

326. beretning fra forsøgslaboratoriet

*Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg*

---

# Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ

2. Forsøg med byg. Forholdet mellem mængden af fordøjede stoffer  
og omsættelig energi

## Digestibility Trials with Poultry

2. Trials with barley. The relation between the amount of digestible matter  
and metabolizable energy

Af

*P. E. Jakobsen, Kirsten Gertov og S. Hovgaard Nielsen*



KØBENHAVN

---

1960

# STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

## Statens Husdyrbrugsudvalg

Forstander *Johs. Petersen-Dalum*, Hjallese, formand,  
gårdejer *S. Grue-Sørensen*, Hjern,

(valgte af De samvirkende danske Landboforeninger),

konsulent *Henning Rasmussen*, Aarhus,  
husmand *Alfred Richardt*, Ll. Torøje, Fakse,

(valgte af De samvirkende danske Husmandsforeninger),

forstander *L. Lauridsen*, Gråsten, næstformand.

(valgt af Det kongelige danske Landhusholdningsselskab),

gårdejer *Verner Andersen*, Gundsøllille, Roskilde,

(valgt af Landsudvalget for Svineavlens Ledelse),

gårdejer *N. L. Hesselund Jensen*, Malling,

(valgt af Landsudvalget for Fjerkræavl),

gårdejer *J. Gylling Holm*, Tranebjerg, Samsø,

(valgt af De samvirkende Kvægavlsforeninger med kunstig Sædooverføring).

Udvalgets sekretær: kontorchef, agronom *H. Ærsøe*.

## Landøkonomisk Forsøgslaboratorium

### Dyrefysiologisk afdeling

Forstander: professor *P. E. Jakobsen*.

Forsøgsleder: cand. polyt. *I. G. Hansen*,

— lic. agro. *Grete Thorbek*.

### Husdyrbrugsafdelingerne

Forsøg med kvæg:

Forstander: professor *L. Hansen Larsen*.

Forsøgsleder: agronom *K. Hansen*,

— agronom *Johs. Brolund Larsen*,

— agronom *E. O. Nielsen*,

— agronom *Preben E. Andersen*,

— agronom *H. Ejlersen Hansen*.

Forsøg med svin, heste og pelsdyr:

Forstander: professor, dr. *Hj. Clausen*.

Forsøgsleder: agronom *Fr. Haagen Petersen*,

— agronom *N. J. Højgaard Olsen*,

— agronom *R. Nørtoft Thomsen*,

— lic. agro. *A. Madsen*,

— agronom *Per Jonsson*.

Forsøg med fjerkræ:

Leder: lektor, agronom *J. Bælum*.

Forsøgsleder: agronom *V. Petersen*.

Avlsbiologiske forsøg:

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

### Kemisk afdeling

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

Afdelingsleder: ingeniør *H. C. Beck*,

— mejeribrugskandidat *K. Steen*.

### Kontor og sekretariat

Kontorchef: agronom *H. Ærsøe*.

Fuldmægtig: agronom *H. Bundgaard*.

Bogholder: Sv. *Vind-Hansen*.

Udvalgets, forsøgslaboratoriets og afdelingernes adresse er:

Rolighedsvvej 25, København V.

Tlf. Luna 1100 (omst.).

326. beretning fra forsøgslaboratoriet

*Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg*

---

# Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ

2. Forsøg med byg. Forholdet mellem mængden af fordøjede stoffer  
og omsættelig energi

## Digestibility Trials with Poultry

2. Trials with barley. The relation between the amount of digestible matter  
and metabolizable energy

Af

*P. E. Jakobsen, Kirsten Gertov og S. Hovgaard Nielsen*

Dyrefysiologisk afdeling



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,

Rolighedsvej 26, København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri.

1960

## INDHOLDSFORTEGNELSE

|   | Side |
|---|------|
| <i>Indledning</i> .....   | 3    |
| <i>I. Sammenligning mellem omsættelig energi og fordøjede stoffer</i> .....             | 3    |
| A. Teoretiske overvejelser .....  | 3    |
| B. Omsættelig energi og kemisk sammensætning ..   | 7    |
| <i>II. Egne undersøgelser</i> .....   | 12   |
| A. Fodermængdens indflydelse på omfanget af næringsstofferne fordøjelighed .....        | 12   |
| B. Omsættelig energi og fordøjede stoffer .....   | 15   |
| C. Konklusion og diskussion .....   | 18   |
| <i>III. Sammenfatning</i> .....   | 20   |
| <i>IV. English Summary</i> .....  | 21   |
| <i>V. Litteraturliste</i> .....   | 29   |
| <i>VI. Hovedtabeller (Main-Tables)</i> .....  | 30   |
| Tidligere udsendte beretninger fra forsøgslaboratoriets dyrefysiologiske afdeling ..... | 43   |

## Indledning.

Det første afsnit i nærværende beretning omhandler dels teoretiske overvejelser vedrørende spørgsmålet om fodermidlernes energetiske næringsværdi, dels teoretiske overvejelser vedrørende et nyt vurderingsgrundlag. Det sidste er underbygget ved afprøvning på tidligere udførte forsøg med svin.

Det andet afsnit omhandler egne forsøg udført med høns. I forbindelse med disse forsøg er der foretaget undersøgelser over den benyttede forsøgsteknik, ligesom de fremsatte nye teorier er afprøvet.

## I. Sammenligning mellem omsættelig energi og fordøjede stoffer.

### A. Teoretiske overvejelser.

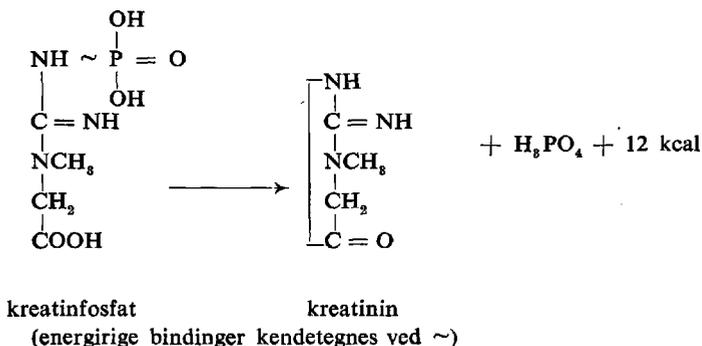
En beregning af fodermidlernes energetiske næringsværdi foretages i almindelighed ud fra mængden af fodermidlernes fordøjelige næringsstoffer. Det vil sige, at grundlaget for energiberegningen er den såkaldte foderstofanalyse.

Ved foderstofanalysen inddeles fodermidlerne i forskellige mere eller mindre veldefinerede næringsstofgrupper. Det må fremhæves, at denne opdeling set fra et kemisk synspunkt ikke er tilfredsstillende.

Det vil være forkert at gå ud fra, at foderstofanalysens opdeling af fodermidlerne i de kendte fire næringsstofgrupper (råfedt, råprotein, N-fri ekstraktstoffer og træstof) med en efterfølgende beregning af den energetiske næringsværdi på dette grundlag vil være tilfredsstillende ud i al fremtid, blot fordi man nu har anvendt dette opdelingsgrundlag i 100–150 år.

Uanset hvilken del af fodermidlernes energi der anvendes, vil deres kemiske sammensætning være basis for beregningen. I omtalen af dette beregningsgrundlag vil det være formålstjenligt at holde sig for øje, hvilken del af energien der i virkeligheden kan udnyttes af de dyriske organismer. Det er ganske enkelt den del af fodermidlernes energiindhold, der kan omdannes til nytteenergi i organismen. Et givet foders nytteenergi er den del af energien, der ved de intermediære omsætninger i dyreorganismen kan overføres til energirige bindinger. Ved disse bindingers spaltning anvendes den oplagrede energi til muskelarbejde eller synteser.

Ved omtalen af begrebet nytteenergi med ovenstående definition er det formålstjenligt at gøre opmærksom på, at energi kan oplagres i organismen i form af de såkaldte energirige bindinger. Eksempler herpå har man i fosforsyrens forbindelse med kreatin. Kreatinfosfatets fosforsyregruppe fraspaltes under samtidig frigørelse af ca. 12 kcal pr. mol. (i det følgende er mol. = grammolekyle).



Den frigjorte energi kan benyttes ved overføring af den fraspaltede fosforsyregruppe til adenosindifosfat. Herved dannes der adenosintrifosfat, der f.eks. leverer energi til muskulaturen. Med vort nuværende kendskab til forløbet af de intermediære stofskifteprocesser vil det på et nogenlunde sikkert grundlag være muligt at beregne de forskellige næringsstoffers nytteenergi.

Ved oxydation af *glukose*, der i almindelighed forløber over den såkaldte krebske cyklus, overføres der energi til bl.a. kreatin og adenosindifosfat. Herved dannes henholdsvis kreatinfosfat og adenosintrifosfat (ATP). Den pålejrede fosforsyregruppe er i begge tilfælde bundet ved en energirig binding, der ved hydrolyse frigør en energimængde på 12 kcal pr. mol.

Ved den oxydative omdannelse af 1 mol. *glukose* dannes der 6 energirige bindinger som et direkte resultat af oxydationsforløbet. Endvidere dannes der 6 mol.  $\text{CO}_2$  og 12 ækvivalenter reduceret koenzym I (koI, 2H), koenzym II (koII, 2H) og flavoprotein (FP, 2H).

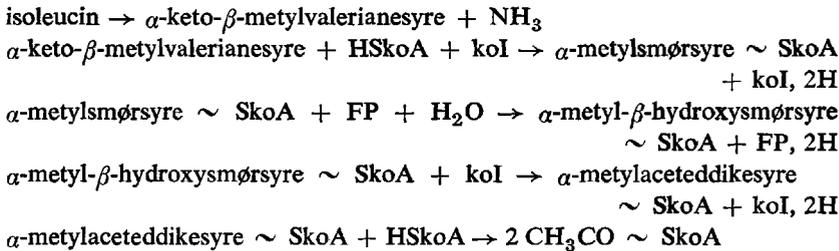
Ved *in vitro*-forsøg er det vist, at der ved oxydation af ét ækvivalent af hvert af disse reducerede koenzym er frigøres en energimængde, der er i stand til at danne 3 energirige bindinger, f.eks.  $3 \text{ ADP} \rightarrow 3 \text{ ATP}$ . Ved oxydation af 1 mol. *glukose* dannes der således ialt 42 energirige bindinger. Imidlertid forbruges der energi ved fosforylering af *glukose*-6-fosfat og af *fruktose*-6-fosfat til *fruktose*-1,6-difosfat. Disse fosforyleringer er nødvendige for oxydationen. Netto bliver der ca. 40 energirige bindinger til disposition for organismen, når der oxyderes 1 mol. eller 180 g *glukose*. Nytteenergien er da  $40 \cdot 12 = 480$  kcal eller ca. 70 pct. af *glukosens* omsættelige energi.

Dette svarer til 6.7 kcal pr. g C, der ved oxydation af *glukose* omdannes til  $\text{CO}_2$ .

*Fedtsyrerne* oxyderes sandsynligvis hovedsageligt ved den såkaldte  $\beta$ -oxydation. Ved oxydation af f.eks. 1 mol. *stearinsyre* dannes der 16 ækvivalenter reduceret koenzym (koI, 2H; koII, 2H; FP, 2H) samt 9 mol. *acetylkoenzym A* ( $\text{CH}_3\text{CO} \sim \text{SkCoA}$ ). De 9 mol. *acetylkoenzym A* oxyderes gennem den krebske cyklus, hvorved der dannes yderligere 36 ækvivalenter reduceret

koenzym samt 18 mol.  $\text{CO}_2$ . Der dannes således ialt 52 ækvivalenter reduceret koenzym, der ved oxydation leverer energi til dannelse af 156 energirige bindinger. Dette svarer til en nytteenergi på 1870 kcal pr. mol. stearinsyre, hvilket er ca. 70 pct. af stearinsyrens omsættelige energi. Der frigøres følgelig en nytteenergimængde på 8.7 kcal pr. g C, der ved oxydation af stearinsyre omdannes til  $\text{CO}_2$ .

For *proteinstofferne* vil de tilsvarende beregninger være noget vanskeligere, idet det for denne gruppe vil være nødvendigt at undersøge oxydationsforløbet af en række forskellige aminosyrer. Her skal eksempelvis omtales oxydationsforløbet af isoleucin:



Ved oxydation af 2 mol.  $\text{CH}_3\text{CO} \sim \text{SkoA}$  over den krebske cyklus dannes der 8 ækvivalenter reduceret koenzym. Den fuldstændige oxydation af isoleucin medfører således en dannelse af 11 ækvivalenter reduceret koenzym eller 33 energirige bindinger. Det vil sige, at der ved oxydation af 1 mol. isoleucin dannes en nytteenergimængde på 396 kcal, svarende til 5.5 kcal pr. g C, der ved oxydation af isoleucin omdannes til  $\text{CO}_2$ . De tilsvarende tal for en del andre aminosyrer er vist i tabel 1.

**Tabel 1. Nytteenergi ved oxydation af aminosyrer.**

(Table 1. Utilizable energy related to the oxidation of amino acids).

| Aminosyre<br>(Amino acid)    | Nytteenergi<br>pr. mol.<br>kcal<br>(Utilizable energy<br>per mol.<br>k. cal.) | Nytteenergi pr. g C<br>der omdannes til $\text{CO}_2$<br>kcal<br>(Utilizable energy per<br>gm. C converted to $\text{CO}_2$<br>k. cal.) |
|------------------------------|---|---|
| Isoleucin (Isoleucine) ..... | 396   | 5.5   |
| Leucin (Leucine) .....       | 360   | 5.0   |
| Valin (Valine) .....         | 432   | 7.2   |
| Treonin (Threonine) .....    | 360   | 7.5   |
| Lysin (Lysine) .....         | 396   | 5.5   |

Efter vor nuværende viden om aminosyrernes oxydation vil den gennemsnitlige nytteenergi være omkring 6 kcal pr. g C, der ved oxydation af proteinstoffer omdannes til  $\text{CO}_2$ . Variation på tallet fremkommer bl.a. som følge af proteinstoffernes forskellige aminosyresammensætning.

Nytteenergien ved oxydation af *andre stofgrupper* end ovennævnte vil ikke i kvantitativ henseende være af betydning. Alkoholer har således ikke nogen væsentlig betydning som næringsmiddel. Ætylalkohol omdannes ved oxydation i leveren over acetaldehyd til acetylkoenzym A, idet der herved dannes to ækvivalenter reduceret koenzym. Acetylkoenzym A oxyderes videre gennem den krebske cyklus, således at der ved fuldstændig oxydation af ætylalkohol ialt dannes 6 ækvivalenter reduceret koenzym. Dette giver en nytteenergi på 216 kcal pr. mol. ætylalkohol, hvilket svarer til 9 kcal pr. g C, der ved oxydation af ætylalkohol omdannes til CO<sub>2</sub>.

På grundlag af den foranstående fremstilling er der i tabel 2 givet en oversigt over næringsstoffernes indhold af nytteenergi både pr. mængdeenhed og pr. kulstofenhed. Endvidere er der på tilsvarende måde anført omsættelig energi.

**Tabel 2. De vigtigste næringsstoffers indhold af kulstof, nytteenergi og omsættelig energi.**

(Table 2. The content of carbon, utilizable energy and metabolizable energy of the more important feedingstuffs).

| Næringsstof<br>(Foodstuff)  | Kulstof-<br>indhold<br>(Carbon<br>content)<br>% | Nytteenergi  |   | Omsættelig energi                                      |   |
|-----------------------------|---|--|---|--|---|
|                             |   | (Utilizable energy)                                    |   | (Metabolizable energy)                                 |   |
|                             |   | kcal<br>pr. g stof<br>(k. cal. per<br>gm.<br>nutrient) | kcal<br>pr. g C<br>(k. cal. per<br>gm. C) | kcal<br>pr. g stof<br>(k. cal. per<br>gm.<br>nutrient) | kcal<br>pr. g C<br>(k. cal. per<br>gm. C) |
| Fedtstof (Fats) .....       | 76.5  | 6.7  | 8.7                                       | 9.3  | 12.2                                      |
| Stivelse (Starch) .....     | 44.4  | 3.0  | 6.7                                       | 4.18   | 9.4                                       |
| Proteinstof (Protein) ..... | 52.0  | 3  | 6   | 4.5  | 8.7                                       |
| Ætylalkohol (Ethyl alcohol) | 52.2  | 4.7  | 9.0                                       | 7.2  | 13.8                                      |

Da nytteenergien er den del af næringsstoffernes energi, der kan udnyttes ved en eller anden livsytring i organismen (proteinsyntese, fedtsyntese eller muskelarbejde), er det ganske klart, at det fra et generelt synspunkt må være nytteenergien, der skal bestemmes, når man ønsker at måle et fodermiddels energetiske næringsværdi.

