                       | 995                | 1036             | 6,7                  | 230              | 1266                       | 995                | 1036             |
| 5                       | 850              | 610                        | 6,2 | 1460             | —                        | 500              | 971  | 1471                       | 690                | 1439             | 6,6                  | 253              | 1692                       | 690                | 1439             |
| 9                       | 700              | 538                        | 6,5 | 1238             | —                        | 465              | 956  | 1426                       | 2227               | 552              | 6,3                  | 470              | 1022                       | 2227               | 552              |
| 10                      | 400              | 748                        | —   | 1148             | —                        | —                | —    | —                          | 2464               | 906              | 5,9                  | 330              | 1236                       | 2464               | 906              |
| 11                      | 810              | 297                        | 6,7 | 1107             | —                        | —                | —    | —                          | 1251 <sub>1</sub>  | 938              | 6,4                  | 413              | 1351                       | 1251 <sub>1</sub>  | 938              |
| 12                      | 620              | 376                        | 6,8 | 996              | —                        | 362              | 917  | 1279                       | 1251 <sub>2</sub>  | 883              | 6,6                  | 226              | 1109                       | 1251 <sub>2</sub>  | 883              |
| 13                      | 408              | 653                        | 6,6 | 1061             | —                        | 390              | 850  | 1240                       | 2489               | 753              | 6,3                  | 456              | 1209                       | 2489               | 753              |
| 969                     | 650              | 570                        | 6,5 | 1220             | —                        | 354              | 756  | 1110                       | 2679               | 1101             | 6,2                  | 322              | 1423                       | 2679               | 1101             |
| 610                     | 668              | 757                        | 6,4 | 1425             | 1,18                     | 379              | 883  | 1262                       | 941 <sub>1</sub>   | 1621             | 6,5                  | 255              | 1876                       | 941 <sub>1</sub>   | 1621             |
| 1913                    | 510              | 741                        | 6,5 | 1251             | 1,47                     | 201              | 947  | 1148                       | 941 <sub>2</sub>   | 1016             | 6,0                  | 473              | 1486                       | 941 <sub>2</sub>   | 1016             |
| 1369                    | 399              | 541                        | 6,6 | 940              | 1,72                     | 308              | 739  | 1047                       | 117                | 326              | 6,2                  | 399              | 1799                       | 117                | 326              |
| 1170                    | 498              | 701                        | 6,5 | 1199             | 2,20                     | 133              | 877  | 1000                       | 1161               | 845              | 6,2                  | 1244             | 1766                       | 1161               | 845              |
| 661                     | 358              | 434                        | 6,7 | 792              | 1,70                     | 115              | 542  | 657                        | 2940 <sub>8</sub>  | 1256             | 6,2                  | 1553             | 110                        | 2940 <sub>8</sub>  | 1256             |
| 200                     | 271              | 298                        | 6,5 | 569              | 0,55                     | 115              | 542  | 657                        | 2940 <sub>5</sub>  | 1042             | 6,5                  | 1196             | 100                        | 2940 <sub>5</sub>  | 1042             |
| 3017                    | 508              | 438                        | 6,3 | 945              | 1,14                     | 159              | 571  | 730                        | 2940 <sub>4</sub>  | 1637             | 6,2                  | 1812             | —                          | 2940 <sub>4</sub>  | 1637             |
| 2480                    | 233              | 360                        | 6,5 | 593              | 0,75                     | 300              | 533  | 833                        | 2940 <sub>6</sub>  | 523              | 6,4                  | 690              | 0,76                       | 2940 <sub>6</sub>  | 523              |
| 655                     | 315              | 565                        | 6,2 | 880              | 0,57                     | 67               | 695  | 762                        | 2940 <sub>7</sub>  | 843              | 6,4                  | 1084             | 0,49                       | 2940 <sub>7</sub>  | 843              |
| 439                     | 195              | 661                        | 5,7 | 856              | 0,92                     | 68               | 803  | 5,7                        | 2940 <sub>9</sub>  | 872              | 6,6                  | 1097             | 0,75                       | 2940 <sub>9</sub>  | 872              |
| 001                     | 329              | 464                        | 6,5 | 793              | 0,71                     | 274              | 537  | 811                        | 2940 <sub>10</sub> | 852              | 5,8                  | 1249             | 0,51                       | 2940 <sub>10</sub> | 852              |
| 1297                    | 313              | 515                        | 6,4 | 828              | 0,53                     | 453              | 606  | 1059                       | 2940 <sub>10</sub> | 750              | 6,4                  | 1005             | —                          | 2940 <sub>10</sub> | 750              |
| 2940 <sub>1</sub>       | 248              | 303                        | 6,7 | 551              | 0,95                     | 111              | 497  | 608                        | —                  | —                | —                    | —                | —                          | —                  | —                |
| 2940 <sub>2</sub>       | 459              | 223                        | 6,8 | 682              | 0,84                     | 122              | 615  | 737                        | —                  | —                | —                    | —                | —                          | —                  | —                |
| Middeltal               | 469              | 520                        | 6,5 | 989              | 1,09                     | 264              | 752  | 6,1                        | 1016               | 913              | 305                  | 6,4              | 1218                       | 1,14               | 913              |
| Glykogen                | 469              | 852805                     | 24  | 35534            | 189                      | 37,8             | 264  | 455193                     | 21                 | 21676            | 147                  | 31,3             | 326                        | 66,7               | 913              |
| Glykogen +<br>Melkesyre | 520              | 558808                     | 24  | 23284            | 152                      | 30,4             | 752  | 587325                     | 21                 | 27988            | 167                  | 35,6             | 103                        | 21,0               | 305              |
| Melkesyre               | 989              | 1513607                    | 24  | 63067            | 251                      | 50,2             | 1016 | 1579353                    | 21                 | 75207            | 274                  | 58,4             | 304                        | 62,2               | 1218             |
| Pyrodru-<br>syre        | 1,09             | 3,403                      | 13  | 0,2617           | 0,512                    | 0,137            | 0,99 | 4,319                      | 11                 | 0,3926           | 0,624                | 0,181            | 0,601                      | 0,134              | 1,14             |
| pH                      | 6,5              | 1,35                       | 23  | 0,0587           | 0,242                    | 0,049            | 6,1  | 1,14                       | 21                 | 0,0543           | 0,233                | 0,050            | 0,255                      | 0,052              | 6,4              |



