

322. beretning fra forsøgslaboratoriet

*Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg*

---

# Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ

1. Fordøjelseskanalen hos høns samt metodiske problemer ved gennemførelsen af fordøjelighedsforsøg

## Digestibility Trials with Poultry

1. The digestion tract of the hen, and the technical problems, associated with the performance of digestibility trials

At

*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*, Hjerm, —  
(valgt af De samvirkende danske Landboforeninger),  
konsulent *Henning Rasmussen*, Aarhus,  
husmand *Alfred Richardt*, Ll. Torøje, Fakse,  
(valgt 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, landbrugskandidat *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:

**Rolighedsvej 25, København V.**

Tlf. Luna 1100 (omst.).

322. beretning fra forsøgslaboratoriet

*Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg*

---

# Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ

1. Fordøjelseskanalen hos høns samt metodiske problemer ved gennemførelsen af fordøjelighedsforsøg

## Digestibility Trials with Poultry

1. The digestion tract of the hen, and the technical problems, associated with the performance of digestibility trials

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 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Indledning</b> .....                                                                                                      | 3    |
| <br><b>I. Fordøjelseskanaalen og dens funktioner hos fugle</b> .....                                                         | 4    |
| A. Indledning .....                                                                                                          | 4    |
| B. Næb og mundhule .....                                                                                                     | 4    |
| C. Spiserør og kro .....                                                                                                     | 5    |
| D. Kirtel- og muskelmave .....                                                                                               | 6    |
| E. Tyndtarm, pankreas og galdeblære .....                                                                                    | 7    |
| F. Blindtarme .....                                                                                                          | 9    |
| G. Endetarm og kloak .....                                                                                                   | 9    |
| H. Foderets gennemgangshastighed i fordøjelseskanaalen .....                                                                 | 10   |
| <br><b>II. Tidligere forsøg og metoder til bestemmelse af fodermidlernes fordøjelighed og energetiske næringsværdi</b> ..... | 11   |
| A. Indledning .....                                                                                                          | 11   |
| B. Metodik ved fordøjelighedsforsøg med høns .....                                                                           | 14   |
| C. Bestemmelse af proteinstoffernes fordøjelighed .....                                                                      | 14   |
| <br><b>III. Egne undersøgelser</b> .....                                                                                     | 17   |
| A. Analysering af foder og stofskifteprodukter .....                                                                         | 17   |
| B. Bestemmelse af protein i fæces .....                                                                                      | 22   |
| C. Forperiodens længde og variationer i den dagligt udskilte gødningsmængde .....                                            | 30   |
| <br><b>IV. Sammenfatning</b> .....                                                                                           | 41   |
| <br><b>V. English Summary</b> .....                                                                                          | 43   |
| <br><b>VI. Litteraturliste</b> .....                                                                                         | 49   |
| <br><b>VII. Hovedtabeller (Main-Tables)</b> .....                                                                            | 51   |

## Indledning.

I eftersommeren 1956 er der ved forsøgslaboratoriets dyrefysiologiske afdeling påbegyndt nogle forsøg med fjerkræ, der tænkes fortsat som en serie af forsøg i de kommende år.

Der er ikke foretaget fordøjelighedsforsøg med fjerkræ ved den dyrefysiologiske afdeling forud for 1956. Dette har medført en række problemer i forbindelse med overvejelser over den teknik, der med det bedste resultat kan anvendes ved fordøjeligheds- og balanceforsøg.

Problemerne vedrørende fodermidlernes energetiske næringsværdi til fjerkræ er i øvrigt i højere grad af principiel end af teknisk eller metodisk karakter. Det vil være umiddelbart indlysende, at en anvendelse af den skandinaviske foderenhed (f.e.) til en vurdering af fodermidlernes energetiske næringsværdi til fjerkræ ikke tjener formålet. Beregningen af en foderblandings indhold af skandinaviske f.e. foretages på grundlag af de fordøjelseskoefficienter, der er fundet ved forsøg med kvæg. På grund af den anatomiske forskel på fordøjelseskanalen hos kvæg og fjerkræ vil der hos disse dyrearter være en meget væsentlig forskel på fordøjelseskoefficienterne for nogle af fodermidlernes næringsstoffer. Nærværende beretning giver i 1. afsnit nogle træk af fordøjelseskanalen og dens funktioner hos fugle. I 2. afsnit omtales en del af de metoder, der af forskellige forskere er benyttet ved fordøjelighedsforsøg med fjerkræ. 3. afsnit indeholder en redegørelse for egne forsøg til belysning af forskellige metodiske problemer.

## I. Fordøjelseskanaalen og dens funktioner hos fugle.

### A. Indledning.

Der er ikke iøjnefaldende forskelle i fordøjelsesprocessernes kvalitative forløb hos fugle og enmavede pattedyr. Den relative størrelse af hønseens fordøjelseskanaal sammenlignet med fordøjelseskanaalen hos svin og kvæg kan angives ved tyndtarmafsnittets længde i forhold til dyrenes vægt. Hønsene har i absolutte mål en kort tarmkanaal, men udtrykt i relation til vægten er den længere end hos svin og kvæg. Kyllinger med en legemsvægt på 350 og 550 g har henholdsvis ca. 250 og ca. 150 cm tyndtarm pr. kg legemsvægt, medens en udvokset høne har ca. 100 cm tyndtarm pr. kg legemsvægt. En gris på 45 kg og en ko på 550 kg har henholdsvis ca. 35 og ca. 15 cm tyndtarm pr. kg legemsvægt.

De vigtigste organer i forbindelse med fordøjelsesprocesserne hos høns er næb, mundhule, spiserør, kro, kirtelmave (kråse), tyndtarm, pankreas, galdeblære, tyktarm og blindtarme.

Fordøjelseskanaalen består generelt af 4 lag, nemlig 1) det ydre bindevævslag, der har forbindelse med bughinden, 2) den glatte muskulatur, der kan deles i et ydre længdeløbende lag og et indre cirkulært forløbende lag, 3) det submukøse bindevæv og 4) mukosa, der i almindelighed består af muskulatur, forskellige kirtler og et epitel.

### B. Næb og mundhule.

Overnæbbet kan bevæges i op- og nedgående retning, idet det er forbundet med kraniet ved en tynd, elastisk benplade. Undernæbbet er mere bevægeligt end overnæbbet, hvilket dels skyldes en forholdsvis løs ledforbindelse og dels det såkaldte ledben (kvadratbenet), der er indskudt mellem undernæb og hovedskal (3).

Næbbet tjener hovedsageligt til opsamling af foderet, og der foregår ikke som i munden hos de fleste pattedyr nogen mekanisk sønderdeling af foderbestanddelene. Tunge og mundhule er dækket af et flerlaget, skælligende epitel. Dette er tyndt på tungens underside, men tykt og hornagtigt på oversiden, særlig ved tungespidsen. I mundhulens epitel findes rørformede spytkirtler, der secernerer et mælkeagtigt sekret ( $\text{pH} = 6,8$ ). Det er påvist, at det nævnte sekret hos nogle fugle indeholder amylase og lipase. Da mundhulen ikke er forsynet med muskulatur, tvinges føde og vand ned i spiserøret, ved at fuglen løfter hovedet og derpå hurtigt kaster det fremefter.

Den pileformede tunge er i midten forsynet med et uparret ben, der forløber i tungsens længderetning og gør den en smule stiv. Tungebenet er omgivet af bindevæv, blod- og lymfekar samt nerver og spytkirtler. De sidstnævnte findes tillige i det submukøse bindevævslag på tunge, i mundhule og svælg.

Tungsens muskulatur udgør ikke nogen stor masse, i særdeleshed er tungespidsen i meget ringe grad forsynet med muskulatur. Den tilstedeværende muskulatur er imidlertid kraftig, og tungen benyttes ved sortering og optagelse af føde.

I mundhulens og tungsens slimhinde findes smagsløg, og det er ved forsøg vist, at høns er i stand til at udvælge føde og drikkevand efter indholdet af forskellige smagsstoffer (47). Det er endvidere således, at høns reagerer forskelligt over for det samme smagsstof i forskellige koncentrationer. Hønsenes smagsevne må derfor betegnes som meget fin. Ved forsøg med foder indeholdende f.eks. metionin er også iagttaget, at en ganske ubetydelig dannelse af svovlbrinte medfører, at høns og kyllinger ikke vil æde foderet (16).

Der er ikke hos fugle en tydelig adskillelse mellem mundhule og svælg. Blød gane findes ikke, og svælget regnes i almindelighed at strække sig fra en række papiller ved den bageste del af den hårde gane til en række papiller ved indgangen til spiserøret. I den øverste del af svælget udmunder det eustakiske rør med en uparret åbning, og i den nederste del er der en åbning til strubehovedet (27).

### C. Spiserør og kro.

Spiserøret er placeret bag ved luftrøret lidt forskudt til højre side. Der er en udvidelse (kroen) på det sted, hvor spiserøret når ned i brysthulen. Det ydre bindevævslag og længdemuskellaget i spiserøret er tynde, medens det cirkulære muskellag er kraftigt udviklet. Inden for disse lag findes det submukøse bindevævslag og inderst mod lysningen mukosa, der består af længdeløbende glat muskulatur, slimsecernerende (mukøse) kirtler og et flerlaget, skællignende epitel. Kroen har ganske samme opbygning bortset fra, at der ikke i denne findes mukøse kirtler.

Efter at synkningsprocessen er påbegyndt ved den karakteristiske bevægelse af hoved og hals, der er nævnt i det foregående, passerer føden videre gennem spiserøret ved hjælp af dettes peristaltiske bevægelser. Spiserørets epitel indeholder slimsecernerende kirtler. Sådanne findes også ved overgangen fra spiserør til kro, men ikke i selve kroens epitel. Der er ikke påvist nogen sekretion af enzymer i kroen, og dens vigtigste funktion antages at være en opblødning af foderet. Dette stemmer med, at kroen er veludviklet hos kornædende fugle, medens den f.eks. hos insektædende arter mangler fuldstændig. Andefugle har ikke nogen egentlig kro, men hos f.eks. ænder og gæs har den del af spiserøret, der ligger ved indgangen til brysthulen, en stor diameter, og der findes her talrige kirtler (37).

Ved nogle undersøgelser over fordelingen af foderet i fordøjelseskanalen er det vist, at 60 pct. af fodertørstoffet findes i kroen (53). Peroral indgift af 0,6 g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  til en gruppe høns, der derefter blev slagtet med en halv times mellemrum, viste, at der ikke efter en halv times forløb var fjernet væsentlige mængder  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  fra kroen, og først efter  $2\frac{1}{2}$  times forløb kunne der påvises spor af  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i kloaken (53). Passagen fra kroen til den øvrige del af tarmkanalen er også undersøgt ved anvendelse af radioaktive isotoper. Benyttes radioaktivt strontium, viser det sig, at ca. halvdelen resorberes i kroen i løbet af de første 10 minutter, medens resten dels resorberes under den videre transport i fordøjelseskanalen, og dels udskilles med fæces. Anvendelse af radioaktivt kalcium viser, at også dette mineralstof delvis resorberes i kroen (33, 37).

Kroen er centrum for hungerkontraktioner, og dens kontraktioner under fordøjelsesprocesserne har betydning for transporten af foderet.

#### D. Kirtel- og muskelmave.

Kirtelmaven har i hovedtrækkene samme opbygning som spiserøret, men har noget kraftigere muskulatur. Endvidere er kirtelvævet særdeles veludviklet. Epitelet består af søjleformede celler, der danner rørformede kirtler. I det mukøse lag under rørkirtlerne findes forgrenede kirtler, der består af et antal rørkirtler med udmunding i et fælles hulrum, som står i forbindelse med kirtelmavens lumen ved en kanal.

De forgrenede kirtler secernerer fordøjelsessvædske, hovedsageligt pepsin og saltsyre. Rørkirtlerne er slimsecernerende og medvirker til at give kirtelmavens inderside et slimet overtræk. Tilsvarende rørkirtler findes i muskelmaven, hvor de secernerer et stof, der giver muskelmavens epitel en hornagtig karakter.

Ved undersøgelser over foderets fordeling i mave-tarmkanalen hos høns har det vist sig, at der kun findes en meget ringe del af fodertørstoffet i kirtelmaven (53). Dette organ er da også af ringe størrelse, men dog af stor betydning. Kirtelmaven udskiller både enzymer og saltsyre, således at dette maveafsnit har nogenlunde samme funktion som maven hos de enmavede pattedyr. En tilførsel af histamin øger produktionen af saltsyre. Også andre stoffer har en sådan virkning, men histamin er et af de mest virksomme af de stoffer, der stimulerer saltsyreproduktionen. Visse forskere antager da også, at saltsyreproduktionen er meget nært forbundet med tilstedeværelsen af histamin. Hos nogle dyr er sekretionen af saltsyre kontinuerlig. Dette gælder i særlig grad for dyr, der æder næsten uafbrudt, og hvor fordøjelsesprocesserne ligeledes foregår kontinuerligt. Nogle fugle, som f.eks. kolibrier, er i meget høj grad afhængig af en sådan kontinuerlig fordøjelse, idet de sulter til døde ved at undvære føde i mere end tre timer. Sådanne fugle er i stand til at køle sig selv ned (nedsætte stofskiftet) om natten, hvorved de undgår sultedøden (8).



Ved kirtelmavens kontraktioner passerer fødebestanddelene videre til muskelmaven (kråsen). Denne har en kraftig muskeltvæg, der indvendig er beklædt med et hornagtigt epitel. Indholdet i muskelmaven er forholdsvis tørt og mere surt end indholdet i kirtelmaven. pH i kirtelmaven varierer fra 3,1 til 5,0, medens pH i muskelmaven varierer fra 2,8 til 4,4 (64). Gennemsnit for de to maveafsnit er henholdsvis  $\text{pH} = 4,4$  og  $\text{pH} = 3,9$ . Ændringer i foderet fra majsmeal (59 pct.) til melasse (53 pct.) udøver ringe indflydelse på pH (64). De her nævnte forhold sammenholdt med kirtelmavens ringe omfang tyder på, at de indledende proteolytiske spaltningsprocesser hovedsageligt foregår i muskelmaven.

Muskelmavens betydning er i øvrigt den at sønderdele de grovere foderpartikler. Der er intet, der tyder på, at muskelmavens indhold af grus er af væsentlig betydning for denne sønderdeling. Indholdet af grus i muskelmaven menes at have en beskyttende virkning på strukturen i dette maveafsnit, i særdeleshed i forbindelse med anvendelse af formalet foder (60). Dette sammenholdt med at gruset i muskelmaven medfører en – ganske vist ringe – forøgelse af fordøjelsen, særlig i forbindelse med uformalet foder, medfører nødvendigheden af, at dyr, der benyttes til fordøjelighedsforsøg, må have adgang til grus.

### E. Tyndtarm, pankreas og galdeblære.

Som tidligere nævnt har hønsefuglene et forholdsvis langt tyndtarm-afsnit, der strækker sig fra muskelmaven til blindsækkene. Fordøjelsen i tyndtarmen bliver hos fuglene reguleret af sekreter fra pankreas og galdeblære på samme måde som hos pattedyrene. Hos nogle fugle (f.eks. duer) mangler galdeblæren, medens den findes hos høns. Galdegangene indmunder sammen med udførselsgangene fra pankreas i det afsnit af duodenum, der er nærmest overgangen til den øvrige del af tyndtarmen. Galdegangene er ved indmundingsstedet forsynet med en ringformet lukkemuskel (20). Hos ænder indmunder udførselsgangene fra galdeblære og pankreas i det afsnit af duodenum, der er nærmest muskelmaven.

Epitelet i de egentlige tarmafsnit består af søjleformede celler. Det submukøse bindevæv er meget lidt udviklet. I hele tarmkanalens længde findes foruden villi (tarmtrevler) de såkaldte Lieberkühnske kirtler. Det er slimsecernerende kirtler, der udmunder mellem villi og er dannet af de søjleformede epitelceller som uforgrenede rør. De såkaldte Brunnerske kirtler (duodenalkirtler), der findes i duodenum hos pattedyr, er ikke påvist hos fugle (27). Der er i duodenum et længdeløbende muskellag i mukosa; det submukøse bindevæv er svagt udviklet, men der er et kraftigt udviklet cirkulært forløbende muskellag og et tyndere længdeløbende muskellag.

I ileum er villi længere og tyndere, og det mukøse muskeltvæg består af et indre længdeløbende lag og et ydre cirkulært lag, der er nært forbundet med det cirkulære muskellag i den egentlige tarmmuskulatur. Tarmkanalens mukosalag indeholder endvidere lymfevæv.

Efter afgrænsningen mellem duodenum og den øvrige del af tyndtarmen er der ingen afgrænsede partier (11). Omtrent midtvejs på ileum findes rudimentet af blommesækkens tilhæftning. Dette rudiment danner skellet mellem forreste og bageste ileum, sidstnævnte er ved overgangen til endetarmen forbundet med to blindtarme.

Fødens transport i tyndtarmen sker ved hjælp af peristaltiske bevægelser, der hovedsageligt forløber aboralt (41). Dette er vist ved forsøg med udtagne tarmafsnit og ved indsættelse af balloner i tarmene (22). Da der i maven kan findes enzymer fra tyndtarmen, må der dog også kunne forekomme adskillige peristaltiske bevægelser. Der er ligeledes påvist pendulbevægelser; disse er mest udtalte i tyndtarmafsnittet og svagest i duodenum og blindsækkene (59).

Forsøg med tilskud af 10 p.p.m. penicillin og aureomycin til  $2\frac{1}{2}$  til  $3\frac{1}{2}$  uge gamle kyllinger har ligeledes vist, at disse antibiotika forøger hastigheden af foderets passage gennem mave-tarmkanalen (35). Mange kemiske forbindelser påvirker tarmkanalens peristaltik. Der er ofte tale om en hæmning. Det er påvist, at penicillin og aureomycin i koncentrationer 1 : 10 000 og 1 : 5000 har stimulerende virkning på de peristaltiske bevægelser i isolerede tarmafsnit fra frøer (48).

Ved undersøgelser af resorptionen i tyndtarmen hos kyllinger er det vist, at tilførsel af penicillin medfører en højere resorption af L-lysin mærket med kulstof-14 (10). I alle forsøg (10) var tyndtarmens vægt lavere hos de hold, der fik penicillin end hos kontrolholdene. Tilførsel af penicillin med foderet bevirker en forøgelse af den hastighed, hvormed foderet passerer tarmkanalen. Gennemsnitlig er foderet uden penicillin 195 minutter om at passere tarmkanalen hos kalkuner. Tilføres penicillin (50 mg/kg foder) med foderet, er det tilsvarende tidsrum 177 minutter (30).

Ved forsøg udført med kyllinger i alderen 4 til 10 uger er der foretaget undersøgelser over forskellige foderblandingers indflydelse på pH i forskellige afsnit af tarmkanalen (44). Før pH-målingerne blev foretaget, fik kyllingerne lejlighed til at fylde fordøjelseskkanalen med foder, hvorfor det må antages, at udskillelsen af fordøjelsessekreter har været maksimal.

Måling af pH blev foretaget ved at anbringe pH-metrets elektroder direkte i det udtagne tarmstykke indhold, uden at dette blev fortyndet. Der var i forbindelse med forskellig fodring nogen variation i pH for de forskellige afsnit. Variationen var størst i den bageste del af tarmkanalen, hvilket fremgår af følgende sammenstilling:

Brintionkoncentrationen i forskellige tarmafsnit (44).

|                            | pH        | $\text{CH}^+ \cdot 10^6$ |
|----------------------------|-----------|--------------------------|
| Duodenum .....             | 6.13–6.51 | 0.74–0.31                |
| Ileum (forreste del) ..... | 5.85–6.41 | 1.41–0.39                |
| Ileum (bageste del) .....  | 6.15–7.41 | 0.71–0.04                |
| Cecum .....                | 5.12–6.82 | 7.58–0.15                |

En tilførsel af 15 pct. animalsk fedt med foderet medfører en lille stigning i brintionkoncentrationen, der for duodenum svarer til et fald i pH på ca. 0,2 (44). Tilførsel af 20 pct. vallepulver medfører en stor forøgelse af brintionkoncentrationen i blindtarmene svarende til et fald i pH på ca. 1,0 (44). Tilførsel af majsolie øger ligeledes brintionkoncentrationen i blindtarmene svarende til et fald i pH på ca. 0,8 og ca. 0,2 for foderblandinger med henholdsvis 20 og 30 pct. protein. Tilførsel af penicillin og klortetracyclin har ikke nogen tydelig virkning på pH i de forskellige tyndtarm-afsnit (44).

Der er således ingen tvivl om, at foderets sammensætning i nogen grad øver indflydelse på pH i de forskellige afsnit af fordøjelseskanaalen og dermed på dyrenes evne til at fordøje næringsstofferne. Det er derfor vigtigt, at fordøjelighedsbestemmelser foretages ved anvendelse af et alsidigt sammensat grundfoder, hvortil forsøgsfoderet gives som tilskud.

### F. Blindtarme.

Endetarm og blindtarme er ligesom de øvrige tarmafsnit forsynet med villi. Blindtarmenes villi er meget korte, og de Lieberkühnske kirtler i disse tarmafsnit er mindre veludviklede end i de øvrige tarmafsnit.

Hos nogle fugle er blindtarmene som den øvrige del af tarmkanalen forsynet med de foran omtalte muskellag, nemlig et længdeløbende lag, et ringløbende lag og det i mukosa liggende længdeløbende lag (38).

Størrelsen af blindtarmene står i relation til fuglenes føde. Planteædere har i almindelighed større blindtarme end kødædere. Dette gælder dog ikke altid, idet f.eks. uglen har en stor duen en lille blindtarm (41).

Blindtarmene er hos høns relativt store. De forekommer parvis og er omkring 12 cm lange. Der forekommer i blindtarmene et større antal mikroorganismer end i den øvrige del af tarmkanalen (54). Hos nyudrugede kyllinger er antallet lavt; men det stiger ret hurtigt og i særdeleshed efter fodring.

### G. Endetarm og kloak.

Det sidste tarmafsnit (endetarmen) hos fugle opdeles ikke som hos pattedyrene i tyktarm og endetarm. Endetarmen er meget kort og er ved indmunding i kloaken forsynet med en ringmuskel, der kun er åben under defækationen.

Det kan ikke antages, at der i endetarmen sker nogen videre omdannelse af fødebestanddelene, idet disse meget hurtigt efter at være transporteret hertil fra tynd- og blindtarmafsnittene udskilles gennem kloaken (55).

Defækationen hos fugle foregår ikke som hos pattedyr under anvendelse af bugmuskulaturen (45). Derimod benytter fuglene sig af deres åndedræts-system, idet luftsækkene i bughulen ved en kraftig indånding udøver et tryk på tarmvæggen, hvorved muskulaturen i denne stimuleres og presser fæces ud gennem endetarmsåbning og kloak.

