



# Foderblandingers fordøjelighed og energiværdi til chinchilla

*Digestibility and energetic value of feed mixtures for chinchilla*



Christian F. Børsting & Bjørn O. Eggum  
Statens Husdyrbrugsforsøg

Jørgen Nordholm  
Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby

## **STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG**

**Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele. Telf.: 89 99 19 00. Fax: 89 99 19 19**

Statens Husdyrbrugsforsøg, oprettet 1883, er en institution under Landbrugsministeriet.

Statens Husdyrbrugsforsøg har til formål at gennemføre forskning og forsøg og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssig husdyrbrug i Danmark og bidrage til en hurtig og sikker formidling af resultater til brugerne.

Der skal i forsknings- og forsøgsarbejdet lægges vægt på ressourceudnyttelse, miljø og dyrevelfærd samt husdyrprodukternes kvalitet og konkurrenceevne.

Abonnement på Statens Husdyrbrugsforsøgs Beretninger og Meddelelser kan tegnes ved direkte henvendelse til Statens Husdyrbrugsforsøg på ovenstående adresse.

Der er følgende afdelinger:

Dyrefysiologi og Biokemi  
Forsøg med Kvæg og Får  
Forsøg med Svin og Heste  
Administration

Forsøg med Fjerkræ og Kaniner  
Forsøg med Pelsdyr  
Centrallaboratorium  
Landbrugsdrift

## **NATIONAL INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE**

**Foulum, P.O. Box 39, DK-8830 Tjele  
Tel: +45 89 99 19 00. Fax: +45 89 99 19 19**

The National Institute of Animal Science was founded in 1883 and is a governmental research institute under the Ministry of Agriculture.

The aim of the institute is to carry out research and accumulate knowledge of importance to Danish animal husbandry and contribute to an efficient implementation of the results to the producers.

The research work puts emphasis on utilization of resources, environment and animal welfare and on the quality and competitiveness of the agricultural products.

For subscription to reports and other publications please apply direct to the above address.

The institute consists of the below departments:

Animal Physiology and Biochemistry  
Research in Cattle and Sheep  
Research in Pigs and Horses  
Administration

Research in Poultry and Rabbits  
Research in Fur Animals  
Central Laboratory  
Farm Management & Services

# 712

## Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

*Report from the National Institute of Animal Science, Denmark*

---

Christian F. Børsting & Bjørn O. Eggum  
Statens Husdyrbrugsforsøg

Jørgen Nordholm  
Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby

### **Foderblandingers fordøjelighed og energiværdi til chinchilla**

*Digestibility and energetic value of feed  
mixtures for chinchilla*

With English abstract and subtitles

Foulum 1992

Manuskriptet afleveret august 1992

---

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a/s 1992



## Forord

Det er kun muligt at undersøge og imødekomme dyrenes behov for næringsstoffer og energi, hvis man ved, hvordan dyrene udnytter foderet.

Næringsstof- og energiidnyttelsen er ikke tilstrækkeligt dokumenteret hos de koprofage dyr, hvortil chinchillaen hører. De lovbeftalede deklarationer vedrørende foderblandingers energiindhold har til chinchilla været baseret på de tabelværdier, der anvendes til pelsdyr, dvs. fordøjelighedskoefficienter målt på mink, hvilket ifølge nærværende beretning er særdeles utilfredsstillende og direkte misvisende.

I et samarbejde mellem Foreningen Dansk Chinchilla, Landbrugets Rådgivningscenter, Foderproducenterne og Statens Husdyrbrugsforsøgs Afd. for pelsdyr blev det derfor besluttet at gennemføre fordøjelighedsforsøg med chinchilla med de på markedet værende foderpiller for at få et reelt svar på chinchillaens evne til at fordøje næringsstofferne og hermed et mål for energiværdien af det tilbudte foder.

Fordøjelighedsforsøgene er gennemført på Statens Husdyrbrugsforsøgs Afd. for pelsdyr, og de fleste af analyserne er udført på institutionens centrallaboratorium. Rottelforsøgene og analyserne i forbindelse hermed er udført på Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi. Chinchillaernes fodring og pasning blev forestået af forsøgstekniker Margit Jørgensen. Forsøgstekniker Anne Bay har deltaget i forsøgets statistiske opgørelse og beretningen er opsat og renskrivet af overassistent Dorthe V. Nielsen. Forfatterne og afdelingen ønsker at takke Foreningen Dansk Chinchilla for bekostning af analyseudgifterne i forbindelse med projektet samt Åge Christensen for gennemførelse af nødvendige forundersøgelser og udlån af forsøgsdyrene.

Det udførte arbejde har dannet et godt grundlag for mere omfattende forsøg, der i mellemtiden er gennemført, som baggrund for udvikling af et energivurderingssystem til estimering af foderblandingers energiværdi til chinchilla.

## Indholdsfortegnelse

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Forord</b> .....                                                                                                 | 3  |
| <b>Sammendrag</b> .....                                                                                             | 6  |
| <b>Summary</b> .....                                                                                                | 7  |
| <b>1. Indledning</b> .....                                                                                          | 8  |
| 1.1. Baggrund .....                                                                                                 | 8  |
| 1.2. Formål .....                                                                                                   | 8  |
| <b>2. Materialer og metoder</b> .....                                                                               | 9  |
| 2.1. Forundersøgelser .....                                                                                         | 9  |
| 2.2. Foder .....                                                                                                    | 10 |
| 2.3. Dyr og forsøgsplan .....                                                                                       | 10 |
| 2.4. Kemiske analyser .....                                                                                         | 12 |
| 2.5. Statistiske modeller .....                                                                                     | 12 |
| <b>3. Resultater og diskussion</b> .....                                                                            | 13 |
| 3.1. Foderblandingernes kemiske sammensætning .....                                                                 | 13 |
| 3.2. Fordøjelighedskoefficienter og energi-<br>værdier målt på chinchilla .....                                     | 14 |
| 3.3. Fordøjelighedskoefficienter, energiværdier<br>og proteinudnyttelse målt på rotter .....                        | 18 |
| 3.4. Sammenligning af målte fordøjelighedskoefficienter og energiværdier med tabelværdier<br>for mink og kvæg ..... | 21 |
| <b>4. Konklusion</b> .....                                                                                          | 27 |
| <b>5. Litteratur</b> .....                                                                                          | 28 |
| <b>6. Appendiks</b> .....                                                                                           | 30 |

## Contents

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Preface</b> .....                                                                                                            | 3  |
| <b>Summary</b> .....                                                                                                            | 7  |
| <b>1. Introduction</b> .....                                                                                                    | 8  |
| 1.1. Background .....                                                                                                           | 8  |
| 1.2. Objectives .....                                                                                                           | 8  |
| <b>2. Material and methods</b> .....                                                                                            | 9  |
| 2.1. Preliminary examinations .....                                                                                             | 9  |
| 2.2. Feed .....                                                                                                                 | 10 |
| 2.3. Animals .....                                                                                                              | 10 |
| 2.4. Chemical analysis.....                                                                                                     | 12 |
| 2.5. Statistical models .....                                                                                                   | 12 |
| <b>3. Results and discussion</b> .....                                                                                          | 13 |
| 3.1. Chemical composition of feed mixtures .....                                                                                | 13 |
| 3.2. Digestibility coefficients and energetic<br>values measured in chinchilla .....                                            | 14 |
| 3.3. Digestibility coefficients, energetic values<br>and protein utilization measured in rats .....                             | 18 |
| 3.4. Measured digestibility coefficients and<br>measured energetic values compared to table values<br>for mink and cattle ..... | 21 |
| <b>4. Conclusion</b> .....                                                                                                      | 27 |
| <b>5. Literature</b> .....                                                                                                      | 28 |
| <b>6. Appendix</b> .....                                                                                                        | 30 |

## Sammendrag

Med den nuværende metode til vurdering af fodermidlers og foderblandingers energiværdi til chinchilla anvendes tabelværdier for minkfordøjeligheden af råprotein, råfedt og råkulhydrat i de enkelte fodermidler til beregningen af foderets indhold af omsættelig energi. Da chinchillaens fordøjelsescanal er væsentlig forskellig fra minkens, må denne metode anses for at være utilfredsstillende.

Der blev gennemført fordøjelighedsforsøg med udvoksede hanchinchillaer med de seks forskellige chinchillapiller, som fandtes på det danske marked i 1990, en kaninpille fra Foulum samt hø. Disse otte fodermidler blev desuden afprøvet i balanceforsøg med rotter.

Der blev fundet stor variation i energifordøjeligheden i de kommercielle chinchillapiller nemlig fra 61-75%, medens den var 44% for hø.

Energifordøjeligheden var ca. 7%-enheder lavere hos rotter end hos chinchilla, medens proteinfordøjeligheden var ca 2%-enheder højere hos rotter. Til trods for niveauforskellen mellem rotter og chinchilla i energifordøjeligheden var der en høj korrelation ( $R^2=0,96$ ) mellem de to arters energifordøjelighed, medens den var noget lavere for protein ( $R^2=0,73$ ).

Fordøjelighedskoefficienter og energiværdier målt på chinchilla blev også sammenlignet med de tilsvarende tabelværdier for mink og kvæg. Det blev konkluderet, at tabelværdier for mink er helt uanvendelige, især fordi minkens kulhydratfordøjelighed er meget lavere end chinchillaens. Tabelværdier for kvæg er heller ikke anvendelige, fordi kvægets råproteinfordøjelighed er højere end chinchillaens, og fordi kvæget fordøjer tungtfordøjelige kulhydrater bedre end chinchillaen.

En stor del af variationerne i råprotein- og råfedtfordøjelighederne kunne beskrives ud fra blandingerne indhold af henholdsvis råprotein og råfedt. Råkulhydratfordøjeligheden havde nogen sammenhæng med blandingerne indhold af træstof. Ud fra disse sammenhænge synes det muligt med et større datamateriale at estimere næringstofferne fordøjelighed ud fra den kemiske sammensætning i foderet, således at der kan udvikles et energivurderingssystem for chinchillapiller.



## Summary

In the present method for evaluating the energetic value for chinchilla of feedstuffs and feed mixtures, table values for mink digestibility of crude protein, crude fat and crude carbohydrates are used to calculate the content of metabolizable energy. This method is unsatisfactory due to the distinct differences in the digestive tract of the two species.

