



Fordøjelig energi i foder til chinchilla og kanin bestemt ved EFOS-metoden

*Digestible energy in feed for chinchilla and
rabbits determined by the EDOM-method*

Christian Friis Børsting¹, Jørgen Nordholm², Aage Petersen¹ og Poul Sørensen¹

¹Statens Husdyrbrugsforsøg

²Landbrugets Rådgivningscenter

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

Forskningscenter Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele • Tlf. 89 99 19 00 • Fax 89 99 19 19
Forskningscenter Bygholm, Postboks 536, 8700 Horsens • Tlf. 75 60 22 11 • Fax 75 62 48 80

Statens Husdyrbrugsforsøg har til formål at gennemføre forskning samt indsamle og opbygge viden af betydning for erhvervmæssigt husdyrbrug og jordbrugsteknik i Danmark. I forskningen skal der lægges vægt på ressourceudnyttelse, dyrevelfærd, internt og eksternt miljø, produkternes kvalitet og konkurrenceevne samt en hurtig og sikker formidling af resultaterne.

Institutionen omfatter følgende forskningsafdelinger: Afdeling for Ernæring, Afdeling for Råvarekvalitet, Afdeling for Avl og Genetik, Afdeling for Sundhed og Velfærd, Afdeling for Jordbrugsteknik og Produktionssystemer samt Centrallaboratorium. Servicefunktionerne varetages af Afdeling for Landbrugsdrift, Afdeling for

Stalddrift samt af Statens Husdyrbrugsforsøgs Sekretariat.

Husdyrforskningen finder fortrinsvis sted på Forskningscenter Foulum, mens den jordbrugstekniske forskning udføres på Forskningscenter Bygholm. Herudover har institutionen adgang til en række privat-/organisationsejede forsøgsstationer m.m.

Forskningsresultaterne publiceres i internationale, videnskabelige tidsskrifter samt i publikationer udgivet af Statens Husdyrbrugsforsøg. Abonnement på årsrapporter, forskningsrapporter, beretninger og informationsblad kan tegnes ved henvendelse til ovenstående adresse.

DANISH INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE

Research Centre Foulum, P.O. Box 39, DK-8830 Tjele • Tel +45 89 99 19 00 • Fax +45 89 99 19 19
Research Centre Bygholm, P.O. Box 536, DK-8700 Horsens • Tel +45 75 60 22 11 • Fax +45 75 62 48 80

The aim of the Danish Institute of Animal Science is to carry out research and accumulate knowledge of importance to animal husbandry and agricultural engineering. In the research, great importance is attached to the utilization of resources, environment, animal welfare, and to the quality and competitiveness of the agricultural products along with a rapid and efficient dissemination of the results.

The institute comprises six research departments: Dept. for Nutrition, Dept. for Product Quality, Dept. for Breeding and Genetics, Dept. for Animal Health and Welfare, Dept. for Agricultural Engineering and Production Systems, and a Cen-

tral Laboratory. Service departments include Dept. for Farm Management and Services, Dept. for Livestock Management, and a Secretariat.

The research departments for animal science together with management and service departments are located at Research Centre Foulum. The technical research takes place at Research Centre Bygholm.

Research results are published in international scientific journals and in publications from the Danish Institute of Animal Science. For subscription to reports and other publications please contact the above address.

Forskningsrapport nr. 43 fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Fordøjelig energi i foder til chinchilla og kanin bestemt ved EFOS-metoden

*Digestible energy in feed for chinchilla and
rabbits determined by the EDOM-method*

Christian Friis Børsting¹, Jørgen Nordholm², Aage Petersen¹ og Poul Sørensen¹

¹Statens Husdyrbrugsforsøg

²Landbrugets Rådgivningscenter

Indholdsfortegnelse

Sammendrag	5
Summary	6
1 Indledning	7
1.1 BAGGRUND	7
1.2 FORMÅL	7
2 Materialer og metoder	8
2.1 FODERSAMMENSÆTNING	8
2.2 DYR OG FORSØGSPLAN	8
2.2.1 Chinchilla	8
2.2.2 Kanin	11
2.3 KEMISKE ANALYSER	12
2.4 STATISTISKE MODELLER	12
3 Resultater	14
3.1 KEMISKE ANALYSER	14
3.1.1 Chinchilla	14
3.1.2 Kanin	14
3.2 FORSØGSBLANDINGERNES FORDØJELIGHED	14
3.2.1 Chinchilla	14
3.2.2 Kanin	15
3.3 ESTIMERING AF FORDØJELIGHEDSKOEFFICIENTER UD FRA KEMISKE ANALYSER	24
3.3.1 Chinchilla	24
3.3.2 Kanin	26
3.4 BESTEMMELSE AF FODERBLANDINGERS INDHOLD AF FORDØJELIG ENERGI	29
3.4.1 Chinchilla	29
3.4.2 Kanin	34
3.5 FODERMIDDELTABEL	38
4 Diskussion og konklusion	40
Anerkendelser	45
Litteratur	46

Contents

Summary in Danish	5
Summary in English	6
1 Introduction	7
1.1 BACKGROUND	7
1.2 OBJECTIVES	7
2 Materials and methods	8
2.1 COMPOSITION OF DIETS	8
2.2 ANIMALS AND EXPERIMENTAL PLAN	8
2.2.1 Chinchilla	8
2.2.2 Rabbit	11
2.3 CHEMICAL ANALYSES	12
2.4 STATISTICAL MODELS	12
3 Results	14
3.1 CHEMICAL ANALYSES	14
3.1.1 Chinchilla	14
3.1.2 Rabbit	14
3.2 DIGESTIBILITY OF THE EXPERIMENTAL DIETS	14
3.2.1 Chinchilla	14
3.2.2 Rabbit	15
3.3 ESTIMATION OF DIGESTIBILITY COEFFICIENTS FROM CHEMICAL ANALYSES	24
3.3.1 Chinchilla	24
3.3.2 Rabbit	26
3.4 ESTIMATION OF THE CONTENT OF DIGESTIBLE ENERGY IN FEED MIXTURES	29
3.4.1 Chinchilla	29
3.4.2 Rabbit	34
3.5 FEEDSTUFF TABLE	38
4 Discussion and conclusion	40
Acknowledgements	45
Literature	46

Sammendrag

Med foderstofloven fra 1992 bortfaldt kravet om deklaration af råvaresammensætningen, hvorefter det ikke længere er muligt at beregne foderblandingers energiindhold ud fra tabelværdier for de enkelte råvarer. Formålet med nærværende arbejde har været, dels at udarbejde ligninger til vurdering og kontrol af energiindholdet i foderblandinger til kaniner og chinchilla ud fra laboratorieanalyser i blandingerne, dels at undersøge fordøjeligheden af protein, fedt og kulhydrater hos chinchilla og kanin, samt at beskrive disse fordøjeligheder i relation til indholdet af næringsstoffer i blandingerne.

Fordøjeligheden af energi og individuelle næringsstoffer blev bestemt i 25 forsøgsblandinger for både chinchilla og kanin, samt i 2 kontrolblandinger til chinchilla og 3 kontrolblandinger til kanin. Blandingerne blev analyseret for indholdet af tørstof, aske, råprotein, råfedt, træstof, ADF, NDF og bruttoenergi. Derudover blev alle blandinger analyseret efter EFOS-metoden (enzymfordøjeligt organisk stof) udviklet til svinefoderblandinger (Boisen & Fernandez, 1992).

Fordøjelighederne af råprotein og råfedt kunne med ret høj sikkerhed beskrives ved blandingeres indhold af henholdsvis råprotein og råfedt for både chinchilla og kanin. Tilsvarende kunne fordøjeligheden af råkulhydrat for begge dyrearter beskrives ud fra andelen af NDF i råkulhydrat.

Der er udviklet ligninger til beregning af indholdet af fordøjelig energi i blandinger til hver af de to arter. For begge dyrearter be-

regnes blandingeres indhold af bruttoenergi (BE, MJ/kg foder) efter følgende ligning:

$$BE = 0,237 * \text{råprotein} + 0,389 * \text{råfedt} + 0,175 * \text{råkulhydrat},$$

idet alle analyser er opgivet i % af foderet og

$$\text{råkulhydrat} = \text{tørstof} - (\text{råprotein} + \text{råfedt} + \text{aske}).$$

Energifordøjeligheden (FKENG, %) beregnes ud fra EFOS med forskellige ligninger for de to arter:

Chinchilla:

$$FKENG = 0,659 * EFOS + 23,3$$

Kanin:

$$FKENG = 0,769 * EFOS + 14,5,$$

idet EFOS er % enzymfordøjeligt organisk stof målt efter samme metode som anvendes til svinefoderblandinger. For begge arter beregnes indholdet af fordøjelig energi (MJ/kg foder) efter ligningen:

$$\text{Fordøjelig energi} = FKENG * BE/100.$$

Disse ligninger blev også anvendt til at beregne indholdet af fordøjelig energi i 38 fodermidler, hvori der allerede fandtes EFOS-værdier. Styrken ved den nye metode er imidlertid, at det nu er både hurtigt og billigt at få en ret sikker analyse af indholdet af fordøjelig energi i et givet parti foder fremfor anvendelse af tabelværdier.

Nøgleord: Fordøjelig energi, fordøjelighed, *in vitro* fordøjelighed, foderblandinger, kanin, chinchilla

Summary

In the legislation regarding feedstuff trading put into power in 1992, the demanded declaration of feedstuff composition in compound feeds was abolished. Therefore it is no longer possible to calculate the energy content in compound feeds from table values for the individual feedstuffs.

The aim of the present study was to develop equations for evaluation and control of energy content in compound feeds for chinchilla and rabbits and to examine the digestibility of protein, fat, and carbohydrates in chinchilla and rabbits as well as to describe these digestibilities by means of analyses performed on the mixtures.

The digestibilities of energy and individual nutrients were determined in 25 experimental mixtures in both chinchilla and rabbits, as well as in 2 control mixtures for chinchilla and 3 control mixtures for rabbits. All mixtures were analysed for the content of dry matter (DM), ash, crude protein, crude fat, crude fibre, ADF, NDF, and gross energy. Furthermore, all mixtures were analysed by the EDOM-method (enzyme digestible organic matter) developed for compound feeds for pigs (Boisen & Fernandez, 1992). The digestibilities of crude protein and crude fat could be estimated with high precision from the content of crude protein and crude fat, respectively, in both chinchilla and rabbits. Likewise, the digestibility of crude carbohydrates could be estimated from the proportion of NDF in crude carbohydrates.

A set of equations were developed for each of the two species for calculation of the

energy value of compound feeds. For both species, the content of gross energy (BE, MJ/kg feed) is derived from the equation:

$$\text{BE} = 0.237 * \text{crude protein} + 0.389 * \text{crude fat} + 0.175 * \text{crude carbohydrates},$$

as all analyses are stated as % of feed, and

$$\text{crude carbohydrates} = \text{DM} - (\text{crude protein} + \text{crude fat} + \text{ash}).$$

The energy digestibility (FKENG, %) is derived from EDOM with separate equations for the two species:

Chinchilla:

$$\text{FKENG} = 0.659 * \text{EDOM} + 23.3$$

Rabbit:

$$\text{FKENG} = 0.769 * \text{EDOM} + 14.5,$$

as EDOM is % enzyme digestible organic matter measured according to the same method as used for pig diets. For both species, the content of digestible energy is derived from the equation:

$$\text{Digestible energy} = \text{FKENG} * \text{BE}/100.$$

The equations were also used to calculate the content of digestible energy in 38 feedstuffs for which the EDOM-value was known. However, the advantage of the new energy evaluation system is, that a real analysis of the digestible energy content can now be achieved fast and reasonably cheap, and with much higher precision than by use of table values.

Keywords: Digestible energy, digestibility, *in vitro* digestibility, feed mixtures, rabbit, chinchilla.

1 Indledning

1.1 BAGGRUND

Energiværdien af foderblandinger til chinchilla og kanin har hidtil været baseret på blandingerne procentiske råvaresammensætning og energiværdier for de enkelte råvarer målt på andre dyrearter. For kanin har der været anvendt foderenheder til kvæg (FE_k), som reelt er baseret på fordøjeligheder målt hos får, mens der for chinchilla anvendes fordøjeligheder målt på mink. En tidligere undersøgelse (Børsting et al., 1992) viste imidlertid, at den beregnede energiværdi for chinchilla var op til 50% for lav i forhold til chinchillaens faktiske udnyttelse af energien. Heller ikke beregninger af energiværdien til chinchilla ud fra energiværdien til kvæg gav tilfredsstillende resultater. Foderblandinger med stort træstofindhold blev fordøjet meget bedre af kvæg end af chinchilla, mens forskellen mellem de to arter var mindre ved blandinger med lavt træstofindhold. Det er ikke undersøgt, om det samme er tilfældet for forholdet mellem kvæg og kaniners energiudnyttelse, men det må forventes, at kvæg med hensyn til udnyttelse af tungtfordøjelige fodermidler også er kaniner overlegne.

Med foderstofloven, der trådte i kraft i 1992, er det ikke lovpligtigt for foderproducenterne at deklare blandingerne procentiske råvaresammensætning. Dette bevirker, at det ikke længere er muligt at beregne en foder-

blandings energiværdi ud fra tabelværdier for de enkelte råvarer. Det er derfor nødvendigt at basere energivurderingen på analyser, der kan foretages i blandinger uden kendskab til disses råvaresammensætning.

Derudover savnes der væsentlige informationer for kanin og chinchilla, idet der ikke som for andre husdyr er kendskab til fordøjeligheden af næringsstofferne protein, fedt og kulhydrater. Tidligere forsøg med et lille antal foderblandinger har antydnet, at det procentiske indhold af protein, fedt og træstof er afgørende for fordøjeligheden af henholdsvis protein, fedt og kulhydrat uafhængig af blandingerne råvaresammensætning (Børsting et al., 1992).

1.2 FORMÅL

På baggrund af ovenstående problemstillinger var der følgende formål med projektet:

- at udarbejde ligninger til beregning og kontrol af energiindholdet i foderblandinger til kaniner og chinchilla ud fra analyser udført i blandingerne,
- at undersøge fordøjeligheden af protein, fedt og kulhydrater hos chinchilla og kanin, samt at beskrive disse fordøjeligheder ud fra analyser af blandingerne.

2 Materialer og metoder

2.1 FODERSAMMENSÆTNING

Forsøgsblandingerne til kaniner og chinchilla blev sammensat efter samme forsøgsplan, men da forsøgene med de 2 dyrearter ikke blev gennemført samtidigt, var det ikke de samme foderpartier, der blev anvendt. I forsøgsdesignet indgik 2 forskellige protein-kilder, 2 fiberkilder og 1 fedtkilde. Hver protein-, fiber- og fedtkilde blev anvendt i 5 forskellige niveauer, som det fremgår af tabel 1. De enkelte protein-, fedt- og fiberkilder var sammensat af almindeligt anvendte fodermidler.

Forsøgsblanding 1 bestod af typiske kulhydratkilder med lavt indhold af protein, fedt og træstof. Denne blanding udgjorde basis for de øvrige blandinger, hvor en del blev substitueret med fodermidler med stort indhold af henholdsvis protein, fedt eller træstof.

I blandingerne 2-6 var der en planlagt stigning i fedtindholdet fra 2,5 til 11,1% af tørstof (TS) opnået ved tilsætning af sojaolie og animalsk fedt, mens protein- og træstofindholdet holdtes konstant på henholdsvis 20 og 12% af TS.

Proteinindholdet i blandingerne 7-11 varieredes mellem 14 og 26% af TS ved at øge andelen af sojaproteinkoncentrat. Der blev opnået en tilsvarende variation i proteinindholdet i blandingerne 12-16 ved øget brug af en proteinblanding, der indeholdt 6 fodermidler med højt proteinindhold.

Der blev anvendt stigende mængder af hø i blandingerne 18-21 for at øge træstofindholdet op til 16% af TS fra de 8% i blanding 17. Træstofindholdet blev øget tilsvarende for

blandingerne 22-25 ved tilsætning af stigende mængder af havreskalmel og hvedeklid.