## H. Foderets gennemgangshastighed i fordøjelseskana-len.

Dette spørgsmål er naturligvis vigtigt i forbindelse med gennemførelsen af fordøjelighedsforsøg. Ved en række undersøgelser over dette spørgsmål er der foretaget bestemmelser af forskellige forholds indflydelse på den hastighed, hvormed føden passerer gennem fordøjelseskana-len. Som nævnt i det foregående har tilskud af penicillin en stimulerende virkning på tarmperistaltik og foderets gennemgangshastighed (30).

Ved forsøg med forskellige fodermidler er det vist, at en iblanding af fedt medfører nedsat gennemgangshastighed. Behandles dyrene, så de bliver nervøse, f.eks. ved flytning til et nyt rum, forøges gennemgangshastigheden (63). Undersøgelser foretaget med  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  har vist, at dyrenes fysiologiske tilstand har betydning for foderets passage af tarmkana-len. Således formindskes gennemgangshastigheden, når høner er i æglægning (53).

I almindelighed vil den første udskillelse af et tilført foder begynde efter ca. 3 timers forløb (30, 53). For gennemførelsen af fordøjelighedsforsøg er det imidlertid vigtigere at have kendskab til den tid, det tager, før et givet foder er fuldstændig udskilt fra tarmkana-len. Undersøgelser herover kan foretages ved hjælp af farvestoffer. Visse farvestoffer har dog en uheldig virkning, idet de medfører irritation af tarmslimhinden. Det gælder f.eks. gentianviolet og metylenblåt (6). Farvestoffer, der opløses, har endvidere tilbøjelighed til at passere tarmkana-len hurtigere end foderets faste partikler (6). Det vil derfor være bedst at udføre sådanne forsøg med uopløselige stoffer som f.eks. kromioxyd ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) eller baryt ( $\text{BaSO}_4$ ).

Ved forsøg, hvor høns blev fodret med havre opblandet med baryt, viste røntgen-målinger, at et sådant foder praktisk taget forsvinder fra tarmkana-len i løbet af et døgn (29). I overensstemmelse hermed er det iagttaget, at kroen, der indeholder mere end halvdelen af fordøjelseskana- lens fødebestanddele (53), tømmes i løbet af forholdsvis kort tid (32). En foder-mængde på 50 g passerer således kroen i løbet af 10–15 timer.

Forsøg udført med uformalet havre under anvendelse af fuchsin som indikator (41) har vist, at det først fortærede foder ved en enkelt fodring viser sig hurtigere i fæces end den del af foderet, der fortæres noget senere. Den første tilsynekomst i fæces var henholdsvis efter ca. 3 og ca. 5 timer, medens den tid, der hengik, inden alle farvede bestanddele var udskilt, var på henholdsvis ca. 3 og ca. 6 dage. Udføres forsøget på tilsvarende måde med blødfoder (kartoffelgrød), er der ikke stor forskel på gennemgangshastigheden for det først fortærede og det noget senere fortærede foder. Tidspunktet for den første tilsynekomst i fæces er i begge tilfælde ca. 3 timer, medens den tid, der hengår, før alt det farvede blødfoder er udskilt, er henholdsvis 2 og 3 dage.

Disse forsøg viser, at visse foderbestanddele vil kunne forblive i tarmkana-len i op til 6 døgn. Den største del af en given foder-mængde vil være forsvundet efter ca. 2 døgn forløb (6).

## II.

### Tidligere forsøg og metoder til bestemmelse af fodermidlernes fordøjelighed og energetiske næringsværdi.

#### A. Indledning.

En rationel fjerkræavl kræver en rationel fodring. Forudsætningen herfor er et indgående kendskab til de enkelte fodermidlers indhold af fordøjelige næringsstoffer og deres energetiske næringsværdi.

Ved undersøgelser af disse forhold med forskellige fodermidler og forskellige dyr kan man benytte sig af forskellige metoder. For dem alle gælder, at der må tages hensyn til de fysiologiske egenskaber, der karakteriserer forsøgsdyrene. Fordøjelseskanalets fysiologi, der for hønsenes vedkommende er beskrevet i det foregående afsnit, vil således både være afgørende for den nødvendige længde af forperioden og for den teknik, der skal benyttes ved opsamling og adskillelse af urin og fæces.

De i tabel 1 anførte fordøjelseskoefficienter er gennemsnitstal af de i litteraturen fundne opgivelser (1, 2, 4, 5, 7, 9, 13, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 31, 39, 42, 43, 46, 50, 56, 57, 58, 61, 62). Der vil ved forsøg med de enkelte fodermidler, der er nævnt i tabel 1, kunne forekomme afvigelser fra de opgivne gennemsnitstal. Dette er et almindeligt kendetegn for alle gennemsnitstal. Det gør sig imidlertid særligt gældende for fordøjelseskoefficienter. Grunden hertil er, at dyrkningsbetingelser og behandlingsmetoder spiller en væsentlig rolle for fordøjeligheden af de enkelte fodermidlers næringsstoffer. Alligevel vil de i tabel 1 anførte tal udmærket kunne benyttes ved vurdering af fodermidlernes næringsværdi til høns. I udlandet benytter man i stor udstrækning disse eller tilsvarende tal til det nævnte formål.

Kun såfremt man ved omhyggelige og grundige fordøjelighedsforsøg med mange partier af f.eks. byg eller et andet fodermiddel finder, at den gennemsnitlige fordøjelseskoefficient afviger fra den i tabel 1 anførte, bør en ændring foretages. Sådanne undersøgelser vil kræve mange års intensiv forsøgsvirksomhed.

Tabel 1. Gennemsnitstal af fordøjelseskoefficienter hos høns.\*)

Table 1. The average digestibility coefficients for hens.

| Foderstof<br>(Foodstuffs)                           | Fordøjelseskoefficienter<br>(Digestibility coefficients) |                       |                                                    |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|
|                                                     | Råprotein<br>(Crude protein)                             | Råfedt<br>(Crude fat) | N-fri ekstrakt-<br>stoffer<br>(N-free<br>extracts) |
| <b>Korn og frøsorter:</b><br>(Grain and seed types) |                                                          |                       |                                                    |
| Byg (Barley) .....                                  | 77                                                       | 52                    | 83                                                 |
| Hvede (Wheat) .....                                 | 78                                                       | 47                    | 89                                                 |
| Havre (Oats) .....                                  | 72                                                       | 82                    | 71                                                 |
| Rug (Rye) .....                                     | 69                                                       | 36                    | 86                                                 |
| Majs (Maize) .....                                  | 81                                                       | 86                    | 90                                                 |
| Boghvede (Buckwheat) .....                          | 64                                                       | 88                    | 86                                                 |
| Dari (Milo) .....                                   | 86                                                       | 76                    | 94                                                 |
| Ris (Rice) .....                                    | 76                                                       | 77                    | 86                                                 |
| Hirse (Millet) .....                                | 83                                                       | 86                    | 89                                                 |
| Hørfrø (Linseed) .....                              | 90                                                       | 93                    | 60                                                 |
| Jordnødder (Groundnut) .....                        | 80                                                       | 78                    | 84                                                 |
| Sojabønner (Soya bean) .....                        | 80                                                       | 83                    | 77                                                 |
| Ærter (Peas) .....                                  | 75                                                       | 71                    | 77                                                 |
| <b>Mølleriprodukter:</b><br>(Milled products)       |                                                          |                       |                                                    |
| Hvedekim (Wheat germ) .....                         | 86                                                       | 87                    | 76                                                 |
| Hvedeklid (Wheat bran) .....                        | 63                                                       | 56                    | 52                                                 |
| Hvedestrømel (Wheat flour middlings) .....          | 72                                                       | 65                    | 61                                                 |
| Majsglutenfoder (Maize gluten feed) .....           | 76                                                       | 62                    | 53                                                 |
| Majsglutenmel (Maize gluten meal) .....             | 81                                                       | 55                    | 57                                                 |
| Majsmel (Maize meal) .....                          | 80                                                       | 88                    | 89                                                 |
| <b>Oliekager (skrå):</b><br>(Oil cakes (crushed))   |                                                          |                       |                                                    |
| Bomuldsfrøkager, afskallede .....                   | 80                                                       | 86                    | 84                                                 |
| (Cotton seed cake (decorticated))                   |                                                          |                       |                                                    |
| Bomuldsfrøkager, delvis afskallede .....            | 70                                                       | 70                    | 69                                                 |
| (Cotton seed cake (partly decorticated))            |                                                          |                       |                                                    |
| Bomuldsfrøskrå (Cotton seed oil meal) .....         | 80                                                       | 48                    | 78                                                 |
| Hørfrøkager (Linseed cake) .....                    | 81                                                       | 75                    | 73                                                 |
| Hørfrøskrå (Linseed meal) .....                     | 84                                                       | 61                    | 75                                                 |
| Jordnødkager, afskallede .....                      | 82                                                       | 81                    | 82                                                 |
| (Groundnut cake (decorticated))                     |                                                          |                       |                                                    |
| Jordnødkager, delvis afskallede .....               | 71                                                       | 69                    | 70                                                 |
| (Groundnut cake (partly decorticated))              |                                                          |                       |                                                    |
| Jordnødskrå (Groundnut meal) .....                  | 82                                                       | 65                    | 81                                                 |
| Kokoskager (Coconut cake) .....                     | 65                                                       | 86                    | 67                                                 |
| Kokoskrå (Coconut meal) .....                       | 70                                                       | 66                    | 66                                                 |
| Palme kager (Palm-kernel cake) .....                | 69                                                       | 77                    | 77                                                 |
| Palmeskrå (Palm-kernel oil meal) .....              | 71                                                       | 60                    | 77                                                 |

Fordøjelseskoefficienter  
(Digestibility coefficients)

| Oliekager (skrå):<br>(Oil cakes (crushed))  | Råprotein<br>(Crude protein) | Råfedt<br>(Crude fat) | N-fri ekstrakt-<br>stoffer<br>(N-free<br>extracts) |
|---------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|
| Rapskager (Rape seed cake) .....            | 79                           | 81                    | 80                                                 |
| Rapsskrå (Rape seed oil meal) .....         | 81                           | 63                    | 78                                                 |
| Solsikkekager, afskallede .....             | 82                           | 84                    | 86                                                 |
| (Sunflower seed cake (decorticated))        |                              |                       |                                                    |
| Solsikkekager, delvis afskallede .....      | 70                           | 74                    | 77                                                 |
| (Sunflower seed cake (partly decort.))      |                              |                       |                                                    |
| Solsikkeskrå (Sunflower seed oil meal) .... | 72                           | 60                    | 77                                                 |
| Sojakager (Soya bean cake) .....            | 82                           | 82                    | 80                                                 |
| Sojaskrå (Soya bean meal) .....             | 85                           | 65                    | 79                                                 |

Animalske foderstoffer:  
(Animal foodstuffs)

|                                      |    |    |    |
|--------------------------------------|----|----|----|
| Blodmel (Blood meal) .....           | 91 | 87 | 50 |
| Fiskemel (Fish meal) .....           | 89 | 91 |    |
| Hvalmel (Whale meal) .....           | 88 | 90 |    |
| Kødbenmel (Meat and bone meal) ..... | 84 | 91 |    |
| Levermel (Liver meal) .....          | 65 | 91 |    |
| Rejemel (Shrimp meal) .....          | 60 | 87 |    |
| Sildemel (Herring meal) .....        | 91 | 92 |    |
| Torskemel (Cod meal) .....           | 89 | 89 | 77 |
| Tørgær (Dried yeast) .....           | 86 | 60 |    |
| Tørmælk (Dried milk) .....           | 82 | 69 |    |
| Vallepulver (Whey powder) .....      | 79 | 72 |    |

Forskellige foderstoffer:  
(Various foodstuffs)

|                                            |    |    |    |
|--------------------------------------------|----|----|----|
| Lucernebladmæl (Alfalfa leaf meal) .....   | 67 | 60 | 45 |
| Lucernegrønmæl (Alfalfa meal (dehydrated)) | 57 | 55 | 43 |
| Lucernehønmæl (Alfalfa hay meal) .....     | 57 | 45 | 37 |
| Kartofler (Potatoes) .....                 | 64 | —  | 85 |
| Maltspirer (Germinated malt) .....         | 75 | 70 | 74 |
| Melasse (Molasses) .....                   | 68 | —  | 83 |
| Mask (Spent grains) .....                  | 74 | 65 | 79 |
| Roer (Roots) .....                         | 67 | —  | 85 |

\*) En del af talmaterialet i tabel 1 er samlet og stillet til rådighed af laboratorieførstander, civilingeniør E. Askøe, fa. Elias B. Muus, Odense. Afdelingen vil med tak modtage henvendelser fra interesserede, der får kendskab til fordøjelseskoefficienter, der afviger fra de her anførte.

## B. Metodik ved fordøjelighedsforsøg med høns.

Ved fordøjelighedsforsøg med høns kan man anvende bure af vidt forskellig konstruktion. Fælles for alle typer af bure må være, at gødningen kan opsamles kvantitativt, og at foder- og vandspild undgås. Vand gives ad libitum, idet dyrene under normale forhold ikke indtager vand i så varierende mængder, at dette får nogen virkning på foderets fordøjelighed.

De fordøjelighedsforsøg, der er gennemført med høns, har vist, at der ikke er nogen forskel på de forskellige racers evne til at fordøje og resorbere fodermidlernes næringsstoffer. Forsøgsdyrenes køn og alder synes heller ikke at have nogen afgørende betydning for fordøjelsen (13).

Fordøjelighedsforsøg med høns er i mange tilfælde udført med en forperiode på 4–5 dage og en forsøgsperiode på 6–10 dage (5, 13). I nogle forsøg er en tømning af tarmkanalen praktiseret, idet forsøgsdyrene inden forperioden er sultet i 1–2 døgn (5).

Det man i almindelighed forstår ved forperioden i et forsøg, er en periode, i hvilken der gives samme slags foder og samme fodermængde som i forsøgsperioden. Man opnår herved, at forsøgsdyrets fordøjelseskana l vænnes til forsøgsfoderet, inden den egentlige forsøgsperiode begynder.

Efter de i litteraturen refererede undersøgelser opholder træstoffractionen sig i tarmkanalen i forholdsvis lang tid. Dette medfører en vis usikkerhed i bestemmelsen af træstoffets fordøjelighed. Det fremhæves af nogle forfattere, at man ved at anvende en teknik, hvor der gives et fuldstændig træstoffrit foder i en for- og efterperiode, kan opnå en nøjagtigere bestemmelse af et givet fodermiddels indhold af fordøjeligt træstof (28, 40).

Træstoffrit foder i for- og efterperioden medfører, at man kan bestemme træstoffets fordøjelighed som differencen mellem den totale træstofmængde, der er tilført og udskilt i forsøgs- og efterperioden, idet fordøjelseskana len ved slutningen af for- og efterperioden er tømt for træstof (28).

Ved forsøg til bestemmelse af fordøjeligheden af træstof kan man sikkert med fordel benytte sig af såvel en sulteperiode forud for forsøget som en for- og efterperiode med træstoffrit foder. Ved fordøjelighedsforsøg i almindelighed må en mere normal fodring af dyrene både før og under forsøget være at foretrække.

## C. Bestemmelse af proteinstoffernes fordøjelighed.

Da den ufordøjelige del af fodermidlernes næringsstoffer udskilles med fæces, har man defineret den fordøjede mængde af et givet næringsstof som differencen mellem foderets og gødningens indhold af det pågældende næringsstof. Dette medfører, at en bestemmelse af fordøjeligheden for de næringsstoffer, der forekommer både i urin og fæces, kræver en adskillelse af disse udskillelsesprodukter. Kulhydrater og fedtstoffer findes i urinen i så små mængder, at det i denne forbindelse er uden betydning. Ganske



anderledes er forholdet for de kvælstofholdige stoffer, hvor en omhyggelig adskillelse af urin og fæces er nødvendig for at opnå en pålidelig bestemmelse af den fordøjede proteinmængde.

En sådan adskillelse er vanskelig hos alle dyr, men på grund af hønse-nes anatomiske bygning, er den her i særlig grad vanskeliggjort, idet urin og fæces blandes ved udskillelsen gennem kloaken.

Adskillelsen af fæces og urin kan udføres efter to principielt forskellige metoder, nemlig 1) ved kunstig anus (anus præternaturalis) og 2) ved analytisk-kemisk adskillelse.

#### Kunstig anus.

Ved denne metode foretages en operation, således at der dannes en kunstig udførselsgang for fæces. Operationen kan foretages ved at gennemskære bugvæggen, efter at fjerene i forvejen er fjernet. Derefter trækkes en sløjfe af endetarmen ud gennem hullet i bugvæggen (fig. 1). Endetarmen underbindes ca. 1 cm fra kloaken. Såfremt man ikke foretager en sådan underbinding, men i stedet skærer tarmen over, vil dyret ved et pres kunne krænge kloaken ud. På det sted, hvor underbindingen er foretaget, dannes en muskelring. Efter underbindingen syes endetarmens væg sammen med bughinden og serosa, så åbningen i bugvæggen lukkes, hvorefter endetarmen åbnes med et snit.

Efter en sådan operation kan der opnås en fuldstændig adskillelse af de to ekskretionsprodukter, idet urinen udskilles i en gummibeholder, der anbringes omkring kloaken. Gødningen, der udskilles gennem anus præternaturalis, opsamles på normal måde fra bakken under forsøgsdyrets bur.

Den kunstige anus medfører i reglen en nedsat peristaltik, hvilket kan forårsage forstoppelse, der forplanter sig gennem hele fordøjelseskanalen med det resultat, at kroens indhold bliver fast. Forstoppelsen kan ophæves ved at indgive dyret 0.5 g ammoniumsalt opløst i vand, samtidig med at kroen forsigtigt masseres. Ammoniumsalte fremmer de peristaltiske bevægelser og kan opblandet i foderet i en mængde på 0.5 g pr. dyr pr. dag anvendes som forebyggende middel mod forstoppelse hos dyr med anus præternaturalis.

I nogle tilfælde har man ved mikroskopiske undersøgelser fundet god overensstemmelse mellem fordøjelsens omfang bestemt på normale dyr og

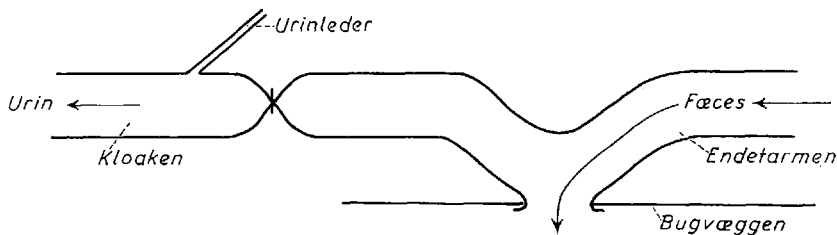


Fig. 1. Skitse over princippet ved fremstilling af kunstig anus (anus præternaturalis).

på dyr med kunstig anus. Det må dog fremhæves, at der hos sidstnævnte dyr er foretaget et så stort operativt indgreb, at dyrene ikke kan anses for at være normale forsøgsdyr (7). Den mekaniske adskillelse har imidlertid haft stor betydning for udforskningen af urinens sammensætning og dermed for udarbejdelsen af de analytiske metoder til adskillelse af urin- og fæceskvælstof.

Man har således fundet, at urinens N-holdige stoffer består af:

73 pct. urinsyre, hvoraf en del forekommer som ammoniumureat,

11 pct. urinstof,

7 pct. ammoniak,

9 pct. andre kvælstofforbindelser, herunder amider og en ringe mængde proteinstoffer,

og at de N-holdige stoffer i fæces består af:

92 pct. proteinstoffer,

8 pct. andre kvælstofforbindelser, herunder polypeptider og amider samt en ringe mængde ammoniak.

Endvidere har man fundet, at gødningen består af ca. 75 pct. urinkvælstof og ca. 25 pct. fæceskvælstof. Alle tallene er gennemsnitstal af et stort antal undersøgelser, idet tallene varierer meget fra dyr til dyr.

Af de i urinen forekommende kvælstofforbindelser er kun urinsyre og ammoniumureat tungtopløselige.

#### **Analytisk adskillelse af kvælstofholdige stoffer i urin og fæces.**

De metoder til analytisk adskillelse af kvælstofholdige stoffer i urin og fæces, der har været anvendt, kan deles i to grupper, nemlig:

- 1) metoder, hvor der foretages en kvantitativ bestemmelse af gødningens indhold af urinsyre og ammoniak, og
- 2) metoder, hvor gødningen underkastes en iltning, hvorved urinsyren nedbrydes til vandopløselige forbindelser, der frafiltreres sammen med de øvrige letopløselige kvælstofforbindelser i urinen.

Urinsyren bestemmes efter Katayama (13) ved at ekstrahere gødningen med 1 pct. piperazinoxidopløsning, hvorved urinsyren går i opløsning. Efter filtrering udfældes urinsyren som ammoniumsalt, og af kvælstoffet i det rensede ammoniumsalt beregnes urinsyremængden.

Efter Woodmann's metode fjernes størstedelen af gødningens farvestoffer ved ekstraktion med alkohol og æter. Herefter ekstraheres urinsyren med 5 pct. litiumhydroxydopløsning, og efter filtrering af ekstrakten udfældes urinsyren med ammoniumklorid som ammoniumureat. Dette omdannes ved hjælp af saltsyre til urinsyre, og mængden heraf bestemmes enten gravimetrisk eller ved kaliumpermanganattitrering. Titrering af ammoniumsaltet kan også foretages direkte.

Disse analysemetoder gav ikke tilfredsstillende resultater. Man forsøgte derfor at anvende natriumhydroxyd som ekstraktionsmiddel i stedet for litiumhydroxyd, ligesom man forsøgte at anvende ammoniumsulfat som

fældningsmiddel i stedet for ammoniumklorid. Da disse ændringer ikke gjorde resultaterne væsentligt bedre, er man efterhånden mere og mere gået over til iltningsmetoderne.

Det hyppigst anvendte urinsyreiltningsmiddel er salpetersyre, og fæces-N-bestemmelsen foretages her ved at opslemme gødningen i 80° C varmt vand og ilte med koncentreret salpetersyre ved 80° C i ca. 8 minutter (56). Herefter koges i et par minutter for at fjerne overskud af salpetersyre. Ved denne proces bliver urinsyren iltet til letopløselige forbindelser, der frafiltreres, efter at de ved processen opløste proteinstoffer er udfældet igen med fosforwolframsyre. Denne syre udfælder foruden proteinet også de i opløsningen værende polypeptider, der dels stammer fra gødningen, dels fra hydrolyse af proteinet. Ved denne metode bliver fæces-N derfor bestemt som gødningens indhold af protein- og polypeptidkvælstof.