Det fremgår af det foregående og fremstillingen i tabel 2, at vi på grundlag af vor nuværende viden vedrørende de vigtigste næringsstofgrupperes intermediære omsætninger kan regne med, at nytteenergien udgør 70 pct. af den omsættelige energi for alle næringsstofgrupper. Det betyder, at *den omsættelige energi vil være et godt sammenligningsgrundlag for fodermidlernes energetiske næringsværdi*. Der må naturligvis, ligesom ved anvendelse af nettoenergi, korrigeres for forskelle i fodermidlernes fysiske beskaffenhed.

Med ovenstående som udgangspunkt samt med henvisning til de store vanskeligheder, der er forbundet med at få reproducerbare talværdier ved bestemmelse af nettoenergi, må det antages, at et arbejde til bestemmelse af relationen mellem fodermidlernes omsættelige energi og kemiske sammensætning vil være overordentlig værdifuldt.

### B. Omsættelig energi og kemisk sammensætning.

Som nævnt i det foregående kunne det tænkes, at en opdeling af fodermidlerne på en anden måde end den konventionelle ville give et bedre grundlag for energiberegningerne, ligesom der måske kunne opnås mere eksakte resultater ved fordøjeligheds- og balanceforsøg. Som vist i tabel 2, vil næringsstofferne energetiske ækvivalent ligesåvel kunne udtrykkes pr. kulstofenhed som pr. g af det pågældende næringsstof. Det vil endvidere være således, at den resorberede energimængde fra f.eks. træstof eller N-fri ekstraktstoffer vil være bedre korreleret med den resorberede C-mængde end med den resorberede mængde i vægtenheder. Energimængden pr. vægtenhed vil nemlig variere med sammensætningen, hvilket ikke i nær samme udstrækning vil være tilfældet med energimængden pr. C-enhed, som følge af at kulhydraterne hovedsageligt resorberes som hexoser (se senere).

Som det ses af tabel 2, vil det imidlertid ikke være muligt at benytte et fast tal for kulstoffets energetiske ækvivalent, idet dette vil variere for forskellige næringsstoffer. Det vil sige, at man må kende den andel, med hvilken de forskellige næringsstofgrupper indgår i det resorberede organiske tørstof. En bestemmelse heraf er imidlertid meget enkel. Proteinets andel i det resorberede organiske tørstof vil således fremgå direkte af den resorberede kvælstofmængde. Kulhydraternes og fedtstoffernes andele i det resorberede organiske tørstof vil fremgå af forholdet mellem proteinfrit organisk tørstof og dets kulstofindhold.

Der vil således ikke være noget til hinder for at beregne fodermidlerne nytteenergi eller omsættelige energi ud fra mængden af fordøjeligt organisk tørstof samt dets indhold af fordøjeligt kvælstof og kulstof.

Såfremt x, y og z er resorberet kulstof fra henholdsvis protein, fedt og kulhydrat, vil det fremgå af tabel 2, at den omsættelige energi kan beregnes således:

$$\begin{array}{l} \text{kcal} \\ \text{oms. e.} \end{array} = 8.7x + 12.2y + 9.4z$$

Når N, C og O.T. er henholdsvis resorberet kvælstof, resorberet kulstof og resorberet organisk tørstof, kan x, y og z beregnes på følgende måde:

$$x = N \cdot 6.25 \cdot 0.52 = 3.25 N$$

$$y = \left[ C \div x \div (O.T. \div N \cdot 6.25) \cdot 0.444 \right] \cdot \frac{0.765}{0.321}$$

$$= 2.383 C \div 1.13 N \div 1.058 O.T.$$

$$z = C \div (x + y)$$

Beregningen af x og z forklarer sig selv, medens beregningen af y er noget mere kompliceret. Et mål for C i resorberet fedt findes som differencen mellem den totalt resorberede C-mængde og  $x + (O.T. \div N \cdot 6.25) \cdot 0.444$ .

Det ses, at differencen er lig nul, såfremt det resorberede organiske tørstof udelukkende består af protein og stivelse (eller andre polysakkarider). Er der foruden proteinstoffer og kulhydrater også resorberet fedtstoffer, vil differencen udgøre en brøkdel af disses kulstofindhold. For fedt med 76.5 pct.

C vil denne brøkdel være lig med  $\frac{0.765 \div 0.444}{0.765} = \frac{0.321}{0.765}$ . Når mængden af C i resorberede fedtstoffer skal beregnes, multipliceres differencen derfor med  $\frac{0.765}{0.321}$ .

Af ovenstående udtryk for x, y og z følger, at

$$\text{kcal oms. e.} = 16.07 C \div 5.45 N \div 2.96 \text{ O.T.}$$

Den omsættelige energi kan således beregnes på grundlag af resorberet C, N og organisk tørstof efter den ved ovenstående beregning fundne ligning. Foretages beregning af omsættelig energi i resorberet fedt, protein og stivelse på dette grundlag, finder man henholdsvis 9.3, 4.5 og 4.2 kcal pr. g.

Kalorieværdien for kulstof vil være lavere, jo mere N og O.T. der er resorberet i forhold til en given kulstofmængde. Dette giver således en logisk forklaring på de negative faktorer for resorberet N og O.T.

Kalorieværdien for kulstof vil variere noget for forskellige fodermidler. Fastlåses de beregnede faktorer til N og O.T., vil denne forskellighed mellem fodermidlerne kunne udtrykkes alene ved ændringer af faktoren til C. Når beregningerne foretages således, vil faktoren til C blive et udtryk for forskellige typer af fodermidler. Ensartede fodermidler, f.eks. kornarternes kærne, vil antagelig få samme faktor til C. Dette må belyses af fremtidige forsøg.

Foretages beregningerne alene på grundlag af resorberet C uden korrektion for N og O.T., vil man også få forskellige faktorer for ensartede fodermidler, idet faktoren til C da vil variere med forholdet mellem de forskellige næringsstofgrupper.

Ved en teoretisk vurdering af en beregning af et fodermiddels omsættelige energi på grundlag af resorberet kulstof eller på grundlag af de tre vigtigste næringsstofgrupper, vil man komme til den konklusion, at en beregning på grundlag af resorberet C vil give den bedste sammenhæng mellem direkte bestemt og beregnet omsættelig energi. Faktorerne for omregning fra C til omsættelig energi vil variere mindre end faktorerne for omregning fra vægtmængder af næringsstoffer til omsættelig energi.

Dette kommer til udtryk i tabel 3, hvor faktorerne for omregning fra resorberede vægtmængder af forskellige kulhydrater til omsættelig energi er angivet. Endvidere er faktorer for omregning fra resorberet C til omsættelig energi angivet.

**Tabel 3. Omsættelig energi i kulhydrater udtrykt pr. g resorberet stof og pr. g resorberet kulstof.**

(Table 3. Metabolizable energy in carbohydrates, per gm. absorbed nutrient and per gm. absorbed carbon).

|                             | Omsættelig energi<br>(Metabolizable energy)                             |  |
|-----------------------------|---|--|
|                             | kcal pr. g<br>resorberet stof<br>(k. cal. per gm.<br>absorbed nutrient) | kcal pr. g<br>resorberet kulstof<br>(k. cal. per gm.<br>absorbed carbon) |
| Stivelse (Starch) .....     | 4.18  | 9.41   |
| Raffinose (Raffinose) ..... | 4.01  | 9.37   |
| Sakkarose (Sucrose) .....   | 3.94  | 9.36   |
| Glukose (Glucose) .....     | 3.74  | 9.35   |

Det fremgår af tabel 3, at der for kulhydrater er variationer i faktorerne for omregning til omsættelig energi fra fordøjet stofmængde på noget over 11 pct., medens faktorerne for omregning fra fordøjet C til omsættelig energi udviser en meget ringe variation. Det er da også en kendt sag, at der for de forskellige næringsstofgrupper er et konstant forhold mellem den ved oxydation frigjorte energi og dannede CO<sub>2</sub>-mængde. Ved oxydation af 1 g stivelse, 1 g protein og 1 g fedtstof regnes der således med en produktion på henholdsvis 0.83, 0.78 og 1.43 l CO<sub>2</sub>.

Meget taler for, at en energiberegning på grundlag af de resorberede næringsstoffers kulstofindhold vil give et sikrere grundlag end en energiberegning på grundlag af de resorberede næringsstoffers vægt.

Dette forhold er i første omgang undersøgt på grundlag af de af Breirem udførte stofskiftemålinger med svin (2). Det nødvendige talmateriale, der er opført i hovedtabel I, er taget fra hovedtabellerne i 162. beretning fra forsøgslaboratoriet.

Det fremgår af fig. 1, at der er god korrelation mellem bestemt omsættelig energi og omsættelig energi beregnet på grundlag af fordøjet råprotein (4.5 kcal/g), fordøjet råfedt (8.3 kcal/g), fordøjede N-fri ekstraktstoffer (4.1 kcal/g) og fordøjet træstof (3.5 kcal/g). Der er fundet følgende sammenhæng mellem bestemt (y) og beregnet II (x) omsættelig energi:

$$y = 0.9916 x + 37; \quad r = 1.00$$

Ifølge de tidligere anførte teoretiske overvejelser skulle en beregning af den omsættelige energi på grundlag af fordøjet C, N og O.T. (organisk tørstof) være mere sikker end en beregning efter den sædvanlige beregningsmetode. Det ses af fig. 2, at der er god korrelation mellem bestemt om-

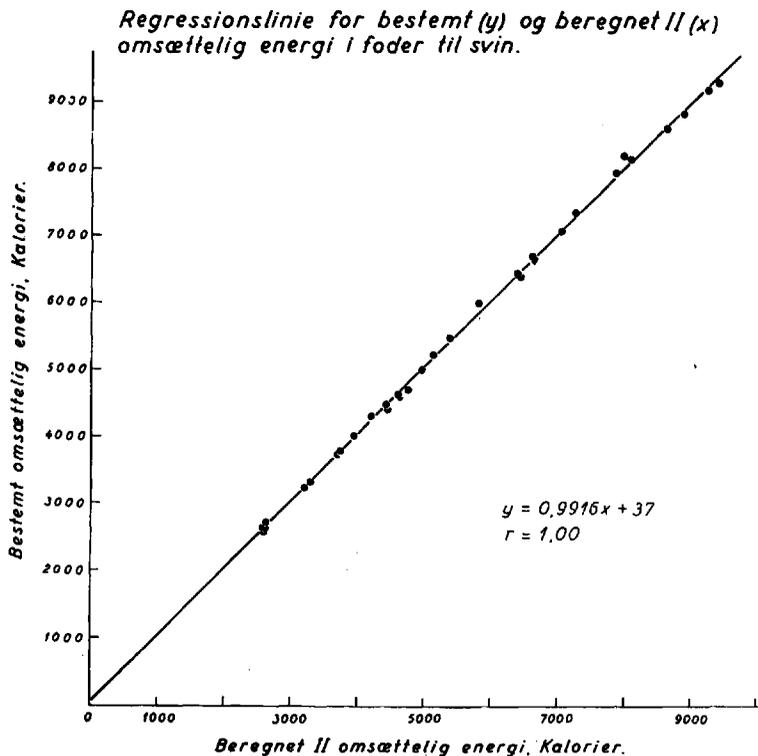


Fig. 1. Sammenhæng mellem eksperimentelt bestemt omsættelig energi og omsættelig energi beregnet på grundlag af de fordøjede mængder af råprotein, råfedt, N-fri ekstraktstoffer og træstof i foder til svin (2).

sættelig energi og omsættelig energi beregnet på grundlag af fordøjet C, N og O.T. ( $15.81 C \div 5.44 N \div 2.96 O.T.$ ). Der er fundet følgende sammenhæng mellem bestemt (y) og beregnet I (x) omsættelig energi:

$$y = 0.9808 x + 104; \quad r = 1.00$$

Det fremgår af disse undersøgelser, at der ikke er nogen forskel på sikkerheden ved anvendelse af de to beregningssystemer, der er undersøgt. De her refererede beregninger, der er foretaget på grundlag af forsøgsrækker fra årene 1932, 1933 og 1934, har givet retningslinier for gennemførelse af tilsvarende beregninger på grundlag af nye forsøg med høns. Disse forsøg, der skal omtales i det følgende, er udført med henblik på at bestemme fordøjelighed og omsættelig energi i enkelte fodermidler.

*Regressionslinie for bestemt (y) og beregnet I (x)  
omsættelig energi i foder til svin.*

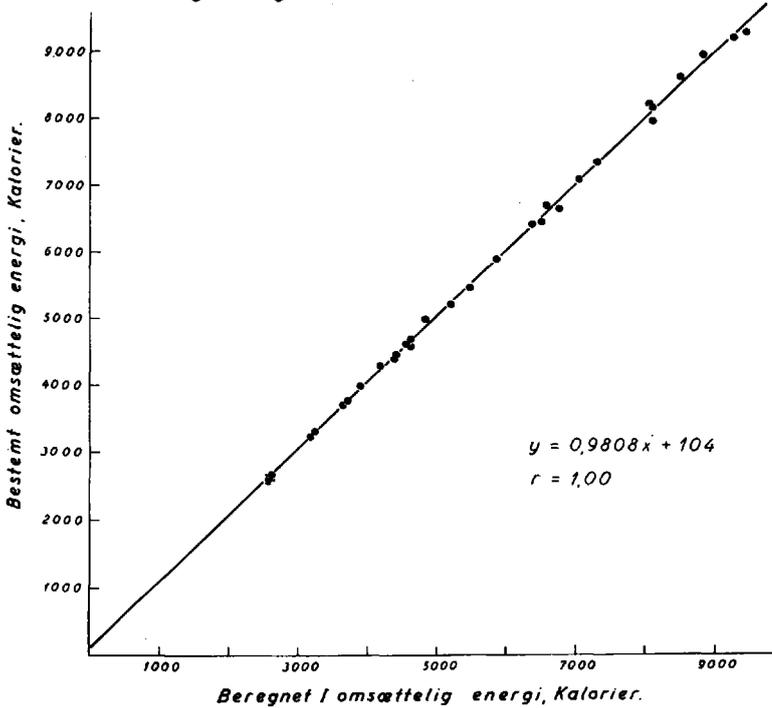


Fig. 2. Sammenhæng mellem eksperimentelt bestemt omsættelig energi og omsættelig energi beregnet på grundlag af de fordøjede mængder af C, N og organisk tørstof i foder til svin (2).

## II. Egne undersøgelser.

### A. Fodermængdens indflydelse på omfanget af næringsstofferne fordøjelighed.

De i det følgende omtalte beregninger er foretaget på grundlag af forsøg med 35 høns. Forsøgene er udført i to forsøgsrækker (A og B), og resultaterne er refereret i hovedtabellerne II a og II b.

Der er i begge forsøgsrækker fodret med byg og grundfoder af samme parti. Inden for hver forsøgsrække er der givet samme mængde grundfoder til alle dyr, medens byg er givet i mængder fra 30 til 85 g pr. dyr pr. dag. På grund af at resultaterne fra de her omtalte forsøg bl.a. skal benyttes til belysning af visse metodiske problemer, er der ved forsøgsplanlægningen ikke taget hensyn til de tidligere udførte forsøg til belysning af forperiodens længde (4). I begge forsøgsrækker har forperiodens længde været 15 dage, medens opsamlingsperiodens længde i forsøgsrækkerne A og B har været henholdsvis 20 og 25 dage.