**Hovedtabel III.**  
**Laboratoriet normale.**

| Gris<br>nr. | m. gracillis     |                   |     |                         |                            |  | m. psoas major   |                   |     |                         |                            |  | m. longissimus dorsi |                   |     |                         |                            |  |
|-------------|------------------|-------------------|-----|-------------------------|----------------------------|--|------------------|-------------------|-----|-------------------------|----------------------------|--|----------------------|-------------------|-----|-------------------------|----------------------------|--|
|             | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre<br>mg % |  | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre<br>mg % |  | glykogen<br>mg %     | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodruue-<br>syre<br>mg % |  |
| 24          | 333              | 233               | 6,7 | 566                     | 0,71                       |  | 318              | 504               | 6,2 | 822                     | 1,48                       |  | 1012                 | 370               | 6,4 | 1382                    | 1,08                       |  |
| 23          | 673              | 237               | 6,5 | 910                     | 0,69                       |  | 546              | 413               | 6,2 | 959                     | 0,64                       |  | 789                  | 353               | 6,4 | 1142                    | 1,26                       |  |
| 20          | 629              | 157               | 6,5 | 786                     | 0,65                       |  | 147              | 564               | 6,3 | 711                     | 0,41                       |  | 1038                 | 200               | 6,2 | 1238                    | 0,54                       |  |
| 22          | 711              | 336               | 6,6 | 1047                    | 1,39                       |  | 277              | 462               | 6,2 | 739                     | 0,78                       |  | 825                  | 321               | 6,2 | 1146                    | 1,72                       |  |
| 21          | 571              | 264               | 6,3 | 835                     | 0,97                       |  | 377              | 382               | 6,1 | 759                     | 0,50                       |  | 607                  | <b>392</b>        | 6,3 | 999                     | 0,71                       |  |
| 25          | 561              | <b>658</b>        | 6,4 | 1219                    | 0,96                       |  | 103              | <b>689</b>        | 5,9 | 792                     | 0,49                       |  | —                    | —                 | —   | —                       | —                          |  |
| 26          | 716              | 311               | 6,7 | 1027                    | 1,21                       |  | 269              | 555               | 5,7 | 824                     | 0,61                       |  | 853                  | 281               | 6,6 | 1134                    | 1,41                       |  |
| 27          | 455              | 393               | 6,8 | 848                     | 1,26                       |  | 311              | 503               | 6,3 | 814                     | 0,95                       |  | 934                  | 280               | 6,6 | 1214                    | 1,04                       |  |
| 28          | 854              | <b>143</b>        | 6,8 | 997                     | 1,21                       |  | 463              | <b>306</b>        | 6,2 | 769                     | 2,25                       |  | 1198                 | <b>113</b>        | 6,6 | 1311                    | 2,00                       |  |
| 29          | 797              | 206               | 6,6 | 1003                    | 1,41                       |  | 374              | 370               | —   | 744                     | 0,61                       |  | 1159                 | 268               | 6,5 | 1427                    | 1,68                       |  |
| 51          | 802              | 184               | 6,8 | 986                     | 1,64                       |  | 460              | 543               | 6,1 | 1003                    | 0,68                       |  | 1163                 | 153               | 6,8 | 1316                    | 1,81                       |  |
| Middeltal   | 646              | 284               | 6,6 | 929                     | 1,10                       |  | 331              | 481               | 6,1 | 812                     | 0,85                       |  | 958                  | 273               | 6,5 | 1231                    | 1,33                       |  |