Ved anvendelse af denne metode blev analyseresultaterne meget varierende, hvilket viste sig at skyldes fosforwolframsyrefældningens pH-afhængighed (57). Metoden blev derfor ændret, så opløsningen blev neutraliseret med natriumkarbonat og gjort sur med en bestemt mængde koncentreret svovlsyre inden fældning med fosforwolframsyre. Med denne ændring har metoden været anvendt i stor udstrækning blandt andet i Tyskland og med tilfredsstillende resultater, selv om en mindre del af proteinet ved opvarmning til 80° C i stærk sur vædske og efterfølgende kogning må antages at blive nedbrudt til kvælstofforbindelser, der ikke udfældes med fosforwolframsyre.

### III. Egne undersøgelser.

#### A. Analysering af foder og stofskifteprodukter.

For at kunne udføre et fordøjelighedsforsøg er det påkrævet at have kendskab til og kontrol med det tilførte foder og at foretage målinger af den udskilte gødningsmængde og sammensætning.

Hvis disse betingelser skal overholdes, må forsøgene gennemføres som beskrevet i det følgende. Det foder, der skal anvendes i forsøgsperioden, afvejes for hele perioden i enkelte portioner til hvert dyr. Herved sikrer man sig, at tørstofmængden er den samme uanset en eventuel ændring i tørstofprocenten.

En gennemsnitsprøve af foderet underkastes derefter en analyse for at få indholdet af de komponenter, der ønskes undersøgt i det pågældende forsøg, bestemt. Har analyseprøven undergået en findeling, udføres desuden en tørstofbestemmelse i det ikke findelte foder, så der ud fra de to tørstofbestemmelser kan foretages en omregning af de øvrige analysetal, så de svarer til foderets tilstand ved afvejningen. Dette er et meget vigtigt punkt, og der kan opstå ganske betydelige fejlvurderinger, såfremt der ikke tages hensyn hertil.

Dette fremgår meget tydeligt af tabel 2, der viser det procentiske indhold af tørstof før og efter finformaling på laboratoriekværn. Til trods for at der er tale om formalede foderstoffer med et relativt lavt vandindhold, ses det af tallene, at der går ret væsentlige vandmængder bort. For prøver med et vandindhold på 14 til 15 pct. kan op til 15 pct. af vandet fordampe ved finformalingen. For fodermidler med et vandindhold omkring 6 pct. sker der ikke noget vandtab, og såfremt vandindholdet er endnu lavere, vil der være en tendens til, at der optages vand.

**Tabel 2. Undersøgelse af tørstofændring i formalede foderstoffer ved finformaling på laboratoriekværn.**

*Table 2. Investigation of the alterations in dry matter of milled foodstuffs, finely ground in the laboratory mill.*

|                                                                                        |       | % Tørstof<br>(% dry matter)                           |                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                        |       | inden finformaling<br>(before being<br>finely ground) | efter finformaling<br>(after being<br>finely ground) |
| Kornblanding I, O <sub>II</sub> (Cereal mixture)                                       | ..... | 86.42                                                 | 88.23                                                |
| » II, » » »                                                                            | ..... | 85.40                                                 | 87.28                                                |
| » III, » » »                                                                           | ..... | 85.68                                                 | 87.99                                                |
| » IV, » » »                                                                            | ..... | 86.16                                                 | 87.69                                                |
| » V, » » »                                                                             | ..... | 85.83                                                 | 87.71                                                |
| » VI, » » »                                                                            | ..... | 86.43                                                 | 88.78                                                |
| Sojaskrå I, » (Soya bean meal)                                                         | ..... | 91.20                                                 | 91.36                                                |
| » II, » » » »                                                                          | ..... | 91.64                                                 | 92.15                                                |
| » III, » » » »                                                                         | ..... | 91.21                                                 | 91.28                                                |
| » IV, » » » »                                                                          | ..... | 91.04                                                 | 91.47                                                |
| » V, » » » »                                                                           | ..... | 91.06                                                 | 91.40                                                |
| » VI, » » » »                                                                          | ..... | 91.43                                                 | 91.89                                                |
| Spray-pulver I, O <sub>II</sub> (Spray powder)                                         | ..... | 94.74                                                 | 94.52                                                |
| Spray-pulver II, O <sub>II</sub> , tørret ved 80°<br>(Spray-powder II, dried at 80°)   | ..... | 99.41                                                 | 98.81                                                |
| Roller-pulver I, O <sub>II</sub> (Roller-powder)                                       | ..... | 96.40                                                 | 96.17                                                |
| Roller-pulver II, O <sub>II</sub> , tørret ved 80°<br>(Roller-powder II, dried at 80°) | ..... | 99.51                                                 | 98.86                                                |
| Grundfoder D <sub>13</sub> (Basic food D <sub>13</sub> )                               | ..... | 89.17                                                 | 90.26                                                |
| Sojakager D <sub>13</sub> (Soya bean cake D <sub>13</sub> )                            | ..... | 92.17                                                 | 92.81                                                |

Det er ved mange institutioner almindeligt, at gødningen tørres forud for analyseringen. En sådan fremgangsmåde var også fra starten planlagt i forbindelse med gennemførelse af fordøjelighedsforsøg med høns ved den dyrefysiologiske afdeling. Inden påbegyndelsen heraf blev der foretaget en forsøgsrække til belysning af tørringens betydning. Der anvendtes til dette forsøg ialt 23 høns. Tørringen skete ved 60–70 ° C. Resultaterne er opført i tabel 3.

Det fremgår af disse forsøg, at der i nogle tilfælde sker et meget stort tab af kvælstofholdige bestanddele ved tørringen. Som det ses af sidste

**Tabel 3. Oversigt over tab af N-holdige stoffer ved tørring af hønsegødning.**  
**Table 3. Summary of the loss of N-containing compounds on drying hen droppings.**

| Dyr nr.<br>(Bird No.) | Fugtig gødning<br>(Moist droppings) |                         | Tørret gødning<br>(Dry droppings) |                                                                                                   | Tab af kvælstof<br>ved tørring<br>(Loss of nitrogen<br>on drying) |                                |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                       | Kvælstof<br>(Nitrogen)              | Tørstof<br>(Dry matter) | Tørstof<br>(Dry matter)           | Kvælstof<br>(Nitrogen)                                                                            |                                                                   |                                |
|                       | %                                   | %                       | %                                 | best. i fugtig<br>gødning<br>(calculated<br>from the de-<br>termination<br>in moist<br>droppings) | direkte<br>bestemt<br>(direct<br>deter-<br>mination)              | % af indhold<br>(% of content) |
| 1                     | 1.07                                | 14.12                   | 93.22                             | 7.06                                                                                              | 6.27                                                              | 11                             |
| 2                     | 0.447                               | 6.40                    | 91.66                             | 6.40                                                                                              | 2.47                                                              | 61                             |
| 3                     | 1.58                                | 23.42                   | 93.82                             | 6.33                                                                                              | 6.30                                                              | 0                              |
| 4                     | 1.38                                | 23.02                   | 94.19                             | 5.65                                                                                              | 5.69                                                              | 0                              |
| 5                     | 1.29                                | 23.52                   | 94.09                             | 5.16                                                                                              | 5.38                                                              | 0                              |
| 6                     | 0.939                               | 15.79                   | 93.72                             | 5.57                                                                                              | 5.16                                                              | 7                              |
| 7                     | 1.14                                | 19.85                   | 93.49                             | 5.37                                                                                              | 5.15                                                              | 4                              |
| 8                     | 1.29                                | 19.89                   | 93.36                             | 6.06                                                                                              | 6.03                                                              | 0                              |
| 9                     | 1.44                                | 22.48                   | 93.74                             | 6.00                                                                                              | 5.86                                                              | 2                              |
| 10                    | 1.10                                | 16.25                   | 93.56                             | 6.33                                                                                              | 5.59                                                              | 12                             |
| 12                    | 0.952                               | 15.86                   | 93.29                             | 5.60                                                                                              | 4.57                                                              | 8                              |
| 13                    | 0.862                               | 19.25                   | 93.72                             | 4.20                                                                                              | 4.10                                                              | 2                              |
| 14                    | 1.40                                | 26.31                   | 94.22                             | 5.01                                                                                              | 4.87                                                              | 3                              |
| 15                    | 0.629                               | 10.16                   | 92.75                             | 5.74                                                                                              | 4.16                                                              | 28                             |
| 16                    | 0.701                               | 13.42                   | 94.19                             | 4.92                                                                                              | 3.79                                                              | 23                             |
| 17                    | 1.25                                | 22.21                   | 94.00                             | 5.29                                                                                              | 5.29                                                              | 0                              |
| 18                    | 1.13                                | 16.51                   | 93.57                             | 6.40                                                                                              | 5.66                                                              | 12                             |
| 19                    | 1.44                                | 23.17                   | 93.83                             | 5.83                                                                                              | 5.59                                                              | 4                              |
| 20                    | 0.902                               | 17.08                   | 93.42                             | 4.93                                                                                              | 3.43                                                              | 30                             |
| 21                    | 1.07                                | 19.19                   | 93.91                             | 5.24                                                                                              | 4.88                                                              | 7                              |
| 22                    | 1.28                                | 21.87                   | 94.29                             | 5.52                                                                                              | 5.39                                                              | 2                              |
| 23                    | 0.950                               | 17.85                   | 93.77                             | 4.99                                                                                              | 4.50                                                              | 10                             |
| 24                    | 1.10                                | 21.71                   | 94.32                             | 4.78                                                                                              | 4.82                                                              | 0                              |

kolonne i tabel 3, varierer tabet fra 0 til 61 pct. af gødningens totale indhold af N-holdige stoffer.

Dette må tages som en meget alvorlig advarsel mod at foretage en tørring af gødningen før analyseringen. Det kan her nævnes, at man f.eks. ved forsøg, hvor der foretages sammenligning mellem mængden af fordøjede næringsstoffer og omsættelig energi, må korrigere til kvælstofflge-vægt. En sådan korrektion vil i meget høj grad kunne være fejlbehæftet, når kvælstofbalancen er beregnet på grundlag af analysering af tørrede gødningsprøver.

Endvidere vil tørringen i nogle tilfælde kunne bevirke, at tørstoffets sammensætning ændres, hvorfor den nødvendige omregning til gødningens oprindelige tilstand, der foretages på grundlag af tørstofindholdet før og

efter tørring, vil kunne give et meget stærkt fejlbehæftet resultat for en række forskellige stoffers vedkommende.

Det vil ved tilsætning af saltsyre være muligt at hindre tab af kvælstof. Dette vil imidlertid ikke være nogen god løsning, idet en efterfølgende bestemmelse af ufordøjeligt protein (se senere) da vil være meningsløs. Endvidere vil en tilsætning af saltsyre medføre, at visse andre flygtige stoffer vil gå tabt i øget omfang.

Ved udtagning af prøver fra den fugtige gødning er et af de vigtigste problemer at få gødningen tilstrækkelig homogen. Dette er ved de her gennemførte forsøg løst ved at benytte »Ballerup Master Mixer« til store gødningsprøver (samleprøver) og »MSE Homogeniser« til små gødningsprøver (daglige opsamlinger).

Vandtrug >  
Fodertrug >  
Opsamlings-  
bakke >



*Fig. 2. Modificeret æglægningsbur med plads til 24 høns. Opsamlingsbakkerne under det skrå net sikrer, at gødningen kan opsamles isoleret fra de enkelte dyr. Bemærk de dybe fodertrug, der hindrer foderspild, samt bakker under vandtruget der hindrer, at kondensvand gør foderet fugtigt. Der er kontinuerlig vandtilførsel.*

På grundlag af de her nævnte forsøg med tørring af gødning bliver der, ved alle de af os gennemførte fordøjelighedsforsøg, foretaget analyser på gødningen i dens foreliggende tilstand. Bestemmelsen af råfedt foretages dog på tørrede gødningsprøver.

Den på laboratoriet benyttede metodik i forbindelse med fordøjelighedsforsøgene er baseret på tilskud af stigende mængder af det fodermiddel, der ønskes undersøgt, således at mængden af fordøjelige næringsstoffer kan bestemmes ved korrelationsberegning.

Det på fig. 2 viste bur er indrettet til 24 høns. Ved forsøg kan disse være inddelt i f.eks. 3 hold à 8 dyr, der alle får  $a$  g grundfoder samt henholdsvis  $b$ ,  $2b$  og  $3b$  g af det fodermiddel, der ønskes undersøgt. Der er herved givet mulighed for at foretage en beregning af regressionsligningen, der kan fremstilles grafisk som vist på fig. 3.

Ekstrapoleres til 0 g fodertillæg, fås et mål for de fordøjelige næringsstoffer i grundfoderet, hvorefter de fordøjelige mængder i fodertillægget kan beregnes.

Ved fordøjelighedsforsøgenes gennemførelse og ved bestemmelse af omsættelig energi er benyttet de i dyrefysiologi II (21) beskrevne analysemetoder. Disse analysemetoder skal ikke i almindelighed gøres til genstand for nærmere omtale. Der skal dog gøres rede for de undersøgelser, der er foretaget i forbindelse med bestemmelse af fæces-N.

I øvrigt er de første undersøgelser, der er gennemført, foretaget med særligt henblik på at undersøge usikkerheden ved bestemmelsen af fordøjelighedskoefficienter. Der er i forbindelse hermed udført forsøg til belysning af den nødvendige længde af forperioden og variationer i den dagligt udskilte gødningsmængde.

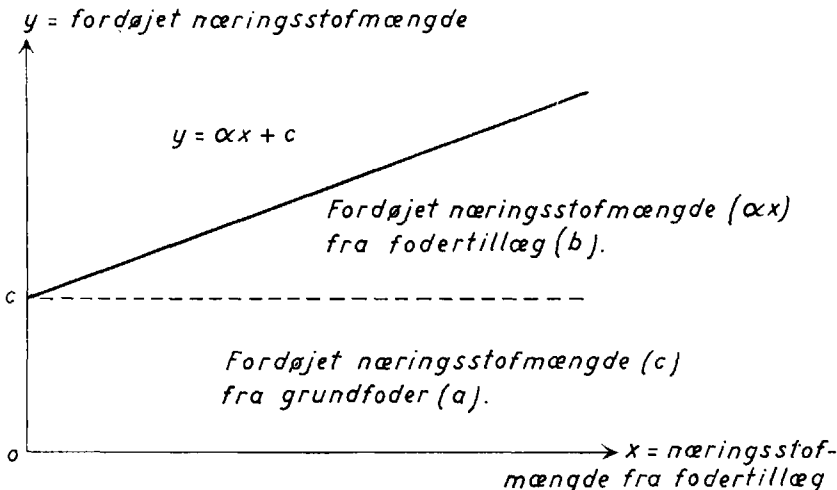


Fig. 3. Skematisk fremstilling af det princip hvorefter de i det følgende beskrevne fordøjelighedsforsøg er gennemført.

## B. Bestemmelse af protein i fæces.

Som tidligere omtalt er bestemmelsen af protein i fæces fra hønsene vanskeliggjort ved, at fæces og urin er blandet. Inden der gøres rede for de metoder, der er benyttet ved adskillelse af de kvælstofholdige bestanddele i fæces og urin, skal der gives nogle generelle oplysninger om proteinstoffer og begrebet dialyse.

Teorien om proteinmolekylernes opbygning er baseret på peptidhypoteser, efter hvilke molekylerne er opbygget af én eller flere peptidkæder (49). Disse består igen af aminosyrer, koblet sammen ved de såkaldte peptidbindinger, hvor en  $\alpha$ -COOH-gruppe fra én aminosyre er forbundet med en  $\alpha$ -NH<sub>2</sub>-gruppe fra en anden aminosyre. Man skelner mellem usammensatte proteinstoffer (proteiner), hvor alle bygningselementer er aminosyrer, og sammensatte proteinstoffer (proteider), der foruden aminosyrer også indeholder andre bygningselementer som f.eks. fosforsyre.

Med hensyn til molekylvægt og molekylstørrelse hører proteinstoffer til kolloiderne, hvis molekylidiametre ligger mellem 3 og 200 m $\mu$ . Molekylerne er meget forskellige, idet nogle er lange og trådagtige, medens andre er kugle-, cigar- eller spindelformede. Længden er fra 2 til 10 gange tykkelsen.

Ved ydre påvirkning indtræder meget let en strukturændring af molekylerne, et intermolekylært fænomen, der kaldes denaturering. Ved opvarmning sker der således en åbning af molekylerne og som sekundært fænomen en sammenklumpning og udfældning, den såkaldte koagulering. Denaturering kan endvidere finde sted ved behandling med organiske vædske som f.eks. alkohol og acetone, ved bestråling med ultraviolet lys eller røntgenstråler samt i mindre grad ved indvirkning af synligt lys. Mekanisk påvirkning som formaling, tryk og spredning i et tyndt lag kan også have denaturering til følge.  $\beta$ -laktoglobulin spaltes således i halve molekyler, når det spredes som overfladefilm. Blot ved rystning eller omrøring af en proteinopløsning kan der ske ændringer, der kun sjældent, og i reglen kun ved særlige behandlingsmetoder, er reversible.

Denaturering kan have både fysisk, kemisk og biokemisk virkning. Molekylvægten kan blive større, mindre eller forblive uændret. Det samme er tilfældet med opløseligheden. Der kan ske ændringer i isoelektrisk punkt og elektroforetisk mobilitet, ligesom der kan ske et tab i biologisk aktivitet og en stigning i aktiviteten af konstituerende grupper f.eks. SH-grupper.

Proteinstoffer er amfotere elektrolytter og derfor meget følsomme over for pH-ændringer. Ved indvirkning af syrer og alkalier spaltes molekylerne i polypeptider, og ved længere tids indvirkning spaltes disse igen til aminosyrer.

Siden 1861 har det været kendt, at man kan isolere proteinstoffer ved en proces kaldet dialyse, hvorved man forstår en separation af opløste stoffer, der beror på deres forskellige diffusion gennem membraner (12). Metoden har dog hidtil mest været anvendt til videnskabelige undersøgelser,



da de membraner, der var i handelen, og som hovedsageligt var fremstillet af cellofan, var uensartede og af ringe styrke. Nu fremstilles imidlertid membraner, der udmærker sig ved større ensartethed, mekanisk styrke og kemisk modstandsdygtighed. Membranerne fremstilles slangeformede under navnet dialyseslanger.

Når en blanding af proteinstoffer og andre elektrolytter eller lavmolekylære forbindelser anbringes i et stykke lukket dialyseslange med en passende porediameter og nedsænkes i et kar med vand, vil de opløste molekyler og ioner, hvis størrelse tillader passage gennem slangens porer, vandre ud, medens de molekyler (her proteinmolekyler), hvis diameter er større end porediameteren, vil blive holdt tilbage. Dialyseslangen virker således som filter eller si. Den er semipermeabel, d.v.s. vandmolekylerne vil relativt frit kunne bevæge sig frem og tilbage gennem den.

To faktorer, der er bestemmende for dialysen, er membranporernes størrelse og diffusionshastigheden, d.v.s. den hastighed, hvormed molekyler og ioner vandrer mod membranen og om muligt igennem den. For at få stor diffusionshastighed skal membranens overflade være så stor som muligt i forhold til rumfanget af den udialyserede vædske, og membranens tykkelse så lille som muligt, da den dialyserede mængde er omvendt proportional med kvadratet på membrantykkelsen. For at opnå stor diffusionshastighed skal koncentrationen af den udialyserede opløsning på den indvendige side af membranen være høj. For at opnå en hurtig dialyseringsproces skal koncentrationen af det dialyserede stof på den udvendige side af membranen være lav. Det stof, der skal dialyseres, skal være nær membranen og i opløst form. Diffusionen er endvidere meget afhængig af temperaturen, idet diffusionshastigheden ofte stiger 1 pct. pr. ° C, og endelig har membranens elektriske ladning betydning ved dialyse af elektrolytter.

Ovennævnte kendsgerninger er taget i betragtning ved arbejdet med de i det følgende omtalte metoder til bestemmelse af fæces-N. Der er ved alle fordøjelighedsforsøg anvendt en metode, hvor gødningens proteinstoffer udfældes med trikloredikesyre efter en forudgående iltning med kaliumpermanganat. Der er endvidere foretaget sammenligninger mellem denne metode og en dialysemetode, der er udarbejdet ved afdelingen.

Ved anvendelse af kaliumpermanganatmetoden til bestemmelse af fæces-N bliver proteinet ikke angrebet af kaliumpermanganat. Dette blev undersøgt ved analyser på grisegødning, der ikke indeholder urinsyre i målelige mængder. Fire prøver af samme grisegødning blev underkastet en bestemmelse af fæces-N som beskrevet i det følgende. Fire andre prøver blev underkastet samme behandling, men med udeladelse af kaliumpermanganat-tilsætningen. Den mængde protein, der kunne fældes med trikloredikesyre svarede til henholdsvis 0.667 og 0.670 pct. N. Da den totale kvælstofmængde i den omhandlede grisegødning var 1.25 pct., ses det tillige, at kun omkring halvdelen af det i grisegødningen værende kvælstof hidrører fra fældbare proteinstoffer.

Som indledning til arbejdet med bestemmelse af fæces-N-fraktionen ved dialyse blev den samme grisegødning dialyseret under de betingelser, der beskrives under afsnittet »Fæces-N-bestemmelse ved dialyse«. Ved denne fremgangsmåde fandtes en kvælstofprocent på 0.642. De to metoder viste sig således at give praktisk taget samme resultat, hvilket medførte, at arbejdet med at foretage sammenlignende undersøgelser blev fremskyndet. Det må i øvrigt fremhæves, at et eventuelt forskelligt resultat ved anvendelse af de to metoder blot må medføre overvejelser over, hvilken af metoderne der, vurderet udfra et biologisk synspunkt, giver det rigtigste resultat. Spørgsmålet om proteinstoffernes fordøjelighed er først og fremmest et definitionsspørgsmål.

#### Kemisk adskillelse af urin-N og fæces-N.

Den ved dyrefysiologisk laboratorium benyttede metode til kemisk adskillelse af urin-N og fæces-N er baseret på en iltning af urinsyren med kaliumpermanganat ved pH ca. 8 og en temperatur, der ikke overskrider 50° C. Efter en sådan iltning udfældes proteinstofferne med trikloreddikesyre. Iltningsmetoden med anvendelse af kaliumpermanganat er benyttet i alle forsøg. I en del forsøg er der foretaget sammenligninger mellem iltningsmetoden og en dialysemethode, der vil blive beskrevet senere. De til iltningsmetoden benyttede reagenser samt analysens udførelse er beskrevet i det følgende.