Digestibility trials were performed with adult male chinchilla with the six kinds of chinchilla pellets available on the Danish market in 1990, a rabbit pellet from Research Centre Foulum, and hay. These eight kinds of feed were further examined in balance trials with rats.

Much variation was found in the energy digestibility (61-75%) of the six commercial mixtures, while the energy digestibility of hay was 44%.

The energetic values measured in rats were about 7 percentage units lower than the values measured in chinchilla whereas the protein digestibility was about 2 percentage units higher in rats. Despite the difference in energy digestibility between the two species there was a high correlation ( $R^2=0.96$ ) between rat and chinchilla, whereas the correlation was lower for protein digestibility ( $R^2=0.73$ ).

Digestibility coefficients and energetic values measured in chinchilla were further compared to the equivalent values for mink and cattle.

It was concluded that table values for mink were totally useless to predict the energy values for chinchilla, mainly due to a much lower carbohydrate digestibility in mink. Table values for cattle were also inapplicable, because cattle have higher crude protein digestibility than chinchilla and due to interaction between carbohydrate composition and the difference in carbohydrate digestibility between cattle and chinchilla.

A high proportion of the variation in crude protein and crude fat digestibilities could be ascribed to the concentration in the mixtures of crude protein and crude fat, respectively. There was also a correlation between digestibility of crude carbohydrates and the concentration of crude fibre in the mixtures. Due to these correlations it appears possible to estimate the digestibility of the nutrients from the chemical composition of the feed when more data are available.

# 1. Indledning

## 1.1. Baggrund

Den tilgængelige viden om chinchillaens udnyttelse af de enkelte næringsstoffer er meget begrænset. Derfor har det indtil videre været nødvendigt at anvende værdier fundet hos andre husdyr til beregning af foderets næringsværdi til chinchillaen. I følge Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (Anonym, 1987) beregnes energiværdien for chinchillafoder som for andre pelsdyr ved anvendelse af fordøjelighedskoefficienter målt på mink. Da dette er den officielle beregningsmetode, er denne metode også anvendt ved de beregninger, som ved Afdelingen foretages ved Den Frivillige Kontrol med Chinchillafoder.

Da chinchillaen ligesom kaninen udfører koprafagi, er dens omsætning af foderet væsentlig forskellig fra minkens. Dette gælder i særlig grad kulhydratomsætningen, idet chinchillaen kan omsætte foderets cellevægskulhydrater (fibre) i blind- og tyktarm v.h.a. mikrobiel nedbrydning, medens mikrobiel omsætning ikke har nogen betydning hos minken.

Med den nye foderstoflov, der trådte i kraft i januar 1992, er det ikke længere lovpligtigt for foderproducenterne at opgive foderblandingernes indhold af de enkelte fodermidler. Dette bevirker, at det ikke længere er muligt at beregne en foderblandings energiindhold ud fra tabelværdier for fordøjeligheden af de enkelte fodermidler.

## 1.2. Formål

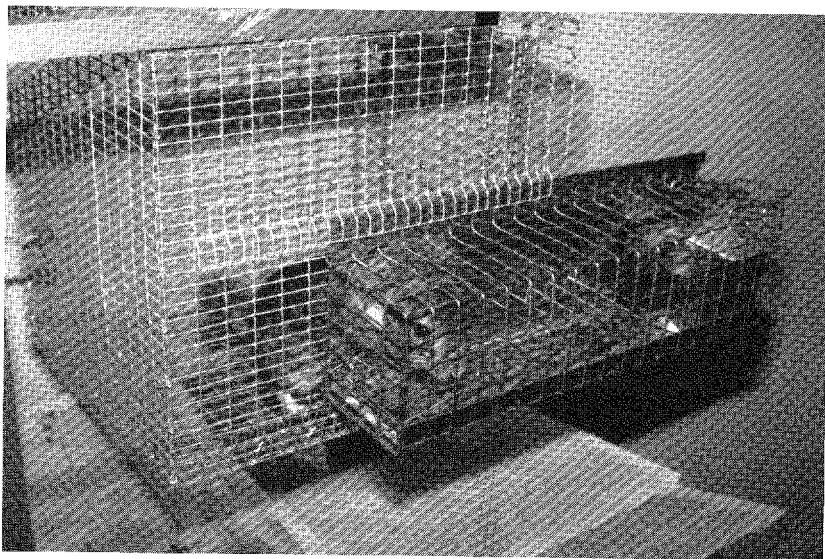
På baggrund af ovenstående problemstillinger var formålet med forsøget flg.:

- at måle indholdet af fordøjelig energi til chinchilla i alle fabrikater af chinchillapiller på det danske marked, med henblik på rådgivning af avlerne,
- at undersøge om rotter kan anvendes som modeldyr til bestemmelse af fordøjelighed hos chinchilla,
- at sammenligne de målte energiværdier med energiværdier beregnet ud fra tabelværdier for mink og kvæg,
- at sammenligne målte værdier for fordøjelig energi med omsættelig energi beregnet ud fra fordøjede mængder af råprotein, råfedt og råkulhydrat og energifaktorer for disse næringsstoffer.

## 2. Materiale og metoder

### 2.1. Forundersøgelser

Forud for forsøget i Foulum undersøgte Åge Christensen, Pelsfarmen Jørgensminde dyrenes evne til at tilpasse sig fordøjelighedsburene, som anvendes i Foulum.



Ved at øge højden i fodertunnelen lykkedes det at få dyrene til at æde på normal vis. For helt at undgå pillespild blev der lavet fast bund i fodertunnelen, medens siderne af tunnelen blev beklædt med et finmasket net, der forhindrede chinchillaerne i at smide pillerne ud.

Åge Christensen fandt desuden ud af, at de voksne hanner godt kunne trives normalt og producere gødningspiller med normal konsistens selvom de kun fik chinchillapiller og ingen hø. Det blev fundet, at den daglige udskillelse af gødningspiller var stor nok til at 4 døgns gødningsopsamling kunne give tilstrækkeligt materiale til de ønskede analyser. Da en opsamlingsperiode på 4 døgn normalt giver repræsentative prøver både hos én- og flermavede dyr, blev det besluttet også at samle gødning op i 4 døgn ved chinchilla.

## 2.2. Foder

Til forsøget blev anvendt de 6 fabrikater af chinchillapiller, som fandtes på det danske marked i efteråret 1990, samt en standard kaninpille, der anvendes ved kaninforsøg ved Afd. for forsøg med Fjerkræ og Kaniner. Endelig blev snittet hø (2 cm lange stykker klippet med saks) af god hygiejnisk kvalitet fra Åge Christensen undersøgt. De kommercielle producenter af chinchillapiller var flg.:

1. KFK, Korn- og Foderstofkompagniet, Grøndalsvej 1, 8260 Viby J
2. A/S Carl Rasmussen, Korn og Foderstoffer, Gamby, 5471 Søndersø
3. Jasopan, Knivholtvej, 9900 Frederikshavn
4. NAG, Nordsjællands Andels Grovwareforening, 3200 Helsinge
5. Vonge Mølle, A/S Henning Laursen, 7173 Vonge
6. ØAG, Østvendssyssel Andels Grovwareforening a.m.b.a., Dregårdsvej 1, 9330 Dronninglund

Råvaresammensætningen af de 7 foderblandinger fremgår af tabel 1. Foderet fra de 6 producenter blev indsamlet af Konsulent Jørgen Nordholm, således at det kom fra de enkelte producenters seneste produktion før 20.09.90.

Inddelingen i klasser af fodermidler er foretaget for at give et indtryk af den relativt store variation, der fandtes i de 7 blandingers fodermiddelsammensætning.

Som én af de væsentligste forskelle mellem blandingerne kan bemærkes fordelingen af kulhydrat- og træstofrige fodermidler, varierende fra pille 3 med et lavt indhold af træstofrige fodermidler og et højt indhold af meget letfordøjelige kulhydrater, til pille 6 med et højt indhold af træstofrige fodermidler, som desuden udgøres fortrinsvis af det meget tungtfordøjelige havreskalmel.

## 2.3. Dyr og forsøgsplan

Til forsøget blev anvendt 24 voksne hanner i alderen 9 - 50 måneder udlånt af Åge Christensen, Pelsfarmen Jørgensminde.

Dyrene blev vejlet ved ankomsten d. 23.09.90 og inddelt i 4 hold á 6 dyr, således at dyrenes vægt og afstamning var balanceret for de 4 hold. I de første 3 dage blev dyrene tildelt 15 g af samme foderpille, som de var vant til plus 15 g forsøgsfoder for de respektive hold.

De 8 forsøgsblandinger blev afprøvet i løbet af 2 forsøgsperioder. I første forsøgsperiode, 26.9.-12.10.90 anvendtes:

- Hold 1: KFK piller
- Hold 2: Carl Rasmussen piller
- Hold 3: Jasopan piller
- Hold 4: NAG piller

**Tabel 1. Fodermiddelsammensætning af chinchillapiller og kaninpiller**  
*Feedstuff composition in chinchilla and rabbit pellets*