|                         | $\bar{x}$ | Sk     | f  | Mk     | s     | Mf( $\bar{x}$ ) | $\bar{x}$ | SK     | f  | Mk     | s     | Mf( $\bar{x}$ ) | $\bar{x}$ | SK     | f | MK     | s     | Mf( $\bar{x}$ ) |
|-------------------------|-----------|--------|----|--------|-------|-----------------|-----------|--------|----|--------|-------|-----------------|-----------|--------|---|--------|-------|-----------------|
| Glykogen                | 646       | 247844 | 10 | 24784  | 158   | 47,6            | 331       | 177424 | 10 | 17742  | 133   | 40,1            | 958       | 330394 | 9 | 36710  | 192   | 60,7            |
| Mælkesyre               | 284       | 212494 | 10 | 21249  | 146   | 44,0            | 481       | 118218 | 10 | 11822  | 108,7 | 32,8            | 273       | 77741  | 9 | 8638   | 92,9  | 29,4            |
| Glykogen +<br>Mælkesyre | 929       | 288953 | 10 | 28895  | 170   | 51,3            | 812       | 83550  | 10 | 8355   | 91,4  | 27,6            | 1231      | 153559 | 9 | 17062  | 131   | 41,4            |
| Pyrodruue-<br>syre      | 1,10      | 1,081  | 10 | 0,1081 | 0,329 | 0,099           | 0,85      | 3,006  | 10 | 0,3006 | 0,548 | 0,165           | 1,33      | 2,120  | 9 | 0,2356 | 0,485 | 0,153           |
| pH                      | 6,6       | 0,29   | 10 | 0,0290 | 0,170 | 0,051           | 6,1       | 0,32   | 9  | 0,0356 | 0,189 | 0,060           | 6,5       | 0,36   | 9 | 0,0400 | 0,200 | 0,063           |