#### Reagenser:

|                                |                                                                                            |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Natriumboratompl.:             | 50 g borsyre ( $H_3BO_3$ ), p.a. +<br>100 g natriumhydroxyd (NaOH), ren +<br>3850 ml vand. |
| Kaliumpermanganatompl.:        | 31.6 g kaliumpermanganat ( $KMnO_4$ ) p.a. +<br>970 ml vand.                               |
| 10 % trikloreddikesyreopl.:    | 100 g trikloreddikesyre ( $CCl_3COOH$ ) p.a. +<br>900 ml vand.                             |
| ca. 2 % trikloreddikesyreopl.: | 200 ml 10 % trikloreddikesyreopl. +<br>800 ml vand.                                        |

#### Analysens udførelse.

En gødningsmængde svarende til ca. 2 g tørstof afvejes i et 300 ml bægerglas. Der tilsættes så meget vand, at rumfanget bliver ca. 70 ml, og endvidere tilsættes 20 ml natriumboratompl. og 6 ml kaliumpermanganatompl. Bægerglasset anbringes på vandbad ved 50° C og henstår herpå 1 time under mekanisk omrøring. Herefter henstår analyserne mindst 1 time ved stuetemperatur.

Der tilsættes nu 30 ml 10 pct. trikloreddikesyreopl., og der omrøres grundigt med glasspatel. Henstand 1 time ved stuetemperatur.

Bundfaldet frafiltreres herefter på et 15 cm tæt, askefrit filter, og der vaskes 4 gange, hver gang med 25–30 ml 2 pct. trikloreddikesyreopl., idet man ved hjælp af vaskevædsken og ved gnidning med en plastik-overtrukken spatel får bragt bundfaldet kvantitativt over på filteret.

Filteret tørres i tørreovn ved ca. 90° C, idet man under tørringen lader det forblive på tragten. På filter + bundfald foretages kvælstofbestemmelse efter Kjeldahl. Blindværdien fås ved at foretage en Kjeldahlanalyse på et filter.

### Diskussion.

For at få urinsyren fuldstændig iltet, skal der tilsættes 0,1 ml 0,2 m kaliumpermanganatopløsning pr. mg totalkvælstof. Tilsætning af mere kaliumpermanganat end angivet i analyseforskriften ændrer ikke fæces-N-bestemmelsen, ligesom den heller ikke ændres, såfremt man efter iltningen lader analyseopløsningen henstå 1–2 dage ved stuetemperatur inden fældning med trikloreddikesyre.

Urinsyren bliver kvantitativt nedbrudt ved processen, idet en urinsyretilsætning til gødningen ikke forøger fæces-N, vel at mærke såfremt kaliumpermanganatmængden er tilstrækkelig.

Det har været forsøgt at anvende 50 pct. trikloreddikesyre til udfældning af proteinet. Herved bliver fæces-N-procenterne gennemsnitlig 3–4 pct. lavere. Desuden har det været forsøgt at lade analyseopløsningen henstå et døgn ved stuetemperatur efter fældning med henholdsvis 10 og 50 pct. trikloreddikesyre. Fæces-N-procenterne bliver herved gennemsnitlig ca. 6 pct. lavere. De lavere fæces-N-procenter skyldes sandsynligvis, at trikloreddikesyren nedbryder en del af proteinet ved hydrolyse. Tallene, der er gennemsnit af 2 bestemmelser, er angivet i tabel 4.

Med kvalitative prøver som pikrinsyrefældning og Hellers prøve har det ikke været muligt at påvise protein i filtraterne. Trikloreddikesyrefældningen må derfor anses for at være kvantitativ.

**Tabel 4. Proteinfældning med forskellige koncentrationer af trikloreddikesyre.**

*Table 4. Protein precipitation using different concentrations of trichloroacetic acid.*

| Prøve nr.<br>(Test No.) | 10 % Trikloreddikesyre<br>(10 % Trichloroacetic acid) |                                                   | 50 % Trikloreddikesyre<br>(50 % Trichloroacetic acid) |                                                   |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                         | Henstand ½ time<br>(Reaction period<br>½ hour)        | Henstand et døgn<br>(Reaction period<br>24 hours) | Henstand ½ time<br>(Reaction period<br>½ hour)        | Henstand et døgn<br>(Reaction period<br>24 hours) |
|                         | fæces-N %<br>(droppings-N %)                          | fæces-N %<br>(droppings-N %)                      | fæces-N %<br>(droppings-N %)                          | fæces-N %<br>(droppings-N %)                      |
| 1                       | 0.153                                                 | 0.136                                             | 0.143                                                 | 0.153                                             |
| 2                       | 0.070                                                 | 0.064                                             | 0.063                                                 | 0.058                                             |
| 3                       | 0.058                                                 | 0.049                                             | 0.056                                                 | 0.042                                             |
| 4                       | 0.147                                                 | 0.131                                             | 0.133                                                 | 0.142                                             |
| 5                       | 0.156                                                 | 0.138                                             | 0.152                                                 | 0.137                                             |
| 6                       | 0.196                                                 | 0.191                                             | 0.195                                                 | 0.185                                             |
| 7                       | 0.174                                                 | 0.162                                             | 0.173                                                 | 0.164                                             |
| 8                       | 0.166                                                 | 0.163                                             | 0.173                                                 | 0.158                                             |

Da trikloreddikesyren kun udfælder de egentlige proteinstoffer, defineres et fodermiddels indhold af fordøjeligt protein således:

Råprotein i foder  $\div$  egentlige proteinstoffer i gødning.

Det er vanskeligt at finde en fæces-N-metode, der udført på forskellige laboratorier giver samme resultater. Vanskeligheden ligger i at finde en metode til behandling af gødningen, ved hvilken de fra urinen stammende kvælstofforbindelser bortskaffes, uden at proteinstofferne samtidig angribes. Proteinstoffer er nemlig meget følsomme over for påvirkninger af næsten enhver art.

Følges analyseforskrifterne nøje, kan man med kaliumpermanganatiltning få resultater, der er meget tilfredsstillende. Det må dog fremhæves, at metoden er arbejdskrævende og behæftet med en ikke ringe spredning (se tabellerne 6 og 7). Der er derfor i nogen tid her på laboratoriet arbejdet med at finde frem til en dialysemetode til at adskille proteinet fra de øvrige kvælstofforbindelser i gødningen.

#### Fæces-N-bestemmelse ved dialyse.

Som dialyseslange anvendes sømløs »Cellophan«-Dialysierschlauch med middelporediameter 5–10 m $\mu$ , der leveres af Membranenfiltergesellschaft, G.m.b.H. Göttingen. Der vil evt. senere blive gennemført forsøg med dialyseslanger af andet fabrikat, og det er vort håb, at man også ved andre institutioner vil udføre tilsvarende undersøgelser.

Et stykke dialyseslange, 30 cm langt, gøres fugtigt ved neddykning i vand. Der slås en knude på slangen så nær ved den ene ende som muligt. På den fugtige slange kan knuden trækkes til, så »posen« bliver tæt, uden at slangen går itu. Slangen henligger herefter til tørring ved stuetemperatur.

Ca. 15 g hønsegødning, svarende til ca. 3 g tørstof, afvejes i dialyseslangen. Gødningen kommes lettest ned i slangen ved hjælp af en langstillet pulvertragt. Efter afvejning hældes 40 ml ledningsvand ned i slangen, hvorefter der slås en knude på slangens anden ende. Denne knude er vanskelig at trække til, og for at få slangen fuldstændig tæt bøjes den lige neden for denne knude 180°, og et bånd bindes om. Samtidig forsynes slangen med et mærke, der skal være af blødt materiale, så slangen ikke skæres itu under dialyseringen.

Efter grundig blanding af gødning og vand anbringes dialyseslangen i en cylindrisk beholder, diameter 35 cm, højde 30 cm. Gennem en vandslange, der udmunder ved beholderens bund, tilføres vand i en langsom strøm fra et blandingsbatteri. Vandets temperatur afpasses således, at temperaturen i beholderen er meget nær 40° C. Ved hjælp af et gennemhullet dæksel, der er anbragt 5 cm under beholderens øverste kant, holdes dialyseslangen nede under vandoverfladen. Der kan anbringes 25–30 dialyseslanger i samme beholder. Der dialyseres i 4 døgn, idet slangerne to gange daglig tages op og rystes grundigt, ligesom eventuelt slim på overfladen fjernes.

Efter endt dialysering fjernes bånd og nummer, hvorefter dialyseslangen overføres til en 300 ml Kjeldahlkolbe. Da slangen ofte er meget spændt på grund af osmose, gøres dette lettest ved at anbringe en tragt i Kjeldahlkolben, holde slangen i bunden af tragten og med en skarp kniv snitte et hul i den. Tragten skylles efter med vand. Kolbeindholdet underkastes en kvælstofbestemmelse efter Kjeldahl. Blindværdien fås ved at foretage Kjeldahlanalyse på 30 cm dialyseslange.

Ved dialysemetoden bliver det ufordøjede protein bestemt som de kvælstofforbindelser, der ikke kan passere en semipermeabel membran med porestørrelsen 5–10  $\mu$ .

#### Dialysering af urinsyre.

Stoffer kan kun fjernes ved dialyse, såfremt de foreligger i opløst tilstand, og da urinsyre, der udgør den største del af kvælstofforbindelserne i urin fra høns, er meget tungtopløselig, er der foretaget undersøgelser for at se, hvorledes ren urinsyre forholder sig ved dialyse.

En urinsyremængde svarende omtrent til den mængde, der forekommer i 15 g hønsegødning, nemlig ca. 0,7 g, hvilket svarer til ca. 230 mg kvælstof, blev dialyseret som ovenfor, idet der blev hældt 55 ml vand i slangen i stedet for 40 ml. Der blev dialyseret et stort antal prøver, og med mellemrum blev et par af dem underkastet en Kjeldahlanalyse. Det viste sig herved, at der efter 4 døgns dialyse endnu var omkring 46 mg kvælstof tilbage i slangen. Efter 9 døgns dialyse var der ca. 0,5 mg kvælstof tilbage, og det var ikke muligt, selv ved 19 døgns dialyse, at fjerne denne sidste rest urinsyre (se tabel 5). Dette skyldes rimeligvis, at nogle urinsyremolekyler bliver »hængende« i dialyseslangens porer.

Da pH i en urinsyreopløsning er ca. 5, og pH i gødning ligger omkring 7, blev forsøget gentaget, idet der i stedet for 55 ml vand blev hældt 55 ml stødpudeopløsning med pH 7,17 i slangerne. Stødpuden blev fremstillet af

**Tabel 5. Dialysering af urinsyre med og uden tilsætning af en fosfatstødpudeopløsning med pH 7.17.**

*Table 5. Dialysis of uric acid with and without the addition of a phosphate buffer solution at pH 7.17.*

| Tid i døgn     | mg N afvejet        | mg N efter dialyse med vand       | mg N afvejet        | mg N efter dialyse med stødpude    |
|----------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| (Time in days) | (mg. N weighed out) | (mg. N after dialysis with water) | (mg. N weighed out) | (mg. N after dialysis with buffer) |
| 4              | 219                 | 46.0                              | 240                 | 45.3                               |
| 5              | —                   | —                                 | 240                 | 11.8                               |
| 6              | 230                 | 2.4                               | 236                 | 8.7                                |
| 7              | 238                 | 0.7                               | 236                 | 0.7                                |
| 9              | —                   | —                                 | 236                 | 0.5                                |
| 10             | 226                 | 0.4                               | —                   | —                                  |
| 12             | 236                 | 0.4                               | —                   | —                                  |
| 15             | —                   | —                                 | 239                 | 0.5                                |
| 19             | 232                 | 0.5                               | —                   | —                                  |

$\frac{1}{3}$  m sekundær natriumfosfatopløsning og  $\frac{1}{3}$  m primær kaliumfosfatopløsning i rumfangsforholdet 7 til 3. Resultaterne (der fremgår af tabel 5) blev de samme som ved dialyse med vand. Urinsyre opløses ganske vist lettere i en stødpudeopløsning end i vand; men til gengæld skal natrium- og kaliumfosfatmolekylerne også diffundere, hvilket sinker urinsyrediffusionen. Det har således ingen betydning at dialysere med stødpudeopløsning.

#### Dialysering af hønsegødning.

Ved de forsøg, der har været foretaget med hønsegødning, har dialyseringen i de fleste tilfælde været tilendebragt efter 3 døgn's forløb. Det har været forsøgt at dialysere hønsegødning i indtil 16 døgn; men dette ændrer ikke mængden af ikke-dialyserbart kvælstof. Gødningen indeholder således ikke bakterier, der virker nedbrydende på proteinet under ovennævnte forsøgsbetingelser.

At der ved en urinsyreopløsning skal 9 døgn's dialyse til for at fjerne urinsyren mod 3-4 døgn for gødningsprøverne skyldes formentlig dels, at gødningens urinsyre forekommer som det noget mindre tungtopløselige ammoniumureat, dels, at urinsyren i gødningen er udfældet på en mere finkrystallinsk og derfor hurtigere opløselig form end i det syntetiske produkt.

I mange hønsegødninger har der til sammenligning været foretaget bestemmelse af ufordøjeligt protein både ved fældning efter iltning med kaliumpermanganat og ved dialyse. Tallene er angivet i tabel 6.

Det fremgår af tallene, at der ligesom ved de tidligere omtalte forsøg med grisegødning er god overensstemmelse mellem resultater opnået ved

**Tabel 6. Bestemmelse af ufordøjeligt protein ved dialyse eller udfældning.**

*Table 6. Determination of undigestible protein by dialysis or precipitation.*

| A                                             |                                         | B                                             |                                         | C                                             |                                         | D                                             |                                         |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Dialyse<br>v. 40° C<br>(Dialysis<br>at 40° C) | Udfæld-<br>ning<br>(Precipi-<br>tation) | Dialyse<br>v. 40° C<br>(Dialysis<br>at 40° C) | Udfæld-<br>ning<br>(Precipi-<br>tation) | Dialyse<br>v. 40° C<br>(Dialysis<br>at 40° C) | Udfæld-<br>ning<br>(Precipi-<br>tation) | Dialyse<br>v. 40° C<br>(Dialysis<br>at 40° C) | Udfæld-<br>ning<br>(Precipi-<br>tation) |
| % N                                           | % N                                     | % N                                           | % N                                     | % N                                           | % N                                     | % N                                           | % N                                     |
| —                                             | (0.289)*                                | 0.274                                         | 0.226                                   | 0.216                                         | 0.180                                   | 0.223                                         | 0.192                                   |
| 0.332                                         | 0.296                                   | 0.266                                         | 0.260                                   | 0.209                                         | 0.201                                   | 0.218                                         | 0.191                                   |
| 0.328                                         | 0.305                                   | 0.276                                         | 0.241                                   | 0.226                                         | 0.206                                   | 0.221                                         | 0.194                                   |
| 0.326                                         | 0.306                                   | 0.278                                         | 0.250                                   | 0.220                                         | 0.208                                   | —                                             | (0.197)*                                |
| 0.339                                         | 0.295                                   | 0.273                                         | 0.277                                   | 0.211                                         | 0.195                                   | 0.225                                         | 0.189                                   |
| 0.318                                         | 0.316                                   | 0.274                                         | 0.238                                   | 0.218                                         | 0.211                                   | 0.220                                         | 0.191                                   |
| 0.330                                         | 0.300                                   | 0.261                                         | 0.231                                   | 0.219                                         | 0.205                                   | 0.214                                         | 0.190                                   |
| 0.321                                         | 0.293                                   | 0.249                                         | 0.218                                   | 0.216                                         | 0.208                                   | 0.226                                         | 0.185                                   |
| x 0.328                                       | 0.302                                   | 0.269                                         | 0.243                                   | 0.217                                         | 0.202                                   | 0.221                                         | 0.190                                   |
| s 0.007                                       | 0.008                                   | 0.010                                         | 0.019                                   | 0.005                                         | 0.010                                   | 0.004                                         | 0.003                                   |

\* Ikke medtaget ved gennemsnitsberegningen.  
(Not taken into the calculation of the average)

anvendelse af de to metoder. Spredningen er ved kaliumpermanganatmetoden 0,012 og ved dialysemetoden 0,006.

De i tabel 6 nævnte undersøgelser er foretaget på gødning fra dyr, der er fodret med et alsidigt foder. Det vil også have betydning at få undersøgt, hvorledes de to metoder stemmer overens ved en mere ekstrem fodring.

I hovedtabel 1 er angivet nogle resultater fra sammenlignende undersøgelser over indholdet af fæces-N fra høns, der er fodret meget ensidigt, nemlig med et enkelt fodermiddel.

I tabel 7 er resultaterne fra hovedtabel 1 angivet i koncentreret form. Det fremgår heraf, at spredningen på fæces-N-bestemmelserne efter de to metoder er meget nær ens. En korrelationsberegning viser, at  $r = 0,95$ . Derimod er spredningen vidt forskellig fra det ene fodermiddel til det andet, med yderpunkterne for kød-benmel og fiskemel på henholdsvis ca. 1 og 25–27 pct. af gennemsnittet.

**Tabel 7. Sammenligning mellem udfældning og dialyse.**

*Table 7. Comparison between precipitation and dialysis.*

| Fodermiddel<br>(Food)     | Udfældning<br>(Precipitation) |       |                               | Dialyse v. 40° C<br>(Dialysis at 40° C) |       |                               | Dialyse v. 40° C<br>Udfældning . 100                                              |
|---------------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------------------|-------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                           | $\bar{x}$                     | s     | $\frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$ | $\bar{x}$                               | s     | $\frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$ | $\frac{\text{Dialysis at } 40^{\circ} \text{ C}}{\text{Precipitation}} \cdot 100$ |
|                           |                               |       |                               |                                         |       |                               |                                                                                   |
| Byg (Barley)              | 0.150                         | 0.019 | 13                            | 0.139                                   | 0.012 | 10                            | 79                                                                                |
| Hvede (Wheat)             | 0.176                         | 0.011 | 6                             | 0.135                                   | 0.008 | 6                             | 78                                                                                |
| Havre (Oats)              | 0.189                         | 0.014 | 7                             | 0.095                                   | 0.003 | 3                             | 50                                                                                |
| Rug (Rye)                 | 0.153                         | 0.010 | 7                             | 0.098                                   | 0.011 | 11                            | 64                                                                                |
| Majs (Maize)              | 0.232                         | 0.017 | 7                             | 0.128                                   | 0.006 | 5                             | 55                                                                                |
| Hvedeklid (Wheat bran)    | 0.118                         | 0.013 | 11                            | 0.091                                   | 0.012 | 13                            | 77                                                                                |
| Sojaskrå (Soya bean meal) | 0.219                         | 0.014 | 6                             | 0.139                                   | 0.007 | 5                             | 64                                                                                |
| Bomuldsfrøskrå            | 0.360                         | 0.005 | 1.4                           | 0.360                                   | 0.005 | 1.4                           | 100                                                                               |
| (Cotton seed meal)        |                               |       |                               |                                         |       |                               |                                                                                   |
| Solsikkeskrå              | 0.153                         | 0.008 | 5                             | 0.113                                   | 0.005 | 4                             | 74                                                                                |
| (Sunflower seed oil meal) |                               |       |                               |                                         |       |                               |                                                                                   |
| Kødbenmel                 | 0.452                         | 0.003 | 0.7                           | 0.436                                   | 0.003 | 0.7                           | 97                                                                                |
| (Meat & bone meal)        |                               |       |                               |                                         |       |                               |                                                                                   |
| Fiskemel (Fish meal)      | 0.651                         | 0.178 | 27                            | 0.363                                   | 0.089 | 25                            | 56                                                                                |
| Sildemel (Herring meal)   | 0.292                         | 0.042 | 14                            | 0.184                                   | 0.023 | 13                            | 63                                                                                |

De her omtalte forsøg viser imidlertid ikke nogen god overensstemmelse mellem de to metoder. Dette fremgår af sidste kolonne i tabel 7, hvor det ses, at dialysemetoden for 11 af de 12 fodermidler giver et lavere indhold af fæces-N end udfældningsmetoden. Som tidligere bemærket kan man ikke sige, at den ene metode giver rigtigere resultater end den anden.

Dialysemetoden er imidlertid den enkleste og derfor lettere at standardisere. Foreløbig vil vi her ved afdelingen ved alle fordøjelighedsforsøg benytte begge metoder, så vi fortsat kan drage sammenligninger. Det er vort håb, at disse problemer også vil blive taget op ved andre institutioner.

### C. Forperiodens længde og variationer i mængde og sammensætning af den dagligt udskilte gødning.

Den tidligere omtalte forperiode i et fordøjelighedsforsøg er nødvendig, for at man kan være sikker på, at den opsamlede gødning og urin hidrører fra eller svarer til det tilførte foder (forsøgsfoderet). Forperioden er egentlig en overgangsperiode, begyndende efter en foderændring.

For drøvtyggerne skal forperioden være af en ret anelig længde, nemlig ca. 3 uger. Hos énmaavede pattedyr er det i reglen tilstrækkeligt med en forperiode på ca. 8 dage.

Til belysning af spørgsmål vedrørende betydningen af forperiodens længde ved fordøjelighedsforsøg med høns er der udført tre forsøgsrækker. Resultaterne er anført i hovedtabellerne 2, 3 og 4.

Det i hovedtabel 2 refererede forsøg ( $D_{12}$ ) er udført med tre hold à 3 høner. Den daglige udskillelse af træstof og organisk tørstof er bestemt under forhold, hvor der først er givet 36 g grundfoder bestående af 85 pct. byg og 15 pct. vitaminblanding. Derefter er der foretaget en foderændring, idet der foruden grundfoderet er givet 30 g afskallede solsikkekager. Efter forløbet af 10 dage er der igen foretaget en foderændring, så der udelukkende er fodret med grundfoder. Fodermidlernes sammensætning fremgår af tabel 8.

**Tabel 8. Foderets sammensætning.**

*Table 8. Foodstuffs composition.*

|                                         | Organisk tørstof<br>%<br>(Organic dry matter) | Total-N<br>%<br>(Total-N) | Træstof<br>%<br>(Fibre) |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Grundfoder (Basic ration) . . . . .     | 78.26                                         | 1.21                      | 3.58                    |
| Solsikkekager (Sunflower seed cake) . . | 85.23                                         | 6.37                      | 11.08                   |

Det fremgår af hovedtabel 2, at der ved foderændringerne meget hurtigt sker en ændring i den dagligt udskilte mængde af træstof og organisk tørstof. Dette fremgår endnu tydeligere af figurerne 4 og 5, hvor den dagligt udskilte mængde af træstof og organisk tørstof er afsat på forskellige tidspunkter i forhold til foderændringerne.

Som det er omtalt i II B, er det den almindelige opfattelse, at træstof-fraktionen opholder sig i tarmkanalen i forholdsvis lang tid. Betragtes fig. 4, får man imidlertid ikke umiddelbart en bekræftelse heraf, idet det her afbildede forsøg viser, at der meget hurtigt efter de foretagne foderændringer sker ændringer i den dagligt udskilte træstofmængde. I grundfoderperioden udskilles 1,16 g træstof pr. dag og i perioden med grundfoder + solsikkekager 4,33 g træstof pr. dag.