Ud fra hovedtabellerne II a og II b er byggens indhold af fordøjede næringsstoffer og omsættelig energi beregnet. Beregningen er foretaget under anvendelse af de principper, der er omtalt i (4). For hver forsøgsrække er beregnet retliniede regressioner mellem den tilførte bygmængde og omsættelig energi samt den fordøjede mængde af de enkelte næringsstofgrupper. Dette kan udtrykkes som  $y = \alpha x + c$ . Størrelserne af  $c$  er praktisk taget identiske med omsættelig energi og den fordøjede mængde af de enkelte næringsstofgrupper i grundfoderet. Når der fra tallene i hovedtabellerne II a og II b subtraheres størrelserne af  $c$ , fås de i hovedtabel III anførte tal for byggens indhold af omsættelig energi og fordøjelige næringsstoffer.

I hovedtabel IV er anført byggens indhold af total og fordøjelig protein. Det fremgår heraf samt af tabel 4, at den gennemsnitlige fordøjelseskoefficient er omkring 88 med en spredning på ca. 4 pct. af gennemsnittet. Figur 3 viser sammenhængen mellem den tilførte bygmængde og fordøjelseskoefficienterne for organisk tørstof, kulstof og kvælstof. Denne grafiske fremstilling viser meget tydeligt, at bygproteinets fordøjelighed ikke påvirkes af de stigende fodermængder. En beregning af korrelationen mellem de tilførte proteinmængder og proteinets fordøjelseskoefficienter viser ligeledes, at der ikke er nogen sammenhæng ( $r = \div 0.11$ ).

Hovedtabel V viser byggens indhold af total og fordøjelig kulstof. Den gennemsnitlige fordøjelseskoefficient for kulstof er omkring 77. Spredningen er noget højere end for proteinets fordøjelseskoefficient, nemlig ca. 6 pct. af gennemsnittet (se tabel 4). Denne noget større usikkerhed skyldes, at det ikke har været muligt at foretage bestemmelsen af kulstof med samme nøjagtighed som den, hvormed bestemmelsen af protein efter Kjeldahl's metode kan udføres.

**Table 4. Byggenes kemiske sammensætning og fordøjelighed.**

(Table 4. Barley's chemical composition and digestibility).

| Fordøjede stoffer                        | Indhold*)       | Fordøjelseskoefficienter |                         |   |
|--|-----------------|--------------------------|-------------------------|---|
|  |                 | Middel                   | Spredning               | Spredning<br>i %<br>af middel           |
| (Digested nutrient)                      | (Content*)<br>% | (Mean)                   | (Standard<br>deviation) | (Standard<br>deviation as<br>% of mean) |
| Kvælstof (Nitrogen) .....                | 1.50            | 87.6                     | 3.7                     | 4.2                                     |
| Kulstof (Carbon) .....                   | 38.46           | 76.7                     | 4.9                     | 6.4                                     |
| Org. tørstof (Organic dry matter) ....   | 83.21           | 78.7                     | 4.7                     | 6.0                                     |
| Råfedt (Crude fat) .....                 | 2.22            | 65.0                     | 12.7                    | 19.6                                    |
| N-fri ekstraktst. (N-free extracts) .... | 67.40           | 82.0                     | 4.4                     | 5.4                                     |

\*) 85 % tørstof (85 % dry matter).

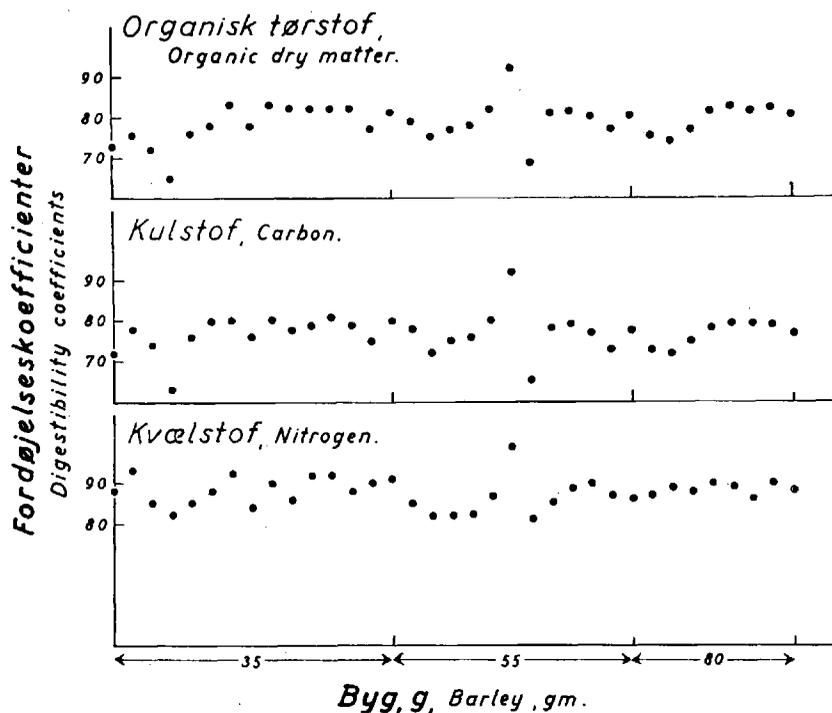


Fig. 3. Fordøjelseskoefficienter for organisk tørstof, kulstof og kvælstof i byg ved stigende fodermængder.

The digestibility coefficients of organic dry matter, carbon and nitrogen in barley at increasing feed levels.

Af figur 3 fremgår det, at foderets mængde ikke påvirker fordøjelseskoefficienterne for kulstof. Korrelationen mellem de tilførte kulstofmængder og fordøjelseskoefficienterne for kulstof er meget lav ( $r = 0.05$ ).

Et ganske tilsvarende billede får man for det organiske tørstof. Fordøjelseskoefficienten er her omkring 79 med en spredning på ca. 6 pct. af gennemsnittet (se tabel 4). Fordøjelseskoefficienterne for de enkelte dyr fremgår af hovedtabel VI.

Den fordøjede organiske tørstofmængdes afhængighed af den tilførte fodermængde er vist i figur 3. Det ses heraf, at der ikke er nogen som helst sammenhæng mellem fordøjelseskoefficienterne og de tilførte fodermængder. I overensstemmelse med den grafiske fremstilling viser en korrelationsberegning, at den fordøjede mængde ikke varierer med fodermængden ( $r = + 0.17$ ).

Figur 4 viser på tilsvarende måde for de allerede nævnte stofgrupper, at der ikke kan påvises nogen afhængighed mellem fodermængden og de fordøjede mængder af råfedt og N-fri ekstraktstoffer.

Ligesom for de forannævnte stoffer viser en korrelationsberegning, at der ikke er nogen sammenhæng. Korrelationen ( $r$ ) er for råfedt og N-fri

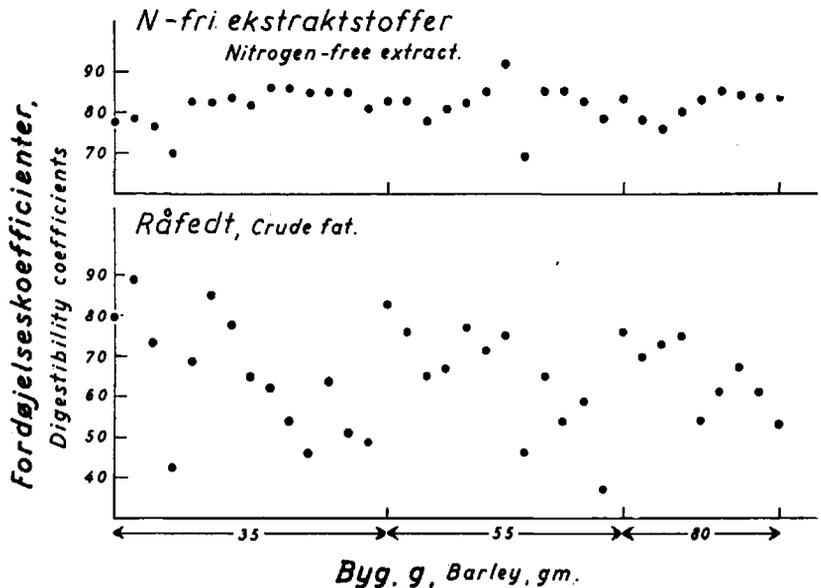


Fig. 4. Fordøjelseskoefficienter for kvælstoffri ekstraktstoffer og råfedt ved stigende fodermængder.

*The digestibility coefficients of nitrogen-free extracts and crude fat at increasing feed levels.*

ekstraktstoffer henholdsvis  $\div 0.25$  og  $+ 0.05$ . De to stofgrupperes fordøjelseskoefficienter for de enkelte dyr fremgår af hovedtablerne VII og VIII.

Hovedtabel IX viser det samlede foders indhold af bruttoenergi samt byggen indhold af såvel bruttoenergi som omsættelig energi. Den omsættelige energi er bestemt som differencen mellem foderets og gødningens energi-indhold ved en kvælstofaflejring på nul, d.v.s. at der er foretaget en korrektion til kvælstofligevægt.

Dette er nødvendigt, såfremt man vil undgå variationer i den omsættelige energi pr. proteinenhed, som følge af at der tilføres og aflejres varierende proteinmængder. Korrektionen til kvælstofligevægt foretages på det grundlag, at der med hvert g N, der udskilles med urinen, udskilles 1.3 kcal. Den udskilte N-mængde multipliceret med 1.3 subtraheres eller adderes tallet for omsættelig energi, alt efter om der er tale om proteinaflejring eller proteintab for organismen.

En korrelationsberegning mellem den tilførte mængde af bruttoenergi og omsættelig energi korrigeret til kvælstofligevægt viser, at  $r = + 0.03$ . Den omsættelige energi påvirkes ikke i dette forsøg af den tilførte fodermængde. Dette fremgår også tydeligt af figur 5, der viser den omsættelige energi i kcal pr. g byg ved stigende fodermængder.

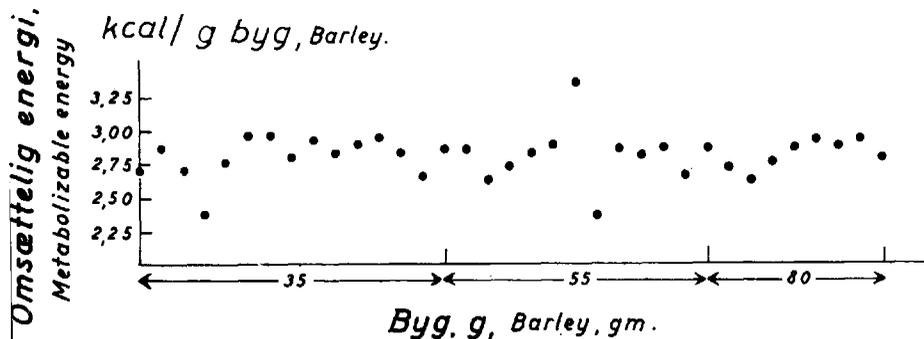


Fig. 5. Omsættelig energi udtrykt i kcal/g byg ved stigende fodermængder. *Metabolizable energy expressed in k.cals./gm. barley at increasing feed levels:*

## B. Omsættelig energi og fordøjede stoffer.

Den omsættelige energi i den byg, der har været benyttet i forsøgene A og B, er dels bestemt som angivet i det foregående og dels beregnet. Beregningen er enten foretaget på grundlag af de fordøjede mængder af C, N og organisk tørstof som anført i I B (beregnet I) eller på grundlag af de fordøjede mængder af råprotein, råfedt og N-fri ekstraktstoffer (kulhydrater) (beregnet II). Resultaterne fra disse beregninger er anført i hovedtabel X.

Figur 6 viser, at der er god sammenhæng mellem bestemt omsættelig energi (y) og beregnet I omsættelig energi (x). Regressions- og korrelationsberegning viser følgende:

$$y = 0.995 x + 0.18; \quad r = 1.00$$

*Regressionslinie for bestemt (y) og beregnet I (x) omsættelig energi i byg til høns.*

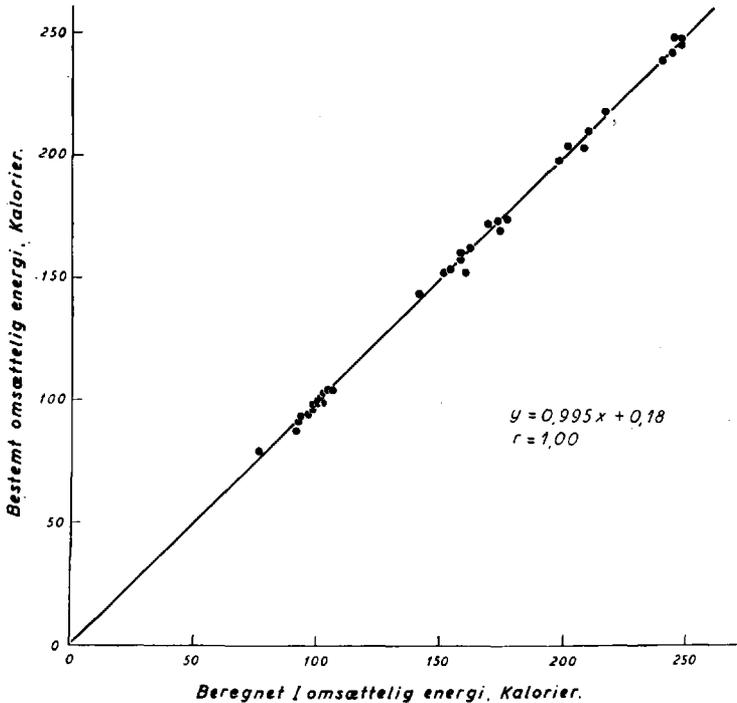


Fig. 6. Sammenhæng mellem eksperimentelt bestemt omsættelig energi og omsættelig energi beregnet på grundlag af de fordøjede mængder af C, N og organisk tørstof i byg til høns.

*The relationship between experimentally determined metabolizable energy and metabolizable energy determined on the basis of the digestible quantities of carbon, nitrogen and organic dry matter in barley fed to hens.*

Figur 7 viser relationen mellem bestemt omsættelig energi (y) og beregnet II omsættelig energi (x). Regressions- og korrelationsberegning viser, at

$$y = 1.029 x + 1.34; \quad r = 1.00$$

**Regressionslinie for bestemt (y) og beregnet // (x) omsættelig energi i byg til høns.**

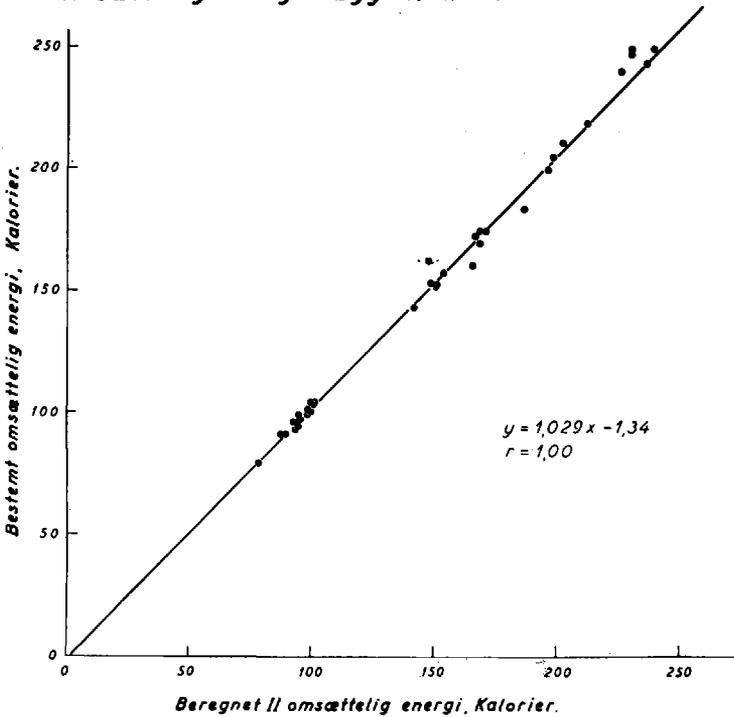


Fig. 7. Sammenhæng mellem eksperimentelt bestemt omsættelig energi og omsættelig energi beregnet på grundlag af de fordøjede mængder af råprotein, råfedt og N-fri ekstraktstoffer i byg til høns.