Til chinchilla blev der desuden anvendt 2 uafhængige blandinger indkøbt fra henholdsvis Norge og Finland. Disse foderblandinger indeholdt dels en del andre fodermidler end de øvrige blandinger, dels var kornprodukterne og græsmel dyrket under andre klimatiske forhold.

Alle blandinger til kaniner blev fremstillet på Statens Husdyrbrugsforsøgs foderfabrik. Dette gælder også de 2 fuldfoderblandinger med samme fodermiddelindhold, som anvendes i danske handelsfoderblandinger fra Superfos og Korsvejens Andelsgrovvareforretning, samt standardfoderblandingen (E-blanding) anvendt som kontrolblanding ved Statens Husdyrbrugsforsøgs kaninforsøg.

2.2 DYR OG FORSØGSPLAN

2.2.1 Chinchilla

Til fordøjelighedsforsøget blev anvendt 40 udvoksede hanner, der var 7-20 måneder gamle ved forsøgets start. Dyrene kom fra Foreningen Dansk Chinchilla's forsøgsfarm. Chinchillaerne var i hele forsøget opstaldet ved 14-16°C og den relative luftfugtighed varierede mellem 50 og 55%. Chinchillaerne gik i de samme bure, som i et tidligere fordøjelighedsforsøg (Børsting et al., 1992).

Ved forsøgets start blev dyrene inddelt i blokke af 8 dyr efter vægt, og indenfor hver blok blev dyrene tilfældigt fordelt på hold 1-7 samt hold 12. De 27 blandinger blev undersøgt i løbet af 4 successive perioder à 2 uger. Derudover blev hold 4 gentaget i alle 4 pe-

Tabel 1. Fodermiddelsammensætningen (%) i forsøgsblandingerne til chinchilla og kaniner
Feedstuff composition (%) in the experimental diets for chinchilla and rabbits

Hold/ Group	Plan/Planned			Kulhydrat- blanding ¹⁾ / Carbohydrate- mixture ¹⁾	Sojaolie/ Soy oil	Animalsk fedt/ Animal fat	Sojaprotein- koncentrat/ Soy protein concentrate	Protein- blanding ²⁾ / Protein mixture ²⁾	Protein, gns. blanding ³⁾ / Protein mixture ³⁾	Hø/ Hay	Fiber- blanding ⁴⁾ / Fibre mixture ⁴⁾	Mineral og vitaminblanding ⁵⁾ / Minerals and vitamins ⁵⁾
	Protein/ Protein	Fedt/ Fat	Træstof/ Crude fibre	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
% i tørstof/% in DM												
1	12,7	2,7	8,3	97,0	-	-	-	-	-	-	-	3,0
Fedt/Fat												
2	20,0	2,5	12,0	59,0	-	-	-	-	21,0	8,5	8,5	3,0
3	20,0	4,7	12,0	55,5	1,0	1,0	-	-	21,5	9,0	9,0	3,0
4	20,0	6,9	12,0	52,0	2,0	2,0	-	-	22,0	9,5	9,5	3,0
5	20,0	9,0	12,0	48,0	3,0	3,0	-	-	23,0	10,0	10,0	3,0
6	20,0	11,1	12,0	43,0	4,0	4,0	-	-	24,5	10,8	10,8	3,0
Sojaproteinkoncentrat/Soy protein concentrate												
7	14,0	7,0	12,0	66,5	2,0	2,0	5,5	-	-	10,5	10,5	3,0
8	17,0	7,0	12,0	60,5	2,0	2,0	10,5	-	-	11,0	11,0	3,0
9	20,0	7,0	12,0	54,0	2,0	2,0	16,0	-	-	10,3	11,5	3,0
10	23,0	7,0	12,0	48,0	2,0	2,0	21,0	-	-	12,0	12,0	3,0
11	26,0	7,0	12,0	41,0	2,0	2,0	26,5	-	-	12,8	12,8	3,0
Proteinblanding/Protein mixture												
12	14,0	7,0	12,0	65,0	2,0	2,0	-	9,5	-	9,3	9,6	3,0
13	17,0	7,0	12,0	56,0	2,0	2,0	-	19,0	-	9,0	9,0	3,0
14	20,0	7,0	12,0	46,0	2,0	2,0	-	29,0	-	9,0	9,0	3,0
15	23,0	7,0	12,0	37,0	2,0	2,0	-	39,0	-	8,5	8,5	3,0
16	26,0	7,0	12,0	27,0	2,0	2,0	-	49,0	-	8,5	8,5	3,0

(fortsættes/to be continued)

Tabel 1. (fortsat/continued)

Hold/ Group	Plan/Planned			Kulhydrat- blanding ¹⁾ / Carbohydrate- mixture ¹⁾ (%)	Sojaolie/ Soy oil (%)	Animalsk fedt/ Animal fat (%)	Sojaprotein- koncentrat/ Soy protein concentrate (%)	Protein- blanding ²⁾ / Protein mixture ²⁾ (%)	Protein, gns. blanding ³⁾ / Protein mixture ³⁾ (%)	Hø/ Hay (%)	Fiber- blanding ⁴⁾ / Fiber mixture ⁴⁾ (%)	Mineral og vitaminblanding ⁵⁾ / Minerals and vitamins ⁵⁾ (%)
	Protein/ Protein	Fedt/ Fat	Træstof/ Crude fibre									
	% i tørstof/% in DM											
Hø/Hay												
17	20,0	7,0	8,0	73,5	2,0	2,0			19,5	0,0		3,0
18	20,0	7,0	10,0	62,5	2,0	2,0			20,5	10,0		3,0
19	20,0	7,0	12,0	53,0	2,0	2,0			21,0	19,0		3,0
20	20,0	7,0	14,0	42,5	2,0	2,0			21,5	29,0		3,0
21	20,0	7,0	16,0	31,5	2,0	2,0			22,5	39,0		3,0
Fiberblanding/Fibre mixture												
22	20,0	7,0	10,0	58,0	2,0	2,0			21,0		14,0	3,0
23	20,0	7,0	12,0	41,5	2,0	2,0			22,5		29,0	3,0
24	20,0	7,0	14,0	26,0	2,0	2,0			24,0		43,0	3,0
25	20,0	7,0	16,0	9,5	2,0	2,0			25,5		58,0	3,0

- 1) Kulhydratblanding: 26% byg/barley, 26% hvede/wheat, 26% havre/oats, 10% sukkerroeffald/sugar beet pulp, 6% græsmel/grass meal, 3% druesukker/dextrose og 3% melasse/molasses.
- 2) Proteinblanding: 40% sojaskrå/soy bean meal, 30% solsikkeskrå/sunflower meal, 24% hvedekim/wheat germ, 3% fiskemel/fish meal, 3% skummetmælkspulver/skim-milk powder.
- 3) Proteingennemsnitsblanding: 32% sojaproteinkoncentrat/soy protein concentrate, 26% solsikkeskrå/sunflower meal, 24% sojaskrå/soy bean meal, 13% hvedekim/wheat germ, 3% fiskemel/fish meal, 2% skummetmælkspulver/skim-milk powder.
- 4) Fiberblanding: 90% havreskalmel/oat bran meal, 10% hvedeklid/wheat bran.
- 5) Mineral- og vitaminblanding: 60% dicalciumfosfat/dicalciumphosphate, 23% kridt/limestone, 17% vitaminforblanding/vitamin premixture.

rioder med de samme 5 dyr, og blanding 1 blev anvendt i både periode 1 og 4. I den anden periode kørt hold 8-11 og hold 13-15, idet dyrene indenfor hver blok med hensyn til startvægt igen blev fordelt tilfældigt mellem holdene. I tredje periode var det holdene 16-22, der blev udført forsøg med, mens det i sidste periode var hold 23-25, de norske og finske blandinger, samt gentagelse af hold 1 og 4.

Alle forsøgsblandinger blev tildelt efter ædelyst, så alle dyr hver dag havde foder til overs. Den daglige fodertildeling varierede mellem 30 og 40 g. De første 10 dage af hver periode var forperiode for at vænne dyrene til en ny foderblanding, og i de sidste 4 dage blev gødningen opsamlet og frosset dagligt.

Tabel 2. Sammensætning af kontrolblandinger (%)
Composition of control diets (%)

Hold/Group	Chinchilla		Kanin/Rabbit		
	31 Norsk/ Norwegian mixture	30 Finsk/ Finish mixture	26 E-blanding/ Control mixture	27 Handelsbl. ¹⁾ / Commercial mixture	28 Handelsbl. ²⁾ / Commercial mixture
Hvede/Wheat	-	15,0	-	-	-
Byg/Barley	6,2	12,0	15,0	19,6	20,0
Havre/Oats	12,0	20,2	30,0	21,0	4,0
Havreklid/Oat bran	-	15,0	-	-	-
Hvedeklid/Wheat bran	13,0	5,0	10,0	15,0	2,7
Græsmel/Grass meal	33,1	10,0	30,0	28,9	28,0
Majsgrite/Corn, flaked	6,0	-	-	-	-
Sojaskrå/Soybean meal	18,0	14,0	4,0	3,0	-
Solsikkekrå, delvis afsk./ Sunflower meal, semi-decorticated	-	-	8,0	6,6	11,9
Sukkerroeaffald, tørret/ Sugar beet pulp, dried	-	-	-	-	19,0
Ærter/Peas	-	-	-	-	7,0
Tørgær/Brewers' yeast	-	1,5	-	-	-
Melasse/Molasses	2,5	3,0	1,5	3,0	4,0
Sukker/Dextrose	1,5	-	-	-	-
Fiskemel/Fish meal	0,5	-	-	-	2,3
Kødbenmel/Meat and bone meal	1,0	-	-	-	-
Skummetmælkspulver/Skim milk powder	3,0	-	-	-	-
Mineraler og vitaminer/Minerals and vitamins	3,1	4,3	1,5	2,9	1,1
Aminosyrer/Amino acids	0,1	-	-	-	-

1) Fra Superfos/From Superfos
2) Fra Korsvejens Andelsgrovvareforretning/From Korsvejens Andelsgrovvareforretning

2.2.2 Kanin

Forsøget blev udført med 15 hankaniner af racen Hvid Dansk Land fordelt på 5 grupper af 3 helbrødre. Ved indsætning i forsøget var

kaninerne mellem 167 og 187 dage gamle og vejede i gennemsnit 3,87 kg. Ved hver periodes begyndelse blev dyrene tilfældigt fordelt

på 3 hold med 5 dyr pr. hold, men med den begrænsning, at ingen helbrødre blev placeret i samme hold.

Ialt blev afprøvet 28 forskellige blandinger. Blanding 4 og standardblandingen (E-blanding) blev afprøvet såvel først som sidst i forsøgsperioden, medens det ved lodtrækning blev bestemt i hvilke perioder de øvrige blandinger skulle afprøves.

Forsøget strakte sig over 10 perioder à 14 dage. Hver periode bestod af en forperiode på 10 dage og en periode med gødningsopsamling på 4 dage. Når én periode var afsluttet, fortsattes uden pause med en anden. For at undgå fodervægring ved skift til ny blanding, blev kaninerne i de 2 første dage af hver periode tildelt 50% af "ny" blanding opblandet med 50% af "gammel" blanding.

I alle perioder blev der givet en daglig fodermængde på 135 g pr. dyr, hvilket var tilstrækkeligt til at sikre en positiv tilvækst.

Forsøgsstalden var forsynet med vinduer og ventileret, og da der ikke blev givet tilskud af lys og varme, var kaninerne, som det normalt også er tilfældet i praktisk kaninavl, undergivet årstidens indflydelse på disse forhold.

Kaninerne blev indsat i bure med målene: længde 91 cm, bredde 51 cm og højde 38 cm. Burene var fremstillet af galvaniseret punkt-svejset tråd med maskestørrelse 1" x 1".

Hver sektion bestod af 5 bure svarende til et hold. Under hvert bur var placeret en finmasket udstanset bakke, således at det var muligt kvantitativt at opsamle gødningen fra hvert dyr.

2.3 KEMISKE ANALYSER

Alle foderblandinger til både kaniner og chinchillaer blev analyseret på Centrallaboratoriet efter standardmetoder for indholdet af

følgende bestanddele: tørstof, aske, råprotein, råfedt (HCl-fedt efter Stoldts metode ved ekstraktion med diethylæter), træstof, neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), let hydrolyserbart kulhydrat (LHK), bruttoenergi. Blandingerne blev desuden analyseret for enzymfordøjeligt organisk stof (EFOS) efter metoden udviklet til svin (Boisen & Fernandez, 1992). I denne analyse inkuberes prøverne med pepsin ved pH 2,0 i 75 minutter efterfulgt af inkubering med en blanding af pancreas enzymer (Pancreatin) ved pH 6,8 i 3½ time. Derefter inkuberes med en blanding af cellevægsnedbrydende enzymer (Viscozyme) i 18 timer og til slut filtreres under skylning med vand og acetone. Indholdet af N-frie ekstraktstoffer (NFE) blev beregnet som tørstof - (aske + råprotein + råfedt + træstof) og råkulhydrat som tørstof - (aske + råprotein + råfedt).

Gødningen blev frysetørret og derefter analyseret for indholdet af tørstof, aske, råprotein, råfedt (HCl-fedt, diethylæter), træstof og bruttoenergi.

2.4 STATISTISKE MODELLER

Effekten på de målte fordøjeligheds-koefficienter af niveau og kilde med hensyn til protein og fiber blev testet ved hjælp af en tosidet variansanalyse på grundlag af model [1]. Der anvendtes General Linear Models (GLM) proceduren i SAS, version 6.08 (SAS Institute, 1989).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk} \quad [1]$$

hvor

Y_{ijk} = holdgennemsnit af fordøjeligheds-koefficienter

μ = middelværdien

α_i = effekt af niveau af protein henholdsvis fiber, $i = 1, \dots, 5$

β_j = effekt af kilde, hvorfra protein henholdsvis fiber kommer, $j = 1, 2$

ϵ_{ijk} = tilfældig variation, $N(0, \sigma^2)$.

For fedt blev anvendt en tilsvarende ensidet variansanalyse, idet β_j blev udeladt, fordi fedtkilden var ens i alle blandinger med varierende fedtindhold.

Med henblik på at finde de foderstofanalyser, der bedst beskriver en foderblandings indhold af fordøjelig energi, er anvendt en multiple regressionsmodel:

$$Y_i = \mu + \sum_{j=1}^{n_k} b_j \cdot X_{ji} + \epsilon_i \quad [2]$$

hvor

Y_i = målt indhold af fordøjelig energi (MJ/kg foder) fundet ved multiplikation af det analyserede indhold af bruttoenergi og den gennemsnitlige

energifordøjelighed for en given blanding.

μ = intercept.

X_{ji} = den j 'te foderstofanalyse i den i 'te foderblanding, $j = 1, \dots, n_k$, $i = 1, \dots, 25$ for chinchilla, (27 for kaniner).

b_j = regressionskoefficient for den j 'te foderstofanalyse.

ϵ_i = tilfældig variation, $N(0, \sigma^2)$.

For at finde de foderstofanalyser, der ved benyttelse af henholdsvis 1, 2, 3 eller 4 ($= n_k$) af de ialt 9 mulige analyser, der giver den størst mulige forklaring af variationen i foderblandingerne indhold af fordøjelig energi fundet i disse forsøg er benyttet RSQUARE-proceduren i SAS-versionen 6.08 (SAS Institute, 1989).

3 Resultater

3.1 KEMISKE ANALYSER

3.1.1 Chinchilla

Den analyserede sammensætning (tabel 3) var for de fleste blandinger i god overensstemmelse med den planlagte. Kulhydratblandingsens (blanding 1) fedtindhold var lidt højere end planlagt, hvilket førte til at fedtindholdet var lidt højere end planlagt i de fleste blandinger. Proteinindholdet stemte stort set med de planlagte 20% af TS i de blandinger, der havde gennemsnitlige proteinniveauer. Blanding 10 og 11 med det største indhold af sojaprotein havde et lidt lavere proteinindhold end planlagt, medens de øvrige blandinger med varierende proteinindhold havde et indhold, der svarede godt til planen.