Spredningen på de dagligt udskilte træstofmængder er ret høj. I perioden med grundfoder alene er s i pct. af den gennemsnitlige udskillelse for holdene I, II og III henholdsvis 13,6, 26,4 og 11,4. De tilsvarende tal i perioden med grundfoder + solsikkekager er 8,3, 9,5 og 5,9.



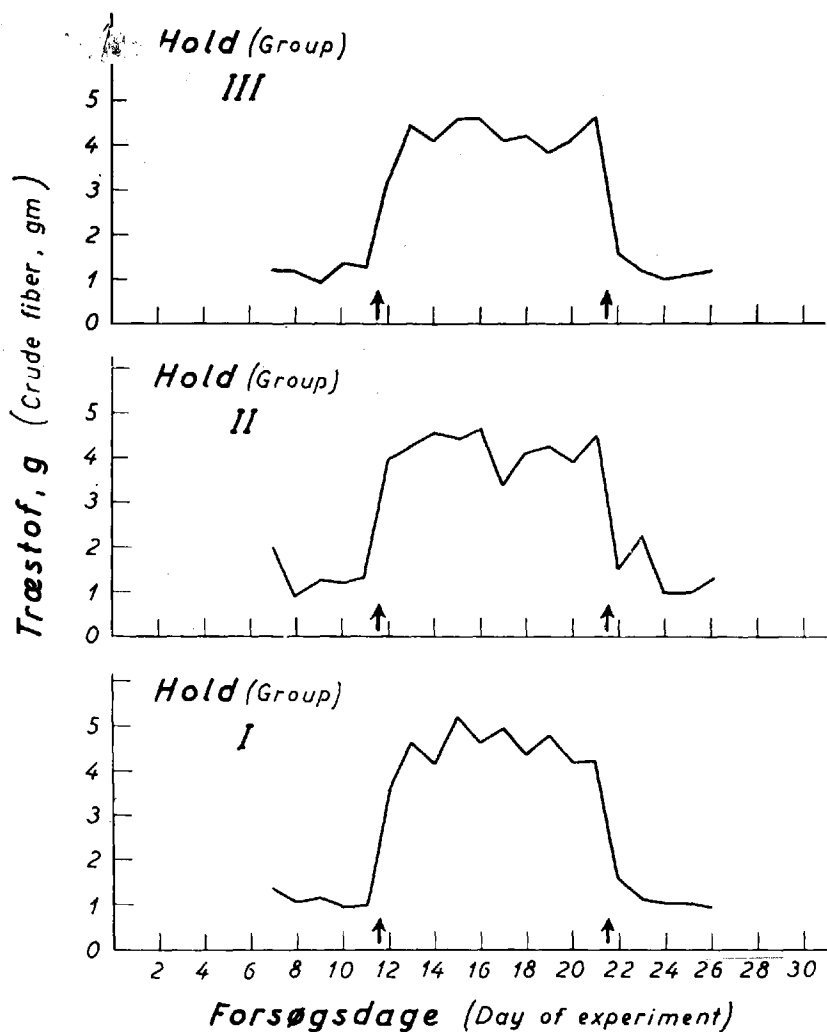


Fig. 4. Daglig udskillelse af træstof fra holdene I, II og III.

▲ angiver tidspunkt for foderændring.

Daily excretion of crude fiber by groups I, II and III.

▲ marks time of change in feeding.

Det fremgår meget tydeligt af disse tal, at den i II B omtalte usikkerhed ved bestemmelse af træstoffets fordøjelighed gør sig gældende. Selv om usikkerheden vil være mindre, når forsøgsfoderet har et højt træstofindhold, er det sikkert ikke muligt, selv ved fordøjelighedsforsøg med de mest træstofrige fodermidler, at opnå en tilstrækkelig sikkerhedsgrad. Dette er en af grundene til, at der ved de følgende fordøjelighedsforsøg ikke tales om træ-

stof og N-fri ekstraktstoffer. Disse grupper behandles under ét som kulhydrater eller N-fri ekstraktstoffer. Dette er i overensstemmelse med Eriks-son's konklusioner (15).

Det i figur 5 afbildede forsøg viser, at den daglige udskillelse af orga-nisk tørstof i perioderne med grundfoder er omkring 6 g pr. dag. Allerede i det døgn, hvor tilskud af solsikkekager er påbegyndt, ses det, at der ud-

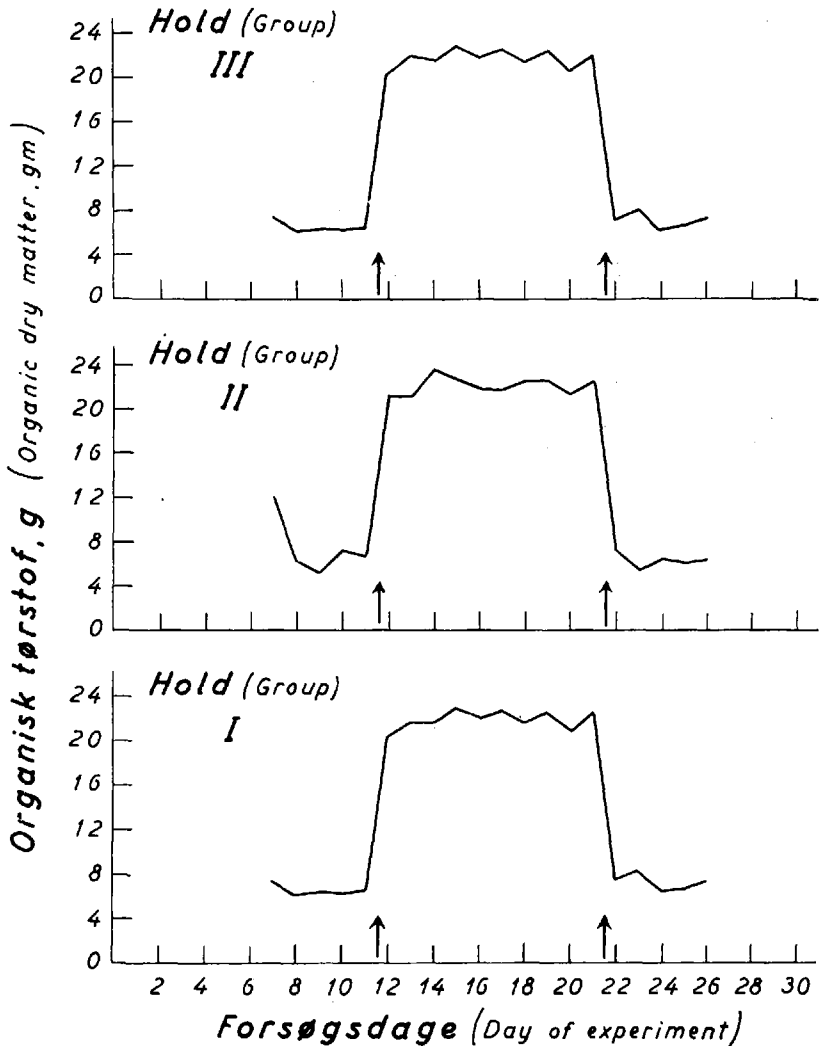


Fig. 5. Daglig udskillelse af organisk tørstof (korrigeret) fra holdene I, II og III.  
 ▲ angiver tidspunkt for foderændring.

Daily excretion of organic dry matter (corrected) by groups I, II and III.  
 ▲ marks time of change in feeding.

skilles 20 til 21 g organisk tørstof, hvorefter den daglige udskillelse er på 22 g i de øvrige 9 dage af perioden med grundfoder + solsikkekager. I det døgn, hvor tilskud af solsikkekager ophører, er den daglige udskillelse af organisk tørstof nede på ca. 7 g.

Den i figur 5 anførte daglige udskillelse af organisk tørstof er korrigeret til N-ligevægt. Hvert g N, der ved oxydation af aminosyrer omdannes og udskilles gennem nyrerne, medfører en stigning i gødningens indhold af organisk tørstof på 4 g (14, 15). En korrektion herfor er nødvendig, når foderændringen medfører, at der i den efterfølgende periode aflejres en faldende eller stigende proteinmængde pr. dag. Den her omtalte korrektion er også foretaget i de forsøg, der er refereret i hovedtabellerne 3 og 4. Det fremgår af tallene, at korrektionen i alle tilfælde er ret ringe.

I perioderne med grundfoder er spredningen på de dagligt udskilte mængder af organisk tørstof for holdene I, II og III henholdsvis 6,3, 9,5 og 7,9 pct. af gennemsnittet. I den periode, hvor der gives grundfoder + solsikkekager, er de tilsvarende tal 2,8, 3,1 og 1,2. Disse tal viser, at sikkerheden her er betydelig bedre end for forsøgene med træstof.

For at kunne forudsige noget om det nødvendige antal dyr og den nødvendige længde af forsøgsperioden er det nødvendigt at udføre tilsvarende undersøgelser med analyser på den dagligt opsamlede gødning fra enkelt-dyr. Ved sådanne forsøg kan der på grund af gødningsmængderne kun være tale om at måle udskillelsen af organisk tørstof.

Det forsøg (D<sub>14</sub>), der er refereret i hovedtabel 3, er udført med 5 høner. Der er i dette forsøg foretaget analyser på den for hver dag opsamlede gødningsmængde fra hvert dyr. Der er foretaget en foderændring ved begyndelsen af 12. og 22. forsøgsdag. I perioden mellem disse tidspunkter har foderet bestået af 30 g uafskallede solsikkekager samt 40 g grundfoder bestående af 60 pct. byg, 25 pct. æglægningfoder og 15 pct. vitaminblanding. I perioderne før 12. og efter 22. forsøgsdag er der fodret med 40 g grundfoder. Grundfoderets og solsikkekagernes indhold af organisk tørstof og total-N fremgår af tabel 9.

**Tabel 9. Foderets sammensætning.**

*Table 9. Foodstuffs composition.*

|                                               | Organisk tørstof<br>%<br>(Organic dry matter) | Total-N<br>%<br>(Total-N) |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|
| Grundfoder (Basic ration) . . . . .           | 78.46                                         | 1.88                      |
| Solsikkekager (Sunflower seed cake) . . . . . | 81.80                                         | 6.67                      |

Det fremgår af hovedtabel 3 og figurerne 6 og 7, at den daglige udskillelse af organisk tørstof i perioderne med grundfoder alene stort set ligger mellem 9 og 10 g pr. dag, medens der i perioden med grundfoder + solsikkekager udskilles ca. 27 g organisk tørstof pr. dag.

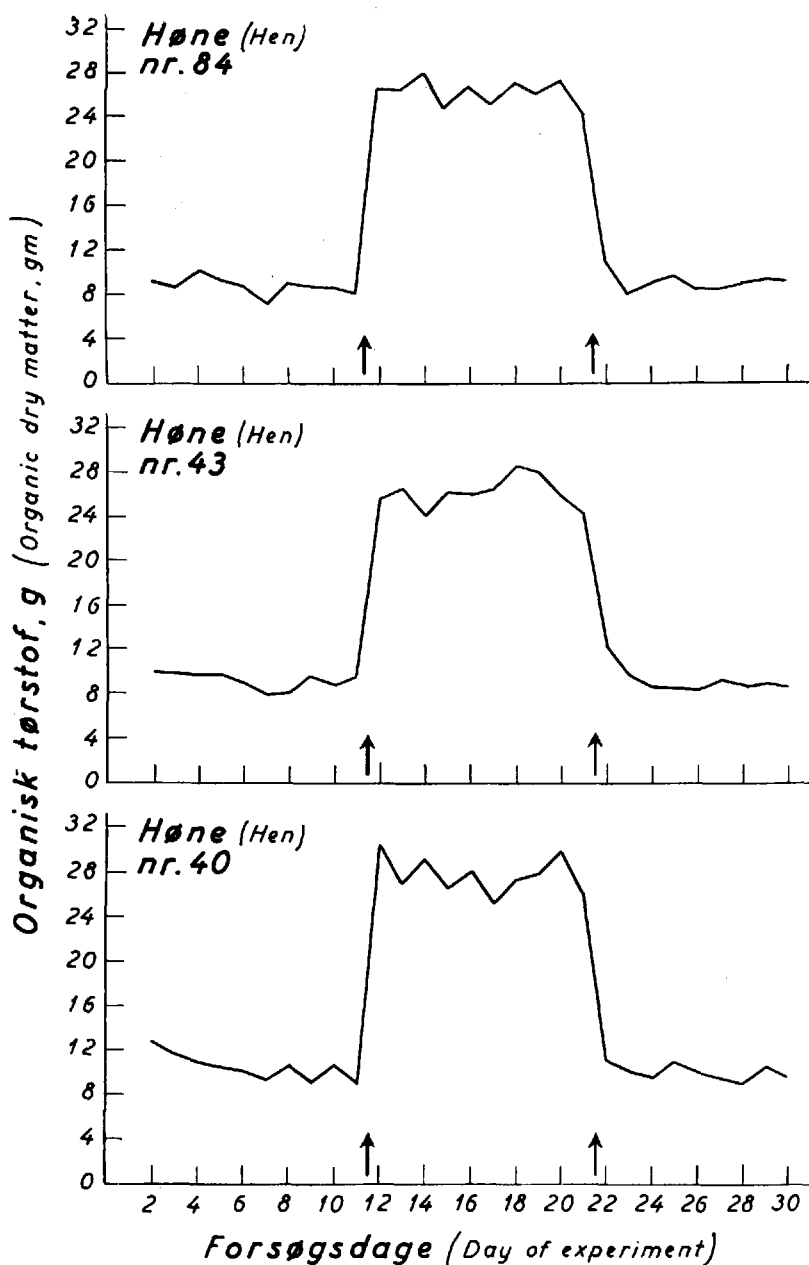


Fig. 6. Daglig udskillelse af organisk tørstof (korrigeret) fra hønerne nr. 40, 43 og 84.

▲ angiver tidspunkt for foderændring.

Daily excretion of organic dry matter (corrected) by hens No. 40, 43 and 84.

▲ marks time of change in feeding.

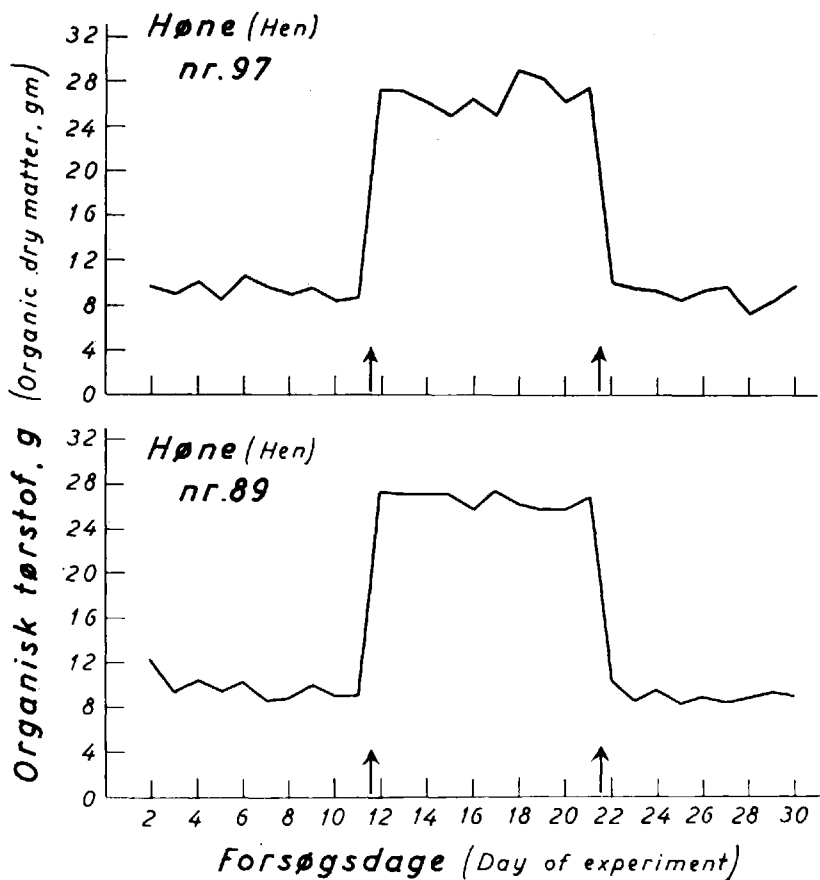


Fig. 7. Daglig udskillelse af organisk tørstof (korrigeret) fra hønerne nr. 89 og 97.

▲ angiver tidspunkt for foderændring.

Daily excretion of organic dry matter (corrected) by hens No. 89 and 97.

▲ marks time of change in feeding.

Spredningen i perioderne med grundfoder alene varierer for de forskellige dyr fra 6,9 til 7,9 pct. af den gennemsnitlige daglige udskillelse af organisk tørstof. I perioden med grundfoder + solsikkekager varierer de tilsvarende tal fra 2,8 til 6,1.

I hovedtabel 4 er et tilsvarende forsøg ( $D_{15}$ ) refereret, dog med den forskel, at perioden med grundfoder + solsikkekager er forlænget til 20 dage. Det fremgår af figurerne 8 og 9, at der er foretaget foderændringer ved begyndelsen af den 6. og 26. forsøgsdag. I perioderne før 6. og efter 26. forsøgsdag er der fodret med 40 g grundfoder, medens der i den mellemliggende periode er fodret med samme mængde grundfoder + 30 g

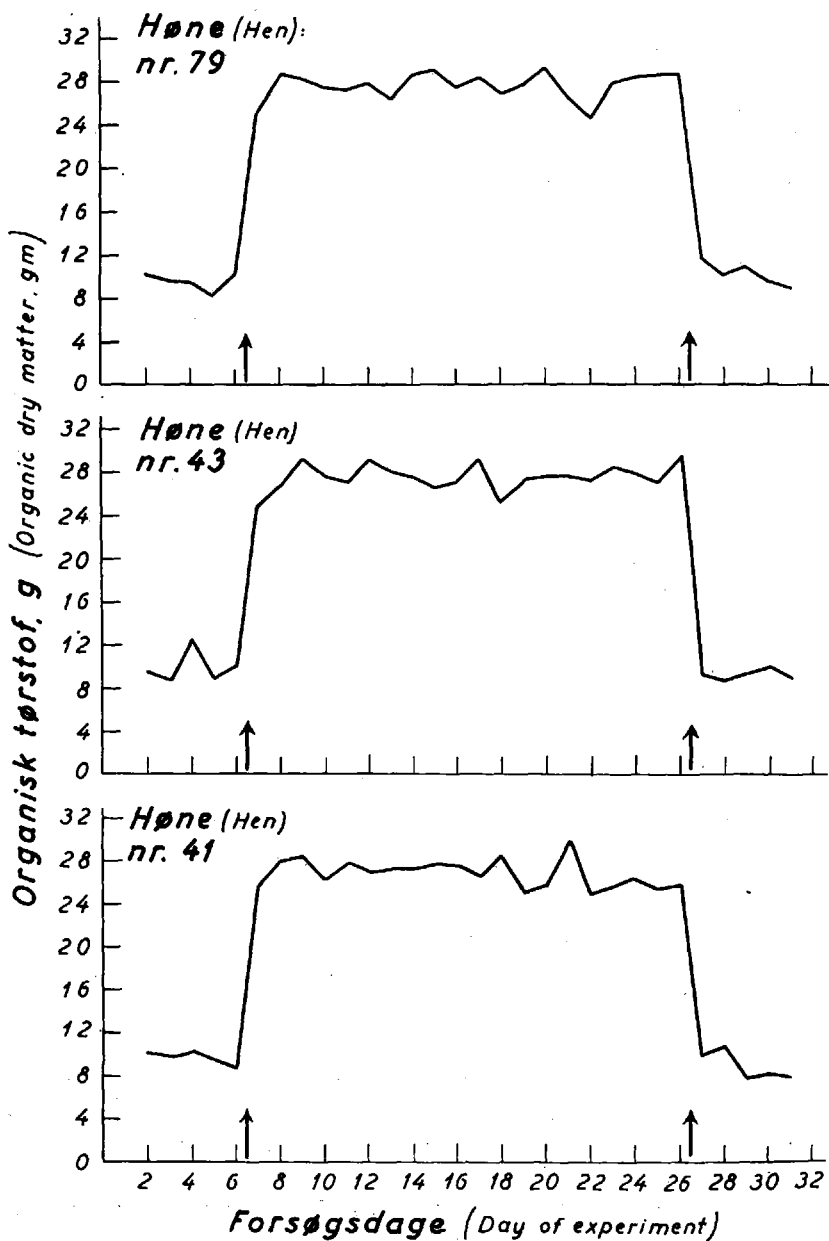


Fig. 8. Daglig udskillelse af organisk tørstof (korrigeret)  
fra hønerne nr. 41, 43 og 79.

angiver tidspunkt for foderændring.

Daily excretion of organic dry matter (corrected) by hens No. 41, 43 and 79.

▲ marks time of change in feeding.

solsikkekager. Grundfoderet bestod af 50 pct. byg, 30 pct. æglægningsfoder og 20 pct. vitaminblanding. Foderets indhold af organisk tørstof og total-N fremgår af tabel 10.

**Tabel 10. Foderets sammensætning.**

*Table 10. Foodstuffs composition.*

|                                           | Organisk tørstof<br>%<br>(Organic dry matter)<br>% | Total-N<br>%<br>(Total-N)<br>% |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
| Grundfoder (Basic ration) .....           | 78.65                                              | 1.91                           |
| Solsikkekager (Sunflower seed cake) ..... | 84.70                                              | 6.76                           |

Figureerne 8 og 9 viser, at resultaterne fra det her omtalte forsøg ganske svarer til resultaterne fra det foregående forsøg. I perioderne med grundfoder alene udskilles der 9 til 10 g organisk tørstof pr. dag, medens der i perioden med grundfoder + solsikkekager udskilles 27 til 28 g organisk tørstof pr. dag. For grundfoderperioderne varierer spredningen for de forskellige dyr fra 8,2 til 14,9 pct. af den gennemsnitlige daglige udskillelse af organisk tørstof. I perioderne med grundfoder + solsikkekager varierer de tilsvarende tal fra 3.6 til 7.0.