# Hovedtabel IV.

## Laboratoriet MD I.

| Gris<br>nr. | m. gracillis        |                      |     |                         |                              |  | m. psos major       |                      |     |                         |                              |  | m. longissimus dorsi |                      |     |                         |                              |  |
|-------------|---------------------|----------------------|-----|-------------------------|------------------------------|--|---------------------|----------------------|-----|-------------------------|------------------------------|--|----------------------|----------------------|-----|-------------------------|------------------------------|--|
|             | glykogen<br>mg<br>% | mælkesyre<br>mg<br>% | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg<br>% |  | glykogen<br>mg<br>% | mælkesyre<br>mg<br>% | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg<br>% |  | glykogen<br>mg<br>%  | mælkesyre<br>mg<br>% | pH  | glykogen %<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg<br>% |  |
| 12          | 434                 | 528                  | 5,8 | 962                     | 1,05                         |  | 252                 | 501                  | 5,6 | 753                     | 0,71                         |  | 412                  | 631                  | 5,5 | 1043                    | 1,71                         |  |
| 14          | 740                 | 438                  | 6,2 | 1178                    | 1,16                         |  | 701                 | <b>682</b>           | —   | 1383                    | 0,76                         |  | 928                  | 653                  | 5,6 | 1581                    | 1,24                         |  |
| 17          | 337                 | 527                  | 5,8 | 864                     | 0,74                         |  | 378                 | 467                  | 5,8 | 845                     | 0,60                         |  | 297                  | <b>700</b>           | 5,2 | 997                     | 0,85                         |  |
| 19          | 763                 | <b>407</b>           | 6,3 | 1170                    | 2,71                         |  | 294                 | 658                  | 5,4 | 952                     | 0,54                         |  | 969                  | <b>357</b>           | 6,1 | 1326                    | 2,76                         |  |
| 13          | 554                 | 543                  | 5,5 | 1097                    | 0,93                         |  | 290                 | 474                  | 5,2 | 764                     | 0,34                         |  | 489                  | 590                  | 5,3 | 1079                    | 0,43                         |  |
| 15          | 605                 | 499                  | 5,3 | 1104                    | 2,75                         |  | —                   | 605                  | 5,2 | —                       | 3,06                         |  | 325                  | 619                  | 5,1 | 944                     | 2,43                         |  |
| 18          | 746                 | 531                  | 5,6 | 1297                    | 1,17                         |  | 538                 | 599                  | 5,4 | 1137                    | 0,68                         |  | 648                  | 645                  | 5,2 | 1293                    | 0,54                         |  |
| 21          | 588                 | <b>571</b>           | 5,9 | 1159                    | 1,38                         |  | 668                 | <b>459</b>           | 6,1 | 1127                    | 1,95                         |  | 494                  | 561                  | 5,2 | 1055                    | 1,38                         |  |
| Middeltal   | 596                 | 506                  | 5,8 | 1101                    | 1,49                         |  | 446                 | 556                  | 5,5 | 994                     | 1,08                         |  | 570                  | 595                  | 5,4 | 1165                    | 1,42                         |  |

|                         | $\bar{x}$ | Sk     | f | Mk     | s     | Mf( $\bar{x}$ ) | $\bar{x}$ | SK     | f | Mk     | s     | Mf( $\bar{x}$ ) | $\bar{x}$ | SK     | f | MK     | s     | Mf( $\bar{x}$ ) |
|-------------------------|-----------|--------|---|--------|-------|-----------------|-----------|--------|---|--------|-------|-----------------|-----------|--------|---|--------|-------|-----------------|
| Glykogen                | 596       | 166359 | 7 | 23766  | 154   | 54,4            | 446       | 212473 | 6 | 35412  | 188   | 71,1            | 570       | 465307 | 7 | 66472  | 258   | 91,2            |
| Mælkesyre               | 506       | 21618  | 7 | 3088   | 55,6  | 19,7            | 556       | 57609  | 7 | 8230   | 90,7  | 32,1            | 595       | 76586  | 7 | 10941  | 104,6 | 37,0            |
| Glykogen +<br>Mælkesyre | 1101      | 120545 | 7 | 17221  | 131   | 46,3            | 994       | 324405 | 6 | 54068  | 233   | 88,1            | 1165      | 326806 | 7 | 46687  | 216   | 76,4            |
| Pyrodrue-<br>syre       | 1,49      | 4,369  | 7 | 0,6242 | 0,790 | 0,279           | 1,08      | 6,146  | 7 | 0,8780 | 0,937 | 0,331           | 1,42      | 5,013  | 7 | 0,7162 | 0,846 | 0,299           |
| pH                      | 5,8       | 0,80   | 7 | 0,1143 | 0,338 | 0,120           | 5,5       | 0,66   | 7 | 0,1100 | 0,332 | 0,125           | 5,4       | 0,88   | 7 | 0,1257 | 0,355 | 0,126           |