Alle blandinger, der ifølge planen skulle have det gennemsnitlige træstofindhold på 12% af TS, havde stort set dette indhold ifølge analyseværdierne. For blanding 18-21 med stigende andel af hø var træstofindholdet imidlertid højere end planlagt. I modsætning hertil var træstofindholdet lavere end i planen for blanding 22-25 med stigende mængder af havreskalmel og hvedeklid. Indholdet af NDF var derimod uafhængig af fiberkilden i blandinger, der var planlagt til at have samme træstofindhold.

Indholdet af bruttoenergi var stigende for blandingerne 2-6 med stigende fedtindhold, medens bruttoenergien var ret konstant for de øvrige blandinger.

3.1.2 Kanin

Som for chinchilla var det analyserede indhold af næringsstofferne protein, fedt og træstof i blandinger til kanin i god overensstemmelse med det planlagte (tabel 4).

Fedtindholdet i kulhydratblandingen (blanding 1) var dog lidt højere end det planlagte med de samme konsekvenser til følge som nævnt for chinchilla. Proteinindholdet i blandinger beregnet til at indeholde 20% protein i tørstof var i alle blandinger, undtagen i blandingerne 17 og 22, lidt højere end planlagt.

Indholdet af NDF var ret ens i sammenlignelige blandinger med henholdsvis fiberblanding og formalet hø.

Med højere fedtindhold var bruttoenergiindholdet som ventet stigende fra 18,54 (blanding 2) til 20,36 MJ/kg tørstof i blanding 6, medens dette indhold i de øvrige blandinger var næsten ens.

3.2 FORSØGSBLANDINGERNES FORDØJELIGHED

3.2.1 Chinchilla

De gennemsnitlige fordøjelighedskoefficienter for de enkelte næringsstoffer fremgår af tabel 5. Der blev ekskluderet 10 ud af de 155 observationer, heraf 1 på grund af dødsfald, 1 på grund af pelsnav og de resterende på grund af for lille foderoptagelse (<30 g i de 4 dages opsamlingsperiode) og/eller for stort vægttab (>40 g i løbet af de 2 ugers forsøgsbehandling). For både hold 1 og 4, der blev gentaget i flere perioder, var der en tendens til at fordøjeligheden af de enkelte næringsstoffer blev øget i løbet af forsøgsperioden. Da forskellene ikke var signifikante, er der i det følgende ikke taget hensyn til dette forhold. De viste fordøjeligheder for blanding 1 og 4 er derfor også gennemsnit for alle perioder.

I blanding 1 - der havde et lavt indhold af træstof - var fordøjeligheden af tørstof, organisk stof, aske, råkulhydrat, NFE og energi høj i forhold til de øvrige blandinger.

Fedtfordøjeligheden steg signifikant ($P < 0,001$) fra 76% i blanding 2 til 87% i blanding 6 i serien af blandinger med stigende fedtindhold, medens der ikke var signifikant indflydelse på fordøjeligheden af de øvrige næringsstoffer i disse blandinger. Råproteinfordøjeligheden øgedes signifikant ($P < 0,01$) ved stigende indhold af protein i blandingerne 7-11 og 12-16. En tosidet variansanalyse (model 1) viste, at proteinfordøjeligheden var ens ($P = 0,7$) for de to typer af proteinkilder, hvilket sandsynliggør, at foderblandingers proteinfordøjelighed hos chinchilla kan estimeres ud fra blandingerne proteinindhold. Fedtfordøjeligheden var af ukendte årsager også påvirket af proteinkilden ($P < 0,01$) og proteinniveau ($P < 0,05$). Energi- og tørstoffordøjelighederne var upåvirkede af proteinindhold og -kilde.

Træstofindholdet (målte værdier) havde som ventet signifikant ($P < 0,001$) betydning for fordøjeligheden af råkulhydrat. Fordøjeligheden faldt med stigende træstofindhold i blandingerne 17-21 og 22-25. Fordøjeligheden af kulhydrat var signifikant ($P < 0,001$) højere i blandinger med hø i forhold til blandinger med havreskalmel og hvedeklid, hvilket viser, at træstof ikke er en brugbar analyse til at estimere chinchillablandingers kulhydratfordøjelighed. De nævnte forskelle slog også igennem på fordøjeligheden af NFE, tørstof og energi. Træstoffordøjeligheden var signifikant ($P < 0,001$) højere i blanding 18-21 med hø end i blanding 22-25 med havreskalmel og hvedeklid, hvilket var en del af årsagen til den signifikante effekt af fiberkilden på fordøjeligheden af råkulhydrat.

3.2.2 Kanin

Kaninfordøjelighedskoefficienterne er vist i tabel 6. Det højest mulige antal observationer

var 30 blandinger afprøvet på 5 kaniner - eller ialt 150 observationer. Heraf måtte 2 udelades grundet dødsfald, 3 på grund af manglende foderoptagelse og 7 på grund af svigtende koprofagi. Resultaterne præsenteret i det følgende baseres således på 138 observationer. Blanding 4 blev afprøvet i 2. og 10. forsøgsperiode og E-standardblandingen i 1. og 10. periode. Da der ingen signifikante forskelle fandtes i fordøjeligheden for blanding 4 i de to perioder, er de viste fordøjelighedskoefficienter (tabel 6) et gennemsnit af resultaterne i perioderne. For E-blandings vedkommende fandtes derimod en signifikant forskel i fordøjeligheden af tørstof, organisk stof, protein, fedt og energi med de laveste værdier i sidste periode. Dette kan til dels skyldes, at der blev anvendt 2 forskellige partier med lidt forskel i den kemiske sammensætning. Fordøjelighedskoefficienterne for E-blandingen er derfor anført for begge perioder.

Det øgede fedtniveau i blanding 3 sammenlignet med blanding 2, der var uden fedttilsætning, medførte en signifikant ($P < 0,0001$) forøgelse af fedtfordøjeligheden fra 76,8% til 85,3%, medens en yderligere tilsætning af fedt ikke bevirkede nogen forøgelse af fordøjeligheden.

Råproteinfordøjeligheden øgedes signifikant ($P = 0,01$) med stigende indhold af protein i blandingerne 7-11. Det samme var ikke tilfældet i blandingerne 12-16, men der blev dog også i disse blandinger observeret en tendens til højere fordøjelighed med et stigende indhold af protein. Proteinfordøjeligheden var ikke påvirket af proteinkilde ($P = 0,4$).

Som fundet hos chinchilla faldt fordøjeligheden af tørstof, råkulhydrat, NFE og energi hos kanin signifikant ($P < 0,0001$) med højere træstofindhold i blandingerne. Fiberkilden havde ligeledes indflydelse på fordøjeligheden af råkulhydrat, idet blandinger tilsat hø (17-21) havde en højere fordøjelighed end

Tabel 3. Kemisk sammensætning i forsøgsblandingerne til chinchilla
Chemical composition of the experimental diets for chinchilla

Hold/ Group	Plan/Planned			Analyseret/Analyzed										BE/ Gross energy
	Protein/ Protein	Fedt/ Fat	Træstof/ Crude fibre	Tørstof/ DM	Aske/ Ash	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	Råkulhydrat/ Crude carbohydrate	Træstof/ Crude fibre	NFE ¹⁾	LHK ²⁾	NDF ³⁾	ADF ⁴⁾	
	% i tørstof/% in DM			% i foder/ % in feed	% i tørstof/% in DM									MJ/kg TS/ MJ/kg DM
1	12,7	2,7	8,3	87,2	5,9	12,7	3,7	77,7	9,0	68,7	48,3	20,5	10,8	17,96
Fedt/Fat														
2	20,0	2,5	12,0	87,7	6,7	19,2	3,6	70,5	11,1	59,4	37,3	24,5	13,7	18,25
3	20,0	4,7	12,0	87,3	6,4	18,6	4,9	70,1	11,4	58,8	37,3	24,5	13,3	18,70
4	20,0	6,9	12,0	85,9	6,6	19,3	7,2	67,0	11,6	55,4	33,7	24,6	13,8	19,27
5	20,0	9,0	12,0	85,7	6,9	19,8	9,3	64,0	11,9	52,1	30,3	24,6	14,2	19,68
6	20,0	11,1	12,0	88,7	6,9	19,8	10,2	63,0	12,0	51,0	28,6	24,8	14,1	19,73
Sojaproteinkoncentrat/Soy protein concentrate														
7	14,0	7,0	12,0	87,5	6,1	14,3	7,2	72,4	11,7	60,7	36,7	26,6	14,3	19,11
8	17,0	7,0	12,0	86,7	6,4	17,1	7,1	69,4	11,9	57,5	34,4	26,2	14,1	19,04
9	20,0	7,0	12,0	86,8	6,6	19,9	7,2	66,3	11,5	54,8	32,6	25,3	13,7	19,19
10	23,0	7,0	12,0	86,0	6,6	21,6	6,9	65,0	11,4	53,5	31,5	25,6	13,4	19,27
11	26,0	7,0	12,0	86,7	6,8	24,9	7,1	61,0	11,5	49,8	27,0	25,3	13,4	19,35
Proteinblanding/Protein mixture														
12	14,0	7,0	12,0	87,0	6,2	14,6	7,4	71,9	11,5	60,4	36,0	25,6	13,9	19,03
13	17,0	7,0	12,0	87,6	6,7	17,1	7,6	68,7	11,3	57,4	33,5	24,9	13,5	19,06
14	20,0	7,0	12,0	87,2	6,8	19,6	7,8	65,8	12,2	53,7	29,8	26,1	14,6	19,31
15	23,0	7,0	12,0	87,6	7,4	22,6	8,1	62,0	11,8	50,2	27,3	24,7	14,3	19,39
16	26,0	7,0	12,0	88,0	7,7	25,5	8,0	58,8	12,1	46,7	22,9	24,4	14,4	19,55

(fortsættes/to be continued)

Tabel 3. (fortsat/continued)

Plan/Planned				Analyseret/Analyzed										
Hold/ Group	Protein/ Protein	Fedt/ Fat	Træstof/ Crude fibre	Tørstof/ DM	Aske/ Ash	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	Råkulhydrat/ Crude carbohydrate	Træstof/ Crude fibre	NFE ¹⁾	LHK ²⁾	NDF ³⁾	ADF ⁴⁾	BE/ Gross energy
% i tørstof/% in DM				% i foder/ % in feed	% i tørstof/% in DM									MJ/kg TS/ MJ/kg DM
Hø/Hay														
17	20,0	7,0	8,0	88,2	6,4	19,6	7,5	66,5	8,6	58,0	37,9	19,2	10,5	19,16
18	20,0	7,0	10,0	87,5	6,6	19,1	7,5	66,7	10,7	56,0	33,6	22,3	12,7	19,17
19	20,0	7,0	12,0	87,3	6,8	18,6	7,4	67,2	13,5	53,7	28,8	27,0	15,7	19,14
20	20,0	7,0	14,0	87,8	7,1	18,6	7,3	67,0	15,3	51,7	25,3	29,9	17,7	19,04
21	20,0	7,0	16,0	87,1	7,7	19,0	7,4	65,9	17,6	48,4	20,7	34,0	19,9	19,25
Fiberblanding/Fibre mixture														
22	20,0	7,0	10,0	87,6	6,5	19,6	7,3	66,6	9,7	56,4	33,0	23,0	12,5	19,13
23	20,0	7,0	12,0	87,8	6,6	19,7	7,2	66,5	10,3	56,1	31,7	24,0	13,0	19,29
24	20,0	7,0	14,0	87,5	6,6	20,1	7,5	65,9	12,4	53,5	27,5	29,2	15,1	19,38
25	20,0	7,0	16,0	87,2	6,8	19,9	7,6	65,7	13,7	52,0	23,8	32,7	17,0	19,40
Finsk blanding/Finish diet														
30				89,4	7,3	18,8	3,6	70,3	12,1	58,1	33,0	27,1	14,8	18,20
Norsk blanding/Norwegian diet														
31				87,8	7,5	21,3	3,9	67,3	14,4	53,0	26,7	29,8	16,3	18,46

1) NFE = N-frie ekstraktstoffer/N-free extracts

2) LHK = Let hydrolyserbart kulhydrat/Readily fermentable carbohydrate

3) NDF = Neutral detergent fibre/Neutral detergent fibre

4) ADF = Acid detergent fibre/Acid detergent fibre

Tabel 4. Kemisk sammensætning i forsøgsblandingerne til kaniner
Chemical composition of the experimental diets for rabbits

Hold/ Group	Plan/Planned			Analyseret/ Analyzed									
	Protein/ Protein	Fedt/ Fat	Træstof/ Crude fibre	Tørstof/ DM	Aske/ Ash	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	Råkulhydrat/ Crude carbohydrate	Træstof/ Crude fibre	NFE	NDF	ADF	BE/ Gross energy
	% i tørstof/% in DM			% i foder/ % in feed	% i tørstof/% in DM								MJ/kg TS/ MJ/kg DM
1	12,7	2,7	8,3	86,5	5,9	14,1	3,9	76,1	8,0	68,1	18,1	10,2	18,31
Fedt/Fat													
2	20,0	2,5	12,0	88,2	7,2	21,1	3,9	67,8	12,1	55,7	24,5	13,7	18,54
3	20,0	4,7	12,0	87,7	7,1	21,2	6,3	65,4	12,0	53,4	22,8	12,9	19,03
4	20,0	6,9	12,0	88,0	7,4	20,9	7,1	64,6	12,1	52,5	22,9	13,1	19,45
5	20,0	9,0	12,0	88,8	7,0	20,4	9,7	62,9	11,0	51,9	22,3	13,6	19,97
6	20,0	11,1	12,0	88,8	6,8	21,3	11,9	60,0	11,5	48,5	22,7	12,9	20,36
Sojaproteinkoncentrat/Soy protein concentrate													
7	14,0	7,0	12,0	88,9	6,4	16,5	7,8	69,3	11,6	57,7	24,4	12,8	19,10
8	17,0	7,0	12,0	88,2	7,0	18,8	7,8	66,4	11,0	55,4	23,4	13,1	19,48
9	20,0	7,0	12,0	88,7	6,9	21,9	7,6	63,6	11,1	52,5	23,4	13,5	19,38
10	23,0	7,0	12,0	89,1	7,1	25,5	7,5	59,9	10,9	49,0	21,8	12,8	19,48
11	26,0	7,0	12,0	89,0	7,4	28,3	7,5	56,8	11,0	45,8	22,3	13,3	19,51
Proteinblanding/Protein mixture													
12	14,0	7,0	12,0	88,8	6,4	16,4	7,9	69,3	11,4	57,9	23,7	13,3	19,16
13	17,0	7,0	12,0	88,2	7,1	17,5	8,1	67,3	11,2	56,1	22,8	13,1	19,33
14	20,0	7,0	12,0	87,8	7,2	20,8	8,2	63,8	11,7	52,1	23,5	13,1	19,41
15	23,0	7,0	12,0	88,4	7,5	23,6	8,4	60,5	12,0	48,5	24,0	13,4	19,56
16	26,0	7,0	12,0	89,2	7,9	27,1	8,5	56,5	11,1	45,4	22,5	13,7	19,51

(fortsættes/to be continued)

Tabel 4. (fortsat/continued)

Plan/Planned				Analyseret/Analyzed									
Hold/ Group	Protein/ Protein	Fedt/ Fat	Træstof/ Crude fibre	Tørstof/ DM	Aske/ Ash	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	Råkulhydrat/ Crude carbohydrate	Træstof/ Crude fibre	NFE	NDF	ADF	BE/ Gross energy
% i tørstof/% in DM				% i foder/ % in feed	% i tørstof/% in DM								MJ/kg TS/ MJ/kg DM
Hø/Hay													
17	20,0	7,0	8,0	87,9	6,1	19,4	8,1	66,4	8,6	57,8	17,5	10,3	19,52
18	20,0	7,0	10,0	87,2	7,0	21,4	8,0	63,6	10,8	52,8	20,9	11,9	19,34
19	20,0	7,0	12,0	87,1	7,4	20,9	7,7	64,0	12,6	51,4	24,2	13,9	19,29
20	20,0	7,0	14,0	88,3	8,6	21,2	8,0	62,2	13,4	48,8	24,6	15,1	19,28
21	20,0	7,0	16,0	88,4	9,5	21,6	7,9	61,0	15,1	45,9	27,3	17,7	19,25
Fiberblanding/Fibre mixture													
22	20,0	7,0	10,0	88,4	6,5	19,6	7,7	66,2	10,2	56,0	21,8	11,9	19,52
23	20,0	7,0	12,0	88,8	6,5	20,0	8,1	65,4	12,1	53,3	25,2	14,0	19,61
24	20,0	7,0	14,0	89,7	6,7	21,3	8,2	63,8	13,0	50,8	30,0	17,6	19,60
25	20,0	7,0	16,0	88,2	7,0	20,3	8,0	64,7	16,6	48,1	37,2	18,9	19,68
E-blanding (Skovvang)/Diet E (Skovvang)													
26 ¹⁾				88,4	6,8	19,0	4,6	69,6	18,2	51,4	31,7	19,0	19,03
26 ²⁾				88,6	6,9	18,4	4,3	70,4	18,0	52,4	35,5	21,4	18,89
Kommercielle blandinger/Commercial diets													
27	Superfos			87,5	8,1	17,9	4,4	69,6	15,6	54,0	30,1	18,3	18,59
28	Korsvejens Andelsgr.			87,6	7,8	18,3	3,9	70,0	18,0	52,0	30,9	19,6	18,45