Det fremgår af forsøgene D<sub>12</sub>, D<sub>14</sub> og D<sub>15</sub>, at der meget hurtigt efter en foderændring opnås ligevægt mellem den daglige tilførsel af organisk

**Tabel 11. Daglig udskillelse af organisk tørstof.**

*Table 11. Daily excretion of organic dry matter.*

| Forsøg<br>nr.       | Dyr<br>nr.    | Gns. for 3. til 10.<br>døgn efter foder-<br>ændring = x<br>(Mean for 3rd to 10th<br>day after change in<br>feeding = x) | 1. døgn efter<br>foderændring<br>(1st day after<br>change in feeding) | 2. døgn efter<br>foderændring<br>(2nd day after<br>change in feeding) |
|---------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| (Experiment<br>No.) | (Bird<br>No.) | g<br>(gm.)                                                                                                              | g<br>(gm.)                                                            | % af x<br>(% of x)                                                    |
| D <sub>12</sub>     | I             | 22.03                                                                                                                   | 20.31                                                                 | 92                                                                    |
|                     | II            | 22.35                                                                                                                   | 21.18                                                                 | 95                                                                    |
|                     | III           | 21.41                                                                                                                   | 19.23                                                                 | 90                                                                    |
| D <sub>14</sub>     | 40            | 27.45                                                                                                                   | 30.46                                                                 | 111                                                                   |
|                     | 43            | 26.17                                                                                                                   | 25.42                                                                 | 97                                                                    |
|                     | 84            | 26.05                                                                                                                   | 26.52                                                                 | 102                                                                   |
|                     | 89            | 26.42                                                                                                                   | 27.27                                                                 | 103                                                                   |
|                     | 97            | 26.65                                                                                                                   | 27.32                                                                 | 102                                                                   |
| D <sub>15</sub>     | 41            | 27.37                                                                                                                   | 25.74                                                                 | 94                                                                    |
|                     | 43            | 27.83                                                                                                                   | 24.69                                                                 | 89                                                                    |
|                     | 79            | 28.05                                                                                                                   | 25.17                                                                 | 90                                                                    |
|                     | 80            | 26.84                                                                                                                   | 25.70                                                                 | 96                                                                    |
|                     | 83            | 28.26                                                                                                                   | 25.92                                                                 | 92                                                                    |
|                     | 85            | 27.27                                                                                                                   | 25.82                                                                 | 95                                                                    |

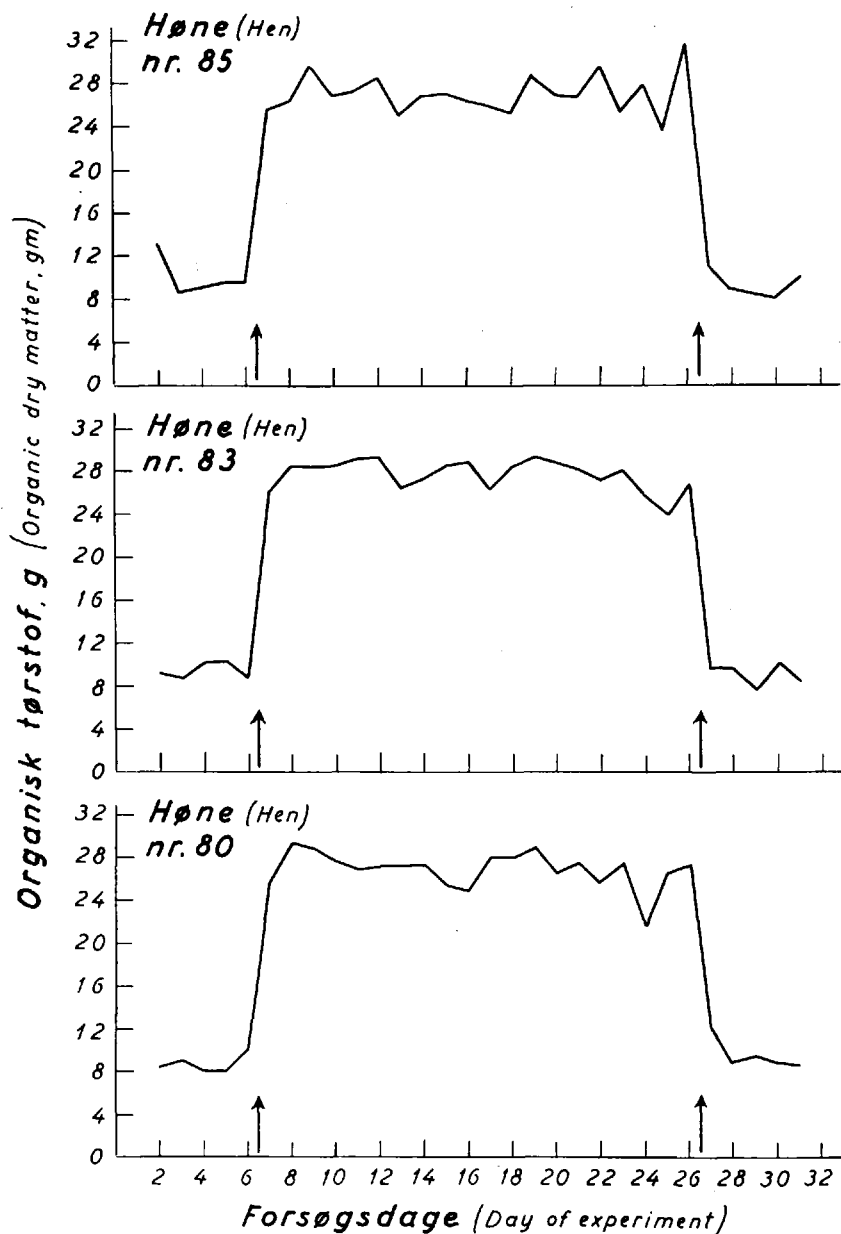


Fig. 9. Daglig udskillelse af organisk tørstof (korrigeret)  
fra højerne nr. 80, 83 og 85.

▲ angiver tidspunkt for foderændring.

Daily excretion of organic dry matter (corrected)  
by hens No. 80, 83 and 85.

▲ marks time of change in feeding.



tørstof med foder og udskillelse med gødning. Allerede i det døgn, hvor foderændringen foretages, opnås en stigning eller nedgang i den daglige udskillelse med gødningen, der næsten modsvarer den foretagne ændring. Dette ses af sammenstillingen i tabel 11, der viser udskillelsen af organisk tørstof på 1. og 2. dag efter foderændring i forhold til den gennemsnitlige udskillelse for en 8-dages periode fra 3. til 10. dag efter foderændring. I det døgn, hvor foderændringen foretages, er den daglige udskillelse i gennemsnit for alle dyr 96 pct. af gennemsnittet for 8-dages perioden (variation fra 89–111 pct.). I det 2. døgn er udskillelsen af organisk tørstof nået op på gennemsnittet for 8-dages perioden. Forperioden i fordøjelighedsforsøg med høns kan efter disse forsøg indskrænkes til 1 døgn.

**Tabel 12. Usikkerheden ved bestemmelse af den dagligt udskilte mængde af organisk tørstof i forsøg med høns i en 8-dages periode.**

*Table 12. The inaccuracy associated with the determination of daily excretion of organic dry matter by hens during an 8-day period.*

| Forsøg nr.<br>(Test No.) | Dyr nr.<br>(Hen No.) | Spredning (s) og middelfejl (m) på den dagligt udskilte mængde<br>(Spread (s) & standard deviation (m) of the daily amount excreted) |                                                                    |                            |      | Det nødvendige antal dage i opsamlingsperioden for at bringe m på differensen til henholdsvis        |     |     |
|--------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|                          |                      | Grund- foder<br>(Basic ration)                                                                                                       | Grundfoder + solsikkekager<br>(Basic ration + sunflower seed cake) | Difference<br>(Difference) |      | (The necessary number of days of the collection period to bring m of the difference to respectively) |     |     |
|                          |                      | s                                                                                                                                    | s                                                                  | s                          | m    | 0.2                                                                                                  | 0.4 | 0.6 |
| D <sub>14</sub>          | 40                   | 0.98                                                                                                                                 | 1.63                                                               | 1.90                       | 0.67 | 90                                                                                                   | 23  | 10  |
|                          | 43                   | 0.62                                                                                                                                 | 1.60                                                               | 1.72                       | 0.61 | 74                                                                                                   | 18  | 8   |
|                          | 84                   | 0.69                                                                                                                                 | 1.23                                                               | 1.41                       | 0.50 | 50                                                                                                   | 12  | 5   |
|                          | 89                   | 0.92                                                                                                                                 | 0.74                                                               | 1.18                       | 0.42 | 35                                                                                                   | 9   | 4   |
|                          | 97                   | 0.83                                                                                                                                 | 1.43                                                               | 1.65                       | 0.58 | 68                                                                                                   | 17  | 8   |
| D <sub>15</sub>          | 41                   | 1.00                                                                                                                                 | 1.92                                                               | 2.16                       | 0.76 | 117                                                                                                  | 29  | 13  |
|                          | 43                   | 1.20                                                                                                                                 | 1.50                                                               | 1.92                       | 0.68 | 92                                                                                                   | 23  | 10  |
|                          | 79                   | 0.81                                                                                                                                 | 1.67                                                               | 1.86                       | 0.66 | 86                                                                                                   | 22  | 10  |
|                          | 80                   | 0.74                                                                                                                                 | 2.52                                                               | 2.63                       | 0.93 | 173                                                                                                  | 43  | 19  |
|                          | 83                   | 0.91                                                                                                                                 | 2.07                                                               | 2.26                       | 0.80 | 128                                                                                                  | 32  | 14  |
|                          | 85                   | 1.47                                                                                                                                 | 2.85                                                               | 3.21                       | 1.14 | 258                                                                                                  | 64  | 29  |

Ved de her omtalte forsøg er der med solsikkekager (forsøgsfoder) tilført ca. 20 g fordøjeligt organisk tørstof. Denne mængde vil i almindelighed meget let kunne opnås ved fordøjelighedsforsøg med et hvilket som helst fodermiddel. Forsøgsfoderets indhold af fordøjeligt organisk tørstof må sammenlignes med de værdier for s, der er angivet i tabel 12 som s på differencerne.

Det vil ved denne sammenligning ses, at middelfejlen (m) på den fordøjede organiske tørstofmængde i en 8-dages forsøgsperiode varierer fra 2 til 6 pct. af gennemsnittet. På grundlag heraf kan man få et skøn over

det nødvendige antal forsøgsg dage (n) for at bringe m ned på 1, 2 eller 3 pct. af den gennemsnitligt tilførte mængde af fordøjeligt organisk tørstof. Dette svarer under de nævnte forhold til, at m har en størrelse på henholdsvis 0.2, 0.4 og 0.6. Dette skøn er beregnet ud fra følgende ligning:

$$n \text{ 1\%}, n \text{ 2\%} \text{ eller } n \text{ 3\%} = \frac{s^2}{(m \text{ 1\%}, m \text{ 2\%} \text{ eller } m \text{ 3\%})^2}$$

De beregnede tal er anført i de 3 sidste kolonner af tabel 12. For at opnå en middelfejl, der er mindre end 1 pct., skal forsøget med et enkelt dyr strække sig over en periode på over 100 dage (variation fra 35 til 173 dage).

Såfremt man nedsætter kravene til sikkerheden, så middelfejlen er på 2 pct., skal forsøget med et enkelt dyr strække sig over en periode på omkring 25 dage (variation fra 9 til 43 dage). En yderligere nedsættelse til 3 pct. nedsætter den nødvendige længde af forsøgsperioden til omkring 10 dage (variation 4 til 19 dage).

De store variationer kunne tyde på, at de enkelte forsøgsdyr opfører sig forskelligt. Det ville være meget nærliggende at udvælge forsøgsdyr på grundlag af variationskoefficienten. Det må imidlertid forudses, at denne vil være forskellig på forskellige tidspunkter af forsøgsdyrenes livscyklus. Dette problem skal ikke her gøres til genstand for en nærmere behandling.

Ud fra de her refererede forsøg ser det ud til, at man kan opnå en nogenlunde tilfredsstillende sikkerhed med enkelte dyr, når blot opsamlingsperioden har en varighed på 20 til 25 dage. Ved benyttelsen af flere forsøgsdyr kan forsøgsperiodens længde forkortes i samme forhold. Ved at benytte f.eks. 5 dyr pr. forsøgshold skulle forsøgsperiodens længde kunne forkortes til 4 eller 5 dage. Her vil individuelle variationer dog gøre sig gældende.

Det må på forhånd antages, at sikkerheden på bestemmelse af fordøjelighedskoefficienter for kvælstof og kulstof vil være som for organisk tørstof. For råfedt vil usikkerheden være væsentlig større. Dette vil i særdeleshed være tilfældet for fodermidler med et lavt indhold af råfedt.

## IV. Sammenfatning.

I afsnit I (side 4 til 10) gives der en omtale af fuglenes fordøjelseskanaal, hvorved der lægges vægt på omtalen af de karakteristika, der i særlig grad må tages i betragtning ved forsøg til belysning af fordøjelsesprocessernes forløb og omfang.

Afsnit II (side 11 til 17) giver et resumé af tidligere metoder og forsøgsresultater. I tabel 1 er der foretaget en sammenstilling af fordøjelseskoefficienter, der er gennemsnit af en række i litteraturen fundne forsøgsresultater. Når disse tal er medtaget i denne beretning, skyldes det, at der er et vist behov for sådanne tal, der bl.a. kan benyttes til beregning af fodermidlernes indhold af omsættelig energi til fjerkræ. En beregning af fodermidlernes indhold af omsættelig energi til fjerkræ på grundlag af de i tabel 1 anførte tal vil i højere grad være korreleret med fodermidlernes indhold af nytteenergi til fjerkræ end en beregning af fodermidlernes indhold af skandinaviske foderenheder.

I afsnit III A (side 17 til 21) er der redegjort for de undersøgelser, der er foretaget vedrørende forsøgsteknik. De ved forsøgene benyttede bure er vist i figur 2. Den anvendte forsøgsteknik ved bestemmelse af næringsstofferne fordøjelighed (34) er skitseret i figur 3.

Tabel 2 viser resultaterne fra nogle undersøgelser over vandfordampning ved finformaling på laboratoriekvævn. Undersøgelserne viser, at vandfordampning ikke sker, når vandindholdet ved finformalingen er omkring 6 pct. Et højere eller lavere vandindhold medfører henholdsvis bortgang eller optagelse af vand, og ved et vandindhold på 14–15 pct. kan op til 15 pct. af vandet fordampe ved finformalingen.

Der er foretaget en forsøgsrække med tørring af gødningsprøverne før analysering. Det fremgår af tabel 3, at der, når gødningen tørres ved 60–70 °C, sker et tab af tørstof. For de kvælstofholdige stoffers vedkommende andrager dette tab op til 61 pct. Der må på grundlag af de foretagne undersøgelser meget stærkt advares mod at foretage en tørring af gødningen før analysering, selv om dette ville være fordelagtigt af hensyn til prøveudtagningen. Det sidste problem kan imidlertid løses ved anskaffelse af elektrisk drevne blande- og homogeniseringsapparater.

Afsnit III B (side 22 til 29) samt hovedtabel 1 omhandler de foretagne undersøgelser vedrørende bestemmelse af ufordøjeligt protein. Dette er et specielt problem ved forsøg med fugle, fordi fæces og urin udskilles sammen. Ved alle de af os foretagne forsøg er der benyttet en metode, hvor proteinstofferne udfældes med trikloredikesyre efter en forudgående søn-

derdeling af urinsyren ved iltning med kaliumpermanganat. I en del af forsøgene er den ufordøjelige proteinmængde bestemt som den ikke-dialyserbare del af gødningens kvælstofholdige stoffer.

Som det fremgår af tabellerne 4 og 5, er der foretaget forskellige forsøg til belysning af de to metoders effektivitet. I hovedtabel 1 samt i tabellerne 6 og 7 er opført resultater fra forsøg, hvor de to metoder er sammenlignet. Der opnås ikke i alle tilfælde samme resultat med udfædnings- og dialysemetoden. Der foretages ved de fremtidige forsøg stadig sammenligninger mellem metoderne. Dialysemetoden er den enkleste og derfor den letteste at standardisere. Det er af betydning, at disse metoder også tages op til undersøgelse ved andre institutioner, idet den endelige vedtagelse af en definition af ufordøjeligt protein i hønsegødning vil være af den største betydning for udnyttelse af resultater fra fordøjelighedsforsøg foretaget ved forskellige institutioner.

I afsnit III C (side 30 til 40) omtales nogle forsøg til belysning af den nødvendige længde af forperiode og opsamlingsperiode.

Af forsøgsrækkerne  $D_{12}$ ,  $D_{14}$  og  $D_{15}$  (se hovedtabellerne 2, 3 og 4) kan drages den slutning, at det ved fordøjelighedsforsøg med høns er tilstrækkeligt med en forperiode på 1 døgn regnet fra foderændringen. Efter forløbet af en sådan periode er den daglige udskillelse af såvel træstof (se figur 4) som organiske bestanddele tilsyneladende konstant (se tabel 11 og figurerne 5 til 9).

Dette er overensstemmende med en række forskellige undersøgelser over den hastighed, hvormed foderbestanddelene passerer tarmkanalen. Allerede tre timer efter fortæringen af et foder kan en del af dette påvises i gødningen (30, 53). Som tidligere omtalt er det ved anvendelse af forskellige metoder vist, at den største del af en given fodermængde vil have passeret tarmkanalen 1 eller 2 døgn efter foderets indtagelse (6, 29).

Den antagelse, at træstoffractionen skulle opholde sig i tarmkanalen i længere tid end de øvrige af foderets bestanddele, synes efter de her foretagne forsøg (jvf. figur 4) ikke i alle tilfælde at være rigtig. Dette er også i overensstemmelse med den opfattelse, at træstoffractionen ikke fordøjes i tarmkanalen hos fugle, hvor blindtarmene er fjernet, og i meget ringe omfang hos normale fugle (40, 51, 52). Nøjagtige undersøgelser herover kan bedst foretages ved forsøg, hvor dyrene fodres med et fuldstændig træstoffrit foder i for- og efterperioden, så fordøjelseskanalen ved slutningen af disse perioder er fuldstændig tømt for træstof (28).

Såfremt man ser bort fra sådanne mere specielle forsøg, vil forperioden i et fordøjelighedsforsøg med høns kunne være ganske kort. Sammenholdes de i forsøgene  $D_{12}$ ,  $D_{14}$  og  $D_{15}$  opnåede resultater med de undersøgelser over foderets gennemgangshastighed i fordøjelseskanalen, der er foretaget andre steder (6, 29, 30, 32, 41, 53), må det anses for fuldt forsvarligt at gennemføre fordøjelighedsforsøg med en forperiode fra 2 til 3 dage.

Foruden af forperioden består den egentlige forsøgsperiode af en opsamlingsperiode, i hvilken den daglige gødningsmængde fra hvert enkelt forsøgsdyr opsamles og vejes. Variationerne i den daglige udskillelse af de organiske bestanddele vil være afgørende for den nødvendige længde af opsamlingsperioden. I forsøgsrækkerne  $D_{14}$  og  $D_{15}$  er opsamlingen fortsat, så der ialt er foretaget daglige opsamlinger og analyser gennem ca. 30 dage (se figurerne 6 til 9).

På grundlag af variationerne i den daglige udskillelse af organisk tørstof er den nødvendige længde af opsamlingsperioden beregnet. Såfremt man ønsker en middelfejl på 1, 2 eller 3 pct., skal opsamlingsperioden have en længde på henholdsvis ca. 100, 25 og 10 dage. Der kan efter dette opnås en nogenlunde tilfredsstillende sikkerhed ved forsøg med et enkelt dyr, når opsamlingsperioden har en varighed af 20–25 dage. Der må dog advares mod at tillægge forsøg med enkelte dyr nogen generel betydning. For råfedt vil usikkerheden være væsentlig større end for organisk tørstof, kvælstof, kulstof og N-fri ekstraktstoffer (kulhydrater).

## V. English Summary.

In Chapter I (pages 4–10) is given a description of the alimentary canal of the bird, special emphasis being laid on the characteristics to be considered when investigating the course and extent of the digestion processes.

Chapter II (pages 11–17) gives a resumé of earlier research techniques and results. In Table 1 is shown the average digestibility coefficients calculated on the basis of a number of published results. These figures are used because such information can be employed in the calculation of the metabolizable energy of poultry food. A determination of the poultry food's metabolizable energy content, using the figures of Table 1, will show a higher correlation with the poultry food's utilizable energy than the feedstuff's calculated content of Scandinavian feeding units.

In the research, a plan was followed whereby a constant amount of the basic food was fed, together with an increasing amount of the experimental food. In this way the digested nutrients in the basic food can be correlated. Various technical experiments related to the treatment of food and products of metabolism were also performed.

Table 2 (Chapter III A, pages 17–21) shows the results of investigation into the water evaporation experienced due to the grinding process in the laboratory mill. The trials show that there is no water evaporation when the water content of the finely ground material is around 6 %. A higher or lower water content causes respectively a loss or uptake of water; and at water content level of 14–15 % up to 15 % of the water can evaporate away on grinding.

An investigation into the drying of droppings before analysis was also undertaken. Table 3 (page 19) indicates that when the droppings are dried at 60–70 ° C there is a loss of dry matter. In the case of the nitrogen containing substances this loss amounts to 61 %. Therefore one is strongly advised against drying the droppings before analysis, even though it may seem advantageous from the practical viewpoint. However, this problem can be solved by employing an electrically driven mixing-and-homogenising apparatus.

Chapter III B (pages 22–29) and Main-Table I (page 51–53) deal with the experiments related to the determination of undigestible protein. This is a special problem in the case of birds since both faeces and urine are excreted together. In all our work proteins are precipitated with trichloroacetic acid after pre-decomposition of the uric acid by oxidation with potassium permanganate. In some trials the undigestible protein is determined as the non-dialysable part of the nitrogen-containing compounds in the droppings.

As indicated in Tables 4 and 5 (pages 25 and 27) trials were performed to determine the effectivity of the two methods. The results of the comparison of the two methods are tabulated in Main-Table 1 (pages 51–53) and Tables 6 and 7 (pages 28 and 29). There is not agreement between the precipitation and the dialysis methods in all cases. Comparison of the two methods will be continued during future work. The dialysis method is the simplest and the easiest to standardise. It is noteworthy that these methods are also being investigated in other institutions; for it is of the greatest importance that final agreement on the definition of undigestible protein in hen droppings be reached, before employing the results of the digestibility trials being performed at the various research institutions.

Furthermore a number of trials are being conducted to give some information on the length of the pre-trial period and also the daily quantitative and qualitative variations of the droppings. These trials are mentioned in Main-Tables 2, 3 and 4 (pages 54–56) and in Chapter III C (pages 30–40).

The pre-trial period is necessary for one to be certain that the faeces and urine collected, stem from or correspond to the trial food. The pre-trial period is in effect a change-over period, beginning after the change in feeding. For ruminants the pre-trial period must be of a considerable length of time – about 3 weeks. A pre-trial period of about 8 days is usually sufficient for simple-stomached mammals.