# Hovedtabel V.

## Hillerød.

| m. gracilis       |                  |                   |     |                         |                           | m. psoas major   |                   |     |                         |                           |                   | m. longissimus dorsi |                   |     |                         |                           |  |
|-------------------|------------------|-------------------|-----|-------------------------|---------------------------|------------------|-------------------|-----|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----|-------------------------|---------------------------|--|
| Andels-<br>nr.    | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg % | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg % | Andels-<br>nr.    | glykogen<br>mg %     | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg % |  |
| 2044              | 739              | 475               | 6,6 | 1214                    | 1,85                      | 405              | 599               | 6,5 | 1004                    | 1,20                      | 1811              | 948                  | 368               | 6,4 | 1316                    | 1,15                      |  |
| 900               | 308              | 391               | 6,8 | 699                     | 2,15                      | 36               | 654               | 6,6 | 690                     | 0,97                      | 3131              | 1052                 | 520               | 5,4 | 1572                    | 1,44                      |  |
| 2186              | 275              | 720               | 6,4 | 995                     | 2,04                      | 194              | 751               | 6,2 | 945                     | 1,92                      | 512               | 1229                 | 220               | 6,4 | 1449                    | 1,19                      |  |
| 2177              | 356              | 358               | 6,4 | 714                     | 1,38                      | 415              | 678               | 6,4 | 1093                    | 1,03                      | 1879              | 1006                 | 352               | 6,3 | 1358                    | 1,05                      |  |
| 1826              | 159              | 659               | 6,3 | 818                     | 1,26                      | 93               | 866               | 6,0 | 959                     | 0,85                      | 1796              | 1265                 | 151               | 6,6 | 1416                    | 0,95                      |  |
| 2277              | 346              | 688               | 6,1 | 1034                    | 0,98                      | 41               | 842               | 5,9 | 883                     | 0,61                      | 3136              | 1125                 | 185               | 6,4 | 1310                    | 0,87                      |  |
| 1046              | 132              | 384               | 5,9 | 516                     | 1,02                      | 84               | 382               | 5,8 | 466                     | 0,34                      | 1239              | 775                  | 255               | 6,2 | 1030                    | 0,62                      |  |
| 2083 <sub>1</sub> | 419              | 327               | 6,3 | 746                     | 1,86                      | 356              | 460               | 6,2 | 816                     | 1,34                      | 1652 <sub>1</sub> | 431                  | 746               | 6,0 | 1177                    | 1,79                      |  |
| 2083 <sub>2</sub> | 342              | 277               | 6,1 | 619                     | —                         | 46               | 332               | 6,1 | 378                     | —                         | 1652 <sub>2</sub> | —                    | 472               | 5,8 | —                       | 1,52                      |  |
| 857               | 496              | 481               | 6,3 | 977                     | 0,46                      | 295              | 479               | 6,0 | 774                     | 0,50                      | 1758              | 731                  | 734               | 6,4 | 1465                    | 2,02                      |  |
| 103               | —                | —                 | —   | —                       | —                         | 701              | 147               | 6,2 | 848                     | 1,77                      | 902               | 848                  | 305               | 6,2 | 1153                    | 0,78                      |  |
| 1982              | 354              | 301               | —   | 665                     | 0,84                      | 199              | 785               | —   | 984                     | 1,07                      | 2529              | 420                  | 573               | 6,8 | 993                     | 1,24                      |  |
| 159 <sub>1</sub>  | 664              | 524               | —   | 1188                    | 1,74                      | 225              | 625               | —   | 850                     | 0,98                      | 1522              | 886                  | 171               | 5,8 | 1057                    | 0,65                      |  |
| 159 <sub>2</sub>  | 736              | 269               | —   | 1005                    | 1,22                      | 315              | 584               | —   | 899                     | 0,77                      | 834               | 707                  | 423               | 5,9 | 1130                    | 1,68                      |  |
| 159 <sub>3</sub>  | 291              | 235               | —   | 526                     | 0,79                      | 187              | 469               | —   | 656                     | 0,72                      | 1906              | 625                  | 406               | 6,0 | 1031                    | 1,02                      |  |
| 159 <sub>4</sub>  | 422              | 238               | —   | 660                     | —                         | 100              | 353               | —   | 453                     | 1,15                      | 296               | 1011                 | 418               | 6,0 | 1429                    | 1,26                      |  |
| 2178              | 397              | 349               | 6,4 | 746                     | 0,87                      | 244              | 447               | 6,2 | 691                     | 1,33                      | 628               | 937                  | 212               | 6,4 | 1149                    | 0,82                      |  |
| 3182              | 636              | 358               | 6,2 | 994                     | 1,04                      | 225              | 529               | 6,1 | 754                     | 1,36                      |                   |                      |                   |     |                         |                           |  |
| Middeltal         | 417              | 414               | 6,3 | 830                     | 1,30                      | 231              | 553               | 6,2 | 786                     | 1,05                      |                   | 875                  | 383               | 6,2 | 1252                    | 1,18                      |  |