*The relationship between experimentally determined metabolizable energy and metabolizable energy determined on the basis of the digestible quantities of crude protein, crude fat and nitrogen-free extracts in barley fed to hens.*

Det fremgår af de foretagne sammenligninger, at der kan fås et tilfredsstillende udtryk for den omsættelige energi ved en beregning såvel på grundlag af fordøjet N, C og organisk tørstof, som på grundlag af fordøjet råprotein, råfedt og N-fri ekstraktstoffer.

Såfremt de nye metoder til kulstofbestemmelse, der nu mere og mere tages i anvendelse (6), viser sig at være væsentlig sikrere end de hidtil benyttede metoder, vil dette medføre, at en beregning af den omsættelige energi ud fra de fordøjede mængder af N, C og organisk tørstof vil give en endnu bedre overensstemmelse med de direkte bestemte værdier.

### C. Konklusion og diskussion.

De her omtalte forsøg viser, at der ikke kan påvises nogen ændring (af-tagende eller tiltagende) i resorptionen af byggens næringsstoffer ved at variere den tilførte bygmængde fra 35 til 80 g. En bygmængde på 80 g er sammen med grundfoderet i de omtalte forsøgsrækker grænsende til forsøgsdyrenes maksimale foderindtagelse.

Der er foretaget en sammenligning mellem omsættelig energi beregnet efter to forskellige metoder og omsættelig energi bestemt ved forsøg. Ved begge beregningsmetoder er der fundet ret god overensstemmelse med den direkte bestemmelse. Med fordøjet N, C og organisk tørstof som basis for beregningen fås en god overensstemmelse med de direkte bestemte værdier for omsættelig energi. Det vil dog være nødvendigt med mange forsøgsrækker, før noget endeligt kan siges om det her afprøvede nye beregningsgrundlag.

Betydningen af en nær sammenhæng mellem beregnet og direkte bestemt omsættelig energi er særlig iøjnefaldende, såfremt den omsættelige energi kan siges at være et godt mål for fodermidlernes energetiske næringsværdi. Som omtalt i afsnit I A tyder de seneste års undersøgelser over de intermediære omsætninger på, at nytteenergien for de 3 vigtigste næringsstoffgrupper udgør 70 pct. af den omsættelige energi.

Dette kan tages som et udtryk for, at den omsættelige energi vil være særdeles velanvendelig som mål for fodermidlernes energetiske næringsværdi. Det må imidlertid tages i betragtning, at den omsættelige energi ikke i alle tilfælde vil kunne benyttes uden videre.

Som bekendt er der følgende sammenhæng mellem omsættelig energi og nettoenergi:

$$\text{Omsættelig energi} = \text{nettoenergi} + \text{termisk energi}$$

Den termiske energi består af én del, der skyldes næringsstoffernes specifikke dynamiske virkning, termisk energi (s.d.v.), og én del, der skyldes foderets fysiske beskaffenhed, termisk energi (f.b.). Herefter kan ligningen for afhængighed mellem omsættelig energi og nettoenergi skrives således:

$$\begin{aligned} \text{Omsættelig energi} &= \text{nettoenergi} + \text{termisk energi (s.d.v.)} \\ &+ \text{termisk energi (f.b.)} \end{aligned}$$

Termisk energi (s.d.v.) varierer med dyreorganismens anvendelse af de resorberede næringsstoffer. Bestemmes et fodermiddels termiske energi (s.d.v.) ved en ganske bestemt produktion, kan man ikke med rette hævde, at den vil have samme størrelse ved andre produktioner. Derimod er termisk energi (f.b.) uafhængig af dyreorganismens anvendelse af de resorberede næringsstoffer.

Der kan rettes mange indvendinger mod anvendelse af den omsættelige energi, hvor der er tale om at fodre med fodermidler af vidt forskellig fysisk

beskaffenhed. Det vil således være ganske klart, at 1 kg byg med en omsættelig energi på 2750 kcal og en termisk energi (f.b.) på 30 kcal har en større energetisk næringsværdi end 2 kg bygghalm med et indhold af omsættelig energi på 2850 kcal og en termisk energi (f.b.) på 1550 kcal. Til brug for produktion bliver der således fra 1 kg byg 2720 kcal og fra 2 kg bygghalm 1300 kcal.

Omsættelig energi korrigeret for den del af den termiske energi, der skyldes fodermidlernes fysiske beskaffenhed, fås ved følgende beregning:

$$\frac{\text{Omsættelig energi} \cdot \text{værdital}}{100} = \text{omsættelig energi (korrigeret)}$$

Korrektionen kan også udtrykkes således:

$$\text{Omsættelig energi (korrigeret)} = \text{omsættelig energi} \div \text{termisk energi (f.b.)}$$

Da termisk energi (f.b.) som nævnt er konstant for et givet fodermiddel, vil man let indse, at korrigeret omsættelig energi er et meget reelt mål for fodermidlernes energetiske næringsværdi. Det er nemlig den del af den omsættelige energi, der er til disposition for en eller anden produktion i organismen. Ved forsøg vil man så finde, at denne energimængde udnyttes i forskellig grad; men man vil aldrig som ved anvendelse af foderenheds- (= ca. 1650 kcal) eller  $NK_F$ -begreberne finde, at der aflejres f.eks. 1200 kcal, når der efter det energetiske mål, der benyttes, blot tilføres 1000 kcal.

For koncentrerede fodermidler er termisk energi (f.b.) af en forholdsvis ringe størrelse, idet den for de fleste af disse udgør mellem 1 og 5 pct. af den omsættelige energi. Det vil derfor udmærket kunne lade sig gøre at anvende omsættelig energi uden korrektion til fjerkræ og pattedyr, der udelukkende fodres med koncentrerede fodermidler.

En overgang til anvendelse af den omsættelige energi som beregningsgrundlag for fodermidler til disse dyr vil hurtigt føre forsøgene ind på en bestemmelse af værdital eller størrelse af termisk energi (f.b.). Det vil både fra et teoretisk og praktisk synspunkt være af stor værdi at få undersøgt, om termisk energi (f.b.) er så fast forbundet med de forskellige fodermidlers fysiske beskaffenhed, at denne størrelse for et givet foder er konstant, når foderet fortæres af forskellige dyrearter.

Som følge af det relativt høje vedligeholdelsesbehov for fjerkræ er det meget vigtigt, at dyrene gives de bedst mulige betingelser for produktionen. Selv for højtydende dyr er det blot 15–20 pct. af den tilførte omsættelige energi, der udnyttes til produktion. Et sådant forhold gør det nødvendigt at være meget påpasselig med, at dyrenes produktionskapacitet udnyttes maksimalt. Endvidere vil det medføre, at en bestemmelse af nettoenergi vil blive meget usikker.

Dette er også i nogen grad tilfældet selv for større dyr, hvor det relative vedligeholdelsesbehov er lavere, og hvor nettoenergien udgør en væsentlig

større del af den tilførte omsættelige energi. Den af Schiemann (5) foretagne gennemgang af Kellners forsøg viser således, at selve det grundlag, hvorpå stivelseværdiberegningen beror, er behæftet med en meget stor usikkerhed.

Når der ved bestemmelse af nettoenergi forekommer store variationer, skyldes det, at forskellige individer udnytter de optagne næringsstoffer i meget forskellig grad. Det vil endda være sådan, at det enkelte individ som følge af ændringer i den fysiologiske tilstand vil udnytte de tilførte næringsstoffer i forskellig grad til forskellige tider.

Det er ofte diskuteret, om der er linearitet mellem tilført fodermængde og termisk energi (1,3). Det vil af det foregående fremgå, at selv om en sådan linearitet findes, vil der være vanskeligheder forbundet med at bestemme fodermidlernes indhold af nettoenergi. For det samme fodermiddel vil man kunne få værdier med meget store variationer særlig for de små husdyr.

For bestemmelse af den omsættelige energi vil de samme vanskeligheder ikke gøre sig gældende. Usikkerheden ved bestemmelse af nettoenergi fremkommer nemlig for en stor del som følge af, at den energimængde, der medgår til at omdanne en given mængde omsættelig energi til nettoenergi, er meget varierende. De hermed forbundne omkostninger varierer bl.a. med totalfoderets sammensætning, dyrets fysiologiske tilstand, produktionens art og omfang samt de individuelle variationer inden for samme dyreart. Det sidste kan medføre meget store spredninger.

### III. Sammenfatning.

I afsnittene I A og I B (side 3 til 11) er der fremført nogle teoretiske betragtninger vedrørende relationen mellem omsættelig energi og fodermidlernes kemiske sammensætning.

I afsnit II A (side 12 til 15) er der redegjort for nogle undersøgelser over fodermængdens indflydelse på omfanget af næringsstoffernes fordøjelighed. Der kan ikke påvises nogen aftagende relativ resorption af byggens næringsstoffer ved stigende mængder af fortæret foder. Som det fremgår af figurerne 3, 4 og 5, er den relative mængde af fordøjede næringsstoffer og omsættelig energi i byg konstant, selv om fodermængden varierer fra vedligeholdelsesbehov til grænsen for forsøgsdyrenes maksimale foderindtagelse. Fordøjelighedsforsøgene er gennemført efter de principper, der er skitseret i (4, afsnit III A).

Afsnit II B (side 15 til 17) omhandler en sammenligning mellem eksperimentelt bestemt omsættelig energi og omsættelig energi beregnet på grundlag af 1) fordøjede mængder C, N og organisk tørstof eller 2) fordøjede mængder af råprotein, råfedt og N-fri ekstraktstoffer i byg. Figurerne 6 og 7 viser, at

begge beregningsmetoder giver en særdeles god overensstemmelse med de eksperimentelt opnåede værdier for omsættelig energi.

I afsnit II C (side 18 til 20) er der fremført nogle konkluderende betragtninger. Spørgsmålet om hvilken energifraktion, der vil give det bedste udtryk for fodermidlernes energetiske næringsværdi, er diskuteret. Følgende synspunkter skal fremhæves:

- 1) Et fodermiddels indhold af nettoenergi varierer med arten af den dyriske produktion.
- 2) Usikkerheden ved bestemmelse af nettoenergi er stor, fordi den energimængde, der medgår til en given produktion, varierer med totalfoderets sammensætning, dyrets fysiologiske tilstand, produktionens omfang og individuelle variationer inden for samme dyreart.
- 3) Nytteenergien for de vigtigste næringsstoffer udgør en konstant del af den omsættelige energi.

Med disse synspunkter som udgangspunkt må det betragtes som et fremskridt, om den omsættelige energi (eventuelt korrigeret med værdital) i fremtiden benyttes som basis for vurdering af fodermidlernes energetiske næringsværdi eller foderenhedsværdi til fjerkræ. Ved en sådan vurderingsmetode kan de i (4) angivne fordøjelseskoefficienter benyttes (se 4, tabel 1, side 12 til 13). Såfremt det ved fremtidige undersøgelser viser sig at være mere rationelt at benytte den i det foregående omtalte nye beregningsmetode, må der fremskaffes et tilsvarende sæt fordøjelseskoefficienter for kulstof.

#### IV. English Summary.

Some theoretical considerations related to the evaluation of feedingstuffs are given in Chapters I A and I B (p. 3 to 11). Based on the results of the latest research into intermediary metabolism problems a feedingstuff's utilizable energy may be defined as follows: "A given feedingstuff's utilizable energy is that part of its energy which can be transferred to energy bonds during intermediary metabolism." As indicated in Table 2 (page 6) the utilizable energy of the more important feedingstuffs is about 70 % of its metabolizable energy.

Due to this fairly constant relationship, the metabolizable energy is a useful measure of the feedingstuff's energy value, and it is therefore important to establish the most rational method of calculating this value. As indicated in the following, the metabolizable energy can be calculated from the feedingstuff's content of carbon, nitrogen and organic dry matter. If  $x$ ,  $y$  and  $z$  represent the carbon absorbed as respectively protein, fat and carbohydrate, Table 2 (page 6) indicates that the metabolizable energy can be calculated as follows:

$$\begin{array}{l} \text{k.cals.} \\ \text{met. energy} \end{array} = 8.7 x + 12.2 y + 9.4 z$$

When N, C and O.D.M. represent respectively the absorbed nitrogen, the absorbed carbon and the absorbed organic dry matter, x, y and z can be calculated in the following way:

$$x = N \times 6.25 \times 0.52 = 3.25 N$$

$$y = \left[ C - x - (\text{O.D.M.} - N \times 6.25) \times 0.444 \right] \times \frac{0.765}{0.321}$$

$$= 2.383 C - 1.13 N - 1.058 \text{ O.D.M.}$$

$$z = C - (x + y)$$

The calculation of x and z is self explanatory, but the calculation of y is more complicated. The carbon in the absorbed fat is equal to the difference between the total absorbed carbon, C, and  $x + (\text{O.D.M.} - N \times 6.25) \times 0.444$ . (Carbohydrate contains about 44.4 % carbon). It can be seen that this difference is zero when the absorbed organic dry matter consists exclusively of protein and starch (or other polysaccharides). If there, in addition to the protein and carbohydrate, is also absorbed fat, containing 76.5 % carbon, the difference between C and  $x + (\text{O.D.M.} - N \times 6.25) \times 0.444$  will be a fraction, i.e.  $\frac{0.765 - 0.444}{0.765} = \frac{0.321}{0.765}$ , of the number of grams of fat absorbed. Therefore to calculate the carbon in the absorbed fat the difference is multiplied by  $\frac{0.765}{0.321}$ .

From the expressions given above for x, y and z, it follows that:

$$\begin{array}{l} \text{k.cals.} \\ \text{met. energy} \end{array} = 16.07 C - 5.45 N - 2.96 \text{ O.D.M.}$$

The metabolizable energy can thus be calculated from the absorbed carbon, nitrogen and organic dry matter using the equation given above. If one calculates the metabolizable energy of absorbed fat, protein and starch one finds the values to be respectively 9.3, 4.5 and 4.2 k.cals. per gm.

The calorific value of carbon will be lower the more N and O.D.M. is absorbed in relation to a given amount of carbon. This therefore gives a logical explanation of the negative factors associated with the absorbed N and O.D.M.

The calorific value of carbon will vary somewhat for different feeding-stuffs. Once the calculated factors for N and O.D.M. are established, this difference between the feedingstuffs can be expressed by simply altering the factors for C. When the calculation is done in this way, the factor for C will be an expression for the different types of feedingstuffs. Feedingstuffs of the same type, such as cereal grains, will probably have the same factor for C. This must be investigated in future research.

If the calculations are done on the basis of the absorbed carbon alone, without correcting for N and O.D.M., one will also get different factors for feedingstuffs of similar type, because the factor for C will then vary according to the different proportions of the various nutrients in these feedingstuffs.

The advantages associated with the use of carbon as a basis for the calculation of metabolizable energy, in preference to the weight units, is indicated in Table 3 (page 9). It is seen from this table that for carbohydrates the variation in the factors, when converting the amount of digested food to metabolizable energy is over 11 %, whilst the factors used in the conversion of the amount of digested carbon to metabolizable energy show very little variation.

The testing of the methods of calculation mentioned here, during earlier research with pigs (2), showed that there is very good correlation between the experimentally determined metabolizable energy, and the metabolizable energy calculated on the basis of the amount of digested C, N and O.D.M. in pig food. The regression equation was  $y = 0.9808x + 104$ . In a similar comparison where the metabolizable energy was calculated on the basis of the digested amounts of crude protein, crude fat, N-free extracts and fibre the regression equation was  $y = 0.9916x + 37$ .

Chapter II A (pages 12 to 15) deals with trials with hens, undertaken to get information on the influence of the amount of food on the determination of the digestibility using the method described in (4). Two series of trials (A and B) were carried out on 35 hens, the results being recorded in Main-Tables II a and II b (pages 32 to 33).

In both series, the birds were fed on barley and basic ration from the same consignment. During each trial series the same amount of the basic ration was given to all the birds, whilst barley was given in amounts varying from 30 to 85 gm. per bird per day. Because the results of these trials amongst other things shall be used to illustrate certain technical problems no consideration was taken in the planning of the trials to the earlier trials investigating the length of the pre-trial period (4). In both series of trials the length of the pre-trial period was 15 days whilst the collection period in trials A and B was respectively 20 and 25 days.