Three series of trials were performed in order to discover the importance of the length of the pre-trial period in digestibility experiments with hens. The  $D_{12}$  trial referred to in Main-Table 2 (page 54) was performed on a group of 3 hens. The daily excretion of fibre and organic dry matter was determined, when 26 gm. of a basic ration, consisting of 85 % barley and 15 % vitamin mixture, was fed. Then the ration was altered by adding 30 gm. decorticated sunflower seed cake to the basic daily ration. Finally,

after 10 days, the hens again received only the basic ration. The composition of the feedingstuffs is given in Table 8 (page 30).

Main-Table 2 (page 54) clearly indicates that there is a very quick change in daily excretion of fibre and organic dry matter on altering the ration. This is seen more clearly in Figs. 4 and 5 (pages 31 and 32) where the daily excretion of fibre and organic dry matter is plotted in relation to feeding changes.

As mentioned in II B (page 14) it is generally accepted that the fibre fraction remains in the intestine for a relatively long time. A consideration of Fig. 4 (page 31) would not support this idea, since trials indicated a very quick change in the amount of fibre excreted daily after altering the fibre level of the food. During the period when only the basic ration was fed, 1.16 gm. fibre was excreted per day as compared with the corresponding figure of 4.33 gm. when the ration also contained sunflower seed cake.

The spread of the amounts of fibre excreted daily is high. In the period when the basic ration was fed alone, "s", expressed as a percentage of the average excretion of the groups I, II and III, was 13.6, 26.4 and 11.4. The corresponding figures for the period when sunflower seed cake was also fed were 8.3, 9.5 and 5.9. These figures clearly indicate the validity of mentioning in II B (page 14) the inaccuracy associated with the determination of the digestibility of fibre. Even though the inaccuracy is diminished by using trial foods of high fibre content, the results obtained by using such high fibre foods are unsatisfactory. This is one of the reasons for not mentioning fibre and N-free extracts in the following trials. These groups are treated under carbohydrates or N-free extracts. This is in agreement with Eriksson's conclusions (15).

The trials recorded on Fig. 5 (page 32) show that the excretion of organic dry matter was 6 gm. per day during the periods when the hens were on the basic ration. On the very first day that the sunflower seed cake was fed 20 to 21 gm. of organic dry matter was excreted, whilst during the next 9 days of such feeding the figure stood at 22 gm. On the day that the feeding of sunflower seed cake was stopped, the excretion of organic dry matter dropped to 7 gm.

The daily excretion of organic dry matter represented in Fig. 5 (page 32) has been corrected for the maintenance nitrogen. Each gram of nitrogen liberated by the oxidation of amino acids and excreted via the kidneys, causes an increase of 4 gm. of organic dry matter in the droppings (14, 15). A correction is therefore necessary when the change in feeding causes a decreased or an increased deposition of protein per day during the post-trial period. The correction has been made in the trials recorded in Main-Tables 3 and 4 (pages 19 and 25). It is clear from the data that the correction is small in every case.

During the periods of basic ration feeding the spread of the amounts of organic dry matter excreted daily by groups I, II and III was respectively 6.3, 9.5 and 7.9 % of the average daily organic dry matter excretion. The corresponding figures for the period when feeding with the basic ration plus the sunflower seed cake were 2.8, 3.1 and 1.2. This data therefore shows that the accuracy is distinctly better here than in the trials with fibre.

In order to get an idea of the necessary number of trial birds and the necessary length of the trial period one must perform daily analysis of the collected droppings from single birds. In such a trial one can measure the excretion of organic dry matter on the basis of the amount of droppings.

Trial D<sub>14</sub> tabulated in Main-Table 3 (page 55) was carried out with 5 hens. In this trial, analysis was made of the daily collected droppings of each bird. The feed was altered at the beginning of the 12<sup>th</sup> and 22<sup>nd</sup> days. The ration for the period between these days consisted of 30 gm. uncorticated sunflower seed cake and 40 gm. basic food, the latter containing 60 % barley, 25 % egg-layers' feed and 15 % vitamin mixture. During the periods before the 12<sup>th</sup> day and after the 22<sup>nd</sup> day of the trial the ration consisted of 40 gm. of the basic food. The organic dry matter and total nitrogen content of the basic food and the sunflower seed cake is given in Table 9 (page 33).

It can be seen from Main-Table 3 (page 55) and Figs. 6 and 7 (pages 34 and 35) that the daily excretion of organic dry matter during the "basic food alone" period lies generally between 9 and 10 gm. per day whilst during the "basic food + sunflower seed cake" period there was excreted about 27 gm. organic dry matter per day.

The spread during the "basic food" period varied from 6.9 to 7.9 percent of the average daily excretion of organic dry matter for the different birds. The corresponding variation for the "basic food + sunflower seed cake" period was from 2.8 to 6.1.

Trial D<sub>15</sub>, referred to in Main-Table 4 (page 56) was similar, but was different in that the "basic ration + sunflower seed cake" period was increased to 20 days. Figs. 8 and 9 (pages 36 and 38) show that the ration was altered at the beginning of the 6<sup>th</sup> and 26<sup>th</sup> day of the trial. During the periods before the 6<sup>th</sup> day and after the 26<sup>th</sup> day of the trial, 40 gm. of basic food were fed, whilst between these periods the ration consisted of 40 gm. basic food + 30 gm. sunflower seed cake. The basic ration consisted of 50 % barley, 30 % egg-layers' feed and 20 % vitamin mixture. The organic dry matter and total nitrogen content of the ration appears in Table 10 (page 37).

Figs. 8 and 9 (pages 36 and 38) show that the results of this trial were about the same as in the preceding trial. In the "basic food" periods 9 to 10 gm. organic dry matter were excreted per day whilst in the "basic food + sunflower seed cake" period the corresponding figures were 27 to 28 gm.



During the periods of basic ration feeding the spread of the amounts of organic dry matter excreted daily by the different birds varied from 8.2 to 14.9 % of the average daily organic dry matter excretion. The corresponding variation for the "basic food + sunflower seed cake" period was from 3.6 to 7.0.

Trials  $D_{12}$ ,  $D_{14}$  and  $D_{15}$  indicate that there is very quickly attained equilibrium between the amounts of organic dry matter supplied daily with the food and the daily amounts excreted with the droppings after the change in feeding. On the very day of the feeding change there was an almost corresponding rise or fall in the daily excretion of organic dry matter. This is seen from the data of Table 11 (page 37) which compares the excretion of organic dry matter on the 1st and 2nd day after the feeding change with the average excretion of the 8-day period from the 3rd to the 10th day after the feeding change. On the day of the feeding change the daily average excretion of organic dry matter for all the birds was 96 % of the corresponding average for the 8-day period (variation 89 to 111 %). On the second day the average was the same as the average of the 8-day period.

One can conclude from these trials that a pre-trial period of 1 day is sufficient for hens. At the end of this one day period the daily excretion of the fibre (see Fig. 4, page 31) and the organic fraction is apparently constant (see Table 11, page 37, and Figs. 5 to 9, pages 32, 34, 35, 36 and 38).

This is in agreement with the results of a series of different trials investigating the speed at which the various food fractions pass along the intestine. The first fractions of a feed can be detected in the droppings as soon as three hours after the ingestion of the food (30, 53). As mentioned earlier, different experimental techniques have shown that the greatest part of an ingested foodstuff will have traversed the intestine within 1 or 2 days (6, 29).

The generally accepted opinion that the fibre fraction of a foodstuff remains in the intestine for a longer period than the other food fractions, doesn't appear from these trials to be correct in all cases (Fig. 4, page 31). This is also in agreement with the view that the fibre fraction is not digested in the intestine of birds whose caeca have been removed, and is digested to only a very small extent in intact birds (40, 51, 52). Accurate investigation of this can best be performed by feeding the birds in the pre- and post-trial periods on a completely fibre-free food, so that the intestine is completely free of fibre at the end of these two periods (28).

Provided one excludes these more special types of investigation, the pre-trial period of a digestibility experiment with hens can be rather short. If the results of trials  $D_{12}$ ,  $D_{14}$  and  $D_{15}$  are related to the results of investigations into the speed at which foods traverse the intestine, performed

at other places (6, 29, 30, 32, 41, 53), it seems completely justifiable to use a pre-trial period of 2 to 3 days in digestibility trials with poultry.

In the above mentioned trials, the experimental sunflower seed cake contained 20 gm. digestible organic dry matter. This amount of digestible organic dry matter could easily be obtained using any other kind of feedingstuff in a digestibility trial. The experimental food's content of digestible organic dry matter may be compared with the values of "s", tabulated in Table 12 (page 39) under the difference column.

Such a comparison will show that the standard deviation (m) of the amount of digestible organic dry matter, during an 8-day period, varies from 2 to 6 % of the average value. On this basis one can make an estimate of the number of days (n) necessary to bring the standard deviation (m) down to 1, 2 or 3 percent of the average amount of digestible organic dry matter fed. In this case the values for "m" must be respectively 0.2, 0.4 and 0.6. This estimate is calculated using the following equation:

$$n_{1\%}, n_{2\%} \text{ or } n_{3\%} = \frac{s^2}{(m_{1\%}, m_{2\%} \text{ or } m_{3\%})^2}$$

The calculated data is tabulated in the last three columns of Table 12. In order to get a standard deviation of less than 1 %, the single bird trial must last a period of 100 days (variation 35 to 173 days). If one is willing to accept a standard deviation of 2 %, the single bird trial must last about 25 days (variation 9 to 43 days) whilst the corresponding figure for a 3 % standard deviation is 10 days (variation 4 to 19 days).

The large variations may be due to the different behaviour of the individual birds. It would be very natural to choose the trial birds on the basis of their variation coefficients. However this value varies according to the period of the trial bird's life cycle. This problem will not be discussed in this paper.

From the work referred to in this paper, it appears that one can obtain a fairly satisfactory level of accuracy using individual birds provided the collection period lasts 20 to 25 days. Using more trial birds the trial period can be correspondingly shortened. Employing, for example, 5 birds in each test group would necessitate the shortening of the trial period to 4 to 5 days. However, in such cases, individual variations begin to play their role.

The accuracy of the nitrogen and carbon determinations will be the same as of that for the organic dry matter. However, with crude fat the inaccuracy will be greater, especially in the case of the feedingstuffs of low fat content.

## VI. Litteratur.

1. *Axelsson, J.*: Lantbrukshögsk. Ann. 4 (1937): 131.
2.       »       Hönsens utfodring och skötsel (1951): 198.
3. *Boas, J. V. E.*: Lærebog i Zoologien, 6. udgave, København 1933.
4. *Bolton, W.*: J. Sci. Food Agr. 8 (1952): 132.
5.       »       10th World's Poultry Congress Sect. B. (1954): 94.
6. *Browne, T. G.*: J. Comp. Path. Thera. 35 (1922): 12.
7. *Brüggemann, H.*: Archiv f. Tierernährung und Tierzucht 5 (1931): 89.
8. *Davies, R. E.*: American Jour. Digest. Disease 4 (1959): 173-183.
9. *Diakow, M.*: Archiv f. Tierernährung und Tierzucht 7 (1932): 571.
10. *Draper, H. H.*: J. Nutrition 64 (1958): 33.
11. *Ellenberg, W.*: Handb. vergl. mikroskopischen Anat., Berlin 1911.
12. Encyclopedia of Chemical Technology 5, 1950, S. 1.
13. *Engler, H.*: Biedermanns Zentralblatt, B. Tierernährung 5 (1933): 329.
14. *Eriksson, S.*: Kungl. Lantbrukshögskolans Annaler, Vol. 20 (1953): 7.
15.       »       Acta Agriculturae Scandinavica V. (1955): 201.
16. Forsøg med metionin ved afdelingen.
17. *Fraps, G.*: Texas Agr. Erop. St. Bull. nr. 372 (1928).
18.       »       »       »       663 (1944).
19.       »       »       »       678 (1946).
20. *Gadow, H. og E. Selenka*: Vögel. Zu Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. 6, 4 I. Leipzig 1891. Ref. Vergleichende Anatomie der Haustiere (Ellenberg og Baum) Berlin 1932.
21. *Gertov, Kirsten og P. E. Jakobsen*: Dyrefysiologi II »Øvelsesvejledning«, DSR Kbh. 1959.
22. *Groebels, F.*: Der Vogel, 1. Bind, Berlin 1932.
23. *Halnan, E. T.*: J. Agric. Sci. 16 (1926): 451.
24.       »       »       »       »       18 (1928): 421, 634.
25.       »       »       »       »       27 (1937): 126.
26.       »       »       »       »       34 (1944): 133, 139.
27.       »       »       »       »       Brit. J. Nutrition 3 (1949): 245-253.
28. *Henning, H. J.*: Landw. Versuchsstat. 108 (1929): 253.
29. *Henry, K. M., A. J. Mac Donald og H. E. Magee*: J. Exp. Biol. 10 (1953): 153.
30. *Hillermann, John P., F. H. Kratzer og W. O. Wilson*: J. Poultry Science 32 (1953): 332.
31. *Hock, A.*: Biedermanns Zentralbl. B. Tierernährung 10 (1938): 3, 249.
32. *Ihnen, K.*: Arch. ges. Physiol. (Pflügers) 218 (1928): 767.
33. *Jakobsen, P. E., E. Stenbjerg Knudsen, C. G. Lamm og Victor Middelboe*: Anvendelse af atomenergi i landbrugets tjeneste. Rapport fra O.E.E.C. projekt 396, 1957.
34. *Jakobsen, P. E., Kirsten Gertov og S. Hovgaard Nielsen*: Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ (under udgivelse).
35. *Jukes H. G., D. C. Hill og H. D. Branton*: J. Poultry Science 35 (1956): 232.
36. *Kaupp, B. F. og J. E. Ivey*: J. Agric. Research 33 (1923): 721.
37. *Kovacs, J.*: Közlemények az összehasonlító élet és kortan köréből 21 (1938). Ref. Vergleichende Anatomie der Haustiere (Ellenberg og Baum) Berlin 1932.

38. *Krüger, A.*: Dtsch. tierärztl. Wschr. 34 (1926): 112.
39. *Maas, W.*: Arch. f. Geflügelkunde 7 (1933): 225.
40. *Mangold, E.*: Arch. f. Geflügelkunde 2 (1928): 312.
41.     »     »     Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. 2. Bd. Berlin 1929, 8–102.
42.     »     »     Arch. f. Geflügelkunde 9 (1935): 1.
43.     »     »     »     »     »     11 (1937): 346.
44. *March, B., R. Tuckey* og *J. Biely*: J. Poultry Science 37 (1958): 405.
45. *Marshall, D.*: Bau der Vögel. Leipzig. J. Weber 1895.
46. *Moon, F.*: J. Agric. Sci. 27 (1937): 458.
47. *Morley, R. Kare, Robert Black* og *E. G. Allison*: Poultry Science 36 (1957): 129–138.
48. *Nakatsuka, M., J. Matsumoto, H. Yamamoto* og *G. Masudo*: Hiroshima J. Med. Sci. 1 (1952): 55 (ref. 17).
49. *Neurath, H.* og *K. Bailey*: The Proteins I og II. 1953.
50. *Olsson, N.*: Lantbrukshögsk. Husdjurf. Medd. nr. 43 (1950): 1, 69.
51. *Radeff, T.*: Biochemische Zeitschrift 193 (1928): 192.
52. *Raeseler, M.*: Zeitschrift f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 13 (1929): 281.
53. *Saito, M.* og *K. Kibe*: Jap. J. Zootech. Sci. 27 (1956): 105–114.
54. *Shapiro, S. K.* og *W. B. Sarles*: J. Bacterial. 58 (1949): 531.
55. *Smith, Hammond* og *Rastell*: The grouse in health and disease, London, 1911, 170–172.
56. *Stotz, H.*: Arch. f. Tierernährung u. Tierzucht 7 (1932): 29.
57.     »     »     »     »     »     »     9 (1933): 426.
58.     »     »     Arch. f. Geflügelkunde 7 (1933): 202.
59. *Sugano, Fol.*: Jap. pharmacol. (Japan) 5 (1927): 327 (ref. 17).
60. *Titus, H. W.*: Food and Life. Yearbook of Agriculture, U. S. D. A. (1939): 819.
61. *Titus, H. W.*: The scientific feeding of chicken (1955).
62. *Tscherniak, A.*: Biedermanns Zentralbl. B. Tierernährung 8 (1936): 408.
63. *Tuckey, R., B. E. March* og *J. Biely*: J. Poultry Science 37 (1958): 786.
64. *Wisemann, R. W., O. A. Bushnell* og *M. M. Rosenberg*: Poultry Science 35 (1956): 126–132.

## VII. Hovedtabeller.

**Hovedtabel 1.**

Fæces-protein (»ufordøjeligt« protein) bestemt ved udfældning med trikloreddikesyre efter en forudgående iltning af urinsyren med  $\text{KMnO}_4$ , sammenlignet med fæces-protein bestemt som den ikke dialyserbare del af de kvælstofholdige stoffer i hønsegødning. Dialysen er foretaget mod rindende vand af en temperatur på  $40^\circ \text{C}$ . Forsøgene er udført med 12 forskellige hold fodret som angivet under holdbetegnelserne 1 til 12. Resultater angivet i % fæces-N.

**Main-Table 1.**

*Faeces-protein ("indigestible" protein) determined by precipitation with trichloroacetic acid, after oxidation of the uric acid with  $\text{KMnO}_4$ , compared with faeces-protein determined as the non-dialysable part of the nitrogenous compounds in the droppings of hens. The dialysis is performed against flowing tap-water, at a temperature of  $40^\circ \text{C}$ . The experiments are carried out with 12 different groups of hens fed as indicated under groups 1 to 12. The results are indicated as % faeces-N.*

**Hold 1. 70 g byg/dag.**  
**Group 1. 70 gm. barley/day.**

| $\text{KMnO}_4$   | Dialyse           |
|-------------------|-------------------|
| 0,139             | 0,152             |
| 0,162             | 0,118             |
| 0,203             | 0,113             |
| 0,151             | 0,120             |
| 0,140             | 0,118             |
| 0,150             | 0,111             |
| 0,140             | 0,116             |
| 0,159             | 0,122             |
| 0,142             | 0,116             |
| 0,143             | 0,103             |
| 0,137             | 0,116             |
| 0,138             | 0,122             |
| $\bar{x} = 0,150$ | $\bar{x} = 0,119$ |
| $s = 0,019$       | $s = 0,012$       |

**Hold 2. 70 g hvede/dag.**  
**Group 2. 70 gm. wheat/day.**

| $\text{KMnO}_4$   | Dialyse           |
|-------------------|-------------------|
| 0,160             | 0,130             |
| 0,160             | 0,144             |
| 0,156             | 0,121             |
| 0,195             | 0,135             |
| 0,177             | 0,140             |
| 0,172             | 0,140             |
| 0,201             | 0,138             |
| 0,174             | 0,142             |
| 0,191             | 0,140             |
| 0,176             | 0,136             |
| 0,167             | 0,121             |
| 0,177             | 0,132             |
| $\bar{x} = 0,176$ | $\bar{x} = 0,135$ |
| $s = 0,011$       | $s = 0,008$       |

**Hold 3. 70 g havre/dag.**  
**Group 3. 70 gm. oats/day.**

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,202                   | 0,095             |
| 0,186                   | 0,099             |
| 0,172                   | 0,095             |
| 0,186                   | 0,094             |
| 0,183                   | 0,092             |
| 0,186                   | 0,096             |
| 0,200                   | 0,097             |
| 0,208                   | 0,092             |
| 0,211                   | 0,092             |
| 0,167                   | 0,089             |
| 0,179                   | 0,096             |
| 0,192                   | 0,101             |
| $\bar{x} = 0,189$       | $\bar{x} = 0,095$ |
| $s = 0,014$             | $s = 0,003$       |

**Hold 4. 70 g rug/dag.**  
**Group 4. 70 gm. rye/day.**

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,148                   | 0,119             |
| 0,155                   | 0,097             |
| 0,150                   | 0,099             |
| 0,145                   | 0,099             |
| 0,150                   | 0,100             |
| 0,160                   | 0,105             |
| 0,156                   | 0,106             |
| 0,129                   | 0,094             |
| 0,160                   | 0,085             |
| 0,162                   | 0,093             |
| 0,167                   | 0,077             |
| 0,164                   | —*                |
| $\bar{x} = 0,153$       | $\bar{x} = 0,098$ |
| $s = 0,019$             | $s = 0,011$       |

\* Utilstrækkelig gødningsmængde.

\* Insufficient quantities of droppings.

**Hold 5. 70 g majs/dag.**  
**Group 5. 70 gm. maize/day.**

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,220                   | 0,130             |
| 0,264                   | 0,125             |
| 0,217                   | 0,127             |
| 0,211                   | 0,129             |
| 0,227                   | 0,121             |
| 0,247                   | 0,129             |
| 0,232                   | 0,128             |
| 0,232                   | 0,145             |
| 0,251                   | 0,127             |
| 0,207                   | 0,125             |
| 0,239                   | 0,135             |
| 0,236                   | 0,131             |
| $\bar{x} = 0,232$       | $\bar{x} = 0,129$ |
| $s = 0,017$             | $s = 0,006$       |

**Hold 6. 70 g hvedeklid/dag.**  
**Group 6. 70 gm. wheat bran/day.**

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,110                   | 0,091             |
| 0,118                   | 0,086             |
| 0,112                   | 0,093             |
| 0,109                   | 0,091             |
| 0,108                   | 0,097             |
| 0,115                   | 0,091             |
| 0,116                   | 0,099             |
| 0,153                   | 0,057             |
| 0,122                   | 0,090             |
| 0,111                   | 0,099             |
| 0,113                   | 0,099             |
| 0,134                   | 0,096             |
| $\bar{x} = 0,118$       | $\bar{x} = 0,091$ |
| $s = 0,013$             | $s = 0,012$       |

**Hold 7. 50 g sojaskrå/dag.**  
**Group 7. 50 gm. soya oil meal/day.**

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,235                   | 0,142             |
| 0,233                   | 0,132             |
| 0,217                   | 0,141             |
| 0,190                   | 0,127             |
| 0,236                   | 0,133             |
| 0,232                   | 0,136             |
| 0,217                   | 0,136             |
| 0,208                   | 0,149             |
| 0,207                   | 0,138             |
| 0,216                   | 0,151             |
| 0,219                   | 0,140             |
| —*                      | 0,147             |
| $\bar{x} = 0,219$       | $\bar{x} = 0,139$ |
| $s = 0,014$             | $s = 0,007$       |

**Hold 8. 50 g bomuldsfrøskrå/dag.**

**Group 8. 50 gm. cottonseed oil meal/day.**

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,354                   | 0,362             |
| 0,362                   | 0,361             |
| 0,364                   | 0,360             |
| 0,360                   | 0,360             |
| 0,354                   | 0,367             |
| 0,365                   | 0,362             |
| 0,369                   | 0,352             |
| 0,361                   | 0,364             |
| 0,363                   | 0,360             |
| 0,362                   | 0,356             |
| 0,353                   | 0,350             |
| 0,356                   | 0,363             |
| $\bar{x} = 0,360$       | $\bar{x} = 0,360$ |
| $s = 0,005$             | $s = 0,005$       |

**Hold 9. 50 g solsikkekrå/dag.***Group 9. 50 gm. sunflower oil meal/day.*

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,150                   | 0,109             |
| 0,159                   | 0,123             |
| 0,151                   | 0,115             |
| 0,170                   | 0,118             |
| 0,147                   | 0,110             |
| 0,155                   | 0,107             |
| 0,160                   | 0,112             |
| 0,155                   | 0,116             |
| 0,145                   | 0,114             |
| 0,140                   | 0,109             |
| 0,154                   | 0,113             |
| 0,154                   | 0,114             |
| $\bar{x} = 0,153$       | $\bar{x} = 0,113$ |
| $s = 0,008$             | $s = 0,005$       |

**Hold 10. 40 g kød-benmel/dag.***Group 10. 40 gm. meat and bonemeal/day.*

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,450                   | 0,429             |
| 0,431                   | 0,445             |
| 0,459                   | 0,435             |
| 0,460                   | 0,443             |
| 0,463                   | 0,421             |
| 0,452                   | 0,438             |
| 0,449                   | 0,434             |
| 0,435                   | 0,420             |
| 0,459                   | 0,448             |
| 0,453                   | 0,444             |
| 0,452                   | 0,442             |
| 0,466                   | 0,434             |
| $\bar{x} = 0,452$       | $\bar{x} = 0,436$ |
| $s = 0,003$             | $s = 0,003$       |

**Hold 11. 40 g fiskemel/dag.***Group 11. 40 gm. fishmeal/day.*

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,517                   | 0,335             |
| 0,501                   | 0,303             |
| 0,557                   | 0,461             |
| 0,272                   | 0,428             |
| 0,593                   | 0,401             |
| 0,762                   | 0,420             |
| 0,859                   | 0,292             |
| 0,811                   | 0,160             |
| 0,810                   | 0,404             |
| 0,755                   | 0,350             |
| 0,726                   | 0,443             |
| —*                      | 0,349             |
| $\bar{x} = 0,651$       | $\bar{x} = 0,363$ |
| $s = 0,178$             | $s = 0,089$       |

\* Utilstrækkelig gødningsmængde.