1) E-blandingen anvendt i 1. periode/Diet E used during the first period

2) E-blandingen anvendt i 10. periode/Diet E used during the 10th period

Tabel 5. Chinchillafordøjelighedskoefficienter (%) for de enkelte næringsstoffer i forsøgsblandingerne
 Chinchilla digestibility coefficients (%) for individual nutrients in the experimental diets

Hold/ Group	Tørstof/ DM	Organisk stof/ Organic matter	Aske/ Ash	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	Råkulhydrat/ Crude carbohydrate	Træstof/ Crude fibre	NFE	Energi/ Energy	EFOS ¹⁾ EDOM ¹⁾
1	79,0	81,0	48,1	70,1	80,8	82,6	45,4	87,7	78,9	80,5
Fedt/Fat										
2	70,1	72,9	31,7	70,4	76,2	73,4	30,0	81,5	71,0	74,8
3	70,0	72,6	32,0	67,2	81,2	73,4	31,2	81,6	71,1	74,8
4	70,2	73,0	31,5	71,6	83,4	72,3	33,7	80,3	72,3	74,1
5	70,3	72,7	37,4	76,1	86,9	69,5	28,6	78,9	73,0	73,6
6	70,1	72,8	35,0	72,2	87,0	70,7	32,6	79,6	72,6	73,2
Sojaproteinkoncentrat/Soy protein concentrate										
7	68,2	70,7	30,7	65,6	77,5	71,1	27,2	79,4	69,2	72,3
8	70,5	73,0	33,2	70,5	83,0	72,6	36,2	80,1	72,2	72,5
9	70,8	73,3	37,2	75,3	81,6	71,7	36,5	79,1	72,3	73,0
10	69,6	72,5	28,1	75,2	79,2	71,0	35,2	78,5	71,7	74,3
11	71,4	74,1	33,7	77,4	84,8	71,6	42,5	78,3	73,6	73,9
Proteinblanding/Protein mixture										
12	68,4	71,0	28,5	67,9	80,6	70,7	23,2	79,7	69,9	73,9
13	71,2	73,8	34,7	74,7	86,8	72,1	31,1	80,2	73,2	73,5
14	70,2	72,8	35,8	74,0	87,1	70,7	35,1	78,8	72,3	72,9
15	68,5	71,3	34,1	75,1	86,5	67,9	26,8	77,6	71,1	74,9
16	68,8	71,8	32,6	76,4	87,8	67,7	29,1	77,6	72,0	75,5

(fortsættes/to be continued)

Tabel 5. (fortsat/continued)

Hold/ Group	Tørstof/ DM	Organisk stof/ Organic matter	Aske/ Ash	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	Råkulhydrat/ Crude carbohydrate	Træstof/ Crude fibre	NFE	Energi/ Energy	EFOS ¹⁾ EDOM ¹⁾
Hø/Hay										
17	76,0	78,8	35,2	75,7	87,7	78,7	33,5	85,4	78,2	82,0
18	73,4	76,5	30,6	75,2	84,6	75,9	40,2	82,8	75,4	77,9
19	71,0	73,4	37,6	74,4	85,1	71,9	40,6	79,8	72,7	71,8
20	65,2	67,6	33,8	70,7	82,6	65,2	31,8	75,0	67,0	67,7
21	64,8	66,7	42,0	71,5	82,6	63,5	36,3	73,4	66,8	62,8
Fiberblanding/Fibre mixture										
22	71,9	74,5	34,6	72,3	83,4	74,2	30,4	81,7	73,4	76,5
23	66,9	69,5	29,1	70,4	82,3	67,9	23,6	76,0	68,9	73,7
24	63,9	66,8	22,0	75,0	85,6	62,1	26,2	70,5	66,9	68,3
25	61,4	63,6	31,3	80,4	86,7	55,9	18,0	65,9	64,6	63,1
Finsk blanding/Finish diet										
30	67,4	69,6	39,0	79,8	78,6	66,4	24,1	75,3	68,4	70,8
Norsk blanding/Norwegian diet										
31	64,7	66,0	49,0	67,0	74,9	65,1	29,7	74,7	64,2	67,8
SEM²⁾										
SEM ²⁾	1,3	1,2	3,7	2,9	1,8	1,2	3,3	0,8	1,3	-

1) EFOS = enzymfordejeligt organisk stof, svin/EDOM = enzyme digestible organic matter, pigs

2) SEM = $\text{rsd}/\sqrt{5}$ for model med hold som klassevariabel/for model with group as class variable

Tabel 6. Kaninfordøjelighedskoefficienter (%) for de enkelte næringsstoffer i forsøgsblandingerne
Rabbit digestibility coefficients (%) for individual nutrients in the experimental diets

Hold/ Group	Tørstof/ DM	Organisk stof/ Organic matter	Aske/ Ash	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	Råkulhydrat/ Crude carbohydrate	Træstof/ Crude fibre	NFE	Energi/ Energy	EFOS ¹⁾ EDOM ¹⁾
1	75,5	77,7	40,6	74,5	79,4	78,2	16,5	85,5	76,4	82,3
Fedt/Fat										
2	70,3	72,6	40,3	79,0	76,8	70,4	21,6	81,0	71,5	75,6
3	71,2	73,6	39,8	81,4	85,3	70,0	28,6	79,2	73,3	76,5
4	72,0	74,6	39,7	81,7	85,4	70,9	31,0	80,1	75,1	77,5
5	70,7	73,1	38,3	80,6	85,3	68,8	19,9	79,1	74,1	77,4
6	71,3	73,9	35,8	82,3	86,2	68,4	24,0	79,0	74,3	77,1
Sojaproteinkoncentrat/Soy protein concentrate										
7	71,4	73,5	41,0	78,6	85,6	71,0	28,5	79,5	72,9	76,0
8	70,3	72,5	41,4	80,6	84,5	68,8	17,6	78,9	73,1	76,7
9	71,2	73,4	40,6	81,1	85,1	69,4	23,6	79,0	73,5	76,7
10	71,6	74,1	39,0	82,5	84,9	69,2	23,5	79,3	74,3	77,7
11	71,5	73,9	40,7	83,1	85,5	67,8	24,7	78,2	74,1	77,4
Proteinblanding/Protein mixture										
12	72,2	74,6	37,5	79,8	85,6	72,1	25,5	81,3	74,1	76,7
13	71,0	73,3	41,0	79,3	84,6	70,4	21,8	80,1	73,4	76,7
14	72,3	74,6	42,1	81,9	86,2	70,8	27,6	80,5	74,7	77,0
15	70,1	72,7	38,4	80,8	86,0	67,7	25,6	78,1	73,0	75,9
16	70,4	73,2	38,0	82,1	85,9	67,0	17,2	79,1	73,0	77,7

(fortsættes/to be continued)

Tabel 6. (fortsat/continued)

Hold/ Group	Tørstof/ DM	Organisk stof/ Organic matter	Aske/ Ash	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	Råkulhydrat/ Crude carbohydrate	Træstof/ Crude fibre	NFE	Energi/ Energy	EFOS ¹⁾ EDOM ¹⁾
Hø/Hay										
17	75,5	78,0	36,7	77,2	86,5	77,2	23,9	85,1	78,0	82,8
18	75,3	77,8	41,2	82,6	86,8	75,1	32,1	83,8	77,4	79,2
19	72,1	74,4	43,1	80,4	84,0	71,3	31,5	81,0	74,3	76,7
20	69,4	71,4	47,6	80,2	82,5	67,0	26,3	78,2	72,3	76,6
21	67,6	69,3	51,6	79,9	81,9	63,9	26,2	76,2	70,3	72,6
Fiberblanding/Fibre mixture										
22	72,4	74,8	37,0	78,7	84,9	72,5	21,0	81,9	74,5	78,4
23	66,3	68,7	32,3	82,5	85,4	62,4	15,1	73,2	69,4	72,6
24	63,7	66,2	28,6	82,6	86,2	58,1	11,2	70,1	66,6	67,9
25	57,3	59,5	27,8	82,1	86,1	49,1	13,4	61,3	60,7	58,6
E-blanding (Skovvang)/Diet E (Skovvang)										
26 ²⁾	64,7	65,8	49,6	78,6	77,9	61,5	27,2	73,6	65,8	68,0
26 ³⁾	62,6	63,5	49,5	72,7	74,2	60,5	23,6	73,1	62,5	64,4
Kommercielle blandinger/Commercial diets										
27	65,3	66,1	57,0	78,1	74,5	62,5	16,9	75,6	65,5	67,1
28	66,8	68,0	52,8	73,1	69,9	66,5	27,9	79,9	66,7	73,5
SEM⁴⁾										
SEM ⁴⁾	0,6	0,7	1,7	1,3	0,9	0,7	1,7	0,5	0,7	-

1) EFOS = enzymfordøjeligt organisk stof, svin/EDOM = enzyme digestible organic matter, pigs

2) E-blandingen anvendt i 1. periode/Diet E used during the first period

3) E-blandingen anvendt i 10. periode/Diet E used during the 10th period

4) SEM = $\text{rsd}/\sqrt{5}$ model med hold som klassevariabel/For model with group as class variable

blandinger (22-25) med havreskalmel og hvedeklid (tabel 6).

3.3 ESTIMERING AF FORDØJELIGHEDSKOEFFICIENTER UD FRA KEMISKE ANALYSER

3.3.1 Chinchilla

Som antydnet ovenfor, ser der ud til at være en sammenhæng mellem fordøjelighederne af protein, fedt, kulhydrat og blandingerne indhold af komponenter, der kan analyseres

for uafhængigt af fodermiddelsammensætningen. Proteinfordøjeligheden i de anvendte blandinger kunne estimeres med ret høj sikkerhed ($R^2 = 0,87$ og $rsd = 1,5$) ud fra indholdet af protein i tørstof. Konstanten 90,4 (tabel 7) svarer til den sande proteinfordøjelighed, medens det andet led svarer til et endogent proteintab på 3,268% i forhold til mængden af indtaget tørstof. Af figur 1 fremgår som omtalt i afsnit 3.2.1, at proteinkilden ikke påvirkede proteinfordøjeligheden.

Tabel 7. Ligninger til beregning af den tilsyneladende fordøjelighed (FK) hos chinchilla af råprotein, råfedt og råkulhydrat

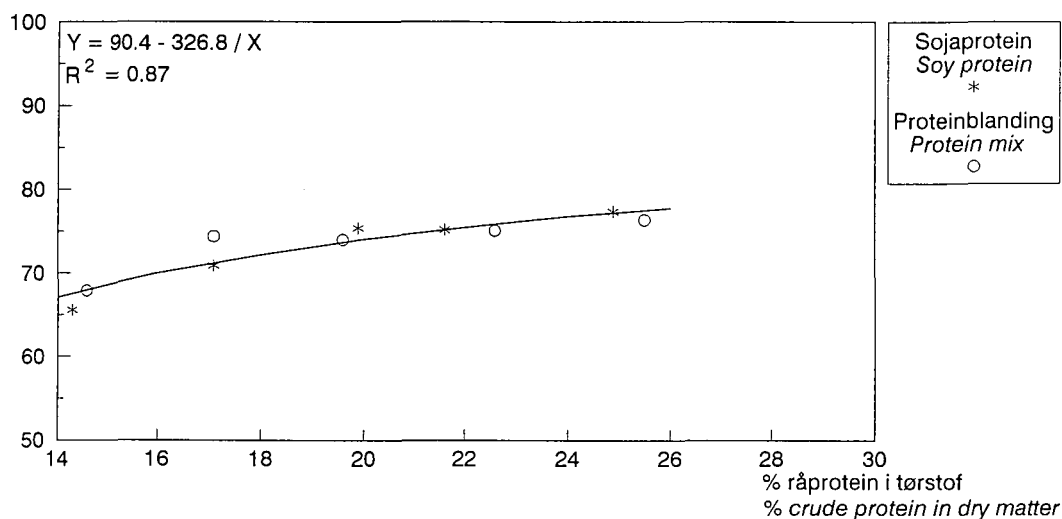
Equations for prediction of the apparent digestibility (FK) of crude protein, crude fat, and crude carbohydrates in chinchilla

Råprotein/Crude protein		
FK = 90,4 - 326,8 / % råprotein i TS,	$R^2 = 0,87$	$rsd^{1)} = 1,5$
Råfedt/Crude fat		
FK = 92,8 - 60,1 / % råfedt i TS,	$R^2 = 0,99$	$rsd = 0,6$
Råkulhydrat/Crude carbohydrate		
FK = 103,1 - 0,86 * % NDF af råkulhydrat,	$R^2 = 0,81$	$rsd = 3,5$
FK = 96,6 - 1,26 * % ADF af råkulhydrat,	$R^2 = 0,59$	$rsd = 5,1$
FK = 89,9 - 1,15 * % træstof af råkulhydrat,	$R^2 = 0,46$	$rsd = 5,8$

1) Residual spredning/Residual standard deviation.