The barley's content of digested nutrients and metabolizable energy was calculated from Main-Tables II a and II b (pages 32 to 33). The calculation was made using the principles mentioned in (4). In each series of trials straight line regressions were calculated for the amount of barley supplied and the metabolizable energy and the digested amount of each group of nutrients. This can be expressed as  $y = \alpha x + c$ . The values of  $c$  were practically identical with the metabolizable energy and the digested amounts

of the individual nutrient groups in the basic food. By subtracting *c* from the numbers in Main-Tables II a and II b (pages 32 to 33), one gets the figures in Main-Table III (page 34) for barley's content of metabolizable energy and digestible nutrients.

In Main-Table IV (page 36) the barley's content of total and digestible protein is tabulated. It is shown from this Table and Table 4 (page 13) that the average digestibility coefficient is around 88 with a standard deviation of about 4 % of the average. The last part of Fig. 3 (page 13) shows the relationship between the amount of barley supplied and the digestibility coefficients of the organic dry matter, carbon and nitrogen. The graph shows very distinctly that the digestibility of the barley protein cannot be effected by an increasing food level. Calculation of the correlation between the amount of protein supplied and the protein's digestibility coefficient similarly shows that there is no relationship ( $r = -0.11$ ).

Main-Table V (page 37) indicates the total and digestible carbon content of barley. The average digestibility coefficient for carbon is about 77. The standard deviation somewhat higher than for the proteins digestibility coefficient, being about 6 % of the average (see Table 4, page 13). This somewhat greater inaccuracy is due to the fact that it wasn't possible to undertake the determination of carbon with the same accuracy as one can with the determination of protein by the Kjeldahl method.

From Fig. 3 (page 13) it can be seen that the amount of food doesn't effect the digestibility coefficient of carbon. The correlation between the amounts of carbon supplied and the digestibility coefficients of carbon is very low ( $r = 0.05$ ).

A very similar picture holds for the organic dry matter. Here the digestibility coefficient is about 79 with a standard deviation of around 6 % of the average (see Table 4, page 13). The digestibility coefficients with the individual birds is seen in Main-Table VI (page 38).

The digested amount of organic dry matter's dependancy on the amount of food supplied is indicated in Fig. 3 (page 13). It is here seen that there is no relationship between the digestibility coefficients and the amount of food supplied. In agreement with the graph, a correlation calculation shows that the amount digested does not vary with the amount of food ( $r = +0.17$ ).

In a parallel way Fig. 4 (page 14) shows that, for the above mentioned nutrient groups, no relationship can be shown between the amount of food and the digested amounts of crude fat and N-free extracts.

Just as in the case of the earlier named nutrient stuffs, a correlation calculation shows that there is no relationship. The correlation ( $r$ ) for crude fat and N-free extracts is respectively  $-0.25$  and  $+0.05$ . The digestibility coefficients of these two groups with individual birds are shown in Main-Tables VII (page 39) and VIII (page 40).

Main-Table IX (page 41) shows the gross energy of the total feedingstuffs

and both the gross energy and metabolizable energy content of barley. The metabolizable energy was determined as the difference between the energy content of the food and the droppings with zero nitrogen deposition; that is, a correction was made for the maintenance nitrogen.

This is necessary since one will experience variations in the metabolizable energy per protein unit, resulting from the supply and deposition of various amounts of protein. The correction for the maintenance nitrogen was made on the basis of allowing 1.3 k.cals. for each gram of nitrogen excreted with the urine. The excreted amount of nitrogen was either added to or subtracted from the metabolizable energy depending on whether there was protein loss or protein deposition in the organism.

A calculation of the correlation between the supplied amount of gross energy and metabolizable energy corrected for the nitrogen maintenance shows that  $r = + 0.03$ . In this trial the metabolizable energy is not effected by the amount of food supplied. Fig. 5 (page 15), showing the metabolizable energy in k.cals. per Kgm. barley with increasing amounts of food, also shows this clearly.

Chapter II B (pages 15 to 17) deals with a comparison of metabolizable energy and digested nutrients, in which the earlier outlined calculation method was used, in trials when barley was fed to hens.

The metabolizable energy of the barley used in trials A and B was partly determined as described above, and partly calculated. The calculation was either based on the digested amounts of C, N and organic dry matter as described in I B (calculated I) or based on the digested amounts of crude protein, crude fat and N-free extracts (calculated II). The results of these calculations are presented in Main-Table X (page 42).

Fig. 6 (page 16) shows that there is good agreement between the determined metabolizable energy (y), and calculated I metabolizable energy (x). Calculation of regression and correlation show the following:

$$y = 0.995 x + 0.18; \quad r = 1.00$$

Fig. 7 (page 17) shows the relation between the determined metabolizable energy (y) and calculated II metabolizable energy (x). Calculation of regression and correlation show that

$$y = 1.029 x - 1.34; \quad r = 1.00$$

It thus appears that a satisfactory expression of the metabolizable energy can be achieved on the basis of both the digested N, C and organic dry matter and the digested crude protein, crude fat and N-free extracts.

Provided the new methods for the determination of carbon, at the present time coming into wider employment (6), prove themselves to be definitely

more accurate than the methods used in the past, the calculation of the metabolizable energy from the amount of N, C and organic dry matter will be in still better agreement with the directly determined values.

#### *Conclusion and discussion.*

The trials described here show that there cannot be detected any alteration (increasing or decreasing) in the absorption of the nutrients from barley after varying the amount of barley supplied to a hen from 35 to 80 gm. 80 gm. of barley, together with the basic ration, was the maximum amount of food each trial bird could consume.

A comparison of the metabolizable energy calculated in two different ways, and the metabolizable energy determined directly, was made. Both calculation methods agreed very well with the direct determination.

With the digested N, C and organic dry matter as basis for the calculation, good agreement with the directly determined value of the metabolizable energy was obtained. However many more trials are needed before one can comment on these new calculation methods.

The importance of close agreement between the calculated and directly determined metabolizable energy is obvious provided the metabolizable energy can be accepted as a good measure of a feedingstuffs nutrient energy value. As mentioned in Chapter I A research during the last few years in the field of intermediary metabolism has indicated that the utilizable energy of the three most important nutrient groups makes up 70 % of the metabolizable energy.

This would suggest that the metabolizable energy is a suitable value to measure. It must be realized, however, that the metabolizable energy will not be able to be used in all cases.

There is, as is well known, the following relationship between metabolizable energy and nett energy:

$$\text{Metabolizable energy} = \text{nett energy} + \text{heat increment}$$

The heat increment is made up of two fractions, one of which arises from the nutrients' specific dynamic effect (heat increment (s.d.e.)) and the other of which is due to the feedingstuff's physical nature (heat increment (p.n.)). The equation expressing the relationship between metabolizable and nett energy can be written thus:

$$\begin{aligned} \text{Metabolizable energy} &= \text{nett energy} + \text{heat increment (s.d.e.)} \\ &\quad + \text{heat increment (p.n.)} \end{aligned}$$

The heat increment (s.d.e.) varies with the use to which the animal organism puts the absorbed nutrients. If a feedingstuff's heat increment (s.d.e.) is determined for a specific form of production, its value cannot be

expected to hold when the feedingstuff is employed to some other form of production. Contrary to this, however, the heat increment (p.n.) is independent of the use to which the animal puts the absorbed nutrients.

There are many objections to the use of the metabolizable energy when animals are given feedingstuffs which differ widely in their physical nature. It is thus clear that 1 Kgm. of barley with a metabolizable energy value of 2750 Cals. and a heat increment (p.n.) of 30 Cals. has a higher nutrient energy value than 2 Kgm. of barley straw which has a metabolizable energy value of 2850 Cals. and a heat increment (p.n.) of 1550 Cals. 1 Kgm. of barley thus has 2720 Cals. available for production whilst the corresponding figure for 2 Kgm. of barley straw is 1300 Cals. The metabolizable energy, corrected for the heat increment fraction arising from the feedingstuff's physical nature, may be calculated:

$$\frac{\text{Metabolizable energy} \times \text{value number}}{100} = \text{metabolizable energy (corrected)}$$

This correction can also be written:

$$\text{Metabolizable energy (corrected)} = \text{metabolizable energy} \\ - \text{heat increment (p.n.)}$$

Since the heat increment (p.n.), as already mentioned, is constant for a given food, it can be readily appreciated that the corrected metabolizable energy is a very real measure of the feedingstuff's nutrient energy value. It is, in fact, that part of the metabolizable energy which is available for use in one or other form of production in the animal body. Research will show that this energy will be utilized in varying degrees, all depending on the form of production to which the energy is used. But one will never find, as in the case when the feeding unit (= about 1650 Cals.) or the  $NK_F$  unit is employed, that there is deposited for example 1200 Cals., when, according to these measuring systems, there was supplied only 1000 Cals.

For concentrated foods the heat increment (p.n.) is relatively small making up only 1 to 5 % of the metabolizable energy. One can thus make excellent use of the metabolizable energy, without correction, when working with poultry and mammals fed exclusively on concentrated foods.

A change-over to the utilisation of the metabolizable energy as the basic measurement with these animals will quickly necessitate the determination of the value number or the heat increment (p.n.). From both the theoretical and practical point of view, it will be of great value to find out if the heat increment (p.n.) is so closely associated with the various feedingstuff's physical nature that its value for a given food is constant when the food is consumed by the different animal species.

As a result of the relatively high maintenance need of poultry it is very important that the birds are given the best possible conditions for production. Even with the highly yielding birds, only about 15–20 % of the supplied metabolizable energy is used in production. For this reason one must be very careful to see that the birds' production capacity is used to the maximum. Furthermore it means that a determination of the nett energy will be very inaccurate.

This is also the case to some extent with the larger animals where the relative maintenance need is lower, and where the nett energy makes up a larger part of the supplied metabolizable energy. Schiemann's (5) examination of Kellner's research shows that the very basis upon which the starch equivalent calculation depends is encumbered with a lot of uncertainty.

One very important reason why one finds large variability on determining nett energy is that different individuals utilize the ingested nutrient to a very variable degree. Furthermore, each individual will utilize the nutrient to a variable degree, at different times, due to alterations in the physiological conditions.

It is often debated whether or not there is linearity between the amount of food ingested and the heat increment (1,3). It can be seen from the discussion so far that even if such linearity is the case, there will be many difficulties associated with the determination of a feedingstuff's content of nett energy. For the one food, variable values will be obtained.

The same difficulties will not be found in the determination of the metabolizable energy. The uncertainty associated with the determination of nett energy is due largely to the fact that the amount of energy used in the conversion of a given quantity of metabolizable energy to nett energy is very variable. This expense varies, for example, with the composition of the total food, the animal's physiological condition, the extent and type of production, and the individual variations within a given species. The latter case can cause wide dispersion.

According to the opinions expressed above, progress in this field could be founded on the employment of metabolizable energy (eventually corrected with the value number) as the basis for evaluating poultry feedingstuff's nutrient energy values or feeding unit values. With such a system the digestibility coefficients given in (4) could be used (see 4, Table 1, pages 12 to 13). If future work proves the above mentioned new calculation methods more rational in use, a parallel set of digestibility coefficients for carbon must be deduced.

## V. Litteratur.

1. *Blaxter, K. L. og N. McC. Graham: J. Agricultural Science* 46 (1955): 292.
2. *Breirem, K.:* 162. beretning fra forsøgslaboratoriet 1935.
3. *Hohls, H. W.:* 1. Symposium on Energy Metabolism, Principles and General Aspects, København 1958: 211.
4. *Jakobsen, P. E., Kirsten Gertov og Sv. Hovgaard Nielsen:* 322. beretning fra forsøgslaboratoriet 1960.
5. *Schiemann, R.:* Kritische Betrachtungen über die Entwicklung der Stärkewertlehre Oskar Kellners, Akademie-Verlag; Berlin 1958.
6. *Schneider, W.:* Landwirtschaftliche Forschung 12 (1959): 214.

## VI. Hovedtabeller (Main-tables).

Hovedtabel I (Main-Table I).

Fordøjede næringsstoffer og omsættelig energi i foder til svin.  
(Digested nutrients and metabolizable energy in pig food).

| Forsøg<br>nr.  | Foder<br>(Food)               |                               | Fordøjede stoffer<br>(Digested nutrients) |                              |                                    |                                |                             |                               |                                    | Omsættelig energi<br>(Metabolizable energy) |  |                         |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---|--|-------------------------|
|                | Tør-<br>stof                  | Kvæl-<br>stof                 | Råpro-<br>tein                            | Rå-<br>fedt                  | N-fri<br>ekstrakt-<br>stoffer      | Træ-<br>stof                   | C                           | N                             | Org.<br>tørstof                    | Bestemt                                     | Beregnet                               |                         |
| (Trial<br>No.) | (Dry<br>matter)<br>g<br>(gm.) | (Nitro-<br>gen)<br>g<br>(gm.) | (Crude<br>protein)<br>g<br>(gm.)          | (Crude<br>fat)<br>g<br>(gm.) | (N-free<br>extracts)<br>g<br>(gm.) | (Crude<br>fibre)<br>g<br>(gm.) | (Car-<br>bon)<br>g<br>(gm.) | (Nitro-<br>gen)<br>g<br>(gm.) | (Org.<br>dry matter)<br>g<br>(gm.) | (Deter-<br>mined)<br>kcal<br>(k. cal.)      | (Calculated)<br>I<br>kcal<br>(k. cal.) | II<br>kcal<br>(k. cal.) |
| S 20           | 1848                          | 59.74                         | 307.3                                     | 5.4                          | 1176.5                             | 63.0                           | 712.8                       | 49.18                         | 1552.2                             | 6410  | 6407                                   | 6472                    |
| S 21           | 2273                          | 46.61                         | 228.2                                     | 23.0                         | 1616.2                             | 21.2                           | 881.8                       | 36.50                         | 1888.6                             | 7952  | 8152                                   | 7918                    |
| S 23           | 761                           | 15.03                         | 68.2                                      | 15.5                         | 531.5                              | 7.0                            | 286.0                       | 10.91                         | 622.0                              | 2658  | 2621                                   | 2639                    |
| S 24           | 770                           | 33.88                         | 171.1                                     | 5.2                          | 425.6                              | 16.6                           | 288.9                       | 27.37                         | 618.3                              | 2598  | 2588                                   | 2616                    |
| S 25           | 757                           | 14.99                         | 69.7                                      | 10.1                         | 527.4                              | 7.8                            | 282.5                       | 11.14                         | 614.9                              | 2622  | 2586                                   | 2587                    |
| S 26           | 769                           | 33.90                         | 170.8                                     | 4.2                          | 425.0                              | 16.4                           | 288.1                       | 27.31                         | 616.3                              | 2587  | 2582                                   | 2603                    |
| S 27           | 949                           | 19.24                         | 90.0                                      | 13.7                         | 651.6                              | 7.6                            | 349.2                       | 14.39                         | 762.9                              | 3229  | 3184                                   | 3217                    |
| S 28           | 1049                          | 46.10                         | 247.1                                     | 9.3                          | 596.0                              | 33.9                           | 415.1                       | 39.51                         | 886.1                              | 3755  | 3725                                   | 3751                    |
| S 29           | 951                           | 19.28                         | 89.5                                      | 15.8                         | 654.7                              | 18.9                           | 356.3                       | 14.30                         | 778.9                              | 3304  | 3250                                   | 3284                    |
| S 30           | 1051                          | 46.14                         | 237.2                                     | 9.7                          | 599.9                              | 29.0                           | 408.6                       | 37.92                         | 875.8                              | 3708  | 3661                                   | 3709                    |
| S 31           | 1232                          | 24.66                         | 112.9                                     | 16.8                         | 862.7                              | 11.4                           | 459.5                       | 18.07                         | 1003.8                             | 4284  | 4195                                   | 4224                    |
| S 32           | 1433                          | 53.41                         | 273.3                                     | 18.1                         | 854.5                              | 33.5                           | 545.6                       | 43.71                         | 1190.0                             | 4980  | 4866                                   | 5001                    |
| S 33           | 1137                          | 22.81                         | 105.2                                     | 19.7                         | 795.8                              | 12.1                           | 427.6                       | 16.83                         | 932.7                              | 3995  | 3908                                   | 3942                    |
| S 34           | 1337                          | 49.90                         | 246.7                                     | 14.2                         | 807.5                              | 25.8                           | 508.0                       | 39.46                         | 1094.2                             | 4615  | 4578                                   | 4629                    |
| S 35           | 1511                          | 31.30                         | 147.8                                     | 24.5                         | 1036.7                             | 14.6                           | 567.3                       | 23.65                         | 1223.6                             | 5218  | 5218                                   | 5170                    |
| S 36           | 1806                          | 69.38                         | 373.7                                     | 19.7                         | 1084.8                             | 45.7                           | 718.9                       | 59.78                         | 1523.9                             | 6435  | 6530                                   | 6453                    |
| S 37           | 1577                          | 32.56                         | 152.5                                     | 23.9                         | 1085.8                             | 17.9                           | 595.2                       | 24.49                         | 1280.1                             | 5461  | 5488                                   | 5399                    |