| Hold                       | 1    | 2               | 3                 | 4    | 5    | 6              | 7     |
|----------------------------|------|-----------------|-------------------|------|------|----------------|-------|
| Foder                      | KFK  | Carl<br>Rasmus. | Jaso-<br>pan      | NAG  | ØAG  | Vonge<br>Mølle | Kanin |
| <b>Fodermiddel:</b>        |      |                 |                   |      |      |                |       |
| Sojaproteinkonc.           | 3,4  | -               | 8,0               | -    | -    | -              | -     |
| Sojaskrå. toasted          | 6,2  | 14,4            | 7,0               | 7,0  | 9,0  | 15,0           | 4,0   |
| Solsikkes. delv. afsk.     | 5,0  | -               | 5,0               | 5,0  | 3,9  | -              | 8,0   |
| Tørgær                     | 2,0  | 2,0             | 1,0               | 2,0  | 2,0  | 2,0            | -     |
| Hvedekim                   | 10,0 | 5,0             | 10,0              | -    | -    | 7,0            | -     |
| Hørfrøkager                | -    | -               | -                 | 1,5  | -    | 7,0            | -     |
| Eksotiske frø              | -    | -               | -                 | -    | 3,5  | -              | -     |
| Maltspirer                 | -    | -               | -                 | -    | 8,0  | -              | -     |
| Veg. proteinfoderm. ialt   | 26,6 | 21,4            | 31,0              | 15,5 | 26,4 | 31,0           | 12,0  |
| Fiskemel                   | 2,9  | -               | -                 | 1,0  | -    | -              | -     |
| Skummetmælkspulver         | 1,5  | 3,0             | 4,0               | 1,8  | 2,0  | -              | -     |
| Kødbenmel                  | 4,0  | 2,0             | -                 | 2,0  | -    | -              | -     |
| Vallepulver                | -    | -               | -                 | -    | -    | 2,0            | -     |
| Anim. proteinfoderm. ialt  | 8,4  | 5,0             | 4,0               | 4,8  | 2,0  | 2,0            | -     |
| Hvede                      | -    | -               | -                 | 10,0 | 2,0  | -              | -     |
| Byg                        | 5,2  | 9,9             | 5,0 <sup>a)</sup> | 13,7 | 3,0  | -              | 15,0  |
| Havre                      | 15,0 | 9,0             | 7,0               | 15,0 | 13,0 | 10,0           | 30,0  |
| Grønmel                    | 22,0 | 25,0            | 20,0              | 20,0 | 25,0 | 23,0           | 30,0  |
| Melasse                    | 1,0  | 1,0             | -                 | 3,0  | 1,0  | -              | 1,5   |
| Sukkerroeaff. tørret       | 8,1  | 2,5             | -                 | -    | 2,0  | -              | -     |
| Druesukker                 | -    | 2,0             | 3,0               | -    | 2,0  | -              | -     |
| Hvedemel                   | -    | -               | 5,0 <sup>a)</sup> | -    | -    | -              | -     |
| Havregryn                  | -    | -               | 5,0 <sup>a)</sup> | -    | -    | -              | -     |
| Kulhydrat foderm. ialt     | 51,3 | 49,4            | 45,0              | 61,7 | 48,0 | 33,0           | 76,5  |
| Hvedeklid                  | 10,0 | 15,0            | 4,1               | 15,0 | 17,0 | 5,0            | 10,0  |
| Havreskalmel               | -    | 5,0             | 7,0               | -    | -    | 22,0           | -     |
| Træstøfrige fyldstof. ialt | 10,0 | 20,0            | 11,1              | 15,0 | 17,0 | 27,0           | 10,0  |
| Tilsat fedt                | 2,5  | 2,3             | 3,0               | -    | 4,0  | 2,0            | -     |
| Tilsatte mineraler         | 0,9  | 1,7             | 5,9               | 2,3  | 2,1  | 4,3            | 1,0   |
| Vitamin forblending        | 0,4  | 0,3             | -                 | 0,7  | 0,5  | 0,8            | 0,5   |

a) Varmebehandlet

I anden forsøgsperiode, 17.10.-2.11.90 anvendtes:

Hold 5: ØAG piller

Hold 6: Vonge Mølle piller

Hold 7: Foulum kanin piller

Hold 8: Snittet hø fra Åge Christensen

I hver forsøgsperiode blev der i forperiodens første 9 døgn tildelt 30 g af de respektive foderpillers, medens der i de resterende 3 døgn af forperioden og i opsamlingsperioden på 4 døgn blev tildelt 25 g piller. Den målte foderoptagelse viste, at selv 25 g piller var nok til at alle dyr blev fodret ad libitum. For hold 8 blev der dog kun tildelt 20 g hø i forsøgets sidste 7 døgn.

Efter den første forsøgsperiode blev alle dyr i 3 dage tildelt 10 g hø plus 20 g af samme foderpille som i forsøgsperiode 1 og de følgende 2 dage 5 g hø samt 25 g af foderpillen, som de skulle have i periode 2. Der blev tildelt hø for at undgå, at dyrene i for lang tid skulle leve udelukkende af piller.

Før periode 2 blev dyrene inddelt i nye hold i forhold til afstamning og vægten efter den første periode.

Der blev fodret kl. 8.00 hver morgen. I opsamlingsperioden blev gødningen opsamlet dagligt og gemt under låg ved  $-20^{\circ}\text{C}$ . Gødningspillernes konsistens blev bedømt visuelt. De levnede foderrester blev vejet tilbage hver dag. I det levnede hø blev N-indholdet bestemt, for at korrigere for chinchillaens selektion af de mest bladrigge dele.

## 2.4. Kemiske analyser

Analyserne i foderet for indholdet af: tørstof, aske, råprotein, råfedt (HCl-fedt efter Stoldts metode ved ekstraktion med diethylæter), træstof, opløselige og uopløselige fibre (Asp, 1983), brutto energi, aminosyresammensætning, fedtsyresammensætning, peroxidtal og frie fedtsyrer blev udført af Centrallaboratoriet efter standardmetoderne for disse analyser. Råkulhydrat blev beregnet som 100-aske-råprotein-råfedt.

Chinchillagødningen blev analyseret på Centrallaboratoriet for: tørstof, aske, råprotein, råfedt, træstof og bruttoenergi. I rotteforsøget blev bruttoenergi målt af Centrallaboratoriet, medens råprotein i foder, gødning og urin blev analyseret på Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi.

## 2.5. Statistiske modeller

De statistiske analyser blev foretaget med GLM proceduren i SAS og følgende model blev anvendt:

$$1. \quad Y_{ij} = X_i + E_{ij}$$

hvor

$Y_{ij}$  = den afhængige variabel

$X_i$  = effekt af foderblanding

$E_{ij}$  = tilfældig variation

### 3. Resultater og diskussion

#### 3.1. Foderblandingerne kemiske sammensætning

De anvendte foderblandingers indhold af næringsstoffer fremgår af tabel 2 samt appendix A og B. Høets næringsstofsammensætning afveg naturligvis væsentligt fra de 7 foderblandingers sammensætning, idet indholdet af råprotein og råfedt var lavere end i blandingerne, medens indholdet af træstof og uopløselige fibre var væsentligt højere end i blandingerne.

**Tabel 2. Kemisk sammensætning i chinchillapiller, kaninpiller samt hø**

*Chemical composition of chinchilla and rabbit pellets, and hay*

| Hold<br>Foder                      | 1<br>KFK | 2<br>Carl<br>Rasmus. | 3<br>Jaso-<br>pan | 4<br>NAG | 5<br>ØAG | 6<br>Vonge<br>Mølle | 7<br>Kanin | 8<br>Hø |
|------------------------------------|----------|----------------------|-------------------|----------|----------|---------------------|------------|---------|
| <u>% i foderet:</u>                |          |                      |                   |          |          |                     |            |         |
| Tørstof                            | 89,9     | 89,9                 | 89,8              | 89,5     | 89,7     | 90,8                | 88,6       | 88,2    |
| <u>% i tørstof:</u>                |          |                      |                   |          |          |                     |            |         |
| Aske                               | 9,0      | 8,9                  | 7,5               | 9,0      | 8,4      | 9,8                 | 7,0        | 4,9     |
| Råprotein                          | 24,9     | 22,8                 | 27,9              | 21,4     | 21,8     | 22,0                | 19,4       | 9,6     |
| Råfedt                             | 6,7      | 6,6                  | 7,7               | 4,2      | 8,2      | 6,7                 | 4,5        | 2,4     |
| Råkulhydrat                        | 59,4     | 61,7                 | 57,0              | 65,5     | 61,7     | 61,5                | 69,0       | 83,1    |
| Træstof                            | 13,7     | 11,9                 | 11,1              | 12,4     | 12,0     | 16,0                | 16,4       | 34,7    |
| NFE                                | 45,7     | 49,8                 | 45,9              | 53,1     | 49,7     | 45,5                | 52,6       | 48,4    |
| Opløselige fibre                   | 5,1      | 4,9                  | 4,2               | 4,3      | 3,8      | 4,2                 | 3,7        | 2,9     |
| Uopløselige fibre                  | 35,6     | 32,4                 | 25,1              | 29,2     | 36,6     | 37,4                | 38,3       | 65,3    |
| Brutto E<br>(MJ/100 kg)            | 1717     | 1694                 | 1749              | 1636     | 1728     | 1700                | 1688       | 1665    |
| Peroxidtal<br>(mæqv/100 g råfedt)  | 3,9      | 3,8                  | 4,3               | 5,1      | 5,1      | 5,4                 | 3,1        |         |
| Frie fedtsyrer<br>(g/100 g råfedt) | 21,4     | 27,8                 | 36,9              | 28,5     | 33,4     | 18,5                | 14,6       |         |
| g fedtsyrer<br>pr. 100 g. råfedt   | 75       | 71                   | 77                | 70       | 77       | 75                  | 64         |         |

Som omtalt vedr. blandingerne fodermiddelsammensætning skilte pille 3 sig ud m.h.t. kulhydraternes sammensætning, idet indholdet af uopløselige fibre var meget lavere i denne blanding end i de øvrige.

Fedtsyresammensætningen (Appendix B) var for alle blandinger karakteriseret ved et højt indhold af de umættede fedtsyrer, oliesyre (17-29%), linolsyre (28-45%) og linolensyre (7-11%). Indholdet af mættede fedtsyrer var derimod ret lavt: palmitinsyre (15-24%) og stearinsyre (2-11%). Dette betyder, at de opnåede fordøjeligheder måske var højere end, hvad der kan opnåes med mere mættede fedtkilder.

Fedtkvaliteten var, som i undersøgelsen i 1988 over variationen i danske chinchilla foderpiller (Jørgensen et al., 1989), ikke helt i top, idet et indhold af frie fedtsyrer på 15-37 g/100 g råfedt er i overkanten i forhold til det maksimale indhold på 15 g/100 g råfedt, som tilstræbes af den Frivillige Kontrol med Chinchillapiller.

### 3.2. Fordøjelighedskoefficienter og energiværdier målt på chinchilla

Fordøjelighedskoefficienter for alle næringsstoffraktionerne fremgår af tabel 3. Et dyr blev udeladt af beregningerne for hold 6 pga. alvorlig pelsnav. Der blev desuden udeladt 1 dyr på hvert af holdene 3, 5 og 8 p.g.a. unormal sammensætning af gødningspillerne, tydende på at disse 3 dyr ikke gennemførte koprofagi i normal udstrækning.