Råproteinfordøjelighed (%)

Crude protein digestibility (%)

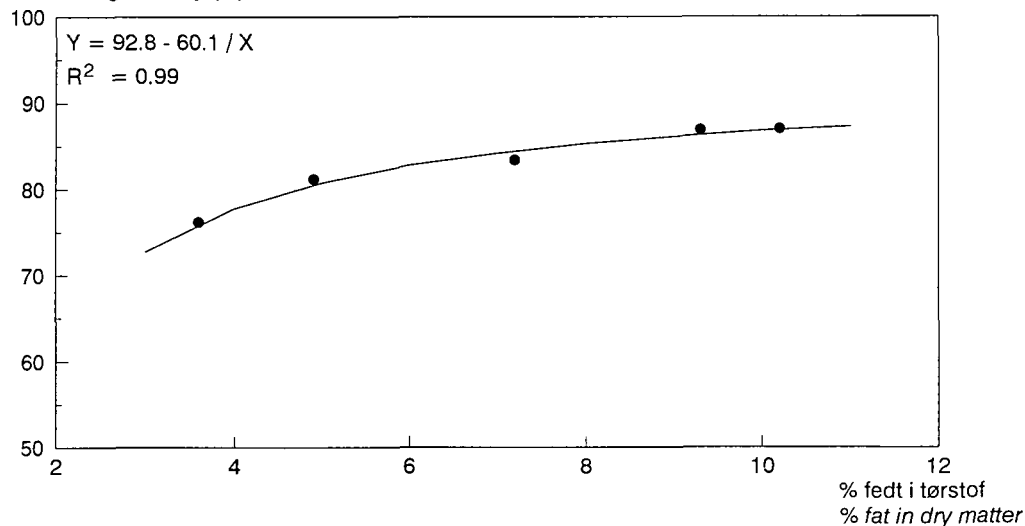


Figur 1. Råproteinfordøjelighed i relation til råproteinindhold i chinchillablandinger

Crude protein digestibility as related to crude protein content in chinchilla mixtures

Fedtfordøjelighed (%)

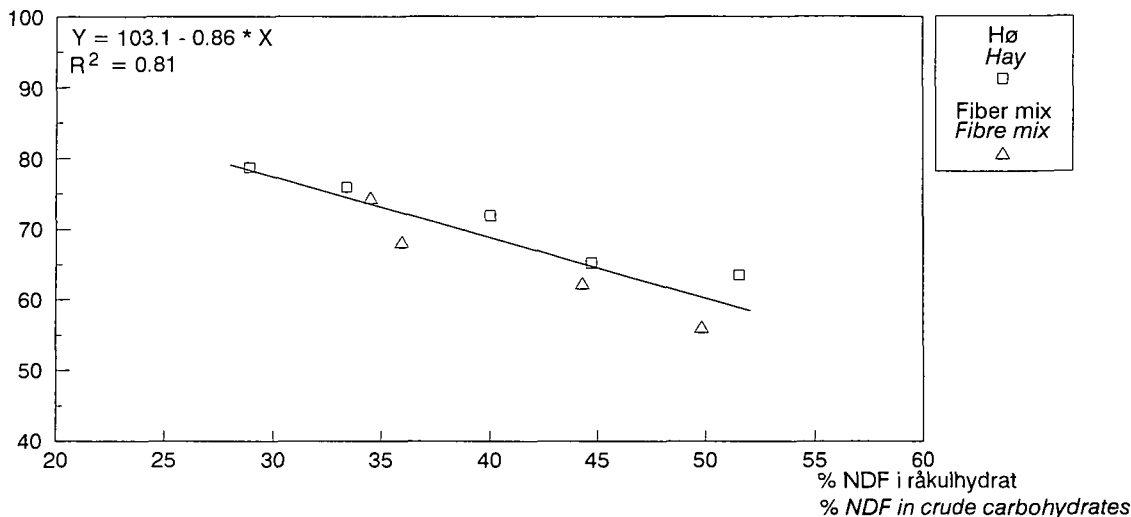
Crude fat digestibility (%)



Figur 2. Fedtfordøjelighed i relation til fedtindhold i chinchillablandinger

Fat digestibility as related to content of fat in chinchilla mixtures

Råkulhydratfordøjelighed (%)
Crude carbohydrate digestibility (%)



Figur 3. Råkulhydratfordøjelighed i relation til NDF-indhold i chinchillablandinger
Crude carbohydrate digestibility as related to content of NDF in chinchilla mixtures

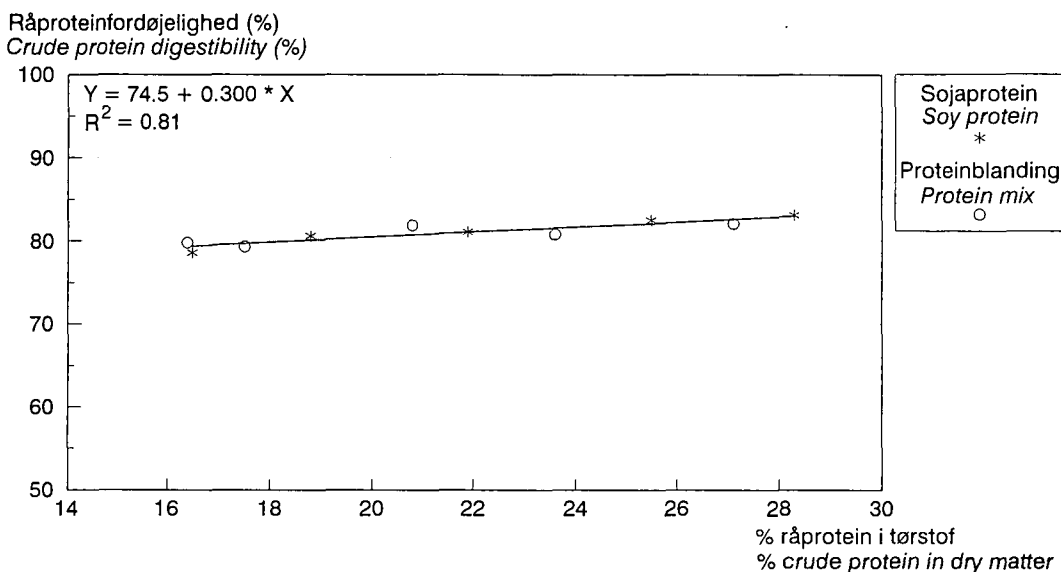
Fordøjeligheden af fedt kunne estimeres med meget høj præcision ($R^2 = 0,99$ og $rsd = 0,6$) ud fra blandingerens indhold af fedt i tørstof (figur 2). Parameterværdierne (tabel 7) svarer til en sand fordøjelighed af fedt på 92,8% og et tab af endogent fedt på 0,601% i forhold til mængden af indtaget tørstof.

Træstofandelen af råkulhydrat gav en meget dårlig beskrivelse af kulhydratfordøjeligheden ($R^2 = 0,46$ og $rsd = 5,8$), fordi sammenhængen mellem disse 2 værdier var meget afhængig af den anvendte fiberkilde. Beskrivelse af kulhydratfordøjeligheden ud fra ADF-andelen gav kun lidt bedre resultater ($R^2 = 0,59$ og $rsd = 5,1$). Imidlertid kan der opnåes en relativ god beskrivelse af kulhydratfordøjeligheden ud fra andelen af NDF i råkulhydrat ($R^2 = 0,81$ og $rsd = 3,5$). Når kul-

hydratfordøjeligheden blev relateret til NDF-analysen var der kun en lille forskel imellem de 2 fiberkilder, som det fremgår af figur 3. Der var dog en tendens til lidt højere kulhydratfordøjelighed ved samme NDF-indhold, når hø var fiberkilden.

3.3.2 Kanin

Proteinfordøjeligheden steg hos kaniner lineært med indholdet af råprotein i blandingerne indenfor det undersøgte interval fra 16,4% til 28,3% råprotein i tørstof. Indenfor dette interval var der altså ikke en kurvelinær sammenhæng som fundet for chinchilla, og derfor kan den sande proteinfordøjelighed og det endogene proteintab ikke estimeres ud fra dette forsøg. Heller ikke hos kaniner blev proteinfordøjeligheden påvirket af proteinkilden (figur 4).

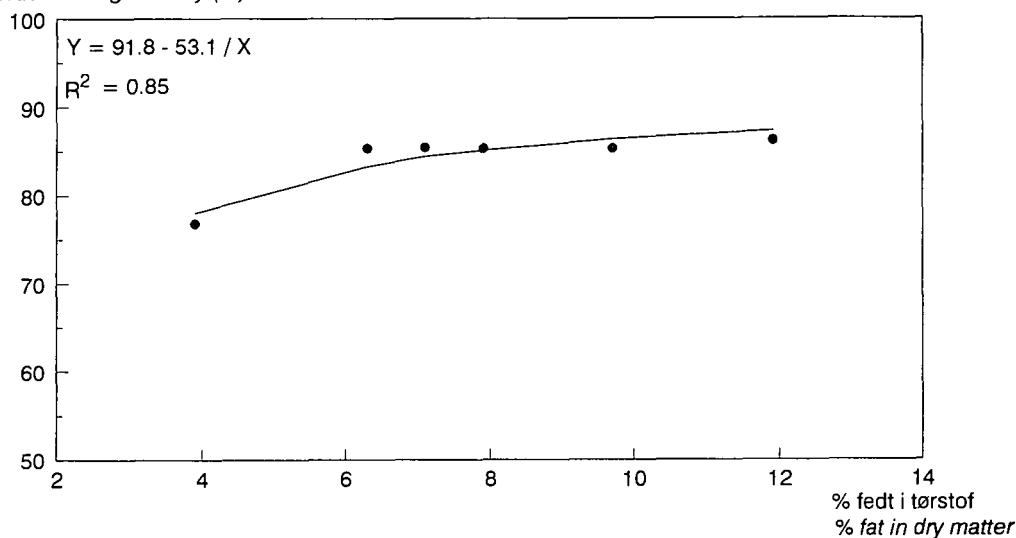


Figur 4. Råproteinfordøjelighed i relation til råproteinindhold i kaninblandinger
Crude protein digestibility as related to content of crude protein in rabbit mixtures

Ligesom hos chinchilla kunne kaninens fedtfordøjelighed beskrives med en lav variationskoefficient ved anvendelse af en kurvelineær ligning (figur 5). Den fundne ligning svarer til en sand fordøjelighed af fedt på 91,8% og et endogent fedttab på 0,531% af

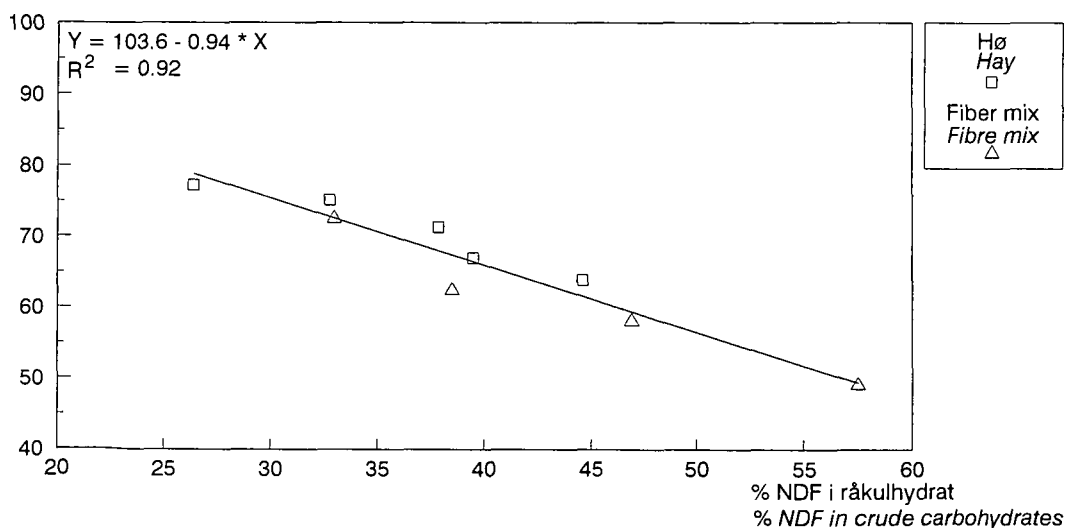
mængden af indtaget tørstof (tabel 8). Træstof og ADF var heller ikke hos kanin lige så gode til at beskrive fordøjeligheden af råkulhydrat som NDF-analysen, der gav en god sammenhæng med $R^2 = 0,92$ og $rsd = 2,7$ (figur 6).

Fedtfordøjelighed (%)
Crude fat digestibility (%)



Figur 5. Fedtfordøjelighed i relation til fedtindhold i kaninblandinger
Fat digestibility as related to content of fat in rabbit mixtures

Råkulhydratfordøjelighed (%)
Crude carbohydrate digestibility (%)



Figur 6. Råkulhydratfordøjelighed i relation til NDF-indhold i kaninblandinger
Crude carbohydrate digestibility as related to content of NDF in rabbit mixtures

Tabel 8. Ligninger til beregning af den tilsyneladende fordøjelighed (FK) hos kanin af råprotein, råfedt og råkulhydrat

Equations for prediction of the apparent digestibility (FK) of crude protein, crude fat and crude carbohydrates in rabbits

Råprotein/Crude protein		
$FK = 74,5 + 0,300 * \% \text{ råprotein i TS,}$	$R^2 = 0,81$	$rsd^{1)} = 1,5$
Råfedt/Crude fat		
$FK = 91,8 - 53,1 / \% \text{ råfedt i TS,}$	$R^2 = 0,85$	$rsd = 0,7$
Råkulhydrat/Crude carbohydrate		
$FK = 103,6 - 0,94 * \% \text{ NDF af råkulhydrat,}$	$R^2 = 0,92$	$rsd = 2,7$
$FK = 101,2 - 1,52 * \% \text{ ADF af råkulhydrat,}$	$R^2 = 0,73$	$rsd = 4,9$
$FK = 100,4 - 1,74 * \% \text{ træstof af råkulhydrat,}$	$R^2 = 0,64$	$rsd = 5,7$

1) **Residual spredning/Residual standard deviation.**

3.4 BESTEMMELSE AF FODERBLANDINGER INDHOLD AF FORDØJELIG ENERGI
Foderblandingers indhold af fordøjelig energi afhænger dels af blandingerens energiindhold, d.v.s. indholdet af protein, fedt og kulhydrater, dels af disse næringsstoffers fordøjelighed. Blandingerens indhold af de enkelte næringsstoffer kan bestemmes direkte ved kemiske analyser. Som det er fremgået ovenfor, kan også fordøjeligheden af protein, fedt og kulhydrat bestemmes ud fra analyser i foderet.

3.4.1 Chinchilla

Af tabel 9 fremgår, at energifordøjeligheden målt på chinchilla (FKE) er den parameter, der har den højeste korrelation (0,89) til mængden af chinchillafordøjelig energi pr. kg TS. Med hensyn til analyser, der kan udføres

i laboratoriet, var det NDF og EFOS, der havde størst sammenhæng til mængden af fordøjelig energi. Disse to metoder inkluderer imidlertid en del af de samme analysetrin, hvilket resulterede i en meget høj korrelation (-0,99) imellem dem, således at der ikke kan forventes en bedre beskrivelse af blandingers energiindhold ved at anvende begge disse analyser fremfor ved blot at anvende én af dem.

Korrelationerne mellem blandingerens indhold af fordøjelig energi og fiberanalyserne NDF, ADF og træstof var negative, medens korrelationerne til LHK, råprotein, råfedt og bruttoenergi var positive. Der var høje korrelationer mellem flere af de kemiske analyser, specielt når disse måler indholdet af beslægtede fraktioner som f.eks. NDF og træstof.

Tabel 9. Korrelationer mellem fordøjelig energi og analyser i foderblandinger til chinchilla (25 blandinger)
Correlations between digestible energy and analyses in the diets for chinchilla (25 diets)

	Min.	Max.	Brutto energi/ Gross energy	FKE	EFOS	NDF	ADF	Træstof/ Crude fibre	Kulhydrat/ Carbohydrate	NFE	LHK	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat
<u>MJ/kg TS/MJ/kg DM</u>													
Fordøjelig energi/Digestible energy	12,5	15,0	0,21	0,89	0,75	-0,76	-0,65	-0,59	-0,25	0,02	0,26	0,21	0,30
Bruttoenergi/Gross energy	18,0	19,7		-0,26	-0,32	0,28	0,32	0,30	-0,82	-0,79	-0,73	0,58	0,93
<u>Fordøjelighedskoefficienter/Digestibility coefficients, %</u>													
Energi (FKE)/Energy (FKE)	64,6	78,2			0,89	-0,87	-0,80	-0,72	0,13	0,39	0,60	-0,06	-0,14
EFOS	62,8	82,0				-0,99	-0,93	-0,88	0,19	0,50	0,70	-0,07	-0,24
<u>% i TS/% in DM</u>													
NDF	19,2	34,0					0,95	0,91	-0,16	-0,49	-0,70	0,06	0,20
ADF	10,5	20,0						0,99	-0,25	-0,60	-0,77	0,12	0,28
Træstof/Crude fibre	8,6	17,6							-0,25	-0,60	-0,74	0,12	0,26
Kulhydrater/Carbohydrates	58,8	77,7								0,93	0,80	-0,93	-0,66
NFE	46,7	68,7									0,95	-0,82	-0,65
LHK	20,7	48,3										-0,67	-0,61
Råprotein/Crude protein	12,7	25,5											0,35
Råfedt/Crude fat	3,6	10,2											

Proceduren RSQUARE i SAS (SAS Institute, 1989) blev anvendt til at finde frem til de parametre, der bedst beskrev blandingerens indhold af fordøjelig energi med hensyn til at opnå den højest mulige R^2 -værdi og den lavest mulige variationskoefficient (CV) for et givet antal parametre. I tabel 10 er vist R^2 - og CV-værdier for alle parametrene enkeltvis samt de kombinationer af 2, 3 eller 4 parametre, der gav de mest gunstige R^2 - og CV-værdier. Som omtalt ovenfor, giver NDF og EFOS de bedste beskrivelser, når der kun anvendes 1 parameter, medens NDF eller

EFOS kombineret med råfedt eller bruttoenergi er de bedste kombinationer af 2 variable. Den bedste kombination af 3 parametre var ADF, træstof og råfedt, men forskellige andre kombinationer, der inkluderede EFOS og råfedt gav en næsten lige så god beskrivelse. Med fire parametre fandtes $R^2 = 0,82$ og $CV = 2,0$ for parametrene råprotein, råfedt, råkulhydrat og EFOS, det vil sige de 3 parametre, der tilsammen udgør foderets energigivende komponenter, samt EFOS, der beskriver energiens fordøjelighed.