\* *Insufficient quantities of droppings.***Hold 12. 40 g sildemel/dag.***Group 12. 40 gm. herringmeal/day.*

| <i>KMnO<sub>4</sub></i> | <i>Dialyse</i>    |
|-------------------------|-------------------|
| 0,276                   | 0,175             |
| (0,517)*                | 0,180             |
| 0,343                   | 0,179             |
| 0,294                   | 0,183             |
| 0,245                   | 0,194             |
| 0,255                   | 0,218             |
| 0,258                   | 0,182             |
| 0,316                   | 0,157             |
| 0,288                   | 0,163             |
| 0,385                   | 0,182             |
| 0,275                   | 0,234             |
| 0,282                   | 0,160             |
| $\bar{x} = 0,292$       | $\bar{x} = 0,184$ |
| $s = 0,042$             | $s = 0,023$       |

\* ikke medtaget ved beregning af

 $\bar{x}$  og  $s$ .\* *not included in the calculation of  $\bar{x}$  and  $s$ .*

Hovedtabel 2 (Main-Table 2).

Daglig udskillelse af fæces-N, træstof, organisk tørstof og råfedt. Hvert tal er gennemsnit for 3 høner.

Foderændring den 11. og 21. forsøgsdag.

Daily excretion of faeces-N, fibre, organic dry matter and crude fat. Each number represents the average of 3 hens.

Food changed on the 11th and 21st day of the trial.

| Forsøgs-<br>dag | Fæces-N<br>g pr. dag     |      |      | Træstof<br>g pr. dag |      |      | Org. tørstof<br>g pr. dag      |       |       | Korrigeret org. tørstof<br>g pr. dag    |         |       | Råfedt<br>g pr. dag      |      |      |
|-----------------|--------------------------|------|------|----------------------|------|------|--------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------|---------|-------|--------------------------|------|------|
| Day<br>of trial | Faeces-N*<br>gm. pr. day |      |      | Fibre<br>gm. pr. day |      |      | Org. dry matter<br>gm. pr. day |       |       | Correct. org. dry matter<br>gm. pr. day |         |       | Crude fat<br>gm. pr. day |      |      |
|                 | I                        | II   | III  | I                    | II   | III  | I                              | II    | III   | I                                       | II      | III   | I                        | II   | III  |
| 7               | 0,12                     | 0,16 | 0,11 | 1,42                 | 1,98 | 1,18 | 8,24                           | 13,32 | 8,32  | 7,44                                    | (11.88) | 6,84  | 0,38                     | 0,56 | 0,39 |
| 8               | 0,10                     | 0,10 | 0,12 | 1,08                 | 0,87 | 1,15 | 6,91                           | 7,47  | 7,98  | 6,19                                    | 6,55    | 6,54  | 0,29                     | 0,32 | 0,24 |
| 9               | 0,11                     | 0,15 | 0,10 | 1,22                 | 1,26 | 0,93 | 7,34                           | 9,12  | 6,46  | 6,50                                    | 7,12    | 6,18  | 0,27                     | 0,32 | 0,23 |
| 10              | 0,09                     | 0,10 | 0,10 | 0,95                 | 1,18 | 1,34 | 6,53                           | 8,00  | 7,81  | 6,17                                    | 7,24    | 6,77  | 0,19                     | 0,29 | 0,27 |
| 11              | 0,11                     | 0,11 | 0,11 | 1,00                 | 1,34 | 1,24 | 6,14                           | 7,82  | 7,16  | 6,34                                    | 6,90    | 6,32  | 0,26                     | 0,25 | 0,21 |
| 12              | 0,17                     | 0,22 | 0,20 | 3,58                 | 3,96 | 3,19 | 17,39                          | 18,62 | 16,27 | 20,31                                   | 21,18   | 19,23 | 0,52                     | 0,51 | 0,42 |
| 13              | 0,27                     | 0,32 | 0,28 | 4,60                 | 4,23 | 4,40 | 21,63                          | 20,71 | 22,03 | 22,19                                   | 22,23   | 22,67 | 0,66                     | 0,70 | 0,72 |
| 14              | 0,28                     | 0,25 | 0,21 | 4,21                 | 4,48 | 4,11 | 20,58                          | 21,21 | 19,99 | 21,66                                   | 22,65   | 21,59 | 0,64                     | 0,64 | 0,70 |
| 15              | 0,42                     | 0,33 | 0,30 | 5,23                 | 4,39 | 4,54 | 22,24                          | 21,55 | 20,36 | 22,88                                   | 22,75   | 21,48 | 0,68                     | 0,61 | 0,56 |
| 16              | 0,27                     | 0,25 | 0,30 | 4,59                 | 4,58 | 4,45 | 21,07                          | 20,74 | 20,53 | 22,03                                   | 22,02   | 21,41 | 0,63                     | 0,58 | 0,64 |
| 17              | 0,30                     | 0,26 | 0,31 | 4,95                 | 3,39 | 4,12 | 21,37                          | 20,54 | 20,98 | 22,57                                   | 21,78   | 21,26 | 0,59                     | 0,59 | 0,57 |
| 18              | 0,27                     | 0,25 | 0,32 | 4,35                 | 4,10 | 4,17 | 20,38                          | 21,29 | 20,97 | 21,70                                   | 22,33   | 21,61 | 0,62                     | 0,68 | 0,67 |
| 19              | 0,29                     | 0,24 | 0,24 | 4,68                 | 4,25 | 3,86 | 21,84                          | 20,69 | 19,80 | 22,44                                   | 22,33   | 21,04 | 0,72                     | 0,65 | 0,59 |
| 20              | 0,26                     | 0,19 | 0,23 | 4,18                 | 3,89 | 4,07 | 19,64                          | 20,15 | 20,09 | 20,88                                   | 21,43   | 21,05 | 0,53                     | 0,62 | 0,55 |
| 21              | 0,31                     | 0,24 | 0,30 | 4,26                 | 4,47 | 4,57 | 20,77                          | 20,58 | 21,17 | 22,09                                   | 22,38   | 21,81 | 0,64                     | 0,63 | 0,63 |
| 22              | 0,16                     | 0,14 | 0,16 | 1,59                 | 1,51 | 1,55 | 9,19                           | 9,09  | 8,71  | 7,39                                    | 7,37    | 7,35  | 0,28                     | 0,26 | 0,31 |
| 23              | 0,13                     | 0,11 | 0,12 | 1,16                 | 2,25 | 1,18 | 7,35                           | 6,40  | 7,47  | 8,23                                    | 5,64    | 6,35  | 0,23                     | 0,22 | 0,22 |
| 24              | 0,12                     | 0,14 | 0,11 | 1,05                 | 1,10 | 1,04 | 7,00                           | 7,45  | 6,59  | 6,40                                    | 6,53    | 6,23  | 0,22                     | 0,22 | 0,22 |
| 25              | 0,10                     | 0,12 | 0,11 | 1,04                 | 1,02 | 1,07 | 6,89                           | 6,89  | 6,70  | 6,57                                    | 6,09    | 6,10  | 0,24                     | 0,24 | 0,23 |
| 26              | 0,12                     | 0,11 | 0,11 | 1,01                 | 1,26 | 1,17 | 6,96                           | 7,68  | 7,37  | 6,76                                    | 7,20    | 7,69  | 0,24                     | 0,24 | 0,21 |
|                 |                          |      |      |                      |      |      |                                |       |       | Sg                                      | 0,41    | 2,00  |                          |      |      |
|                 |                          |      |      |                      |      |      |                                |       |       | St                                      | 0,63    | 0,70  |                          |      |      |

\* Here Faeces = (Dropping - Urine Fraction).



Foderændring den 11. og 21. forsøgsdag.

Daily excretion of organic dry matter from hens.  
Food changed on the 11th and 21st day of the trial.

| Forsøgs-<br>dag | Organisk tørstof, g pr. dag<br><i>Organic dry matter, gm. pr. day</i> |       |       |       |       | Korrigeret organisk tørstof, g pr. dag<br><i>Corrected organic dry matter, gm. pr. day</i> |       |       |       |       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | Høne nr.<br><i>Hen No.</i>                                            |       |       |       |       | Høne nr.<br><i>Hen No.</i>                                                                 |       |       |       |       |
| Day of<br>trial | 40                                                                    | 43    | 84    | 89    | 97    | 40                                                                                         | 43    | 84    | 89    | 97    |
| 2               | 12.62                                                                 | 10.31 | 8.84  | 12.41 | 8.46  | 12.82                                                                                      | 10.11 | 9.28  | 12.29 | 9.66  |
| 3               | 11.30                                                                 | 9.63  | 7.67  | 8.70  | 7.93  | 11.66                                                                                      | 9.75  | 8.79  | 9.42  | 9.09  |
| 4               | 10.18                                                                 | 10.05 | 9.95  | 9.41  | 9.82  | 10.74                                                                                      | 9.69  | 10.27 | 10.33 | 10.10 |
| 5               | 9.66                                                                  | 10.24 | 9.36  | 8.67  | 6.83  | 10.34                                                                                      | 9.68  | 9.24  | 9.43  | 8.27  |
| 6               | 9.38                                                                  | 8.62  | 8.32  | 9.52  | 10.00 | 9.98                                                                                       | 8.74  | 8.56  | 10.16 | 10.44 |
| 7               | 8.19                                                                  | 7.26  | 5.72  | 7.45  | 8.91  | 9.19                                                                                       | 7.82  | 7.00  | 8.57  | 9.39  |
| 8               | 9.58                                                                  | 7.40  | 8.56  | 7.93  | 7.86  | 10.38                                                                                      | 8.12  | 8.76  | 8.85  | 8.78  |
| 9               | 9.15                                                                  | 9.32  | 8.56  | 9.68  | 8.61  | 9.95                                                                                       | 9.56  | 8.60  | 10.04 | 9.49  |
| 10              | 10.15                                                                 | 8.46  | 8.34  | 8.48  | 7.20  | 10.59                                                                                      | 8.86  | 8.62  | 9.00  | 8.36  |
| 11              | 7.80                                                                  | 9.28  | 8.04  | 8.68  | 7.75  | 8.96                                                                                       | 9.36  | 8.00  | 9.24  | 8.67  |
| 12              | 26.62                                                                 | 22.26 | 23.40 | 23.87 | 22.92 | 30.46                                                                                      | 25.42 | 26.52 | 27.27 | 27.32 |
| 13              | 24.03                                                                 | 23.76 | 23.90 | 24.40 | 24.30 | 27.07                                                                                      | 26.40 | 26.18 | 27.08 | 26.90 |
| 14              | 25.96                                                                 | 20.84 | 26.69 | 24.78 | 25.10 | 29.20                                                                                      | 23.88 | 27.73 | 27.06 | 26.14 |
| 15              | 23.53                                                                 | 24.58 | 22.02 | 25.11 | 22.32 | 26.57                                                                                      | 26.22 | 24.78 | 27.07 | 24.96 |
| 16              | 23.91                                                                 | 23.67 | 24.96 | 24.15 | 24.89 | 28.07                                                                                      | 26.11 | 26.64 | 26.55 | 26.45 |
| 17              | 21.56                                                                 | 23.64 | 22.59 | 24.96 | 23.51 | 24.92                                                                                      | 26.28 | 24.95 | 27.40 | 25.07 |
| 18              | 25.47                                                                 | 28.58 | 25.48 | 23.04 | 27.20 | 27.19                                                                                      | 28.50 | 26.92 | 25.88 | 28.92 |
| 19              | 26.66                                                                 | 27.97 | 23.91 | 22.01 | 26.55 | 27.82                                                                                      | 28.05 | 26.11 | 25.69 | 28.19 |
| 20              | 29.51                                                                 | 24.66 | 24.63 | 25.61 | 23.45 | 29.83                                                                                      | 26.10 | 26.95 | 28.13 | 25.97 |
| 21              | 24.30                                                                 | 21.83 | 21.66 | 24.80 | 24.84 | 26.02                                                                                      | 24.23 | 24.30 | 26.84 | 27.48 |
| 22              | 12.60                                                                 | 14.20 | 11.65 | 10.75 | 10.10 | 11.04                                                                                      | 12.32 | 11.21 | 10.27 | 9.98  |
| 23              | 10.81                                                                 | 10.76 | 8.34  | 9.22  | 10.05 | 10.17                                                                                      | 9.80  | 7.98  | 8.54  | 9.37  |
| 24              | 9.80                                                                  | 9.27  | 10.23 | 9.80  | 8.93  | 9.44                                                                                       | 8.79  | 9.07  | 9.68  | 9.33  |
| 25              | 5.96                                                                  | 8.54  | 10.99 | 9.71  | 7.27  | 10.88                                                                                      | 8.62  | 9.51  | 8.51  | 8.19  |
| 26              | 9.35                                                                  | 8.16  | 9.60  | 10.55 | 9.75  | 10.07                                                                                      | 8.40  | 8.40  | 9.07  | 9.27  |
| 27              | 8.95                                                                  | 9.04  | 8.94  | 8.74  | 10.16 | 9.47                                                                                       | 9.04  | 8.34  | 8.58  | 9.84  |
| 28              | 8.66                                                                  | 8.79  | 9.66  | 9.14  | 6.55  | 9.10                                                                                       | 8.63  | 8.86  | 8.82  | 7.19  |
| 29              | 11.55                                                                 | 9.15  | 9.89  | 9.69  | 8.15  | 10.43                                                                                      | 9.03  | 9.21  | 9.33  | 8.19  |
| 30              | 9.89                                                                  | 8.52  | 8.88  | 9.13  | 9.37  | 9.65                                                                                       | 8.64  | 8.88  | 9.05  | 9.57  |

Hovedtabel 4 (Main-Table 4).

Daglig udskillelse af organisk tørstof og organisk tørstof + aflejret N  $\times$  4 fra høner.

Foderændring den 6. og 26. forsøgsdag.

Daily excretion of organic dry matter and organic dry matter + deposited N  $\times$  4 from hens.

Food changed on the 6th and 26th day of the trial.

| Forsøgs-<br>dag | Organisk tørstof, g pr. dag<br>Organic dry matter, gm. pr. day |       |       |       |       |       | Organisk tørstof korrejeret, g pr. dag<br>Organic dry matter corrected, gm. pr. day |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 | Høne nr.<br>Hen No.                                            |       |       |       |       |       | Høne nr.<br>Hen No.                                                                 |       |       |       |       |       |
| Day of<br>trial | 41                                                             | 43    | 79    | 80    | 83    | 85    | 41                                                                                  | 43    | 79    | 80    | 83    | 85    |
| 2               | 9.58                                                           | 8.95  | 10.67 | 8.09  | 8.94  | 14.72 | 10.22                                                                               | 9.51  | 10.31 | 8.49  | 9.38  | 13.20 |
| 3               | 9.54                                                           | 8.47  | 9.97  | 8.72  | 8.45  | 7.80  | 9.70                                                                                | 8.87  | 9.81  | 9.28  | 8.81  | 9.00  |
| 4               | 9.30                                                           | 12.61 | 9.24  | 6.92  | 9.50  | 8.93  | 10.22                                                                               | 12.45 | 9.70  | 7.96  | 9.94  | 9.29  |
| 5               | 8.67                                                           | 8.66  | 8.70  | 7.58  | 10.08 | 9.38  | 9.63                                                                                | 8.98  | 8.42  | 7.98  | 10.24 | 9.66  |
| 6               | 8.53                                                           | 9.32  | 10.47 | 9.17  | 8.43  | 8.91  | 8.89                                                                                | 9.96  | 10.39 | 10.01 | 8.87  | 9.75  |
| 7               | 22.54                                                          | 19.89 | 22.17 | 21.74 | 23.04 | 20.90 | 25.74                                                                               | 24.69 | 25.17 | 25.70 | 25.92 | 25.82 |
| 8               | 25.36                                                          | 23.30 | 28.11 | 25.68 | 25.76 | 22.99 | 28.04                                                                               | 26.62 | 28.79 | 29.32 | 28.40 | 26.39 |
| 9               | 25.98                                                          | 26.89 | 27.48 | 26.62 | 27.36 | 27.10 | 28.38                                                                               | 29.25 | 28.40 | 28.70 | 28.20 | 29.82 |
| 10              | 22.95                                                          | 24.64 | 26.93 | 24.52 | 26.79 | 23.37 | 26.23                                                                               | 27.56 | 27.77 | 27.40 | 28.39 | 26.93 |
| 11              | 25.20                                                          | 24.35 | 26.16 | 23.68 | 27.52 | 24.59 | 27.84                                                                               | 27.31 | 27.40 | 26.68 | 29.24 | 27.39 |
| 12              | 24.08                                                          | 26.86 | 27.71 | 23.70 | 27.39 | 26.09 | 26.84                                                                               | 29.10 | 28.23 | 27.26 | 29.23 | 28.33 |
| 13              | 25.37                                                          | 25.68 | 25.99 | 24.53 | 25.96 | 21.74 | 27.25                                                                               | 27.88 | 26.67 | 27.33 | 26.64 | 25.18 |
| 14              | 25.03                                                          | 25.27 | 28.94 | 24.21 | 26.35 | 24.93 | 27.39                                                                               | 27.79 | 28.94 | 27.25 | 27.35 | 26.85 |
| 15              | 25.50                                                          | 23.76 | 28.68 | 21.82 | 27.58 | 24.45 | 27.54                                                                               | 26.56 | 29.24 | 25.10 | 28.38 | 27.33 |
| 16              | 26.34                                                          | 24.47 | 27.31 | 20.79 | 27.77 | 24.38 | 27.46                                                                               | 27.15 | 27.71 | 24.99 | 28.65 | 26.34 |
| 17              | 24.41                                                          | 27.94 | 28.98 | 26.50 | 23.93 | 24.50 | 26.45                                                                               | 29.10 | 28.58 | 28.02 | 26.45 | 26.02 |
| 18              | 27.12                                                          | 22.93 | 25.98 | 25.87 | 27.58 | 24.66 | 28.44                                                                               | 25.45 | 27.30 | 28.27 | 28.42 | 25.30 |
| 19              | 24.22                                                          | 25.74 | 27.67 | 27.43 | 28.62 | 29.56 | 25.34                                                                               | 27.46 | 27.99 | 28.91 | 29.22 | 28.80 |
| 20              | 25.19                                                          | 24.90 | 30.04 | 23.82 | 28.19 | 26.07 | 25.87                                                                               | 27.74 | 29.44 | 26.66 | 28.75 | 26.99 |
| 21              | 30.55                                                          | 26.76 | 26.05 | 26.00 | 27.12 | 26.35 | 29.67                                                                               | 27.72 | 26.77 | 27.64 | 28.00 | 26.79 |
| 22              | 22.02                                                          | 24.30 | 24.73 | 22.98 | 28.20 | 30.46 | 24.78                                                                               | 27.26 | 24.81 | 25.74 | 27.04 | 29.70 |
| 23              | 25.42                                                          | 25.40 | 27.83 | 26.42 | 28.99 | 24.49 | 25.58                                                                               | 28.44 | 28.11 | 27.50 | 28.19 | 25.57 |
| 24              | 26.92                                                          | 25.43 | 28.13 | 17.25 | 25.46 | 27.59 | 26.44                                                                               | 27.91 | 28.57 | 21.49 | 25.74 | 27.51 |
| 25              | 26.38                                                          | 25.47 | 28.75 | 27.29 | 23.56 | 22.24 | 25.66                                                                               | 27.35 | 28.67 | 26.69 | 24.04 | 23.52 |
| 26              | 25.96                                                          | 28.41 | 29.09 | 27.85 | 27.73 | 30.63 | 25.80                                                                               | 29.41 | 28.89 | 27.37 | 26.73 | 31.47 |
| 27              | 11.99                                                          | 9.07  | 13.40 | 16.12 | 10.73 | 12.12 | 10.07                                                                               | 9.43  | 11.76 | 12.24 | 9.61  | 11.00 |
| 28              | 11.94                                                          | 9.66  | 11.01 | 9.61  | 9.91  | 10.01 | 10.74                                                                               | 8.98  | 10.37 | 9.05  | 9.55  | 8.97  |
| 29              | 8.42                                                           | 10.85 | 12.22 | 9.89  | 7.51  | 8.86  | 7.86                                                                                | 10.89 | 11.10 | 9.57  | 7.67  | 8.70  |
| 30              | 8.64                                                           | 8.06  | 8.81  | 8.60  | 8.77  | 8.80  | 8.40                                                                                | 10.24 | 9.69  | 8.69  | 9.93  | 8.96  |