**Tabel 3. Chinchillafordøjelighedskoefficienter af de enkelte næringsstoffer i chinchillapiller, kaninpiller samt hø. P-værdier for model 1**

*Chinchilla digestibility coefficients of nutrients in chinchilla and rabbit pellets, and hay. P-values from model 1*

| Hold          | 1    | 2            | 3       | 4    | 5    | 6           | 7     | 8    |         |     |
|---------------|------|--------------|---------|------|------|-------------|-------|------|---------|-----|
| Foder         | KFK  | Carl Rasmus. | Jasopan | NAG  | ØAG  | Vonge Mølle | Kanin | Hø   | P-værdi | LSD |
| N             | 6    | 6            | 5       | 6    | 5    | 5           | 6     | 5    |         |     |
| Tørstof       | 65,6 | 69,0         | 72,9    | 67,2 | 66,7 | 59,0        | 65,5  | 47,1 | 0,0001  | 4,4 |
| Organisk stof | 67,8 | 71,5         | 75,5    | 69,9 | 69,2 | 61,5        | 66,9  | 46,8 | 0,0001  | 4,3 |
| Aske          | 42,9 | 43,7         | 39,3    | 39,0 | 39,2 | 36,1        | 46,5  | 52,4 | 0,0001  | 6,9 |
| Råprotein     | 69,9 | 67,9         | 78,5    | 74,4 | 67,2 | 72,8        | 71,8  | 47,8 | 0,0001  | 7,9 |
| Råfedt        | 82,9 | 82,2         | 85,6    | 74,7 | 83,3 | 85,3        | 78,4  | 25,8 | 0,0001  | 4,5 |
| Råkulhydrat   | 65,2 | 71,7         | 72,8    | 68,2 | 68,0 | 54,9        | 64,8  | 47,6 | 0,0001  | 4,8 |
| Træstof       | 34,7 | 35,3         | 43,1    | 24,1 | 35,9 | 31,0        | 35,7  | 40,5 | 0,004   | 9,9 |
| NFE           | 74,3 | 80,4         | 80,0    | 78,5 | 75,8 | 63,3        | 73,9  | 52,7 | 0,0001  | 3,4 |
| Energi        | 67,1 | 70,0         | 74,6    | 68,2 | 68,4 | 61,6        | 66,2  | 43,6 | 0,0001  | 4,5 |

<sup>a)</sup>LSD: To værdier i samme linie med større forskel end LSD-værdien er signifikant forskellige ( $P < 0.05$ ).



Der var signifikant forskel i fordøjeligheden mellem holdene for alle næringsstoffraktionerne ( $P < 0.004$ ). Det var især høholdet der skilte sig ud. Når kun de 6 hold, som fik chinchillapiller, blev medtaget i den statistiske analyse var der alligevel signifikante forskelle for alle fraktionerne ( $P < 0.05$ ).

Ved parvise sammenligninger af de enkelte hold anvendes de anførte LSD-værdier. For 2 hold med større forskelle end LSD-værdien er forskellen signifikant ( $P < 0.05$ ).

Energifordøjeligheden i pillerne fra Jasopan var signifikant højere end for de øvrige, mens den for pillerne fra Vonge Mølle var signifikant lavere end for de andre piller.

Intervallerne fra 61,6 til 74,6 i energifordøjeligheden for de 7 kraftfoderblandinger dækkede også resultater fundet i et tidligere forsøg ved afdelingen (Jørgensen & Poulsen, 1971), hvor der for 2 blandinger med forskelligt proteinindhold blev fundet energifordøjeligheder på 67% og 68%. I et forsøg med kaniner tildelt 2 rationer med henholdsvis stort indhold af lucerne grønmel og NaOH-behandlet halm blev der i forskellige perioder af kaninungernes opvækst i begge rationer fundet energifordøjeligheder på 60-62% (Eggum et al., 1982). Harekillingers fordøjelighed af energi i samme standardkaninpille som anvendt i nærværende forsøg, blev i et tidligere forsøg målt til 62%, dvs. lidt lavere end de 66% målt på chinchilla (Neergaard & Petersen, 1990).

Generelt var de fundne energifordøjeligheder på et tilsvarende niveau som fundet i andre forsøg med chinchilla, kaniner og harer. Variationen var stor pga. meget forskelligartet råvaresammensætning dækkende fra Jasopanpillen med højt indhold af lctomsættelige fodermidler til Vongepillen med et højt indhold af fiberige stoffer.

Fordøjeligheden af råprotein, råfedt og kulhydratkomponenter varierede en del mellem holdene. En stor del af variationen i blandingerne råprotein- og råfedtfordøjelighed kunne forklares ud fra blandingerne indhold af henholdsvis råprotein og råfedt, idet sammenhængen kunne beskrives ved ligninger af formen

$$y = a + b/x, \text{ hvor}$$

$y$  = den tilsyneladende fordøjelighed

$x$  = % råprotein henholdsvis råfedt i tørstof

$a$  = den sande fordøjelighed af råprotein henholdsvis råfedt

$b$  = et udtryk for tabet af endogent råprotein henholdsvis råfedt

Denne ligningstype er valgt til at beskrive de fundne resultater, fordi denne lignings egenskaber har en naturlig fysiologisk baggrund. Baggrunden er, at for foderblandinger med en normal sammensætning for chinchillaer vil den tilsyneladende fordøjelighed af henholdsvis råprotein og råfedt afhænge mere af

blandingens indhold af henholdsvis råprotein og råfedt end den vil afhænge af hvilke fodermidler disse næringsstoffer kommer fra. Afhængigheden af henholdsvis råprotein og råfedtindholdet skyldes, at det endogene tab af råprotein/råfedt kan regnes som en konstant i forhold til tørstofoptagelsen.

Det er dog ikke vist, at disse forudsætninger holder for chinchilla, men da de gælder for rotter (Eggum, 1973), kvæg (Weisbjerg et al., 1991) og får (Thomsen, 1979; Højland Frederiksen & Kristensen, 1983) er ligninger af denne form de mest velbegrundede.

Den tilsvarende ligning for kvæg og får er blevet anvendt til vurdering af kvægfordøjeligheden af råprotein i mange år (Thomsen, 1979), medens ligningen for råfedt netop er blevet udviklet til fremtidig anvendelse til vurdering af kvægfoderblandinger, når fodermiddelsammensætningen er ukendt.

De tilsyneladende fordøjeligheder af råprotein og råfedt kan ud fra forsøget med chinchilla beskrives på følgende måde:

#### *Råprotein:*

$$FK_{\text{tils}} = 89 \pm 4 - (396 \pm 63) / \% \text{ råprotein i tørstof,}$$

$$R^2 = 0,87; \quad \text{rsd} = 3,6; \quad \text{CV} = 5,3$$

#### *Fedt:*

$$FK_{\text{tils}} = 114 \pm 5 - (197 \pm 23) / \% \text{ råfedt i tørstof,}$$

$$R^2 = 0,92; \quad \text{rsd} = 6,1; \quad \text{CV} = 8,1$$

Til sammenligning kan angives, at Thomsen (1979) fandt, at den tilsyneladende fordøjelighed af råprotein hos får var 93 -  $(300 / \% \text{ råprotein i tørstof})$ .

Disse ligninger viser, at den sande råproteinfordøjelighed hos chinchilla er 89% mod 93% for får. Det endogene proteintab svarer til 39,6 g pr. kg fodertørstof for chinchilla, medens det for kvæg og får var 30,0 g pr. kg fodertørstof. Den lavere råproteinfordøjelighed hos chinchilla sammenlignet med får skyldes altså både, at den sande fordøjelighed er lavere, og at det endogene råproteintab er højere.

Værdien for  $R^2 = 0,87$  viser, at 87% af variationen mellem blandingerne kan beskrives af denne ligning; residualspreddningen  $\text{rsd} = 3,6$  viser, at spredningen på proteinfordøjeligheden er 3,6 %-enheder svarende til en variationskoefficient på 5,3%.

Ligningen for den tilsyneladende fordøjelighed af råprotein er afbildet grafisk i figur 1 sammen med resultaterne for de 7 blandinger og hø anvendt i fordøjelighedsforsøget med chinchilla. Det ses af figuren, at alle observationer passer rimeligt med den fundne ligning. Det fremgår dog også, at der mangler observationer med 10-20% råprotein i tørstof, af hvilken grund høiet med dets lave råproteinindhold har en meget stor indflydelse på ligningens parameterestimerer.

I et tidligere forsøg med chinchilla er der fundet proteinfordøjeligheder på 58 og 64% (Jørgensen og Poulsen, 1971) i rationer med henholdsvis 15,4% og

19,9% råprotein i overensstemmelse med hypotesen om stigende proteinfordøjelighed ved stigende proteinindhold i blandingen. Lykkeberg & Jørgensen (1979) fandt følgende proteinfordøjeligheder: 88%, 70%, 79% og 74% hos chinchillaer fodret med rationer med henholdsvis 19%, 16%, 24% og 21% råprotein i rationen.

Den tilsyneladende råfedtfordøjelighed fundet af Weisbjerg et al. (1991) var for kvæg 85 - (133 / % råfedt i tørstof), og for får 96 - (100 / % råfedt i tørstof).

Den sande råfedt fordøjelighed for chinchilla på 114% er urealistisk høj, da den reelle værdi ikke kan overstige 100%.

Det fremgår af figur 2, at den fundne ligning for råfedtfordøjelighed synes at have en vis systematisk afvigelse fra de målte fordøjeligheder. Afvigelserne skyldes en lav fordøjelighed af råfedt i hø, og at denne observation har stor indflydelse på ligningens parameterestimer, da den har et meget lavere råfedtindhold end blandingerne. Ligningen for råfedtfordøjeligheden er altså baseret på for få observationer til at have generel gyldighed.

En stor del af variationen i kulhydratfordøjelighederne kan relateres til, at træstof-fet udgjorde en varierende andel af kulhydratfraktionen i de 7 blandinger og hø. Træstoffet udgjorde således en større andel af kulhydraterne i Vongepillerne og i hø, som havde lavere kulhydratfordøjelighed end de øvrige piller. Af figur 3 fremgår desuden, at i nærværende forsøg var der ikke en lineær sammenhæng mellem træstofandelen i råkulhydrat og råkulhydratfordøjeligheden, hvilket skyldes, at træstoffet i hø havde en lidt højere fordøjelighed end i de fleste af blandingerne.

Den negative korrelation mellem træstofindholdet i en foderblanding og blandingsens råkulhydratfordøjelighed hos chinchilla blev også bekræftet af Lykkeberg & Jørgensen (1979).

Det målte indhold af fordøjelig energi pr. 100 kg (tabel 4) var en del højere for Jasopanpillerne end for de øvrige grundet både højere fordøjelighed og højere bruttoenergiindhold. Pillerne fra Vonge havde det laveste indhold af fordøjelig energi i overensstemmelse med, at de havde den laveste energifordøjelighed. Høet havde et indhold af fordøjelig energi pr. 100 kg, der var ca. 1/3 lavere end for pillerne.