Tabel 10. Regressionsligninger baseret på forskellige foderanalyser til beskrivelse af chinchillablandingers indhold af fordøjelig energi (25 blandinger)

Regression equations with different feed analyses for description of digestible energy content in chinchilla diets (25 diets)

Analyse/Analysis			R ²	CV	
NDF			0,57	2,9	
EFOS			0,56	3,0	
ADF			0,43	3,4	
Træstof			0,35	3,6	
Råfedt			0,09	4,3	
LHK			0,07	4,3	
Råkulhydrat			0,06	4,3	
Råprotein			0,05	4,4	
Bruttoenergi			0,04	4,4	
NFE			0,00	4,5	
Råfedt	EFOS		0,81	2,0	
Bruttoenergi	EFOS		0,79	2,1	
Råfedt	NDF		0,78	2,1	
NDF	Bruttoenergi		0,77	2,2	
NDF	NFE		0,74	2,4	
NFE	EFOS		0,73	2,4	
Råkulhydrat	EFOS		0,72	2,4	
NDF	Råkulhydrat		0,72	2,4	
NDF	LHK		0,71	2,5	
Råfedt	Træstof	ADF	0,85	1,8	
Råfedt	NFE	EFOS	0,83	2,0	
Råfedt	Træstof	EFOS	0,82	2,0	
Råfedt	Råkulhydrat	EFOS	0,82	2,0	
Råprotein	Råfedt	EFOS	0,82	2,0	
Råprotein	Råkulhydrat	EFOS	0,82	2,0	
Råfedt	LHK	EFOS	0,82	2,0	
Træstof	Bruttoenergi	ADF	0,82	2,0	
Træstof	Bruttoenergi	EFOS	0,82	2,0	
Råprotein	Råfedt	Råkulhydrat	EFOS	0,82	2,0
<u>Beregnet fordøjelig energi/Calculated digestible energy¹⁾</u>					
25 blandinger/diets			0,80	2,0	
27 blandinger/diets			0,83	2,2	

1) Beregnet ud fra EFOS, råprotein, råfedt og råkulhydrat ifølge det foreslåede energivurderingssystem (tabel 11)/Calculated from EDOM, crude protein, crude fat, and crude carbohydrate according to the suggested energy evaluation system (table 11)

I tabel 11 er vist en mere logisk opbygning af et ligningssystem baseret på de samme 4 analyser i foderet. Foruden de 4 analyser er systemet baseret på de veldokumenterede bruttoenergi værdier for råprotein, råfedt og

råkulhydrat. Dette system svarer helt til systemet til svin, der blev foreslået af Boisen & Fernandez (1992), hvilket nu er i anvendelse i praksis og anerkendt af Plantedirektoratet.

Tabel 11. Ligninger til beregning af chinchillablandingers indhold af fordøjelig energi
Equations for calculation of content of digestible energy in feed mixtures for chinchilla

Bruttoenergi (MJ/kg foder)/Gross energy (MJ/kg feed):

$$\text{BE} = 0,237 * \text{råprotein} + 0,389 * \text{råfedt} + 0,175 * \text{råkulhydrat}$$

$$\text{BE} = 0.237 * \text{crude protein} + 0.389 * \text{crude fat} + 0.175 * \text{crude carbohydrate}$$

idet alle analyser er opgivet i % af foderet og/as all analyses are given as % of feed and

$$\text{råkulhydrat} = \text{tørstof} - (\text{råprotein} + \text{råfedt} + \text{aske})$$

$$\text{crude carbohydrate} = \text{dry matter} - (\text{crude protein} + \text{crude fat} + \text{ash})$$

Energifordøjeligheden til chinchilla (%)/Energy digestibility in chinchilla (%):

$$\text{FKENG} = 0,659 * \text{EFOS} + 23,3$$

$$\text{FKENG} = 0.659 * \text{EDOM} + 23.3$$

idet EFOS er % enzymfordøjeligt organisk stof målt efter samme metode, som anvendes til svinefoderblandinger/as EFOS is % enzyme digestible organic matter measured according to the method used for pig diets.

Fordøjelig energi (MJ/kg foder)/Digestible energy (MJ/kg feed):

$$\text{Fordøjelig energi} = \text{FKENG} * \text{BE} / 100$$

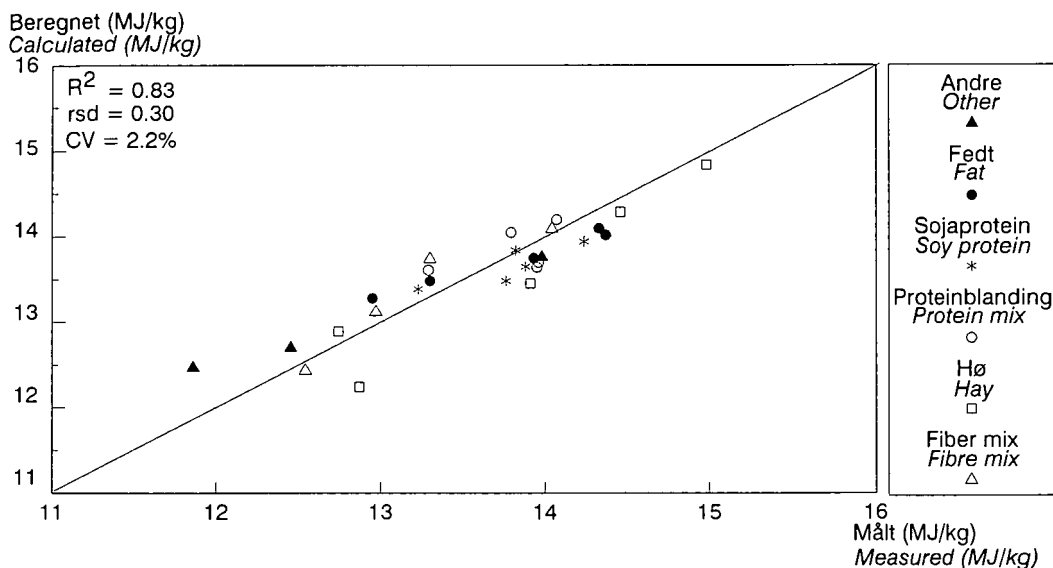
$$\text{Digestible energy} = \text{FKENG} * \text{BE} / 100$$

Energifordøjeligheden til chinchilla beregnes ud fra EFOS-analysen ved den viste ligning, der er baseret på de 25 forsøgsblandinger. Der var en ret godt overensstemmelse mellem EFOS og de målte energifordøjeligheder, idet R^2 var 0,79 og CV var 2,0%. Sammenhængen mellem beregnet fordøjelig energi ud

fra dette ligningssystem og målt fordøjelig energi er vist i tabel 10 både for de 25 blandinger, som systemet er baseret på og for samtlige 27 blandinger. For de 25 blandinger var CV = 2,0, ligesom der blev fundet ved RSQUARE-analysen af sammenhængen mellem de 4 parametre og indholdet af fordøjelig

energi, men R^2 -værdien 0,80 var lavest ved metoden foreslået i tabel 11. Ved også at inkludere de 2 udenlandske kontrolblandinger i beregningerne, blev CV lidt højere selvom R^2 også blev øget. Dette viser, at systemet stemte knap så godt for disse 2 blandin-

ger, som for de øvrige, som systemet er baseret på. Dette skyldtes især, at den norske blanding havde et målt indhold, der var meget lavt både i forhold til det beregnede og i forhold til alle andre blandinger (figur 7).



Figur 7. Målt og beregnet indhold af fordøjelig energi i chinchillablandinger (MJ/kg)
Measured and calculated content of digestible energy in chinchilla mixtures (MJ/kg)

3.4.2 Kanin

Energifordøjeligheden hos kanin (FKE) var ligesom hos chinchilla den parameter, der bedst beskrev indholdet af fordøjelig energi i blandingerne (tabel 12). Hos kanin var korrelationerne til EFOS og NDF (0,88 og -0,89) næsten lige så høje som til FKE. Korrelationen mellem EFOS og NDF var også i kaninblandingerne meget høje, nemlig -0,99. Generelt var der numerisk høje korrelationer mellem blandingerne indhold af fordøjelig energi og fiberanalyserne.

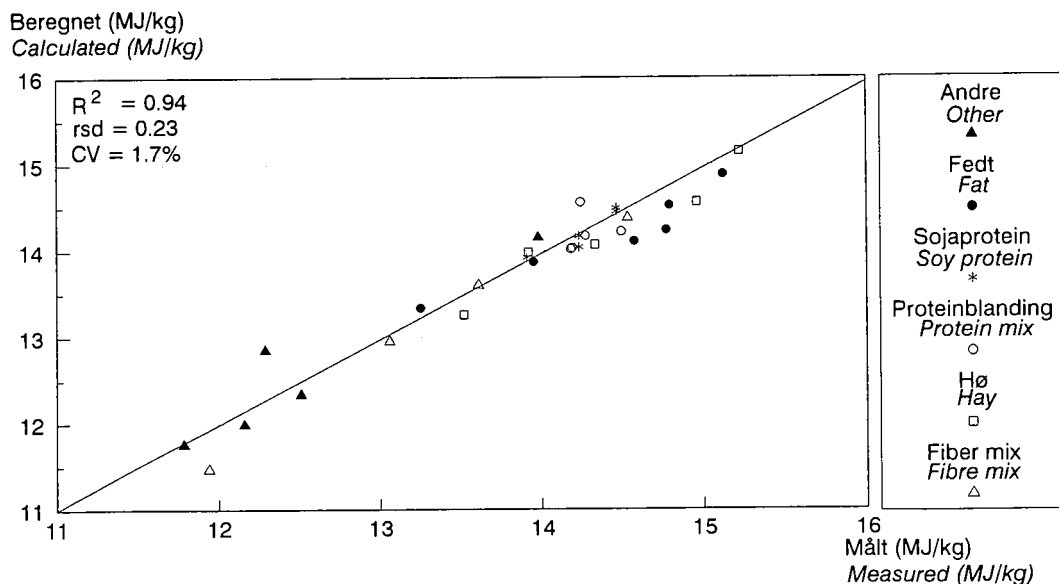
Resultaterne af RSQUARE-analysen af kanin-forsøget er vist i tabel 13, hvoraf det fremgår, at NDF og EFOS giver de bedste beskrivelser af blandingerne indhold af fordøjelig energi, hvis kun én analyse anvendes. Ved anvendelse af 2 analyser er det også som for chinchilla EFOS og NDF, der hver for sig kombineret med bruttoenergi eller råfedt giver de bedste resultater. Anvendelse af blot 2 analyser giver iøvrigt bemærkelsesværdigt gode resultater med R^2 op til 0,97 og CV ned til 1,1%.

Inkludering af yderligere en analyse, f.eks. ADF, giver stort set ingen ekstra forbedring af sikkerheden.

Inkludering af råprotein, råfedt, råkulhydrat og EFOS gav R^2 og CV af ca. samme størrelsesorden som ved anvendelse af EFOS sammen med 1 eller 2 andre variable. Som beskrevet for chinchilla repræsenterer disse 4 parametre alle foderets energigivende komponenter samt energifordøjeligheden.

For kanin er der i tabel 14 vist metoden til beregning af indholdet af fordøjelig energi baseret på disse 4 analyser samt bruttoenergiindholdet for råprotein, råfedt og rå-

kulhydrat. Ligningen til beregning af kaninfordøjeligheden er fundet ud fra 27 blandinger, d.v.s. E-blandingen og de 2 kommercielle blandinger var ikke inkluderet. Der var en meget fin overensstemmelse mellem EFOS og de målte energifordøjeligheder, idet R^2 var 0,95 og CV var nede på 1,2%. Der var den samme høje sammenhæng ($R^2 = 0,94$) mellem indholdet af fordøjelig energi beregnet ud fra dette system og målt fordøjelig energi uafhængig af, om alle 30 blandinger eller kun de 27 blandinger, som systemet er baseret på, blev inkluderet (tabel 13). Af figur 8 fremgår også tydeligt, at både for de 3 kontrolblandinger og de øvrige blandinger var der en meget nær sammenhæng mellem målt og beregnet indhold af fordøjelig energi.



Figur 8. Målt og beregnet indhold af fordøjelig energi i kaninblandinger (MJ/kg)
Measured and calculated content of digestible energy in rabbit mixtures (MJ/kg)

Tabel 12. Korrelationer mellem fordøjelig energi og analyser i foderblandinger til kaniner (27 blandinger)
Correlations between digestible energy and analyses in the diets for rabbits (27 diets)

	Min.	Max.	Brutto energi/ Gross energy	FKE	EFOS	NDF	ADF	Træstof/ Crude fibre	Kulhydrat/ Carbohy- drate	NFE	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat
<u>MJ/kg TS/MJ/kg DM</u>												
Fordøjelig energi/Digestible energy	11,8	15,2	0,37	0,93	0,88	-0,89	-0,85	-0,79	-0,31	0,07	0,18	0,49
Bruttoenergi/Gross energy	18,3	20,3		0,01	-0,09	0,03	0,01	0,01	-0,67	-0,59	0,41	0,91
<u>Fordøjelighedskoefficienter/Digestibility coefficients, %</u>												
Energi (FKE)/Energy (FKE)	60,7	78,0			0,97	-0,97	-0,92	-0,86	-0,08	0,30	0,04	0,18
EFOS	58,6	82,8				-0,99	-0,90	-0,88	-0,02	0,36	0,01	0,08
<u>% i TS/% in DM</u>												
NDF	17,5	37,2					0,94	0,93	0,04	-0,36	-0,03	-0,13
ADF	10,2	21,4						0,95	-0,06	-0,46	0,06	-0,13
Træstof/Crude fibre	8,0	18,0							-0,07	-0,49	0,05	-0,11
Råkulhydrat/Crude carbohydrate	56,5	76,1								0,90	-0,92	-0,61
NFE	45,5	68,1									-0,82	-0,48
Råprotein/Crude protein	14,1	28,3										0,28
Råfedt/Crude fat	3,9	11,9										

Tabel 13. Regressionsligninger baseret på forskellige foderanalyser til beskrivelse af karninfoderblandingers indhold af fordøjelig energi (27 blandinger)

Regression equations with different feed analyses for description of digestible energy in rabbit diets (27 diets)

Analyse/Analysis			R ²	CV
NDF			0,79	2,7
EFOS			0,77	2,9
ADF			0,71	3,2
Træstof			0,63	3,6
Råfedt			0,24	5,2
Bruttoenergi			0,13	5,5
Råkulhydrat			0,10	5,6
Råprotein			0,03	5,8
NFE			0,00	5,9
Bruttoenergi	EFOS		0,97	1,1
NDF	Bruttoenergi		0,95	1,4
Råfedt	EFOS		0,95	1,4
NDF	Råfedt		0,94	1,5
NDF	Råkulhydrat		0,87	2,2
NDF	NFE		0,87	2,2
Råfedt	ADF		0,86	2,2
Bruttoenergi	ADF		0,86	2,2
EFOS	Råkulhydrat		0,85	2,3
Bruttoenergi	EFOS	ADF	0,97	1,1
Råfedt	Bruttoenergi	EFOS	0,97	1,1
Bruttoenergi	EFOS	Træstof	0,97	1,1
Råprotein	Bruttoenergi	EFOS	0,97	1,1
Bruttoenergi	EFOS	Råkulhydrat	0,97	1,1
NDF	Bruttoenergi	EFOS	0,97	1,1
Bruttoenergi	EFOS	NFE	0,97	1,1
NDF	Bruttoenergi	Træstof	0,96	1,3
Råfedt	EFOS	ADF	0,95	1,4
Råfedt	Råprotein	EFOS	0,95	1,4
Råprotein	Råfedt	Råkulhydrat EFOS	0,95	1,3
Beregnet fordøjelig energi/Calculated digestible energy¹⁾				
27 blandinger/diets			0,94	1,7
30 blandinger/diets			0,94	1,7

1) Beregnet ud fra EFOS, råprotein, råfedt og råkulhydrat ifølge det foreslåede vurderingssystem (tabel 14)/Calculated from EDOM, crude protein, crude fat, and crude carbohydrate according to the suggested evaluation system (table 14)

Tabel 14. Ligninger til beregning af kaninblandingers indhold af fordøjelig energi
Equations for calculation of content of digestible energy in feed mixtures for rabbits

Bruttoenergi (MJ/kg foder)/Gross energy (MJ/kg feed):

$$\text{BE} = 0,237 * \text{råprotein} + 0,389 * \text{råfedt} + 0,175 * \text{råkulhydrat}$$

$$\text{BE} = 0.237 * \text{crude protein} + 0.389 * \text{crude fat} + 0.175 * \text{crude carbohydrate}$$

idet alle analyser opgives i % af foderet og/as all analyses are given as % of feed and

$$\text{råkulhydrat} = \text{tørstof} - (\text{råprotein} + \text{råfedt} + \text{aske})$$

$$\text{crude carbohydrate} = \text{dry matter} - (\text{crude protein} + \text{crude fat} + \text{ash})$$

Energifordøjeligheden til kanin (%) /Energy digestibility in rabbits (%):

$$\text{FKENG} = 0,769 * \text{EFOS} + 14,5$$

$$\text{FKENG} = 0.769 * \text{EDOM} + 14.5$$

idet EFOS er % enzymfordøjeligt organisk stof målt efter samme metode, som anvendes til svinefoderblandinger/as EFOS is % enzyme digestible organic matter measured according to the method used for pig diets.