|                    |      |        |       |      |        |      |        |       |        |      |      |      |
|--------------------|------|--------|-------|------|--------|------|--------|-------|--------|------|------|------|
| S 38               | 1896 | 72.85  | 372.2 | 21.5 | 1144.1 | 46.0 | 747.0  | 59.57 | 1583.8 | 6636 | 6798 | 6705 |
| S 39               | 1885 | 39.41  | 201.9 | 36.6 | 1307.8 | 24.4 | 723.7  | 32.28 | 1570.7 | 6692 | 6617 | 6660 |
| S 40               | 2282 | 80.81  | 431.7 | 32.2 | 1405.5 | 54.9 | 900.1  | 69.03 | 1924.3 | 8153 | 8159 | 8165 |
| S 41               | 1703 | 35.13  | 171.1 | 21.6 | 1178.8 | 21.6 | 642.8  | 27.35 | 1393.1 | 5884 | 5890 | 5858 |
| S 43               | 2271 | 46.71  | 239.9 | 34.9 | 1595.8 | 36.7 | 883.4  | 38.35 | 1907.3 | 8213 | 8112 | 8040 |
| S 44               | 2075 | 72.22  | 376.2 | 19.6 | 1283.2 | 55.6 | 810.2  | 60.22 | 1734.6 | 7329 | 7347 | 7311 |
| S 45               | 2083 | 42.82  | 200.3 | 31.8 | 1430.5 | 20.2 | 774.5  | 32.04 | 1682.8 | 7082 | 7090 | 7101 |
| S II <sub>2</sub>  | 1221 | 53.50  | 293.9 | 15.3 | 704.9  | 37.6 | 492.5  | 47.01 | 1051.7 | 4396 | 4418 | 4471 |
| S II <sub>3</sub>  | 1223 | 25.30  | 134.1 | 30.9 | 870.2  | 10.6 | 483.8  | 21.45 | 1045.8 | 4451 | 4436 | 4465 |
| S II <sub>4</sub>  | 2439 | 106.97 | 587.3 | 30.7 | 1414.4 | 68.5 | 987.8  | 93.96 | 2100.9 | 8849 | 8887 | 8936 |
| S II <sub>5</sub>  | 2445 | 50.52  | 246.1 | 58.8 | 1710.0 | 19.4 | 936.8  | 39.39 | 2034.3 | 8609 | 8575 | 8674 |
| S II <sub>8</sub>  | 1310 | 27.55  | 141.5 | 25.0 | 921.0  | 10.7 | 507.4  | 22.63 | 1098.3 | 4585 | 4648 | 4658 |
| S II <sub>9</sub>  | 1316 | 50.43  | 275.8 | 17.1 | 798.1  | 37.5 | 520.3  | 44.13 | 1128.4 | 4686 | 4646 | 4786 |
| S II <sub>10</sub> | 2620 | 55.09  | 283.9 | 39.1 | 1851.3 | 29.9 | 1017.5 | 45.41 | 2204.3 | 9206 | 9315 | 9297 |
| S II <sub>11</sub> | 2633 | 100.84 | 544.2 | 25.3 | 1597.2 | 71.3 | 1049.4 | 87.04 | 2238.1 | 9292 | 9493 | 9457 |

**Hovedtabel II a (Main-Table II a).**  
**Fordøjede næringsstoffer og omsættelig energi i grundfoder + byg til høns.**  
*(Digested nutrients and metabolizable energy in basic ration + barley fed to hens).*

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Foder, g<br>(Food, gm.)         |                    | Fordøjede stoffer, g<br>(Digested nutrients, gm.) |                       |  |               |                 | Omsættelig energi, bestemt kcal<br><br>(Metabolizable energy, determined) (k. cal.) |  |
|------------------------|---------------------------------|--------------------|---|-----------------------|--|---------------|-----------------|---|--|
|                        | Grundfoder*)<br>(Basic ration*) | Byg*)<br>(Barley*) | Råprotein<br>(Crude protein)                      | Råfedt<br>(Crude fat) | N-fri ekstraktstoffer<br>(N-free extracts) | C<br>(Carbon) | N<br>(Nitrogen) |   | Organisk tørstof<br>(Organic dry matter) |
| 202 A                  | 36.5                            | 33.5               | 10.00   | 1.13                  | 30.16                                      | 18.12         | 1.60            | 41.55   | 173.7                                    |
| 208 A                  | »                               | »                  | 10.19   | 1.20                  | 30.38                                      | 18.94         | 1.63            | 42.29   | 179.1                                    |
| 222 A                  | »                               | »                  | 9.94  | 1.08                  | 29.79                                      | 18.34         | 1.59            | 41.27   | 173.9                                    |
| 224 A                  | »                               | »                  | 9.81  | 0.86                  | 28.15                                      | 17.00         | 1.57            | 39.15   | 162.0                                    |
| 230 A                  | »                               | »                  | 9.93  | 1.05                  | 31.26                                      | 18.63         | 1.59            | 42.49   | 176.2                                    |
| 233 A                  | »                               | »                  | 10.00   | 1.17                  | 31.14                                      | 19.15         | 1.60            | 43.01   | 181.9                                    |
| 304 A                  | »                               | 53.2               | 11.79   | 1.52                  | 42.24                                      | 25.30         | 1.89            | 56.22   | 240.1                                    |
| 310 A                  | »                               | 57.4               | 11.70   | 1.52                  | 43.98                                      | 25.71         | 1.87            | 57.79   | 245.4                                    |
| 312 A                  | »                               | 53.2               | 11.48   | 1.44                  | 42.22                                      | 24.75         | 1.84            | 55.44   | 236.4                                    |
| 327 A                  | »                               | 57.4               | 11.72   | 1.36                  | 42.78                                      | 24.69         | 1.87            | 56.07   | 234.6                                    |
| 329 A                  | »                               | 57.4               | 11.66   | 1.39                  | 43.91                                      | 25.32         | 1.87            | 57.29   | 239.8                                    |
| 406 A                  | »                               | 78.4               | 13.72   | 1.85                  | 54.47                                      | 31.45         | 2.19            | 70.67   | 301.0                                    |
| 417 A                  | »                               | 75.3               | 13.48   | 1.75                  | 51.03                                      | 29.54         | 2.16            | 66.54   | 280.9                                    |
| 420 A                  | »                               | 75.2               | 13.40   | 1.71                  | 51.85                                      | 29.91         | 2.14            | 67.55   | 287.3                                    |
| 434 A                  | »                               | 72.8               | 13.14   | 1.77                  | 52.97                                      | 30.67         | 2.10            | 68.85   | 292.6                                    |

\*) 85 % tørstof.

\*) 85 % dry matter.

Hovedtabel II b (Main-Table II b).

Fordøjede næringsstoffer og omsættelig energi i grundfoder + byg til høns.  
(Digested nutrients and metabolizable energy in basic ration + barley fed to hens).

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Foder, g<br>(Food, gm.) |       | Fordøjede stoffer, g<br>(Digested nutrients, gm.) |                               |   |               |                      | Organisk<br>tørstof<br>(Organic dry<br>matter) | Omsættelig<br>energi,<br>bestemt<br>kcal<br><br>(Metabolizable<br>energy,<br>determined,<br>k. cal.) |
|------------------------|-------------------------|-------|---|-------------------------------|---|---------------|----------------------|--|--|
|                        | Grund-<br>foder*)       | Byg*) | Rå-<br>protein<br>(Crude<br>protein)              | Rå-<br>fedt<br>(Crude<br>fat) | N-fri<br>ekstrakt-<br>stoffer<br>(N-free<br>extracts) | C<br>(Carbon) | N<br>(Nitro-<br>gen) |  |  |
| 202 B                  | 36.0                    | 35.0  | 9.50  | 1.62                          | 31.84   | 19.17         | 1.52                 | 43.66  | 181.9  |
| 203 B                  | »                       | »     | 9.26  | 1.52                          | 31.21   | 18.59         | 1.48                 | 42.30  | 175.8  |
| 208 B                  | »                       | »     | 9.44  | 1.49                          | 32.22   | 19.09         | 1.51                 | 43.74  | 180.8  |
| 221 B                  | »                       | »     | 9.31  | 1.43                          | 32.06   | 18.91         | 1.49                 | 43.29  | 177.3  |
| 222 B                  | »                       | »     | 9.50  | 1.37                          | 31.86   | 19.02         | 1.52                 | 43.47  | 178.9  |
| 231 B                  | »                       | »     | 9.50  | 1.51                          | 31.78   | 19.26         | 1.52                 | 43.47  | 181.8  |
| 236 B                  | »                       | »     | 9.38  | 1.42                          | 31.94   | 19.01         | 1.50                 | 43.23  | 176.9  |
| 245 B                  | »                       | »     | 9.44  | 1.39                          | 31.03   | 18.43         | 1.51                 | 42.01  | 171.7  |
| 310 B                  | 36.0                    | 59.9  | 11.38   | 1.96                          | 46.21   | 26.73         | 1.82                 | 60.34  | 251.5  |
| 311 B                  | »                       | »     | 12.06   | 2.01                          | 49.14   | 29.61         | 1.93                 | 65.52  | 280.5  |
| 319 B                  | »                       | »     | 11.06   | 1.62                          | 40.03   | 23.35         | 1.77                 | 53.81  | 220.3  |
| 326 B                  | »                       | »     | 11.25   | 1.88                          | 46.04   | 26.39         | 1.80                 | 59.78  | 250.5  |
| 327 B                  | »                       | »     | 11.50   | 1.73                          | 46.00   | 26.54         | 1.84                 | 60.05  | 246.9  |
| 333 B                  | »                       | »     | 11.57   | 1.80                          | 45.46   | 26.10         | 1.85                 | 59.43  | 249.8  |
| 335 B                  | »                       | »     | 11.38   | 1.50                          | 43.87   | 25.08         | 1.82                 | 57.61  | 237.3  |
| 417 B                  | 36.0                    | 84.9  | 13.63   | 2.04                          | 59.56   | 33.86         | 2.18                 | 76.66  | 319.4  |
| 420 B                  | »                       | »     | 13.56   | 2.16                          | 60.37   | 34.08         | 2.17                 | 77.39  | 325.4  |
| 428 B                  | »                       | »     | 13.38   | 2.26                          | 60.14   | 34.10         | 2.14                 | 76.69  | 324.0  |
| 434 B                  | »                       | »     | 13.69   | 2.15                          | 59.99   | 34.20         | 2.19                 | 77.05  | 325.3  |
| 438 B                  | »                       | »     | 13.51   | 2.01                          | 59.75   | 33.55         | 2.16                 | 76.08  | 316.6  |

\*) 85 % tørstof.

\*) 85 % dry matter.

**Hovedtabel III (Main-Table III).**  
**Fordøjede næringsstoffer og omsættelig energi i byg til høns.**  
*(Digested nutrients and metabolizable energy in barley fed to hens).*

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Byg<br>(Barley) | Fordøjede stoffer<br>(Digested nutrients) |                        |  |               |                 |                                       | Omsættelig energi<br>(Metabolizable energy) |  |  |
|------------------------|-----------------|---|------------------------|--|---------------|-----------------|---------------------------------------|---|--|--|
|                        |                 | Rå-protein<br>(Crude protein)             | Rå-fedt<br>(Crude fat) | N-fri ekstraktstoffer<br>(N-free extracts) | C<br>(Carbon) | N<br>(Nitrogen) | Organisk tørstof<br>(Org. dry matter) | Bestemt kcal<br>(Determined)<br>(k. cal.)   | Beregnet I kcal<br>(Calculated I)<br>(k. cal.) | Beregnet II kcal<br>(Calculated II)<br>(k. cal.) |
|                        | g (gm.)         | g (gm.)                                   | g (gm.)                | g (gm.)                                    | g (gm.)       | g (gm.)         | g (gm.)                               |   |  |  |
| 202 A                  | 33.5            | 2.75                                      | 0.59                   | 17.71                                      | 9.25          | 0.44            | 21.10                                 | 90.7  | 87.2   | 90.2   |
| 208 A                  | »               | 2.93                                      | 0.66                   | 17.93                                      | 10.07         | 0.47            | 21.84                                 | 96.1  | 98.3   | 92.5   |
| 222 A                  | »               | 2.68                                      | 0.54                   | 17.34                                      | 9.47          | 0.43            | 20.82                                 | 90.9  | 91.7   | 87.9   |
| 224 A                  | »               | 2.56                                      | 0.32                   | 15.70                                      | 8.13          | 0.41            | 18.70                                 | 79.0  | 76.1   | 78.8   |
| 230 A                  | »               | 2.68                                      | 0.51                   | 18.81                                      | 9.76          | 0.43            | 22.04                                 | 93.2  | 92.9   | 93.7   |
| 233 A                  | »               | 2.75                                      | 0.63                   | 18.69                                      | 10.28         | 0.44            | 22.56                                 | 98.9  | 99.8   | 94.5   |
| 202 B                  | 35.0            | 3.00                                      | 0.61                   | 20.01                                      | 10.81         | 0.48            | 24.19                                 | 104.1                                       | 103.5  | 100.9  |
| 203 B                  | »               | 2.76                                      | 0.51                   | 19.38                                      | 10.23         | 0.44            | 22.83                                 | 98.0  | 98.2   | 96.4   |
| 208 B                  | »               | 2.94                                      | 0.48                   | 20.39                                      | 10.73         | 0.47            | 24.27                                 | 103.0                                       | 102.0  | 101.1  |
| 221 B                  | »               | 2.81                                      | 0.42                   | 20.23                                      | 10.55         | 0.45            | 23.82                                 | 99.5  | 100.5  | 99.4   |
| 222 B                  | »               | 3.00                                      | 0.36                   | 20.03                                      | 10.66         | 0.48            | 24.00                                 | 101.1                                       | 101.6  | 98.9   |
| 231 B                  | »               | 3.00                                      | 0.50                   | 19.95                                      | 10.90         | 0.48            | 24.00                                 | 104.0                                       | 105.5  | 99.7   |
| 236 B                  | »               | 2.88                                      | 0.41                   | 20.11                                      | 10.65         | 0.46            | 23.76                                 | 99.1  | 102.2  | 99.1   |
| 245 B                  | »               | 2.94                                      | 0.38                   | 19.20                                      | 10.07         | 0.47            | 22.54                                 | 93.9  | 96.3   | 95.4   |
| 304 A                  | 53.2            | 4.56                                      | 0.98                   | 29.79                                      | 16.43         | 0.73            | 35.77                                 | 151.7                                       | 160.3  | 151.2  |
| 312 A                  | 53.2            | 4.25                                      | 0.90                   | 29.77                                      | 15.88         | 0.68            | 34.99                                 | 153.4                                       | 153.8  | 149.1  |
| 327 A                  | 57.4            | 4.43                                      | 0.82                   | 30.33                                      | 15.82         | 0.71            | 35.62                                 | 151.6                                       | 150.8  | 151.5  |
| 329 A                  | 57.4            | 4.43                                      | 0.85                   | 31.46                                      | 16.45         | 0.71            | 36.84                                 | 156.8                                       | 157.5  | 156.4  |
| 310 A                  | 57.4            | 4.43                                      | 0.98                   | 31.53                                      | 16.84         | 0.71            | 37.34                                 | 162.4                                       | 162.5  | 157.8  |

|       |      |      |      |       |       |      |       |       |       |       |
|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 310 B | 59.9 | 4.88 | 0.95 | 34.38 | 18.37 | 0.78 | 40.87 | 173.7 | 176.8 | 171.3 |
| 311 B | »    | 5.56 | 1.00 | 37.31 | 21.25 | 0.89 | 46.05 | 202.7 | 208.2 | 186.8 |
| 319 B | »    | 4.56 | 0.61 | 28.20 | 14.99 | 0.73 | 34.34 | 142.5 | 140.8 | 141.7 |
| 326 B | »    | 4.75 | 0.87 | 34.21 | 18.03 | 0.76 | 40.31 | 172.7 | 173.0 | 169.3 |
| 327 B | »    | 5.00 | 0.72 | 34.17 | 18.18 | 0.80 | 40.58 | 169.1 | 174.4 | 169.1 |
| 333 B | »    | 5.07 | 0.79 | 33.63 | 17.74 | 0.81 | 39.96 | 172.0 | 168.9 | 167.8 |
| 335 B | »    | 4.88 | 0.49 | 32.04 | 16.72 | 0.78 | 38.14 | 159.5 | 157.7 | 156.1 |
| 434 A | 72.8 | 5.87 | 1.23 | 40.52 | 21.80 | 0.94 | 48.41 | 209.6 | 210.0 | 203.3 |
| 420 A | 75.2 | 6.12 | 1.17 | 39.40 | 21.04 | 0.98 | 47.10 | 204.3 | 201.1 | 199.4 |
| 417 A | 75.3 | 6.25 | 1.21 | 38.58 | 20.67 | 1.00 | 46.09 | 197.9 | 197.9 | 197.0 |
| 406 A | 78.4 | 6.43 | 1.31 | 42.02 | 22.58 | 1.03 | 50.22 | 218.0 | 217.0 | 212.7 |
| 417 B | 84.9 | 7.13 | 1.03 | 47.73 | 25.50 | 1.14 | 57.19 | 241.6 | 243.7 | 237.0 |
| 420 B | »    | 7.06 | 1.15 | 48.54 | 25.72 | 1.13 | 57.92 | 247.6 | 245.2 | 241.0 |
| 428 B | »    | 6.88 | 1.25 | 48.31 | 25.74 | 1.10 | 57.22 | 246.2 | 247.8 | 240.1 |
| 434 B | »    | 7.19 | 1.14 | 48.16 | 25.84 | 1.15 | 57.58 | 247.5 | 248.1 | 240.0 |
| 438 B | »    | 7.01 | 1.00 | 47.92 | 25.19 | 1.12 | 56.61 | 238.8 | 240.5 | 237.0 |