Det såkaldte målt omsættelig energi-indhold (Oms. E. (målt)) er reelt en beregning af omsættelig energi ud fra de målte mængder af fordøjet råprotein, råfedt og råkulhydrat, samt energifaktorerne 18,8; 39,8 og 17,6 kJ pr. g fordøjet råprotein, råfedt og råkulhydrat. Energifaktorerne 39,8 og 17,6 kJ pr. g for henholdsvis råfedt og råkulhydrat er de teoretiske brændværdier for disse næringsstoffer (Hansen et al., 1991). Brændværdien for protein er 23,8 kJ pr. g, men da ikke al energien i protein anvendes til aflejring er denne værdi for høj, idet protein, der anvendes til oxidation i kroppen, har en lavere energiværdi grundet energitabet i det udskilte urinstof. I ældre forsøg med kvæg og hunde er det fundet, at protein der oxideres i organismen, har en energiværdi på ca. 18,8 kJ pr. g råpro-

tein (Sørensen, 1976). Denne værdi finder bred anvendelse i energivurderingssystemer til både kvæg, svin (Sørensen, 1976) og mink (Hansen et al., 1991).

Ved måling af omsættelig energi skal energitabet i urin og methan reelt måles, men betegnelsen Oms. E. (målt) er anvendt for at skelne disse værdier opnået i chinchillaforsøget fra værdier beregnet ud fra tabelværdier for mink og kvæg, som omtales senere. Forskellen mellem omsættelig energi og fordøjelig energi udgøres af energitab i methan og urin. Methantabet skyldes den mikrobielle omsætning i blindsækken, medens tabet i urin skyldes udskillelse af overskudsprotein og endogent kvelstof i form af urinstof.

Som forventet var der en nær sammenhæng mellem mængden af fordøjelig energi og omsættelig energi, idet omsættelig energi udgjorde 96-98% af fordøjelig energi for 6 af de 8 hold. Jørgensen & Poulsen (1971) fandt for chinchilla, at omsættelig energi udgjorde 94-95% af fordøjelig energi. Den gode sammenhæng tyder på, at energifaktorerne, som er anvendt til beregning af omsættelig energi, finder lige så god anvendelse hos chinchilla, som hos andre dyrearter.

Indholdet af fordøjelig råprotein varierede meget stærkt mellem de 7 slags piller, idet indholdet i Jasopanpillen var helt oppe på 19,7 g/100 g piller, mod kun 12,3 g/100 g kaninpiller, medens indholdet i de øvrige varierede fra 13,1-15,6 g/100 g piller.

Sættes indholdet af g fordøjelig råprotein derimod i forhold til indholdet af MJ omsættelig energi bliver sammenligningen mellem pillerne noget anderledes. Indholdet af g fordøjelig råprotein/MJ Oms.E. var således højt for Jasopan (15,6), Vonge Mølle (14,3), KFK (14,1) og NAG (13,2), men lavt for kaninpillen (11,7), Carl R. (11,5) og ØAG (11,4).

Hvis der ønskes en pille med højt indhold af fordøjeligt råprotein pr. MJ Oms.E., kan dette opnåes både i en pille med højt energiindhold (Jasopan), i en pille med intermediært energiniveau (KFK) og i en pille med lavt energiniveau (Vonge).

Hvis der ønskes et lavt proteinindhold findes dette i piller med et intermediært energiindhold (ØAG og Carl R.).

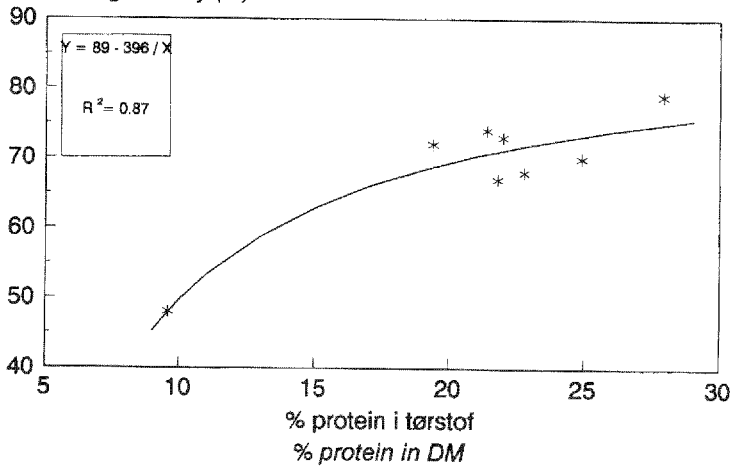
Disse betragtninger viser, at det er muligt at vælge forskellige piller til forskellige kategorier af dyr, som f.eks. goldhunner, hunner med unger samt ungdyr. Behovet for energi og protein for disse kategorier af dyr er dog endnu ikke fastlagt.

### 3.3. Fordøjelighedskoefficienter, energiværdier og proteinudnyttelse målt på rotter

Der blev gennemført balanceforsøg med rotter efter metoden beskrevet af Eg-gum (1973) med de 7 slags piller, men ikke med hør.

Som i chinchillaforsøget var der signifikante forskelle mellem holdene i energi- og proteinfordøjelighederne. Fordøjeligheden af energien var 5-9 %-enheder lavere for rotterne end for chinchillacne, men rangeringen af de 7 blan-

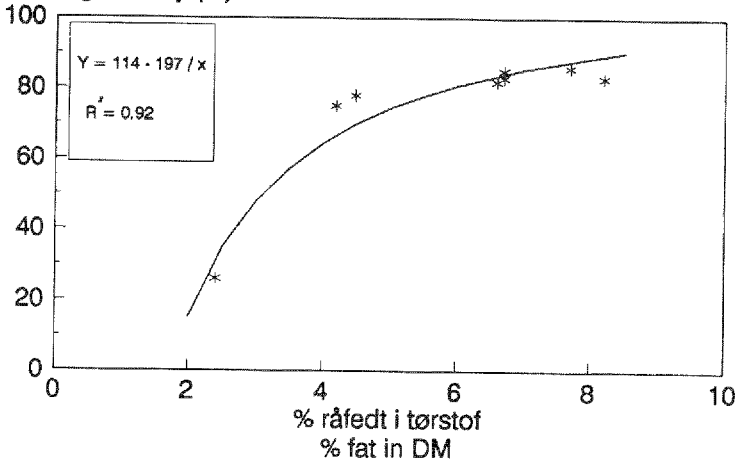
Protein fordøjelighed (%)  
*Protein digestibility (%)*



**Figur 1.** Den tilsyneladende fordøjelighed af råprotein målt på chinchilla i relation til foderets indhold af råprotein i tørstof.

*Apparent digestibility of crude protein measured in chinchilla related to the content of crude protein in feed dry matter (DM).*

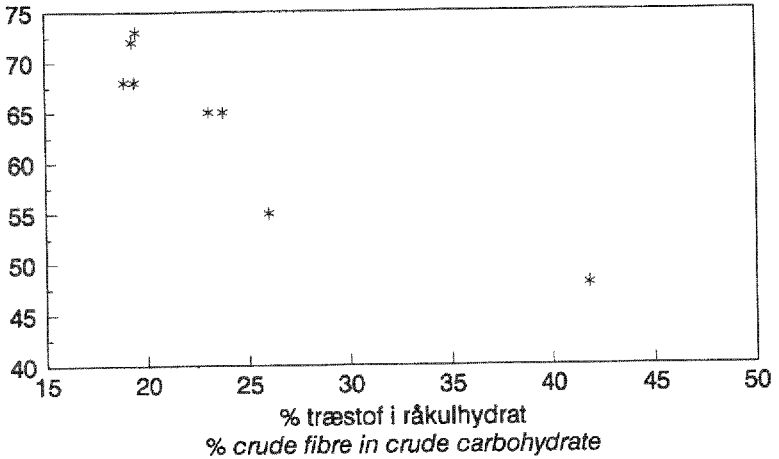
Råfedt fordøjelighed (%)  
*Fat digestibility (%)*



**Figur 2.** Den tilsyneladende fordøjelighed af råfedt målt på chinchilla i relation til foderets indhold af råfedt i tørstof.

*Apparent digestibility of crude fat measured in chinchilla related to the content of crude fat in feed dry matter (DM).*

Råkulhydrat fordøjelighed (%)  
Crude carbohydrate digestibility (%)



**Figur 3.** Råkulhydratfordøjelighed målt på chinchilla i relation til andelen af træstof i råkulhydrat.

*Digestibility of crude carbohydrate measured in chinchilla related to the proportion of crude fibre in crude carbohydrate.*

**Tabel 4.** Målt indhold af fordøjelig energi, omsættelig energi samt indhold af fordøjelig råprotein i chinchillapiller, kaninpiller og hø

*Measured content of digestible energy, metabolizable energy and content of digestible crude protein in chinchilla and rabbit pellets, and hay.*

| Hold<br>Foder                              | 1<br>KFK | 2<br>Carl<br>Rasmus. | 3<br>Jaso-<br>pan | 4<br>NAG | 5<br>ØAG | 6<br>Vonge<br>Mølle | 7<br>Kanin | 8<br>Hø |
|--------------------------------------------|----------|----------------------|-------------------|----------|----------|---------------------|------------|---------|
| Fordøjet E:<br>(MJ/100 kg)                 | 1153     | 1186                 | 1306              | 1116     | 1182     | 1048                | 1117       | 726     |
| Oms. E (målt) <sup>a)</sup><br>(MJ/100 kg) | 1106     | 1215                 | 1259              | 1082     | 1152     | 1018                | 1054       | 711     |
| Oms. E/Ford. E                             | 0,96     | 1,02                 | 0,96              | 0,97     | 0,97     | 0,97                | 0,94       | 0,98    |
| g ford. råprot/100 g                       | 15,6     | 13,9                 | 19,7              | 14,2     | 13,1     | 14,5                | 12,3       | 4,0     |
| g ford. råprot/MJ Oms.E                    | 14,1     | 11,5                 | 15,6              | 13,2     | 11,4     | 14,3                | 11,7       | 5,7     |

<sup>a)</sup> Beregnet ud fra de målte mængder af fordøjet råprotein, råfedt og råkulhydrat, samt energifaktorerne 18,8; 39,8 og 17,6 KJ pr. g fordøjet råprotein, råfedt og råkulhydrat.

dinger var nogenlunde den samme. Ved en regressionsanalyse blev det fundet at korrelationen var høj ( $R^2=0,96$ ) mellem energifordøjelighederne målt for de 2 arter. Ved korrektion for den systematiske forskel i energifordøjeligheden mellem de 2 arter kunne det således tyde på, at rotter godt kunne anvendes som modeldyr til estimering af chinchillaens energiudnyttelse af foderblandinger.