|                         |           |        |    |        |       |                  |           |        |    |        |       |                  |           |        |    |        |       |                  |
|-------------------------|-----------|--------|----|--------|-------|------------------|-----------|--------|----|--------|-------|------------------|-----------|--------|----|--------|-------|------------------|
|                         | $\bar{x}$ | SK     | f  | MK     | s     | Mf ( $\bar{x}$ ) | $\bar{x}$ | SK     | f  | MK     | s     | Mf ( $\bar{x}$ ) | $\bar{x}$ | SK     | f  | MK     | s     | Mf ( $\bar{x}$ ) |
| Glykogen                | 417       | 535151 | 16 | 33447  | 183   | 44,4             | 231       | 482892 | 17 | 28405  | 169   | 39,8             | 875       | 942546 | 15 | 62836  | 251   | 62,8             |
| Mælkesyre               | 414       | 384122 | 16 | 24008  | 155   | 37,6             | 553       | 624516 | 17 | 36736  | 192   | 45,3             | 383       | 506150 | 16 | 31634  | 178   | 43,2             |
| Glykogen +<br>Mælkesyre | 830       | 760122 | 16 | 47508  | 218   | 52,9             | 786       | 683267 | 17 | 40192  | 200   | 47,1             | 1252      | 507649 | 15 | 33843  | 184   | 46,0             |
| Pyrodrue-<br>syre       | 1,30      | 3,705  | 14 | 0,2646 | 0,514 | 0,133            | 1,05      | 2,806  | 16 | 0,1754 | 0,419 | 0,102            | 1,18      | 2,598  | 16 | 0,1623 | 0,403 | 0,098            |
| pH                      | 6,2       | 1,90   | 11 | 0,0564 | 0,238 | 0,069            | 6,2       | 0,64   | 12 | 0,0533 | 0,231 | 0,064            | 6,2       | 1,90   | 16 | 0,1188 | 0,345 | 0,084            |

Hovedtabel VI.  
Laboratoriet MD II.

| Gris<br>nr. | m. gracilis      |                   |     |                         |                           |  | m. psoas major   |                   |     |                         |                           |  | m. longissimus dorsi |                   |     |                         |                           |  |
|-------------|------------------|-------------------|-----|-------------------------|---------------------------|--|------------------|-------------------|-----|-------------------------|---------------------------|--|----------------------|-------------------|-----|-------------------------|---------------------------|--|
|             | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg % |  | glykogen<br>mg % | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg % |  | glykogen<br>mg %     | mælkesyre<br>mg % | pH  | glykogen +<br>mælkesyre | pyrodrue-<br>syre<br>mg % |  |
| 4           | 132              | 494               | 6,2 | 626                     | 0,60                      |  | 61               | 541               | 6,0 | 602                     | 0,77                      |  | 292                  | 590               | 5,9 | 882                     | 1,38                      |  |
| 5           | 125              | 493               | 6,2 | 618                     | 0,64                      |  | 307              | 464               | 6,0 | 771                     | 0,47                      |  | 245                  | 517               | 6,0 | 762                     | 0,90                      |  |
| 11          | 223              | 481               | 6,2 | 704                     | 0,98                      |  | 83               | 499               | 6,0 | 582                     | 0,74                      |  | 177                  | 692               | 5,8 | 869                     | 1,62                      |  |
| 10          | 201              | 362               | 6,1 | 563                     | 0,82                      |  | 196              | 424               | 5,8 | 620                     | 0,62                      |  | 264                  | 515               | 5,9 | 779                     | 1,16                      |  |
| 2           | 124              | 407               | 6,3 | 531                     | 0,71                      |  | 224              | 543               | 5,9 | 767                     | 0,76                      |  | —                    | 488               | 6,0 | —                       | 0,81                      |  |
| Middeltal   | 161              | 447               | 6,2 | 608                     | 0,75                      |  | 174              | 494               | 5,9 | 668                     | 0,67                      |  | 245                  | 560               | 5,9 | 823                     | 1,17                      |  |