**Hovedtabel IV (Main-Table IV).**  
**Protein (N · 6.25) i foder samt fordøjelig protein i byg.**  
*(Protein (N × 6.25) in food and digestible protein in barley).*

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Total protein<br>(Total protein)           |                               | Fordøjelig protein i byg<br>(Digestible protein in barley) |   |
|------------------------|--|-------------------------------|--|---|
|                        | Samlet foder<br>g<br>(Total food)<br>(gm.) | Byg<br>g<br>(Barley)<br>(gm.) | Fordøjet mængde<br>g<br>(Digested amount)<br>(gm.)         | Fordøjelses-<br>koefficient<br>(Digestibility<br>coefficient) |
| 202 A                  | 11.38                                      | 3.14                          | 2.75   | 87.6  |
| 208 A                  | »  | »                             | 2.93   | 93.3  |
| 222 A                  | »  | »                             | 2.68   | 85.4  |
| 224 A                  | »  | »                             | 2.56   | 81.5  |
| 230 A                  | »  | »                             | 2.68   | 85.4  |
| 233 A                  | »  | »                             | 2.75   | 87.6  |
| 202 B                  | 10.88                                      | 3.28                          | 3.00   | 91.5  |
| 203 B                  | »  | »                             | 2.76   | 84.1  |
| 208 B                  | »  | »                             | 2.94   | 89.6  |
| 221 B                  | »  | »                             | 2.81   | 85.7  |
| 222 B                  | »  | »                             | 3.00   | 91.5  |
| 231 B                  | »  | »                             | 3.00   | 91.5  |
| 236 B                  | »  | »                             | 2.88   | 87.8  |
| 245 B                  | »  | »                             | 2.94   | 89.6  |
| 304 A                  | 13.25                                      | 4.99                          | 4.56   | 91.4  |
| 312 A                  | »  | »                             | 4.25   | 85.2  |
| 327 A                  | 13.63                                      | 5.38                          | 4.43   | 82.4  |
| 329 A                  | »  | »                             | 4.43   | 82.4  |
| 310 A                  | »  | »                             | 4.43   | 82.4  |
| 310 B                  | 13.13                                      | 5.62                          | 4.88   | 86.8  |
| 311 B                  | »  | »                             | 5.56   | 98.9  |
| 319 B                  | »  | »                             | 4.56   | 81.1  |
| 326 B                  | »  | »                             | 4.75   | 84.5  |
| 327 B                  | »  | »                             | 5.00   | 89.0  |
| 333 B                  | »  | »                             | 5.07   | 90.2  |
| 335 B                  | »  | »                             | 4.88   | 86.8  |
| 434 A                  | 15.06                                      | 6.83                          | 5.87   | 85.9  |
| 420 A                  | 15.31                                      | 7.05                          | 6.12   | 86.8  |
| 417 A                  | »  | »                             | 6.25   | 88.7  |
| 406 A                  | 15.63                                      | 7.35                          | 6.43   | 87.5  |
| 417 B                  | 15.44                                      | 7.96                          | 7.13   | 89.6  |
| 420 B                  | »  | »                             | 7.06   | 88.7  |
| 428 B                  | »  | »                             | 6.88   | 86.4  |
| 434 B                  | »  | »                             | 7.19   | 90.3  |
| 438 B                  | »  | »                             | 7.01   | 88.0  |

**Hovedtabel V (Main-Table V).**  
**Kulstof i foder samt fordøjelig kulstof i byg.**  
*(Carbon in food and digestible carbon in barley).*

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Total C<br>(Total carbon)                  |                               | Fordøjelig C i byg<br>(Digestible carbon in barley) |   |
|------------------------|--|-------------------------------|---|---|
|                        | Samlet foder<br>g<br>(Total food<br>(gm.)) | Byg<br>g<br>(Barley<br>(gm.)) | Fordøjet mængde<br>g<br>(Digested amount<br>(gm.))  | Fordøjelses-<br>koefficient<br>(Digestibility<br>coefficient) |
| 202 A                  | 26.32                                      | 12.88                         | 9.25  | 71.8  |
| 208 A                  | »  | »                             | 10.07   | 78.2  |
| 222 A                  | »  | »                             | 9.47  | 73.5  |
| 224 A                  | »  | »                             | 8.13  | 63.1  |
| 230 A                  | »  | »                             | 9.76  | 75.8  |
| 233 A                  | »  | »                             | 10.28   | 79.8  |
| 202 B                  | 26.73                                      | 13.46                         | 10.81   | 80.3  |
| 203 B                  | »  | »                             | 10.23   | 76.0  |
| 208 B                  | »  | »                             | 10.73   | 79.7  |
| 221 B                  | »  | »                             | 10.55   | 78.4  |
| 222 B                  | »  | »                             | 10.66   | 79.2  |
| 231 B                  | »  | »                             | 10.90   | 81.0  |
| 236 B                  | »  | »                             | 10.65   | 79.1  |
| 245 B                  | »  | »                             | 10.07   | 74.8  |
| 304 A                  | 33.86                                      | 20.46                         | 16.43   | 80.3  |
| 312 A                  | »  | »                             | 15.88   | 77.6  |
| 327 A                  | 35.51                                      | 22.08                         | 15.82   | 71.6  |
| 329 A                  | »  | »                             | 16.45   | 74.5  |
| 310 A                  | »  | »                             | 16.84   | 76.3  |
| 310 B                  | 36.34                                      | 23.04                         | 18.37   | 79.7  |
| 311 B                  | »  | »                             | 21.25   | 92.2  |
| 319 B                  | »  | »                             | 14.99   | 65.1  |
| 326 B                  | »  | »                             | 18.03   | 78.3  |
| 327 B                  | »  | »                             | 18.18   | 78.9  |
| 333 B                  | »  | »                             | 17.74   | 77.0  |
| 335 B                  | »  | »                             | 16.72   | 72.6  |
| 434 A                  | 41.43                                      | 28.00                         | 21.80   | 77.9  |
| 420 A                  | 42.41                                      | 28.92                         | 21.04   | 72.8  |
| 417 A                  | »  | »                             | 20.67   | 71.5  |
| 406 A                  | 43.60                                      | 30.15                         | 22.58   | 74.9  |
| 417 B                  | 45.94                                      | 32.65                         | 25.50   | 78.1  |
| 420 B                  | »  | »                             | 25.72   | 78.8  |
| 428 B                  | »  | »                             | 25.74   | 78.8  |
| 434 B                  | »  | »                             | 25.84   | 79.1  |
| 438 B                  | »  | »                             | 25.19   | 77.2  |

**Hovedtabel VI (Main-Table VI).**  
**Organisk tørstof (O.T.) i foder samt fordøjelig O.T. i byg.**  
*(Organic dry matter (O.D.M.) in food and digestible O.D.M. in barley).*

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Total O. T.<br>(Total O. D. M.)            |                               | Fordøjelig O. T. i byg<br>(Digestible O. D. M. in barley) |   |
|------------------------|--|-------------------------------|---|---|
|                        | Samlet foder<br>g<br>(Total food<br>(gm.)) | Byg<br>g<br>(Barley<br>(gm.)) | Fordøjet mængde<br>g<br>(Digested amount)<br>(gm.)        | Fordøjelses-<br>coefficient<br>(Digestibility<br>coefficient) |
| 202 A                  | 55.79                                      | 28.88                         | 21.10   | 73.1  |
| 208 A                  | »  | »                             | 21.84   | 75.6  |
| 222 A                  | »  | »                             | 20.82   | 72.1  |
| 224 A                  | »  | »                             | 18.70   | 64.8  |
| 230 A                  | »  | »                             | 22.04   | 76.3  |
| 233 A                  | »  | »                             | 22.56   | 78.1  |
| 202 B                  | 56.90                                      | 29.12                         | 24.19   | 83.1  |
| 203 B                  | »  | »                             | 22.83   | 78.4  |
| 208 B                  | »  | »                             | 24.27   | 83.3  |
| 221 B                  | »  | »                             | 23.82   | 81.8  |
| 222 B                  | »  | »                             | 24.00   | 82.4  |
| 231 B                  | »  | »                             | 24.00   | 82.4  |
| 236 B                  | »  | »                             | 23.76   | 81.6  |
| 245 B                  | »  | »                             | 22.54   | 77.4  |
| 304 A                  | 72.18                                      | 44.27                         | 35.77   | 80.8  |
| 312 A                  | »  | »                             | 34.99   | 79.0  |
| 327 A                  | 75.68                                      | 47.76                         | 35.62   | 74.6  |
| 329 A                  | »  | »                             | 36.84   | 77.1  |
| 310 A                  | »  | »                             | 37.34   | 78.2  |
| 310 B                  | 77.68                                      | 49.84                         | 40.87   | 82.0  |
| 311 B                  | »  | »                             | 46.05   | 92.4  |
| 319 B                  | »  | »                             | 34.34   | 68.9  |
| 326 B                  | »  | »                             | 40.31   | 80.9  |
| 327 B                  | »  | »                             | 40.58   | 81.4  |
| 333 B                  | »  | »                             | 39.96   | 80.2  |
| 335 B                  | »  | »                             | 38.14   | 76.5  |
| 434 A                  | 88.49                                      | 60.58                         | 48.41   | 79.9  |
| 420 A                  | 90.59                                      | 52.57                         | 47.10   | 75.3  |
| 417 A                  | »  | »                             | 46.09   | 73.7  |
| 406 A                  | 93.18                                      | 65.24                         | 50.22   | 77.0  |
| 417 B                  | 98.45                                      | 70.65                         | 57.19   | 80.9  |
| 420 B                  | »  | »                             | 57.92   | 82.0  |
| 428 B                  | »  | »                             | 57.22   | 81.0  |
| 434 B                  | »  | »                             | 57.58   | 81.5  |
| 438 B                  | »  | »                             | 56.61   | 80.1  |

**Hovedtabel VII (Main-Table VII).**  
**Råfedt i foder samt fordøjelig råfedt i byg.**  
*(Crude fat in food and digestible crude fat in barley).*

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Total råfedt<br>(Total crude fat)          |                               | Fordøjelig råfedt i byg<br>(Digestible crude fat in barley) |   |
|------------------------|--|-------------------------------|---|---|
|                        | Samlet foder<br>g<br>(Total food)<br>(gm.) | Byg<br>g<br>(Barley)<br>(gm.) | Fordøjet mængde<br>g<br>(Digested amount)<br>(gm.)          | Fordøjelses-<br>koefficient<br>(Digestibility<br>coefficient) |
| 202 A                  | 1.75                                       | 0.74                          | 0.59  | 79.7  |
| 208 A                  | »  | »                             | 0.66  | 89.2  |
| 222 A                  | »  | »                             | 0.54  | 73.0  |
| 224 A                  | »  | »                             | 0.32  | 43.2  |
| 230 A                  | »  | »                             | 0.51  | 68.9  |
| 233 A                  | »  | »                             | 0.63  | 85.1  |
| 202 B                  | 2.09                                       | 0.78                          | 0.61  | 78.2  |
| 203 B                  | »  | »                             | 0.51  | 65.4  |
| 208 B                  | »  | »                             | 0.48  | 61.5  |
| 221 B                  | »  | »                             | 0.42  | 53.8  |
| 222 B                  | »  | »                             | 0.36  | 46.2  |
| 231 B                  | »  | »                             | 0.50  | 64.1  |
| 236 B                  | »  | »                             | 0.41  | 50.6  |
| 245 B                  | »  | »                             | 0.38  | 48.7  |
| 304 A                  | 2.18                                       | 1.18                          | 0.98  | 83.1  |
| 312 A                  | »  | »                             | 0.90  | 76.3  |
| 327 A                  | 2.27                                       | 1.27                          | 0.82  | 64.6  |
| 329 A                  | »  | »                             | 0.85  | 66.9  |
| 310 A                  | »  | »                             | 0.98  | 77.1  |
| 310 B                  | 2.64                                       | 1.33                          | 0.95  | 71.4  |
| 311 B                  | »  | »                             | 1.00  | 75.2  |
| 319 B                  | »  | »                             | 0.61  | 45.9  |
| 326 B                  | »  | »                             | 0.87  | 65.4  |
| 327 B                  | »  | »                             | 0.72  | 54.1  |
| 333 B                  | »  | »                             | 0.79  | 59.4  |
| 335 B                  | »  | »                             | 0.49  | 36.8  |
| 434 A                  | 2.61                                       | 1.62                          | 1.23  | 75.9  |
| 420 A                  | 2.67                                       | 1.67                          | 1.17  | 70.1  |
| 417 A                  | »  | »                             | 1.21  | 72.5  |
| 406 A                  | 2.74                                       | 1.74                          | 1.31  | 75.3  |
| 417 B                  | 3.20                                       | 1.88                          | 1.03  | 54.8  |
| 420 B                  | »  | »                             | 1.15  | 61.2  |
| 428 B                  | »  | »                             | 1.25  | 66.5  |
| 434 B                  | »  | »                             | 1.04  | 60.6  |
| 438 B                  | »  | »                             | 1.00  | 53.2  |

Hovedtabel VIII (Main-Table VIII).  
 N-fri ekstraktstoffer i foder samt fordøjelige N-fri ekstraktstoffer i byg.  
 (N-free extracts in food and digestible N-free extracts in barley).