Chinchillaens større evne til at fordøje energi skyldes koprofagi, hvorved chinchillaen kan nedbryde en større del af disse blandingers indhold af celle-vægskulhydrater, end rotter kan.

I modsætning til energifordøjeligheden var proteinfordøjeligheden lidt men ikke signifikant højere ( $p>0.1$ ) hos rotterne end hos chinchillaerne. Korrelationen mellem de 2 arters proteinfordøjeligheder var dog ikke så høj ( $R^2=0,73$ ), som for energifordøjelighederne. Som det fremgår af figur 4 var de nominelle forskelle mellem de 2 arters proteinfordøjeligheder meget små ( $rsd=2,2$ ), således at rotternes proteinfordøjelighed svarer ret godt til chinchillaens.

Der var ret store forskelle i proteinets biologiske værdi (BV) mellem de 7 piller. Der var ikke nogen særlig god sammenhæng mellem BV og blandingerne aminosyresammensætning (Appendix A). Der var dog en tendens til, at BV afhæng af blandingerne indhold af svovlholdige aminosyrer, methionin og cystin, idet KFK- og kaninpillerne med høje BV-værdier havde et væsentligt højere indhold af disse aminosyrer end de øvrige piller. Vonge Mølle pillen havde derimod en høj BV til trods for et lavt indhold af de svovlholdige aminosyrer, medens det modsatte var tilfældet for Jasopan pillen. Indholdet af cystin og methionin er i chinchillaunger målt til 5,1 g/16 N og i chinchillahår til 11,1 g/16 g N (Sanotra, 1985). Indholdet i de 7 slags piller lå på 2,8-4,2 g/16 g N, hvilket kunne se ud til at være i underkanten til opnåelse af god pelskvalitet hos chinchilla.

Da chinchillaen producerer mikrobielt protein i blindtarmen, som udnyttes via koprofagien kan foderets aminosyreindhold og BV-værdierne fra rotter dog ikke umiddelbart overføres, da det mikrobielle protein kan afbalancere eventuelle manglende aminosyrer i foderet.

Netto protein udnyttelsen (NPU) er produktet af den sande proteinfordøjelighed og BV. Da det ikke var de samme blandinger, der havde høj fordøjelighed og BV ændres rangeringen mellem blandingerne m.h.t. denne egenskab i forhold til BV og sand fordøjelighed.

#### **3.4. Sammenligning af målte fordøjelighedskoefficienter og energiværdier med tabelværdier for mink og kvæg**

Da energiberegningen i chinchillapiller som omtalt foran indtil videre foregår ud fra mink tabelværdier for de enkelte fodermidlers fordøjelighed af råprotein, råfedt og råkulhydrat, er der i dette afsnit givet minkfordøjeligheder beregnet for de enkelte blandinger.

Energiværdierne Oms. E. (mink) er beregnet på basis af foderblandingerne

**Tabel 5. Resultater af balanceforsøg med rotter for chinchillapiller og kaninpiller. P-værdier for model 1**  
*Results from rat balance trials with chinchilla and rabbit pellets. P-values from model 1*

| Foder                                  | 1<br>KFK | 2<br>Carl<br>Rasmus. | 3<br>Jaso-<br>pan | 4<br>NAG | 5<br>ØAG | 6<br>Vonge<br>Mølle | 7<br>Kanin | P      | LSD <sup>a)</sup> |
|----------------------------------------|----------|----------------------|-------------------|----------|----------|---------------------|------------|--------|-------------------|
| <u>Fordøjelighedskoefficient (%)</u> : |          |                      |                   |          |          |                     |            |        |                   |
| Energi                                 | 60,3     | 65,1                 | 68,7              | 60,9     | 60,4     | 52,6                | 57,3       | 0,0001 | 1,8               |
| Protein (tils) <sup>b)</sup>           | 71,4     | 72,4                 | 79,0              | 72,3     | 70,3     | 73,0                | 73,5       | 0,0001 | 1,5               |
| Biologisk værdi (%)                    | 81,7     | 72,1                 | 71,8              | 75,9     | 74,5     | 83,1                | 79,0       | 0,0001 | 1,7               |
| NPU <sup>c)</sup> (%)                  | 64,1     | 57,4                 | 62,3              | 60,2     | 57,7     | 66,7                | 63,9       | 0,0001 | 1,9               |
| Fordøjelig energi<br>(MJ/100 kg)       | 1035     | 1103                 | 1202              | 996      | 1044     | 894                 | 967        | -      | -                 |

<sup>a)</sup> LSD: To værdier i samme række med større forskel end LSD-værdien er signifikant forskellige ( $P < 0,05$ ).

<sup>b)</sup> Sand fordøjelighed af protein fås ved division med 0,91.

<sup>c)</sup> NPU = netto protein udnyttelse.

råvaresammensætning, minkfordøjeligheder samt energifaktorerne 18,8; 39,8 og 17,6 kJ omsættelig energi pr. g fordøjet råprotein, råfedt og råkulhydrat (Hansen et al., 1991).

Da chinchillaen som pseudodrøvtygger må formodes at have en kulhydrat- og energiomsætning, der minder om drøvtyggenes er også kvægfordøjelighedskoefficienterne beregnet for de enkelte blandinger ud fra blandingerne råvaresammensætning og fordøjelighedskoefficienter for de enkelte fodermidler (Andersen & Just, 1983). Fordøjelighedskoefficienterne til kvæg er i denne fodermiddeltabel reelt værdier bestemt på får, men da de anvendes til kvæg kaldes de i det følgende kvægfordøjeligheder. Ud fra disse fordøjelighedskoefficienter og ovennævnte faktorer for energiværdien i dyrene af råprotein, råfedt og råkulhydrat er også beregnet størrelsen Oms. E (kvæg).

De beregnede fordøjelighedskoefficienter er opgivet i Appendix C og er afbildet sammen med de hos chinchilla målte værdier i figurerne 4-6.

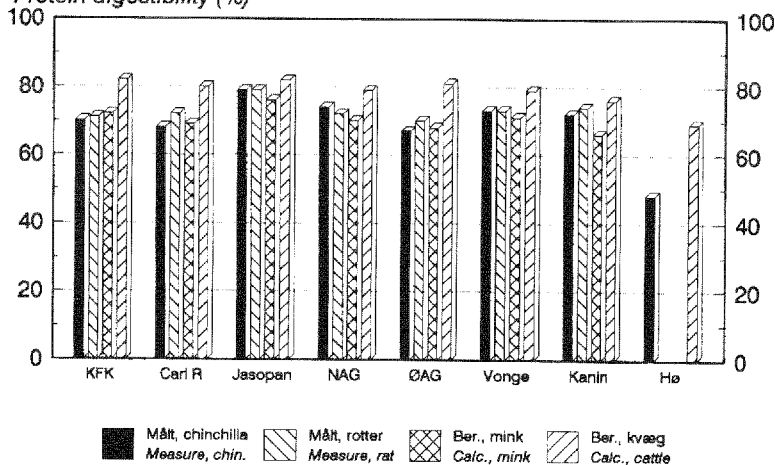
Sammenhængen mellem råproteinfordøjeligheden for henholdsvis mink og chinchilla var ikke så god, idet forskellen mellem de to varierede fra -2 til +6 procent-enheder. Kvægfordøjeligheden af råprotein var meget højere end chinchillafordøjeligheden for alle blandinger, så kvægværdierne er uegnede som estimat for chinchillafordøjeligheden af råprotein.

Minkfordøjeligheden af råfedt er iflg. figur 5 uegnet til at beskrive chinchil-



## Protein fordøjelighed (%)

## Protein digestibility (%)



**Figur 4.** Fordøjelighedscoefficienter for råprotein målt på chinchillaer og rotter samt beregnet for mink og kvæg.

*Crude protein digestibility measured in chinchilla and rats, and calculated for mink and cattle.*

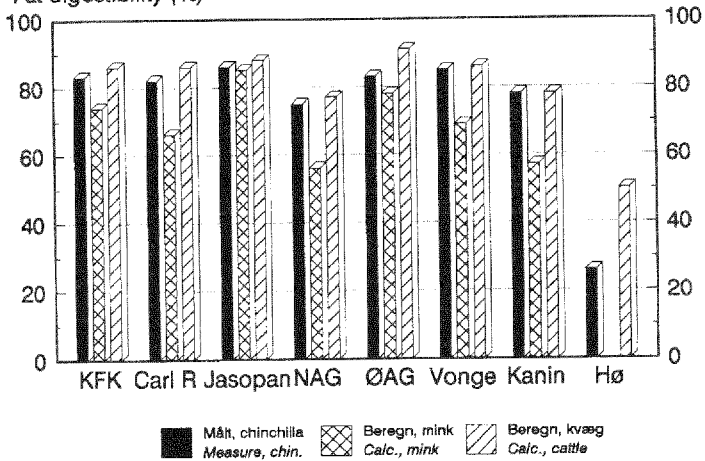
laens fordøjelse af råfedt, idet der er store og varierende forskelle mellem de 2 arters råfedtfordøjelighed. Kvægfordøjeligheden af råfedt er derimod nogenlunde overensstemmende med chinchillaens råfedtfordøjelighed. Hø, der har et meget lavt indhold af råfedt, falder dog udenfor den gode sammenhæng.

Chinchillaens koprofagi påvirker i særlig høj grad kulhydratomsætningen. Det er derfor meget forståeligt, at de målte fordøjeligheder ikke stemmer med hverken mink- eller kvægværdier. Hos mink findes der ingen mikrobiel omsætning i mave-tarmkanalen, hvorimod kvæg har et mere effektivt forgæringskammer i vommen sammenlignet med chinchillaens mikrobielle omsætning i blindtarmen.

De beregnede minkfordøjeligheder af råkulhydrat i de anvendte foderpiller og hø var kun i størrelsesorden halvt så store som de faktisk målte fordøjeligheder hos chinchilla.