|                         | $\bar{x}$ | SK     | f | MK     | s     | Mf ( $\bar{x}$ ) | $\bar{x}$ | SK     | f | MK     | s     | Mf ( $\bar{x}$ ) | $\bar{x}$ | SK     | f | MK     | s     | Mf ( $\bar{x}$ ) |
|-------------------------|-----------|--------|---|--------|-------|------------------|-----------|--------|---|--------|-------|------------------|-----------|--------|---|--------|-------|------------------|
| Glykogen                | 161       | 8950   | 4 | 2238   | 47,3  | 21,2             | 174       | 41723  | 4 | 10431  | 32,3  | 12,2             | 245       | 7194   | 3 | 2398   | 49,0  | 24,5             |
| Mælkesyre               | 447       | 14306  | 4 | 3577   | 59,8  | 26,7             | 494       | 10435  | 4 | 2609   | 51,1  | 22,9             | 560       | 27382  | 4 | 6846   | 82,7  | 37,0             |
| Glykogen +<br>Mælkesyre | 608       | 17594  | 4 | 4399   | 66,3  | 29,7             | 668       | 34466  | 4 | 8617   | 92,8  | 41,5             | 823       | 11254  | 3 | 3751   | 61,2  | 30,6             |
| Pyrodrue-<br>syre       | 0,75      | 0,0940 | 4 | 0,0235 | 0,153 | 0,068            | 0,67      | 0,0655 | 4 | 0,0164 | 0,405 | 0,181            | 1,17      | 0,4492 | 4 | 0,1123 | 0,335 | 0,150            |
| pH                      | 6,2       | 0,02   | 4 | 0,0050 | 0,071 | 0,032            | 5,9       | 0,04   | 4 | 0,0100 | 0,100 | 0,045            | 5,9       | 0,03   | 4 | 0,0075 | 0,087 | 0,039            |

# Hovedtabel VII.

## Foderplan. (Feeding-plan)

| Vægt-<br>klasse<br>kg | Korn-<br>blanding<br>g | Mineral-<br>stof-<br>blanding<br>g | Soja-<br>skrå<br>g          | Sk. mælk<br>(konc.)<br>g | Vand<br>kg | Beregnet indhold af                                                                           |       |                             |
|-----------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------|
|                       |                        |                                    |                             |                          |            | NK <sub>F</sub>                                                                               | F. e. | Fordøjeligt<br>protein<br>g |
| 15- 20                | 536                    | 14                                 | 150                         | 1125                     | 0,9        | 1493                                                                                          | 0,90  | 147                         |
| 20- 25                | 604                    | 16                                 | 160                         | 1350                     | 1,0        | 1694                                                                                          | 1,02  | 165                         |
| 25- 30                | 731                    | 19                                 | 150                         | 1500                     | 1,2        | 1930                                                                                          | 1,16  | 177                         |
| 30- 35                | 877                    | 23                                 | 150                         | 1500                     | 1,7        | 2164                                                                                          | 1,30  | 187                         |
| 35- 40                | 1024                   | 26                                 | 140                         | 1500                     | 2,1        | 2380                                                                                          | 1,43  | 194                         |
| 40- 45                | 1170                   | 30                                 | 130                         | 1500                     | 2,5        | 2597                                                                                          | 1,56  | 200                         |
| 45- 50                | 1341                   | 34                                 | 110                         | 1500                     | 3,0        | 2835                                                                                          | 1,71  | 204                         |
| 50- 55                | 1511                   | 39                                 | 90                          | 1500                     | 3,4        | 3074                                                                                          | 1,85  | 209                         |
| 55- 60                | 1682                   | 43                                 | 60                          | 1500                     | 3,9        | 3295                                                                                          | 1,98  | 209                         |
| 60- 65                | 1852                   | 48                                 | 30                          | 1500                     | 4,3        | 3516                                                                                          | 2,12  | 209                         |
| 65- 70                | 2028                   | 52                                 | 0                           | 1500                     | 4,7        | 3745                                                                                          | 2,26  | 210                         |
| 70- 75                | 2203                   | 57                                 | 0                           | 1350                     | 5,4        | 3976                                                                                          | 2,40  | 216                         |
| 75- 80                | 2389                   | 61                                 | 0                           | 1125                     | 6,2        | 4197                                                                                          | 2,53  | 220                         |
| 80- 85                | 2584                   | 66                                 | 0                           | 900                      | 7,1        | 4434                                                                                          | 2,67  | 224                         |
| 85- 90                | 2769                   | 71                                 | 0                           | 750                      | 7,8        | 4680                                                                                          | 2,82  | 231                         |
| 90- 95                | 2925                   | 75                                 | 0                           | 750                      | 8,3        | 4930                                                                                          | 2,97  | 242                         |
| 95-100                | 3081                   | 79                                 | 0                           | 750                      | 8,7        | 5180                                                                                          | 3,12  | 253                         |
| 100-105               | 3237                   | 83                                 | 0                           | 750                      | 9,2        | 5429                                                                                          | 3,27  | 264                         |
| Weight-<br>class      | Grain-<br>mixture      | Miner-<br>als                      | Soybean-<br>meal<br>(extr.) | Skim<br>milk<br>(conc.)  | Water      | Computed contents of<br>NC <sub>F</sub> F. u. Digestible<br>(1660 net- protein<br>calories) g |       |                             |