Fordøjelig energi (MJ/kg foder)/Digestible energy (MJ/kg feed):

$$\text{Fordøjelig energi} = \text{FKENG} * \text{BE} / 100$$

$$\text{Digestible energy} = \text{FKENG} * \text{BE} / 100$$

3.5 FODERMIDDELTABEL

Da de nye ligninger til beregning af fordøjelig energi til både chinchilla og kanin er baseret på EFOS-analysen udviklet til svin, har det for fodermidlerne i tabel 15 været muligt at beregne indholdet af fordøjelig energi til chinchilla og kanin samt energi fordøjelighedskoefficienter. De kemiske analyser i tabel 15 er gennemsnitsværdier for mellem 1 og 28 partier af de enkelte råvarer taget fra en EFOS-råvare-screening af en serie råvarer, der normalt anvendes i svine- og/eller kvægfoderblandinger (Nielsen, 1994).

Indholdet af fordøjelig energi til kaniner beregnet efter det nye vurderingssystem ud-

trykt pr. foderenhed til kvæg (FE_k) er vist i tabel 15. Som gennemsnit for de 38 fodermidler var der $12,9 \pm 0,8 \text{ MJ/FE}_k$. Denne faktor bør kun anvendes som en tilnærmet værdi i tilfælde, hvor de nødvendige analyser til beregning af fordøjelig energi til kaniner ikke findes.

Indholdet af fordøjelig energi er ret ens for chinchilla og kanin for de fleste fodermidler, dog således at indholdet til chinchilla er større end til kanin ved lave EFOS-værdier, mens det ved høje EFOS-værdier forholder sig omvendt.

Tabel 15. Kemisk sammensætning, fordøjelighedskoefficienter (FKENG) og indhold af fordøjelig energi til chinchilla og kanin i fodermidler beregnet ud fra EFOS-værdier

Chemical composition and digestibility coefficients (FKENG) and content of digestible energy for chinchilla and rabbit in feedstuffs calculated from EDOM-values

Nr./ No.	Navn/Name	Tørstof/ DM	Aske/ Ash	Træstof/ Crude fibre	Råprotein/ Crude protein	Råfedt/ Crude fat	FKENG		Ford. E/ Digest. E		Ford.E/FE _K / Digest. E/FE _K	FKENG		
									Chin- chilla	Kanin/ Rabbit	Chin- chilla	Kanin/ Rabbit	Kanin/ Rabbit	Kanin ¹⁾ / Rabbit ¹⁾
		% i foder/% in feed					%	%	MJ/kg	MJ/kg	MJ/FE _K	%		
1	Rapsfrø, DK/Rape seeds, DK	91,73	3,90	8,33	19,83	44,10	81,6	82,5	21,24	21,48	12,6	-		
2	Rapskage, AO/Rape seed cake, AO	89,01	6,71	12,22	33,73	5,29	76,5	76,5	13,48	13,49	13,3	68,6		
3	Rapskage, Emmelev/Rape seed cake, Emme.	95,40	6,60	10,04	32,87	14,59	79,3	79,9	16,42	16,53	12,9	-		
4	Rapskage, Kiel/Rape seed cake, Kiel	79,72	6,32	11,07	60,74	8,90	75,4	75,3	13,95	13,93	12,9	-		
5	Rapskage, Polen/Rape seed cake, Poland	89,93	6,97	11,96	35,72	5,02	75,6	75,6	13,47	13,45	13,0	-		
6	Rapskage, Scanola/Rape seed cake, Scanola	89,78	6,34	11,20	30,58	13,06	77,6	77,9	14,97	15,02	13,1	-		
7	Rapsskrå, Tyskland/Rape seed meal, Germany	87,80	8,17	13,00	34,13	3,27	74,0	73,6	12,39	12,33	13,3	-		
8	Rapsskrå, Kina/Rape seed meal, China	90,63	9,57	13,49	36,79	3,86	70,3	69,4	12,16	11,99	13,0	-		
9	Rapskage, UK/Rape seed cake, UK	89,25	6,68	13,00	34,03	4,38	75,4	75,3	13,19	13,17	13,3	-		
10	Byg/Barley	85,86	1,61	3,68	10,21	2,66	79,8	80,4	12,73	12,83	13,1	79,1		
11	Vinterbyg/Winter Barley	86,00	2,05	4,53	10,80	3,03	79,4	79,9	12,70	12,79	13,5	-		
12	Ærter/Peas	85,35	2,56	5,42	20,36	1,79	83,9	85,3	13,54	13,76	12,6	-		
13	Sojaskrå/Soy bean meal	88,43	6,99	6,23	44,48	2,46	83,5	84,7	14,63	14,85	12,3	84,6		
14	Majsfodermel/Maize feed meal	89,32	3,22	4,26	10,08	6,62	76,6	76,7	13,11	13,13	12,6	-		
15	Majsglutenfoder/Maize gluten feed	90,02	6,35	8,28	20,67	4,17	67,3	65,8	11,31	11,06	11,8	65,0		
16	Majs/Maize	87,28	1,50	2,26	8,82	4,50	81,6	82,6	13,49	13,64	12,7	76,2		
17	Hvedeklid/Wheat bran	86,88	4,61	8,08	15,38	4,25	64,4	62,4	10,47	10,15	11,5	59,4		
18	Hvedestrommel/Wheat middlings	87,35	3,65	6,35	15,20	4,25	72,2	71,6	11,92	11,81	12,4	-		
19	Hvede/Wheat	85,93	1,21	1,86	10,66	1,98	84,2	85,5	13,39	13,61	13,0	-		
20	Pulpetter/Sugar beet pulp, dried	90,92	9,50	17,01	8,23	1,43	80,4	81,1	12,11	12,21	13,9	-		
21	Kosetter/Sugar beet pulp + molasses	91,90	10,87	13,40	8,60	1,20	82,6	83,7	12,36	12,53	14,0	-		
22	Rosetter/Sugar beet pulp + molasses, soluble	92,63	11,60	12,63	9,57	1,13	83,2	84,4	12,50	12,68	14,0	-		
23	Roepiller, udl. /Sugar beet pulp, dried, foreign	90,20	6,66	18,15	8,55	1,42	79,7	80,3	12,31	12,41	13,8	77,1		
24	Kødbenmel, 40/Meat and bone meal, 40	96,35	45,27	-	41,63	8,23	81,9	82,9	10,88	11,01	14,9	-		
25	Kødmel, 55/Meat meal, 55	96,84	27,56	-	55,88	11,83	81,8	82,7	14,82	14,99	12,6	-		
26	Fiskemel, LT/Fish meal, LT	91,45	11,20	-	73,03	10,48	86,3	88,0	17,96	18,32	12,2	-		
27	Fiskemel, standard/Fish meal, standard	93,97	13,67	-	71,27	10,77	85,0	86,6	17,67	17,98	12,0	-		
28	Fiskemel, B/Fish meal, B	91,75	11,73	-	72,03	11,83	83,0	84,1	17,43	17,67	11,9	-		
29	Fiskemel, A/Fish meal, A	92,90	12,65	-	71,45	11,15	84,7	86,1	17,67	17,97	12,1	-		
30	Solsikkeskrå/Sunflower meal	89,52	6,94	21,87	31,48	2,88	66,5	64,9	11,31	11,04	14,3	64,7		
31	Palmekage/Palm kernel cake	92,17	3,90	20,10	14,93	10,03	52,6	48,7	9,75	9,03	11,5	-		
32	Kokoskage/Coconut cake	92,91	6,44	11,99	20,31	12,71	72,9	72,3	13,92	13,82	12,0	-		
33	Hørfrø/Lin seed cake	90,18	8,03	10,03	31,83	7,27	74,4	74,1	13,32	13,27	12,4	-		
34	Grønt, tørret/Grass pellets	92,31	8,63	25,18	15,52	2,90	57,0	53,8	9,25	8,73	13,0	-		
35	Sød kartoffel/Sweet potatoes	85,83	2,87	2,60	4,97	0,53	82,7	83,8	12,35	12,52	12,8	-		
36	Rug/Rye	86,46	1,23	1,83	9,51	1,57	83,3	84,5	13,19	13,39	13,0	-		
37	Maltspirer/Malt sprouts	95,37	6,10	12,17	27,53	2,70	62,3	60,0	11,16	10,75	12,0	-		
38	Havre/Oats	87,33	2,28	11,77	10,60	4,98	69,0	67,8	11,45	11,26	14,9	64,9		

1) Wiseman et al., 1992

4 Diskussion og konklusion

Som nævnt i indledningen til denne rapport anvendes i Danmark nettoenergi som energienhed til kaniner, idet indholdet er bestemt som foderenheder til kvæg, medens man i den øvrige del af verden anvender enten måleenheden kalorie eller joule udtrykt som fordøjelig energi.

Ved anvendelse af foderblandinger, forskellige i såvel fodermiddel- som i kemisk sammensætning, fandt de Blas et al. (1984) ved fordøjelighedsforsøg med kaniner, at sammenhængen mellem nettoenergi og fordøjelig energi var meget konstant, og de anbefalede derfor at anvende fordøjelig energi i stedet for nettoenergi ved deklaration af energiindholdet i foderblandinger til kaniner, da fordøjelig energi er både nemmere og billigere at bestemme end nettoenergi. Dette gælder også for fordøjelig energi i forhold til omsættelig energi. De samme forfattere fremførte, at energitabet i urin ved fodring med almindeligt sammensatte foderblandinger til kaniner er ret konstant, som også vist af Thorbek & Chwalibog (1981), og derfor kan dette tab ikke retfærdiggøre de ekstra omkostninger, der er forbundet med at bestemme dette indhold. Disse synspunkter er også fremført af Cheeke (1987) og i en oversigtsartikel af Maertens (1992).

Kanin og chinchilla har tarmsystemer, der minder meget om hinanden i opbygning og funktion, og begge arter udfører koprofagi (Björnhag & Sjöblom, 1977; Björnhag, 1972). Hos begge arter foregår koprofagien i afgrænsede perioder af døgnet, mens de bløde fæcespiller med stort indhold af mikrobielt materiale passerer ud af endetarmen. Hos chinchilla opsamles de bløde fæcespiller normalt allesammen i perioden fra kl. 8 til

17, medens de hårde piller bliver udskilt i resten af døgnet (Björnhag & Sjöblom, 1977). Hos kaniner i fangenskab er det derimod om natten, at pillerne samles op (Lang, 1981). Separation af tarmindeholdet i henholdsvis hårde piller med stort indhold af ufordøjeligt materiale og bløde piller med højt indhold af opløselige næringsstoffer, små partikler og mikrobiel biomasse foregår ved antiperistaltiske bevægelser i colon. Derved føres de opløselige produkter tilbage til caecum i den periode, hvor de hårde piller udskilles (Björnhag, 1972). Denne separationsmekanisme formodes at virke nogenlunde ens i de 2 arter, selvom blindtarmen kun indeholder ca. 23% af det totale tørstofindhold i blindtarm + colon hos chinchilla, medens andelen er ca. 57% hos kanin (Holtenius & Björnhag, 1985).

Sammenhængen mellem de to dyrearters evne til at fordøje de enkelte næringsstoffer kan ikke fuldt ud afgøres ved at sammenligne de fundne fordøjelighedskoefficienter (tabel 5 og 6), da det ikke var de samme partier af foder, der blev anvendt i begge forsøg. De fleste af de fodermidler, der blev anvendt, udviser imidlertid kun lille variation i sammensætning fra parti til parti, så de fleste af blandingerne til de 2 arter har været ret ens. Fodermidlerne hø og havreskalmel kan derimod variere meget i fiberindhold og -sammensætning, så for blandingerne 18-25 med stigende indhold af et af disse fodermidler, er sammenligninger af fordøjelighedskoefficienter mellem de 2 arter usikre, ihvertfald med hensyn til fiber- og kulhydratfordøjelighed.

EFOS-analyserne i de 25 forsøgsblandinger til henholdsvis chinchilla og kanin var derimod et udtryk for, om der var forskelle i de 2 sæt

af forsøgsblandinger. Den gennemsnitlige EFOS-fordøjelighed var 73,3 i de 25 forsøgsblandinger til chinchilla mod 76,0 i blandingerne til kaniner. Blandingerne, som kaninerne fik, har altså reelt været mere letfordøjelige med hensyn til organisk stof og sandsynligvis dermed også med hensyn til energi, samt råkulhydrat, der udgør den væsentligste andel af organisk stof. For disse blandinger var den gennemsnitlige chinchilla-fordøjelighed af organisk stof og energi henholdsvis 72,3 og 71,6% mod 72,9 og 73,0% hos kanin. Dette kunne tyde på, at kaninens fordøjelighed af organisk stof og energi er lidt lavere end chinchillaens, idet organisk stoffordøjelighed målt ved EFOS var 2,7% højere i kaninblandingerne, mens forskellen mellem kaninernes og chinchillaernes fordøjelighed af organisk stof kun var 0,6%.

Chinchillaens proteinfordøjelighed var derimod væsentlig lavere end kaninens, nemlig 6-13 procentenheder i blandingerne 7-16 med varierende proteinindhold. Forskellen mellem de 2 arter var størst ved de lave protein-niveauer. Disse observationer tyder begge på, at chinchillaen taber en større mængde "endogen" protein end kaninen.

Træstoffordøjeligheden var i de 25 forsøgsblandinger 32,2% i gennemsnit hos chinchilla mod kun 23,1% hos kaniner. Den relativt høje træstoffordøjelighed hos chinchilla stemmer godt overens med at chinchillaens fødevalg i naturen har et højt træstofindhold (Björnhag & Sjöblom, 1977). Selvom der ikke var tale om de samme partier foder til kanin og chinchilla, må forskellen i træstoffordøjeligheden skyldes forskelle imellem de to arter med hensyn til den mikrobielle omsætning og ikke forskelle mellem de anvendte partier, da kaninblandingerne jo havde de højeste EFOS-værdier. Højere træstoffordøjelighed hos chinchilla må samtidigt føre til større produktion af mikrobielt protein, der ikke kan absorberes fra blind- og tyktarme, men kun kan udnyttes via koprofagien.

Forskellen i den tilsyneladende fordøjelighed af protein skyldes sandsynligvis, at chinchillaen i ringere grad end kaninen er i stand til at opsamle alt det protein, der syntetiseres af mikroorganismene i blind- og tyktarme, da de bløde fæcespiller har ca. 15% protein i tørstof, mens de øvrige har ca. 10,5% (Björnhag & Sjöblom, 1977). Den syntetiserede mængde mikrobielt protein i forhold til mængden af indtaget foder for den enkelte dyreart må antages at være ret konstant og uafhængig af foderets proteinindhold. Dette bevirker, at den målte tilsyneladende fordøjelighed af protein falder ved de lave proteinniveauer og mest ved chinchillaen, hvis den opsamler en mindre del af det syntetiserede protein. Variationen i protein- og træstoffordøjelighederne var større end for fordøjelighederne af de andre næringsstoffer. Variationen i de enkelte fordøjelighedskoefficienter var generelt ca. dobbelt så høje for chinchilla som for kanin.