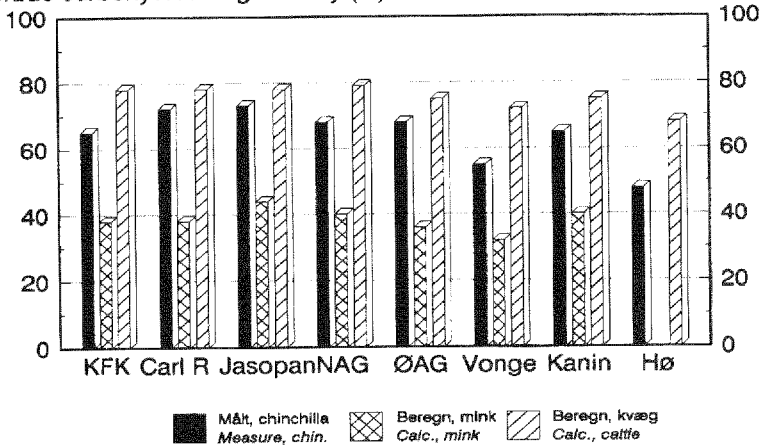
Da råkulhydrat udgør den væsentligste andel af foderblandinger til chinchilla, demonstrerer dette forsøg, at fortsat anvendelse af minkfordøjeligheder ved beregning af chinchillapillers energiværdi er meget uhensigtsmæssig. Som netop omtalt fordøjer chinchillaen ikke råkulhydrat ligeså godt, som kvæget gør. Det fremgår desuden, at forskellen mellem de 2 arters råkulhydratfordøjelighed afhænger af foderets sammensætning, idet forskellen er størst for hø og pillerne fra Vonge Mølle. Disse 2 foderstoffer er karakteriseret ved en høj andel af træstof

Råfedt fordøjelighed (%)  
Fat digestibility (%)



Figur 5. Fordøjelighedskoefficienter for råfedt målt på chinchillaer samt beregnet for mink og kvæg.  
Crude fat digestibility measured in chinchilla and calculated for mink and cattle.

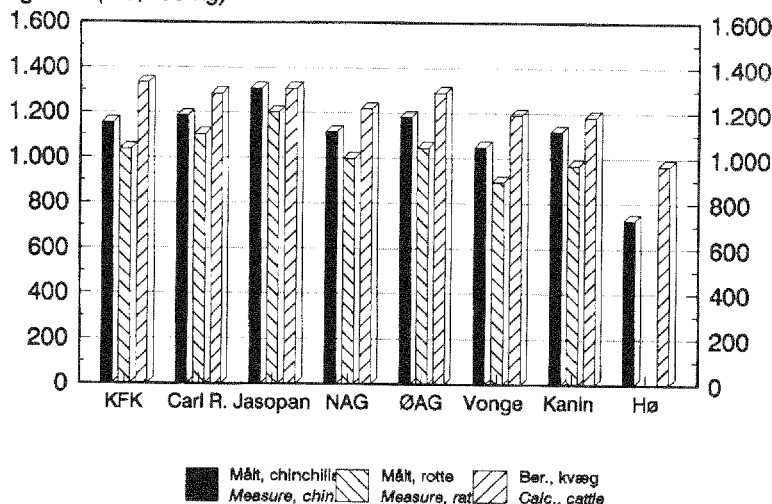
Råkulhydrat fordøjelighed (%)  
Crude carbohydrate digestibility (%)



Figur 6. Fordøjelighedskoefficienter for råkulhydrat målt på chinchillaer samt beregnet for mink og kvæg.  
Crude carbohydrate digestibility measured in chinchilla, and calculated for mink and cattle.

Ford.E. (MJ/100 kg)

Digest.E. (MJ/100 kg)



**Figur 7.** Fordøjelig energi målt på chinchilla og rotter. Fordøjelig energi til kvæg er beregnet ud fra de beregnede fordøjelighedskoefficienter samt energifaktorerne 24,2; 34,1; 17,0 og 18,5 kJ pr. g fordøjet råprotein, råfedt, NFE og træstof (Møller et al., 1983).

*Digestible energy measured in chinchilla and rats. The values for cattle are calculated from calculated digestibilities and the energy factors 24.2; 34.1; 17.0, and 18.5 kJ per gram of digested protein, fat, N-free extracts, and crude fibre (Møller et al., 1983).*

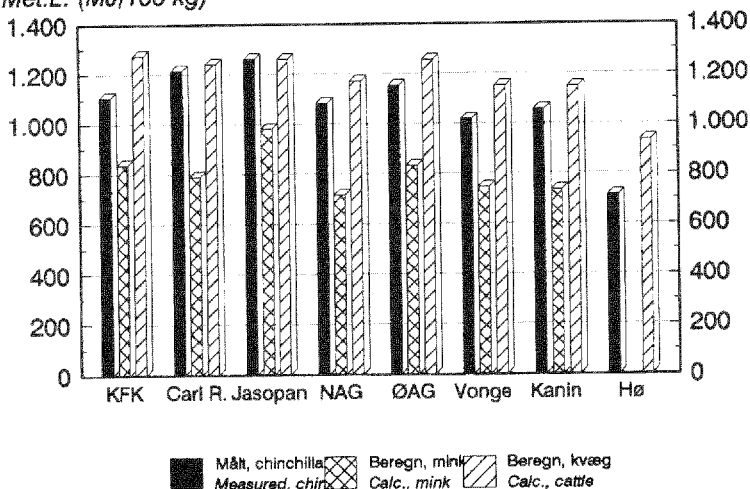
og uopløselige fibre i kulhydratfraktionen. Med andre ord er chinchillaens kulhydratfordøjelighed især dårligere end kvægets, når det gælder tungt omsættelige kulhydrater.

I figur 7 er vist de målte mængder af fordøjelig energi for chinchilla og rotter, medens mængden af kvægfordøjelig energi er beregnet ud fra de beregnede fordøjelighedskoefficienter og faktorerne for fordøjelig energi givet af Møller et al. (1983).

Figur 8 viser den omsættelige energi for chinchilla, samt den beregnede omsættelige energi for mink og kvæg. Omsættelig energi for chinchilla er estimeret ud fra de målte mængder af fordøjelig råprotein, råfedt og råkulhydrat, samt de teoretiske energifaktorer. Værdierne for kvæg og mink er beregnet ud fra de samme energifaktorer, tabelværdier for råvarernes fordøjelighed samt de kemiske analyser på blandingerne.

Oms.E. (MJ/100 kg)

Met.E. (MJ/100 kg)



**Figur 8.** Omsættelig energi målt på chinchilla, samt omsættelig energi til mink og kvæg beregnet ud fra de beregnede fordøjelighedscoefficients for henholdsvis mink og kvæg samt energifaktorerne 18,8; 39,8 og 17,6 kJ pr. g fordøjet protein, fedt og råkulhydrat.  
*Metabolizable energy measured in chinchilla and calculated for mink and cattle from calculated digestibilities for mink and cattle, respectively, and the energy factors 18.8; 39.8, and 17.6 kJ per gram of digested protein, fat, and crude carbohydrate.*

Mængden af både fordøjelig og omsættelig energi til kvæg var højere end de tilsvarende værdier målt på chinchilla. Som for kulhydratfordøjeligheden var forskellen meget afhængig af blandingerne sammensætning. For Jasopanpillen, der havde et højt energiindhold, var der kun en lille forskel mellem de 2 arters udnyttelse af energien, medens der for Vongepillen og hø med lavt energiindhold var stor forskel mellem de 2 arter.

Mængden af omsættelig energi til mink var meget lavere for alle blandinger end de målte værdier for chinchilla. Også mellem disse 2 arter var forskellen meget afhængig af blandingerne sammensætning.

Alt i alt kan det konkluderes, at tabelværdier for mink er uanvendelige til estimering af en foderblandings energiværdi til chinchilla. Tabelværdier til kvæg er heller ikke idelle, da der er en vekselvirkning mellem blandingerne sammensætning og forskellen i fordøjelighed mellem de 2 arter.

## 4. Konklusion

Der var stor variation imellem de kommercielle chinchillapiller i energifordøjeligheden, indholdet af omsættelig energi samt indholdet af fordøjeligt råprotein pr. kg foder og pr. MJ omsættelig energi. Der var en nær sammenhæng mellem det målte indhold af fordøjelig energi og omsættelig energi, selvom den omsættelige energi blev udregnet på basis af energifaktorer bestemt for andre dyrearter.

Der var en god sammenhæng mellem energifordøjeligheden bestemt på rotter og chinchilla selvom rotterne havde en systematisk lavere energifordøjelighed end chinchillaerne.

Det kan konkluderes, at anvendelse af minkfordøjelighedskoefficienter til beregning af energiværdier til chinchilla giver værdier, der er op til 50% for lave.

Anvendelse af tabelværdier til kvæg til beregning af foderblandingers energiværdi til chinchilla er heller ikke hensigtsmæssig, fordi kvæget har højere råproteinfordøjelighed, ligesom sammenhængen mellem de 2 arters kulhydratfordøjelighed er afhængig af kulhydraternes beskaffenhed.

I stedet for tabelværdier for fordøjeligheden af råprotein, råfedt og råkulhydrat bør der til beregning af energiværdien af foderblandinger til chinchilla udvikles et ligningssystem, hvor energiværdien beregnes ud fra blandingerens kemiske sammensætning. Der er allerede ved afdelingen gennemført en serie fordøjelighedsforsøg, som forventes at kunne danne baggrund for udviklingen af et sådant ligningssystem.