Kornblanding: 65 kg malet byg  
20 „ „ hvede  
10 „ hvedeklid  
2,5 „ lucernemel } Beregnet indhold:  
1600 NK<sub>F</sub> (0,96 f. e.)  
med 72 g fordøjeligt  
protein pr. kg

Mineralstofblanding: 50 % CaHPO<sub>4</sub>  
30 % CaCO<sub>3</sub>  
20 % NaCl

Konc. skummetmælk:  
(Fremstillet af  
skummetmælkspulver) 750 g konc. skummetmælk = 1000 g  
alm. skummetmælk

Vitamintilskud: 8 g sojaolie med 2000 i. e. A + 500 i. e. D<sub>2</sub> daglig.

Grain mixture: 65 kg barley  
20 „ wheat  
10 „ wheat bran  
2,5 „ alfalfa meal } Computed contents:  
1600 NC<sub>F</sub> (0,96 f. u.)  
and 72 g digestible protein  
pr. kg

Skim milk (conc.):  
(Made of skim milk  
powder) 750 g conc. skim milk = 1000 g  
ordinary skim milk

Vitamins: 8 g of soybean oil with 2000 i.e. A + 500 i.e. D<sub>2</sub> daily

## Hovedtabel VIII.

## Foderplan for de faste svineforsøgsstationer.

*Clausen og Nørtoft Thomsen (1955).*

Dagligt foder pr. gris.

| Grisens vægt<br>kg | F.e. | Mælk<br>kg | Korn<br>kg | Grisens vægt<br>kg | F.e. | Mælk<br>kg | Korn<br>kg |
|--------------------|------|------------|------------|--------------------|------|------------|------------|
| 13-15              | 0,7  | 1,4        | 0,5        | 41-42              | 2,0  | 2,6        | 1,6        |
| 16-17              | 0,8  | 1,5        | 0,5        | 43-44              | 2,1  | 2,7        | 1,6        |
| 18-19              | 0,9  | 1,5        | 0,6        | 45-46              | 2,2  | 2,8        | 1,7        |
| 20-21              | 1,0  | 1,6        | 0,7        | 47-48              | 2,3  | 2,9        | 1,8        |
| 22-23              | 1,1  | 1,7        | 0,8        | 49-51              | 2,4  | 3,0        | 1,9        |
| 24-25              | 1,2  | 1,8        | 0,9        | 52-54              | 2,5  | 3,0        | 2,0        |
| 26-27              | 1,3  | 1,9        | 1,0        | 55-58              | 2,6  | 3,0        | 2,1        |
| 28-29              | 1,4  | 2,0        | 1,1        | 59-62              | 2,7  | 3,0        | 2,2        |
| 30-31              | 1,5  | 2,1        | 1,1        | 63-67              | 2,8  | 3,0        | 2,3        |
| 32-33              | 1,6  | 2,2        | 1,2        | 68-72              | 2,9  | 3,0        | 2,4        |
| 34-35              | 1,7  | 2,3        | 1,3        | 73-77              | 3,0  | 3,0        | 2,5        |
| 36-37              | 1,8  | 2,4        | 1,4        | 78-82              | 3,1  | 3,0        | 2,6        |
| 38-40              | 1,9  | 2,5        | 1,5        | 83-87              | 3,2  | 3,0        | 2,7        |
|                    |      |            |            | 88-92              | 3,3  | 3,0        | 2,8        |