Den høje variation i træstof- og proteinfordøjelighederne specielt hos chinchilla hænger sandsynligvis sammen med, at der er store forskelle mellem de enkelte dyr med hensyn til effektiviteten af den mikrobielle fibernedbrydning og proteinsyntese, ligesom ikke alle dyr opsamlede alle de "bløde" fæcespiller. Thorbek & Chwalibog (1981) har også fundet stor spredning i næringsstoffernes fordøjelighed imellem individuelle kaniner. Björnhag & Sjöblom (1977) fandt, at ca. 50% af alle fæcespiller hos chinchilla blev indtaget ved koprofagi. Variationen i træstoffordøjeligheden kunne eventuelt også skyldes, at den 2 ugers forsøgsperiode var lige i underkanten til, at den mikrobielle omsætning i blind- og tyktarme kunne indstille sig til et nyt søgsmål.

Ligningen til bestemmelse af den tilsyneladende proteinfordøjelighed ud fra blandingerens indhold af råprotein gav for chinchilla (tabel 7) parameterestimer, der svarede godt til de tidligere fundne for chinchilla,

nemlig 89% sand fordøjelighed og 4,0% endogent tab i forhold til mængden af indtaget tørstof (Børsting et al., 1992). Estimerterne svarer også ret godt til henholdsvis 93% og 3% fundet for får (Thomsen, 1979). For kaniner kunne den kurvelineære sammenhæng mellem den tilsyneladende proteinfordøjelighed og blandingerens råproteinindhold imidlertid ikke findes indenfor det undersøgte interval (16,4-28,3% råprotein i tørstof). Dette kan til dels skyldes, at de 16,4% råprotein var en del højere end det planlagte laveste indhold, idet det kurvelineære forløb først rigtigt gør sig gældende ved meget lave proteinniveauer.

Både for chinchilla og kanin var NDF den fiberanalyse, der bedst beskrev fordøjeligheden af råkulhydrat.

Fordøjeligheden af råfedt var stigende i de 5 blandinger med stigende fedtindhold, og den var nogenlunde ens for kanin og chinchilla. Årsagen til den stigende fedtfordøjelighed med stigende fedtindhold er, at tabet af endogent fedt fra dyrenes egne sekreter og celler samt tabet af mikrobielt syntetiseret fedt er uafhængigt af foderets fedtindhold (Børsting et al., 1992). Weisbjerg et al. (1991) har for kvæg fundet en tilsvarende sammenhæng, idet den sande fordøjelighed var 85%, og det endogene tab af fedt var 1,33% af mængden af indtaget tørstof, mens de tilsvarende værdier for får var henholdsvis 96% og 1,00%. Den sande fordøjelighed på 92,8% og endogent tab på 0,60% fundet i nærværende forsøg for chinchilla er derfor mere korrekte end de værdier, der blev estimeret fra det foregående forsøg baseret på kun 8 observationer (Børsting et al., 1992). De tilsvarende værdier fundet for kaniner 91,8% og 0,53% svarede også meget fint til de andre dyrearter.

De foreslåede ligninger til beregninger af fordøjelig energi til henholdsvis chinchilla (tabel 11) og kanin (tabel 14) er opbygget efter

samme princip, som for nyligt er indført for svin efter videreudvikling af EFOS-metoden beskrevet af Boisen & Fernandez (1992). Børsting & Petersen (1995) har tidligere givet et praktisk eksempel på, hvordan beregningerne gennemføres. Dette system er af flere årsager valgt fremfor anvendelse af parameterestimer fundet direkte ved multipel regression af fordøjelig energi i forhold til analyser i foderblandinger. For det første er systemet bygget logisk op, idet det tager hensyn til alle de energigivende komponenter i foderet samt energiens fordøjelighed estimeret ud fra EFOS-analysen. For det andet undgås det, at korrelationer mellem indholdet af de forskellige næringsstoffer i netop disse forsøgsblandinger får afgørende betydning for de koefficienter, der multipliceres med indholdet af de enkelte næringsstoffer, hvilket er en risiko ved anvendelse af multipel regression. Den foreslåede metode vil være robust også ved andre indhold og sammensætninger med hensyn til protein, fedt, kulhydrat og fiberkomponenter end de i forsøget anvendte. Desuden vil EFOS-analysen i dette system have en meget væsentlig indflydelse på det beregnede indhold af fordøjelig energi i blandinger, hvilket er en fordel grundet de høje korrelationer mellem EFOS og de målte energifordøjeligheder hos chinchilla og kanin. I nærværende forsøg er der dog anvendt systematisk sammensatte blandinger, som derfor ikke med sikkerhed kan dække alle mulige typer af blandinger, der måtte forekomme i praksis. Blandingerne er til gengæld sammensat af mange fodermidler, så de normalt anvendte blandinger ligger indenfor systemets rammer.

De beregnede indhold af fordøjelig energi i chinchilla- og kaninblandinger vil kun variere i forhold til hinanden grundet forskellene i de respektive ligninger til beregning af FKENG. I nærværende forsøg, der dækker en meget større variation i energiindhold og fordøjelighed, end der vil forekomme i praksis, varierede de målte EFOS-værdier imel-

lem 60,0 og 80,0. En EFOS-værdi på 60,0 svarer til FKENG på 62,8% og 60,6% for henholdsvis chinchilla og kanin. Den lidt højere værdi for chinchilla ved de lave fordøjeligheder stemmer godt overens med, at blandingerne med lave EFOS-værdier havde et højt indhold af træstof, der blev bedst fordøjet af chinchilla. Ved en EFOS-værdi på 80,0 bliver FKENG 76,0 for både chinchilla og kanin. Der er altså kun små forskelle i mængden af fordøjelig energi i en given blanding uafhængigt af om denne anvendes til chinchilla eller kanin. Da forskellen i energiindhold til de 2 arter imidlertid afhænger af blandingerne fordøjelighed, vil det være en fordel at anvende hver sit system til de 2 arter.

I et forsøg med kaniner bestemte de Blas et al. (1992) energifordøjeligheden i 93 blandinger, hvor energifordøjeligheden varierede mellem 42,7% og 78,9%. Ved STEPWISE-analyse fandtes ADF at være den kemiske analyse, der alene bedst beskrev energifordøjeligheden ($R^2 = 0,76$). Sikkerheden blev kun øget lidt ved også at inkludere råprotein og træstof ($R^2 = 0,80$). I nærværende forsøg var sammenhængen mellem fordøjeligheden af energi og ADF for chinchilla $R^2 = 0,64$ og for kanin $R^2 = 0,85$. Som det er fremgået af tabel 10 og 13, var NDF- og EFOS-analyserne imidlertid bedre til at beskrive mængden af fordøjelig energi hos både chinchilla og kanin sammenlignet med ADF. De R^2 - og rsd-værdier, vi opnåede ved kombinationer af forskellige foderanalyser, var specielt i kaninblandinger noget mere gunstige, end hvad de Blas et al. (1992) kunne opnå. Hertil skal bemærkes, at undersøgelsen af de Blas et al. (1992) dækkede over blandinger, der så ud til at variere mere i fodermiddelsammensætningen, og at de ikke prøvede at relatere fordøjeligheden af energi til NDF og EFOS.

Jentsch et al. (1963) foreslog et system for kaniner til beregning af fordøjelig energi ud fra de fordøjelige mængder af råprotein, råfedt,

NFE og træstof. Dette system opfylder imidlertid ikke den nuværende foderstoflovs krav om, at det deklarerede energiindhold skal kunne bestemmes direkte i blandinger uden kendskab til blandingens indhold af de enkelte fodermidler samt disses sammensætning og fordøjelighed.

Energivurdering baseres indtil videre på additive systemer også for de store husdyrarter kvæg (Weisbjerg & Hvelplund, 1993) og svin (Boisen & Fernandez, 1992). En foderblandings energiværdi kan i et sådant system findes ved at addere de enkelte fodermidlers bidrag til energiværdien. Som det er fremgået, er de nye ligninger til beregning af fordøjelig energi til chinchilla og kanin fremkommet udelukkende på grundlag af forsøg med foderblandinger. For at få et praktisk anvendeligt system, d.v.s. et additivt system, er det imidlertid nødvendigt at bruge de samme ligninger til beregning af energiværdien af de enkelte fodermidler, hvilket er gjort i tabel 15. Da vi imidlertid ikke har målt chinchillaens og kaninens energifordøjelighed for disse fodermidler, kan det ikke afvises, at energifordøjeligheden for enkelte fodermidler ville afvige fra de beregnede. Det afgørende er imidlertid, at for blandinger der er sammensat, så de resulterer i normal fordøjelse hos henholdsvis chinchilla og kanin, vil hele blandingens energiværdi være bestemt med god sikkerhed, som det er vist i de gennemførte forsøg.

De nye energiværdier til kanin opvurderer produkter som kødbenmel og havre i forhold til FE_K , mens de nedvurderer majs glutenfoder, hvedeklid og palmekage. De produkter, der nedvurderes, er typisk ret fiberholdige og med en høj andel af uopløselige fibre, hvis fordøjelighed netop er lavere hos kanin end hos kvæg.

Der er tidligere fundet en tilsvarende forskel mellem chinchilla og kvæg (Børsting et al., 1992). Energiværdierne til chinchilla er ikke

sammenlignet med de nugældende regnet ud fra fordøjelighedskoefficienter til mink, da det allerede tidligere er vist, at disse slet ikke svarer til chinchillaens reelle energiudnyttelse (Børsting et al., 1992).

Wiseman et al. (1992) har samlet de i tabel 15 viste fordøjelighedskoefficienter målt på kanin med det hovedformål at beskrive fordøjelighederne og indholdet af fordøjelig energi ved kemiske analyser i de enkelte fodermidler. I lighed med, hvad de Blas et al. (1992) fandt for blandinger, fandt Wiseman et al. (1992) også for enkeltfodermidler, at det var indholdet af fibre, der bedst beskriver fodermidlernes energifordøjelighed. De to sammenhængende statistiske opgørelser af de Blas et al. (1992) og Wiseman et al. (1992) viste således, at det er rimeligt at anvende de samme typer af regressioner til beregning af energiværdi både i de enkelte fodermidler og i blandinger. For fodermidlerne byg, sojaskrå, majs-glutenfoder, hvedeklid, solsikkekrå og havre var der meget nær sammenhæng mellem energifordøjelighederne beregnet efter de nye ligninger og de målte værdier fra Wiseman et al. (1992). For de resterende 3 fodermidler var overensstemmelsen knap så god.

Der er med de gennemførte undersøgelser skabt mulighed for at indføre en ny metode til energivurdering af fodermidler og -blandinger til chinchilla og kanin. Da de anvendte blandinger var sammensat af de samme råvarer, er det imidlertid vanskeligt at afgøre metodens robusthed ved anvendelse til blandinger sammensat af helt andre råvarer. De få kommercielle chinchilla- og kaninblandinger i Danmark svarer imidlertid godt til de anvendte blandinger, så metoden er anvendelig til disse. Den afgørende fordel ved de nye energivurderingssystemer er, at man kan måle energiværdien i et givet parti af et fodermiddel eller -blanding. Årsagen til at foretage fodermiddelvurdering er jo netop, at råvarernes kemiske sammensætning og dermed fordøjelighed varierer fra parti til parti. Det skal derfor kraftigt pointeres, at fremtidig energivurdering af chinchilla- og kaninfoder ikke bør baseres på tabelværdier, men på målte værdier for kemisk sammensætning og EFOS samt de nye ligninger. Disse analyser er både hurtige og billige sammenlignet med, at man tidligere måtte gennemføre dyreforsøg for at få en reel måling af en blandings energiværdi ved anvendelse til en given dyreart.

Anerkendelser

Foreningen Dansk Chinchilla takkes for sit store engagement i og økonomisk støtte til dette projekt. En særlig tak skal rettes til Dr. Agric. Roman Szymeczko, der deltog i chinchillaforsøgets planlægning og praktiske gennemførelse.

Cand.scient. Birthe Houbak takkes for sin kreative deltagelse i den statistiske opgørelse af chinchillaforsøgene. Overassistenterne Dorthe V. Nielsen og Helle Quist Kristensen takkes for indsatsen med tegning af figurer og skrivning af manuskriptet.

Litteratur

- Björnhag, G., 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. Swedish J.Agric. Res., 2, 125-136.
- Björnhag, G. & Sjöblom, L., 1977. Demonstration of Coprofagy in some Rodents. Swedish J.Agric.Res., 7, 105-113.
- Boisen, S. & Fernández, J.A., 1992. Ny metode til bestemmelse af energiværdien i foderblandinger til svin. Meddelelse nr. 825, Statens Husdyrbrugsforsøg, 6 pp.
- Børsting, C.F. & Petersen, Aa., 1995. Bestemmelse af energiindhold i foderblandinger til kaniner. Intern rapport nr. 51. Statens Husdyrbrugsforsøg, 1-5.
- Børsting, C.F., Eggum, B.O. & Nordholm, J., 1992. Foderblandingers fordøjelighed og energiværdi til chinchilla. Beretning 712 fra Statens Husdyrbrugsforsøg, pp. 32.
- Cheeke, P.R., 1987. Rabbit feeding and nutrition. Academic Press, Orlando, Florida, 376 pp.
- de Blas, J.C., Rodriguez, J.M., Santoma, G. & Fraga, M.J., 1984. The nutritive value of feeds for growing fattening rabbits. 1. Energy evaluation. Journal of Applied Rabbit Research, 72-74.
- de Blas, C., Wiseman, J., Fraga, M.-J. & Villamide, M.-J., 1992. Prediction of the digestible energy and digestibility of gross energy of feeds for rabbits. 2. Mixed diets. Animal Feed Science and Technology, 39, 39-59.
- Holtenius, K. & Björnhag, G., 1985. The colonic separation mechanism in the guinea-pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). Comp.Biochem. Physiol., 82A, 3, 537-542.
- Jentsch, W., Schiemann, R., Hoffmann, L. & Neh-ring, K., 1963. Die energetische Verwertung der Futterstoffe. Archiv für Tierernährung, 13, 133-145.
- Lang, J., 1981. The nutrition of the commercial rabbit. Part 1. Physiology, digestibility, and nutrient requirements. Nutr.Abstracts and Rev.B., 51, 4, 197-225.
- Maertens, L., 1992. Rabbit nutrition and feeding: A review of some recent developments. In: Proceedings of the World Rabbit Association Fifth Congress. Oregon State University, Corvallis, USA, 889-913.
- Nielsen, N.O., 1994. Foderenheder til svin efter EFOS-metoden med bilag: "Resultater fra EFOS-råvarescreening-status pr. 21. november 1994". Ugeudsendelse, Danske Slagterier, december 1994, 3 pp.
- SAS Institute Inc., 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, 4th edition. Statistical Analysis Institute Inc., Cary, N.C.
- Thorbek, G. & Chwalibog, A., 1981. Tilvækst, fordøjelighed, kvælstof- og energiomsætning hos voksende kaniner målt ved forskellige foderkombinationer. Beretning nr. 510, Statens Husdyrbrugsforsøg, 31 pp.

- Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T., Frandsen, J., Højland Frederiksen, J. & Aaes, O., 1991. Bestemmelse af råfedts fordøjelighed hos drøvtyggere baseret på fodermidlernes indhold af råfedt. Meddelelse nr. 804, Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Weisbjerg, M.R. & Hvelplund, T., 1993. Bestemmelse af nettoenergiindhold (FE_K) i foder til kvæg. Forskningsrapport nr. 3, Statens Husdyrbrugsforsøg, 39 pp.
- Wiseman, J., Willamide, M.-J., de Blas, C., Carabano, M.-J. & Carabano, R.M., 1992. Prediction of the digestible energy and digestibility of gross energy of feeds for rabbits. 1. Individual classes of feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 39, 27-38.

50,- kr.