## 5. Litteratur

- Andersen, P.E. & Just, A. 1985. Tabeller over foderstoffers sammensætning m.m. Kvæg - Svin. Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab. 102 pp.
- Anonym. 1985. Nordisk Fodermedelstabel för Pälstdjur. Nordiske Jordbrugsforskarens Förening. Subsektion for Pälstdjur. 26 pp.
- Anonym. 1987. Beregning af handelsfoderstoffers energetiske værdi. Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol. 90 pp.
- Asp, N.G. 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric Food Chem.* 31, 476-482
- Eggum, B.O., Chwalibog, A., Jensen, N.E. & Boisen, S. 1982. Protein and energy metabolism in growing rabbits fed sodium hydroxide treated straw. *Archiv für Tierernährung* 32:7/8, 539-549.
- Eggum, B.O. 1973. A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. Undersøgelse af faktorer, der påvirker proteinets udnyttelse hos rotter og grise. Beretning nr. 406, Statens Husdyrbrugsforsøg, 173 pp.
- Frederiksen, J. Højland & Kristensen, H. 1983. Fedtkildens indflydelse på fedtets og fedtsyrernes fordøjelighed hos drøvtyggere. Meddelelse nr. 480, Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Hansen, N.E., Finne, L., Skrede, A. & Tauson, A.-H. 1991. Energiforsyningen hos mink og ræv. Nordiske Jordbrugsforskere's Forening. NJF-udredning/Rapport nr. 63. DSR-forlag, Landbohøjskolen, København. 59 pp.
- Jørgensen, G., Mejborn, H. & Nordholm, J. 1989. Sammensætning, næringsindhold og variation i danske foderpillér til chinchilla. Beretning 665, Statens Husdyrbrugsforsøg. 22 pp.
- Jørgensen, G. & Poulsen, S.E. 1971. Proteinindhold i chinchilla-kraftfoder. *Dansk Pelsdyravl*, 34:8, 368-372.
- Lykkeberg, M. & Jørgensen, G. 1979. Fordøjelighedsforsøg med foderpillér til chinchilla. *Dansk Pelsdyravl*, 42:8, 312-314.
- Møller, P.D., Andersen, P.E., Hvelplund, T., Madsen, J. & Thomsen, K.V., 1983. En ny beregningsmetode for fodermidlernes energiværdi til kvæg (FEK). Beretning nr. 555, Statens Husdyrbrugsforsøg, 60 pp.
- Neergaard, L. & Petersen, Aa. 1990. Harer. Pilotforsøg med harer til belysning af fordøjeligheden af næringsstofferne i en kaninfoderblanding. Meddelelse nr. 759, Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.

- Sanotra, G.S. 1985. Litteratur vedr. chinchilla. Statens Husdyrbrugsforsøg, 83 pp.
- Sørensen, P.S. 1976. Forelæsninger over Almindelig Fodringslære. DSR-forlag, Landbohøjskolen, København. 85 pp.
- Thomsen, K.V. 1979. Angivelse og beregning af fordøjeligt råprotein til kvæg og får. Meddelelse nr. 269, Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T., Frandsen, J., Højland Frederiksen, J. & Aaes, O. 1991. Bestemmelse af råfedts fordøjelighed hos drøvtyggere baseret på fordermidlernes indhold af råfedt. Meddelelse nr. 804, Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.

**Appendix A**

Aminosyresammensætning i chinchillapiller og kaninpiller (g as/16 g N)

*Amino acid composition in chinchilla and rabbit pellets (g aa/16 g N)*

| Hold<br>Foder | 1<br>KFK | 2<br>Carl<br>Rasmus. | 3<br>Jaso-<br>pan | 4<br>NAG | 5<br>ØAG | 6<br>Vonge<br>Mølle | 7<br>Kanin |
|---------------|----------|----------------------|-------------------|----------|----------|---------------------|------------|
| Alanin        | 4,83     | 4,56                 | 4,88              | 4,72     | 4,64     | 4,71                | 4,78       |
| Arginin       | 5,99     | 5,62                 | 6,52              | 5,93     | 5,70     | 6,33                | 6,20       |
| Asparaginsyre | 8,63     | 9,20                 | 9,46              | 8,49     | 9,27     | 9,38                | 8,31       |
| Cystin        | 1,43     | 1,36                 | 1,49              | 1,52     | 1,47     | 1,48                | 1,64       |
| Glutaminsyre  | 16,21    | 17,14                | 16,62             | 18,35    | 16,82    | 15,75               | 17,63      |
| Glycin        | 5,47     | 4,65                 | 4,63              | 5,18     | 4,49     | 4,67                | 4,78       |
| Histidin      | 2,23     | 2,38                 | 2,42              | 2,28     | 2,20     | 2,28                | 2,31       |
| Isoleucin     | 3,94     | 4,07                 | 4,38              | 3,98     | 3,91     | 4,20                | 4,03       |
| Leucin        | 6,76     | 6,90                 | 7,33              | 6,75     | 6,70     | 6,82                | 6,85       |
| Lysin         | 4,63     | 4,80                 | 5,17              | 4,38     | 4,25     | 4,71                | 4,06       |
| Methionin     | 2,04     | 1,41                 | 1,65              | 1,55     | 1,54     | 1,54                | 2,56       |
| Phenylalanin  | 4,31     | 4,41                 | 4,67              | 4,51     | 4,46     | 4,57                | 4,75       |
| Prolin        | 5,77     | 5,98                 | 5,30              | 6,37     | 5,54     | 4,80                | 5,61       |
| Serin         | 4,60     | 4,63                 | 4,91              | 4,55     | 4,51     | 4,72                | 4,49       |
| Threonin      | 3,58     | 3,66                 | 3,86              | 3,64     | 3,58     | 3,73                | 3,64       |
| Tryptofan     | 1,22     | 1,27                 | 1,25              | 1,24     | 1,30     | 1,33                | 1,38       |
| Tyrosin       | 3,02     | 3,12                 | 3,22              | 2,97     | 3,05     | 3,01                | 3,10       |
| Valin         | 4,97     | 5,04                 | 5,29              | 4,99     | 4,88     | 5,05                | 5,20       |
| BV            | 81,7     | 72,1                 | 71,8              | 75,9     | 74,5     | 83,1                | 79,0       |



**Appendix B**

Fedtsyresammensætning i chinchillapiller og kaninpiller (g/100 g fedtsyrer)

*Fatty acid composition in chinchilla and rabbit pellets (g/100 g fatty acids)*

| Hold               | 1    | 2               | 3            | 4    | 5    | 6              | 7     |
|--------------------|------|-----------------|--------------|------|------|----------------|-------|
| Foder              | KFK  | Carl<br>Rasmus. | Jaso-<br>pan | NAG  | ØAG  | Vonge<br>Mølle | Kanin |
| C12:0 Laurinsyre   | 0,4  | 0,2             | 1,0          | 0,1  | 0,1  | 0,1            | 0,1   |
| C14:0 Myristinsyre | 0,9  | 1,3             | 1,0          | 0,7  | 0,3  | 0,7            | 0,5   |
| C16:0 Palmitinsyre | 19,3 | 23,5            | 17,9         | 20,7 | 15,3 | 20,2           | 21,4  |
| C16:1 Palmitolsyre | 0,9  | 1,4             | 0,4          | 1,1  | 0,6  | 1,5            | 0,7   |
| C18:0 Stearinsyre  | 4,9  | 9,4             | 10,6         | 3,7  | 4,0  | 6,6            | 2,4   |
| C18:1 Oliesyre     | 23,9 | 24,8            | 16,7         | 22,0 | 24,4 | 28,7           | 21,6  |
| C18:2 Linolsyre    | 37,2 | 28,4            | 41,1         | 37,8 | 44,9 | 27,7           | 38,8  |
| C18:3 Linolensyre  | 7,5  | 6,5             | 8,7          | 9,7  | 8,0  | 11,0           | 10,4  |
| C20:1 Eicosensyre  | 1,4  | 1,3             | 0,9          | 1,2  | 0,8  | 1,3            | 1,4   |
| C22:1 Erucasyre    | 0,6  | 0,1             | 0,2          | 0,3  | 0,1  | 0,1            | 0,4   |
| % fedtsyrer i ts   | 5,0  | 4,8             | 5,7          | 2,8  | 6,2  | 5,1            | 2,9   |

### Appendix C

Fordøjelighedskoefficienter og energiværdier beregnet ud fra tabelværdier for henholdsvis mink og kvæg

*Digestibility coefficients and energy values calculated from feed table values for mink and cattle, respectively*

| Hold                              | 1    | 2               | 3            | 4    | 5    | 6              | 7     |
|-----------------------------------|------|-----------------|--------------|------|------|----------------|-------|
| Foder                             | KFK  | Carl<br>Rasmus. | Jaso-<br>pan | NAG  | ØAG  | Vonge<br>Mølle | Kanin |
| <u>Tils. fordøjelighed (%):</u>   |      |                 |              |      |      |                |       |
| <b>RÅPROTEIN</b>                  |      |                 |              |      |      |                |       |
| Beregnet, mink                    | 72   | 69              | 76           | 70   | 68   | 71             | 66    |
| Beregnet, kvæg                    | 82   | 80              | 82           | 79   | 81   | 79             | 77    |
| <b>RÅFEDT</b>                     |      |                 |              |      |      |                |       |
| Beregnet, mink                    | 74   | 66              | 85           | 56   | 78   | 69             | 57    |
| Beregnet, kvæg                    | 86   | 86              | 88           | 78   | 91   | 86             | 78    |
| <b>RÅKULHYDRAT</b>                |      |                 |              |      |      |                |       |
| Beregnet, mink                    | 38   | 38              | 44           | 40   | 36   | 32             | 40    |
| Beregnet, kvæg                    | 78   | 78              | 78           | 79   | 75   | 72             | 75    |
| <u>Energiindhold (MJ/100 kg):</u> |      |                 |              |      |      |                |       |
| Ford.E (kvæg) <sup>a</sup>        | 1331 | 1283            | 1308         | 1219 | 1290 | 1192           | 1183  |
| Oms.E. (mink) <sup>b</sup>        | 838  | 789             | 981          | 713  | 830  | 744            | 734   |
| Oms.E. (kvæg) <sup>c</sup>        | 1273 | 1240            | 1260         | 1171 | 1253 | 1150           | 1149  |
| Oms. E. (målt)/                   |      |                 |              |      |      |                |       |
| Oms.E. (mink)                     | 1,32 | 1,54            | 1,28         | 1,52 | 1,39 | 1,37           | 1,44  |
| Oms.E. (målt)/                    |      |                 |              |      |      |                |       |
| Oms.E. (kvæg)                     | 0,87 | 0,98            | 1,00         | 0,92 | 0,92 | 0,89           | 0,92  |

a) Beregnet ud fra tabelværdier for kvægfordøjeligheden af råprotein, råfedt, NFE og træstof i de enkelte fodermidler (Andersen & Just, 1983), samt energifaktorerne 24,2; 34,1; 17,0 og 18,5 kJ pr. g fordøjet råprotein, råfedt, NFE og træstof.

b) Beregnet ud fra tabelværdier for minkfordøjeligheden af råprotein, råfedt og råkulhydrat i de enkelte fodermidler (Anonym, 1985), samt energifaktorerne 18,8; 39,8 og 17,6 kJ pr. g fordøjet råprotein, råfedt og råkulhydrat.

c) Som b) blot er minktabelværdierne erstattet af tabelværdier for kvæg.