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Total N-fri ekstraktstoffer<br>(Total N-free extracts) |                               | Fordøjelige N-fri ekstraktstoffer i byg<br>(Digestible N-free extracts in barley) |   |
|------------------------|--|-------------------------------|---|---|
|                        | Samlet foder<br>E<br>(Total food)<br>(gm.)             | Byg<br>E<br>(Barley)<br>(gm.) | Fordøjede<br>N-fri ekstr.<br>(Digested<br>N-free extracts)<br>(gm.)               | Fordøjelses-<br>koefficient<br>(Digestibility<br>coefficient) |
| 202 A                  | 38.44  | 22.58                         | 17.71   | 78.4  |
| 208 A                  | »  | »                             | 17.93   | 79.4  |
| 222 A                  | »  | »                             | 17.34   | 76.8  |
| 224 A                  | »  | »                             | 15.70   | 69.5  |
| 230 A                  | »  | »                             | 18.81   | 83.3  |
| 233 A                  | »  | »                             | 18.69   | 82.8  |
| 202 B                  | 39.68  | 23.59                         | 20.01   | 84.8  |
| 203 B                  | »  | »                             | 19.38   | 82.2  |
| 208 B                  | »  | »                             | 20.39   | 86.4  |
| 221 B                  | »  | »                             | 20.23   | 85.8  |
| 222 B                  | »  | »                             | 20.03   | 84.9  |
| 231 B                  | »  | »                             | 19.95   | 84.6  |
| 236 B                  | »  | »                             | 20.11   | 85.2  |
| 245 B                  | »  | »                             | 19.20   | 81.4  |
| 304 A                  | 51.69  | 35.86                         | 29.79   | 83.1  |
| 312 A                  | »  | »                             | 29.77   | 83.0  |
| 327 A                  | 54.54  | 38.69                         | 30.33   | 78.4  |
| 329 A                  | »  | »                             | 31.46   | 81.3  |
| 310 A                  | »  | »                             | 31.53   | 81.5  |
| 310 B                  | 56.60  | 40.37                         | 34.38   | 85.2  |
| 311 B                  | »  | »                             | 37.31   | 92.4  |
| 319 B                  | »  | »                             | 28.20   | 69.9  |
| 326 B                  | »  | »                             | 34.21   | 84.7  |
| 327 B                  | »  | »                             | 34.17   | 84.6  |
| 333 B                  | »  | »                             | 33.63   | 83.3  |
| 335 B                  | »  | »                             | 32.04   | 79.4  |
| 434 A                  | 64.93  | 49.07                         | 40.52   | 82.6  |
| 420 A                  | 66.61  | 50.68                         | 39.40   | 77.7  |
| 417 A                  | »  | »                             | 38.58   | 76.1  |
| 406 A                  | 68.68  | 52.84                         | 42.02   | 79.5  |
| 417 B                  | 73.44  | 57.22                         | 47.73   | 83.4  |
| 420 B                  | »  | »                             | 48.54   | 84.8  |
| 428 B                  | »  | »                             | 48.31   | 84.4  |
| 434 B                  | »  | »                             | 48.16   | 84.2  |
| 438 B                  | »  | »                             | 47.92   | 83.8  |

## Hovedtabel IX (Main-Table IX).

## Bruttoenergi i foder samt bygens indhold af omsættelig energi.

(The utilizable energy in food and the barley's content of metabolizable energy).

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Bruttoenergi<br>(Utilizable energy)            |                                   | Omsættelig energi i byg<br>(Metabolizable energy in barley) |                                       |
|------------------------|--|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
|                        | Samlet foder<br>(Total food)<br>kcal (k. cal.) | Byg<br>(Barley)<br>kcal (k. cal.) | kcal ialt<br>(Total k. cal.)                                | kcal/g byg<br>(k. cal./gm.<br>barley) |
| 202 A                  | 266.2  | 128.6                             | 90.7  | 2.71                                  |
| 208 A                  | »  | »                                 | 96.1  | 2.87                                  |
| 222 A                  | »  | »                                 | 90.9  | 2.71                                  |
| 224 A                  | »  | »                                 | 79.0  | 2.36                                  |
| 230 A                  | »  | »                                 | 93.2  | 2.78                                  |
| 233 A                  | »  | »                                 | 98.9  | 2.95                                  |
| 202 B                  | 270.0  | 133.0                             | 104.1   | 2.97                                  |
| 203 B                  | »  | »                                 | 98.0  | 2.80                                  |
| 208 B                  | »  | »                                 | 103.0   | 2.94                                  |
| 221 B                  | »  | »                                 | 99.5  | 2.84                                  |
| 222 B                  | »  | »                                 | 101.1   | 2.89                                  |
| 231 B                  | »  | »                                 | 104.0   | 2.97                                  |
| 236 B                  | »  | »                                 | 99.1  | 2.83                                  |
| 245 B                  | »  | »                                 | 93.9  | 2.68                                  |
| 304 A                  | 341.8  | 202.2                             | 151.7   | 2.85                                  |
| 312 A                  | »  | »                                 | 153.4   | 2.88                                  |
| 327 A                  | 358.0  | 220.4                             | 151.6   | 2.64                                  |
| 329 A                  | »  | »                                 | 156.8   | 2.73                                  |
| 310 A                  | »  | »                                 | 162.4   | 2.83                                  |
| 310 B                  | 364.9  | 227.9                             | 173.7   | 2.90                                  |
| 311 B                  | »  | »                                 | 202.7   | 3.38                                  |
| 319 B                  | »  | »                                 | 142.5   | 2.38                                  |
| 326 B                  | »  | »                                 | 172.7   | 2.88                                  |
| 327 B                  | »  | »                                 | 169.1   | 2.82                                  |
| 333 B                  | »  | »                                 | 172.0   | 2.87                                  |
| 335 B                  | »  | »                                 | 159.5   | 2.66                                  |
| 434 A                  | 417.1  | 279.5                             | 209.6   | 2.88                                  |
| 420 A                  | 426.8  | 289.2                             | 204.3   | 2.72                                  |
| 417 A                  | »  | »                                 | 197.9   | 2.63                                  |
| 406 A                  | 438.8  | 301.2                             | 218.0   | 2.78                                  |
| 417 B                  | 459.9  | 322.9                             | 241.6   | 2.85                                  |
| 420 B                  | »  | »                                 | 247.6   | 2.92                                  |
| 428 B                  | »  | »                                 | 246.2   | 2.90                                  |
| 434 B                  | »  | »                                 | 247.5   | 2.92                                  |
| 438 B                  | »  | »                                 | 238.8   | 2.81                                  |

**Hovedtabel X (Main-Table X).**  
**Byggenes indhold af omsættelig energi, beregnet.**  
*(Metabolizable energy content of barley, calculated).*

| Hane nr.<br>(Cock No.) | Byg<br>(Barley) | Beregnet I<br>(Calculated I) |                                    | Beregnet II<br>(Calculated II) |                                    |
|------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
|                        | g<br>(gm.)      | kcal<br>(k. cal.)            | kcal/g byg<br>(k. cal./gm. barley) | kcal<br>(k. cal.)              | kcal/g byg<br>(k. cal./gm. barley) |
| 202 A                  | 33.5            | 87.2                         | 2.60                               | 90.2                           | 2.69                               |
| 208 A                  | »               | 98.3                         | 2.93                               | 92.5                           | 2.76                               |
| 222 A                  | »               | 91.7                         | 2.74                               | 87.9                           | 2.62                               |
| 224 A                  | »               | 76.1                         | 2.27                               | 78.8                           | 2.35                               |
| 230 A                  | »               | 92.9                         | 2.77                               | 93.7                           | 2.80                               |
| 233 A                  | »               | 99.8                         | 2.98                               | 94.5                           | 2.82                               |
| 202 B                  | 35.0            | 103.5                        | 2.96                               | 100.9                          | 2.88                               |
| 203 B                  | »               | 98.2                         | 2.81                               | 96.4                           | 2.75                               |
| 208 B                  | »               | 102.0                        | 2.91                               | 101.1                          | 2.89                               |
| 221 B                  | »               | 100.5                        | 2.87                               | 99.4                           | 2.84                               |
| 222 B                  | »               | 101.6                        | 2.90                               | 98.9                           | 2.83                               |
| 231 B                  | »               | 105.5                        | 3.01                               | 99.7                           | 2.85                               |
| 236 B                  | »               | 102.2                        | 2.92                               | 99.1                           | 2.83                               |
| 245 B                  | »               | 96.3                         | 2.75                               | 95.4                           | 2.73                               |
| 304 A                  | 53.2            | 160.3                        | 3.01                               | 151.2                          | 2.84                               |
| 312 A                  | »               | 153.8                        | 2.89                               | 149.1                          | 2.80                               |
| 327 A                  | 57.4            | 150.8                        | 2.63                               | 151.5                          | 2.64                               |
| 329 A                  | »               | 157.5                        | 2.74                               | 156.4                          | 2.72                               |
| 310 A                  | »               | 162.5                        | 2.83                               | 157.8                          | 2.75                               |
| 310 B                  | 59.9            | 176.8                        | 2.95                               | 171.3                          | 2.86                               |
| 311 B                  | »               | 208.2                        | 3.47                               | 186.8                          | 3.12                               |
| 319 B                  | »               | 140.8                        | 2.35                               | 141.7                          | 2.36                               |
| 326 B                  | »               | 173.0                        | 2.89                               | 169.3                          | 2.83                               |
| 327 B                  | »               | 174.4                        | 2.91                               | 169.1                          | 2.82                               |
| 333 B                  | »               | 168.9                        | 2.82                               | 167.8                          | 2.80                               |
| 335 B                  | »               | 157.7                        | 2.63                               | 156.1                          | 2.61                               |
| 434 A                  | 72.8            | 210.0                        | 2.89                               | 203.3                          | 2.79                               |
| 420 A                  | 75.2            | 201.1                        | 2.76                               | 199.4                          | 2.74                               |
| 417 A                  | »               | 197.9                        | 2.72                               | 197.0                          | 2.71                               |
| 406 A                  | 78.4            | 217.0                        | 2.77                               | 212.7                          | 2.71                               |
| 417 B                  | 84.9            | 243.7                        | 2.87                               | 237.0                          | 2.79                               |
| 420 B                  | »               | 245.2                        | 2.89                               | 241.0                          | 2.84                               |
| 428 B                  | »               | 247.8                        | 2.92                               | 240.1                          | 2.83                               |
| 434 B                  | »               | 248.1                        | 2.92                               | 240.0                          | 2.83                               |
| 438 B                  | »               | 240.5                        | 2.83                               | 237.0                          | 2.79                               |

## Tidligere udsendte beretninger fra forsøglaboratoriets dyrefysiologiske afdeling.

1899. 44. ber. Undersøgelser over Fedtdannelse i Organismen ved intensiv Fedt-  
fodring. (50 øre).
1917. 94. — Respirationsapparatet, dets Betydning og Anvendelse ved ratio-  
nelle Forsøg over Hornkvægets Mælkeydelse. (1 kr.).
1923. 111. — Om Næringsværdien af Roer og Byg til Fedning og om Næ-  
ringsstofforholdets Betydning for Fodermidlernes Næringsværdi.  
(Udsolgt).
1929. 131. — Om Grundtrækkene i Malkekvægets Ernæringslære. (1,50 kr.).
1933. 151. — Undersøgelser over Væksten hos Svin. I. Kalk- og Fosforsyre-  
omsætningen hos unge, voksende Svin. (2,50 kr.).
1935. 162. — Undersøgelser over Væksten hos Svin. II. Energiomsætningen  
hos Svin. (Udsolgt).
1935. 163. — Undersøgelser over Væksten hos Svin. III. A. Fortsatte Under-  
søgelser over Calcium- og Fosforomsætningen hos unge, voksende  
Svin. B. Om kvantitativ Bestemmelse af Fosforsyre. C. Om kvan-  
titativ Bestemmelse af Calcium i Foderstoffer og Stofskiftepro-  
dukter. D. Om Kalciumbestemmelse i Blodplasma. (1 kr.).
1936. 170. — Vedligeholdelsesstofskiftet hos voksende Svin. Bestemmelse af Fosfat  
i Blodserum. (1 kr.).
1936. 171. — Undersøgelser vedrørende Næringsværdibestemmelse i tørret Lu-  
cerne. (1 kr.).
1938. 180. ber. Experimentelle Undersøgelser vedrørende Svinets Avitaminose-A.  
(2 kr.).
1939. 184. — Carotinbestemmelse ved Hjælp af Pulfrich-Fotometer. (50 øre).
1940. 193. — Experimentel Rakitis hos Svin. Betydning af Foderets Indhold af  
Fytin og Fytase. (2 kr.).
1941. 196. — Bestemmelse af Næringsværdien i A. I. V.-Lucerne. (50 øre).
1943. 204. — Om Sulfidionens Virkning paa Resorptionen af Calcium og Fos-  
for hos voksende Svin. — Næringsværdibestemmelse af Roetop-  
ensilage. (1 kr.).
1945. 215. — Om organiske Oxy syrers Virkning paa Resorptionen af Calcium  
og Fosfat i Tarmen. Om kvantitativ Bestemmelse i Proteinstoffer,  
Polypeptider og Aminosyrer i vore Fodermidler. (1,50 kr.).
1945. 218. — Undersøgelser over Karotinindholdet i Græsmarksplanter og an-  
dre Foderplanter. Hastigheden hvormed Foderets ufordøjelige  
Rester passerer Fordøjelseskanalen hos Svin. Karotinets Resorp-  
tion hos Svin. Mælkens Indhold af A-vitamin og Karotin. (1,50 kr.).
1946. 225. — Resorptionens Størrelse ved experimentelt fremkaldt Achylia  
gastrica. (2,00 kr.).
1947. 228. — Resorptionen af Calcium og Fosforsyre. (1 kr.).
1948. 234. — Om Proteinstoffernes Indflydelse paa Nyrefunktionen hos Hund.  
(Udsolgt).
1949. 240. — I. Undersøgelser over jodkaseinets virkning på mælkesekretionen  
og stofskiftet hos køer. II. Undersøgelser over fraktioneret jod-  
kaseins og kønshormoners indflydelse på mælkekirtlens funktion  
hos geder. (2 kr.).
1949. 243. — Undersøgelser over B-vitaminernes betydning for svin. I. Mangel  
på alle B-vitaminer. II. Mangel på pantotensyre. III. Mangel på  
pyrodoxin. (3 kr.).
1950. 252. — Undersøgelser over B-vitaminernes betydning for svin (fortsat).  
IV. Tiaminmangel og tiaminbehov. (2 kr.).
1952. 258. — Undersøgelser over B-vitaminernes betydning for svin (fortsat). V.

- Svinenes behov af pyridoxin ( $B_6$ ) for maximal vækst- og foderudnyttelse. (3 kr.).
1954. 272. — Undersøgelser over den såkaldte »muskeldegeneration« hos svin I. (4,50 kr.).
1955. 278. — Undersøgelser over den såkaldte »muskeldegeneration« hos svin II. Nogle virkninger af jodkasein og metyltiouracil på stofskifteprocesserne, muskulaturen og skjoldbruskkirtlen hos unge, voksende svin. (3 kr.).
1955. 279. — Undersøgelser over den såkaldte »muskeldegeneration« hos svin III. Virkningen af jodkasein, tyroxin og diiodhistidin på tilvækst, foderforbrug, muskulatur, skjoldbruskkirtel og kødkvalitet. (3 kr.).
1955. 282. — Den kvantitative vækstmålings metodik. Virkningen af indre og ydre faktorer på vækstprocesserne. (4 kr.).
1955. 283. — Virkningen af aureomycin på stofskiftet hos svin og stofskiftet hos galte og sogrise. Varmeproduktionen hos svin på forskellige alderstrin med særlig henblik på staldventilation. (3 kr.).
1955. 284. — Undersøgelser over den såkaldte »muskeldegeneration« hos svin IV. Studier over pathogenesen. (3,50 kr.).
1957. 299. — Proteinbehov og proteinsyntese ved fosterdannelse hos drøvtyggere. (8,00 kr.).
1959. 311. — Studier over pattegrises vækst og ernæring. I. Tilvækst og foderforbrug fra 5. til 64. dag samt kvælstofomsætningen fra 26. til 64. dag hos kunstigt ernærede pattegrise. (2,00 kr.).
1960. 319. — Undersøgelser over nysesyge og dens årsager. (3,00 kr.).
1960. 320. — Studier over pattegrises vækst og ernæring. II. Tilvækst og foderforbrug samt kvælstof-, fosfor- og calciumomsætningen hos kunstigt ernærede pattegrise i alderen fra 5. til 35. dag. (2,50 kr.).
1960. 322. — Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ. 1. Fordøjelseskanalen hos høns samt metodiske problemer ved gennemførelsen af fordøjelighedsforsøg (3,50 kr.).
1960. 326. — Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ. 2. Forsøg med byg. Forholdet mellem mængden af fordøjede stoffer og omsættelig energi (3,50 kr.).