



Bestemmelse af nettoenergiindhold (FE_K) i foder til kvæg

*Estimation of net energy content (FU)
in feeds for cattle*

*Martin R. Weisbjerg og Torben Hvelplund
Afd. for Forsøg med Kvæg og Får*

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

Forskningscenter Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele

Tlf.: 89 99 19 00. Fax: 89 99 19 19

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

Institutionen har til formål at gennemføre forskning og forsøg og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssigt 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.

Institutionen er opdelt i fem forskningsafdelinger, et Centrallaboratorium, en Afdeling for Landbrugsdrift og et Sekretariat. Forskningsafdelingerne omfatter Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi samt fire dyreartsorienterede afdelinger: Afd. for Forsøg med Kvæg og Får, Afd. for Forsøg med Svin og Heste, Afd. for Forsøg med Fjerkræ og Kaniner samt Afd. for Forsøg med Pelsdyr.

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

NATIONAL 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

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 to contribute to an efficient implementation of the results to the producers.

In the research great importance is attached to the utilization of resources, environment and animal welfare and to the quality and competitiveness of the agricultural products.

The National Institute of Animal Science comprises five research departments, a Central Laboratory, a Department for Farm Management and Services, and a Secretariat. The research departments comprise: Dept. for Animal Physiology and Biochemistry, Dept. for Research in Cattle and Sheep, Dept. for Research in Pigs and Horses, Dept. for Research in Poultry and Rabbits, and Dept. for Research in Fur Animals.

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

Forskningsrapport nr. 3/1993
fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Report No. 3/1993

from the National Institute of Animal Science, Denmark

Bestemmelse af nettoenergiindhold (FE_K)
i foder til kvæg

*Estimation of net energy content (FU)
in feeds for cattle*

With English abstract and subtitles

Martin R. Weisbjerg og Torben Hvelplund
Afd. for Forsøg med Kvæg og Får

Forskningscenter Foulum 1993

Manuskriptet afleveret december 1992

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a/s 1993

- Der er ydet støtte til projektet fra Landbrugsministeriets Forskningssekretariat (GRU-SH-1), og der er i relation til projektet tidligere udgivet Meddelelser fra Statens Husdyrbrugsforsøg (nr. 804, 813 og 823).

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	3
Contents	4
Sammendrag	5
Summary	6
1 Indledning	7
2 Materiale og metoder.....	8
2.1 Fordøjelighedsforsøg med får	8
2.1.1 Prøvematerialet	8
2.1.2 Fordøjelighedsundersøgelser	8
2.1.3 Analyser	8
2.2 In vitro enzym opløselighed	8
2.2.1 Prøvematerialet	8
2.2.2 In vitro enzym metode	8
3 Resultater og diskussion	13
3.1 Fordøjelighedsforsøg med får	13
3.2 In vitro opløselighed med enzymer	15
3.2.1 Metodeudvikling	16
3.2.2 Ringtest.....	16
3.3 Sammenhæng mellem in vitro opløseligheden og fordøjeligheden hos får	19
3.4 Sammenhæng mellem kemisk sammensætning og fordøjeligheden hos får	20
4 Beregning af nettoenergiindhold ud fra kemisk sammensætning samt fordøjelighed af organisk stof	23
4.1 Formelgrundlag	23
4.2 Eksempel på beregning af FE_K i en kraftfoderblanding	24
4.3 Konsekvenser for vurdering af enkelt-fodermidlers værdi	26
5 Test af forudsætninger	32
5.1 Råproteinfordøjelighed	32
5.2 Fordøjelig energi	33
6 Generel diskussion og konklusion	35
Anerkendelser	37
Litteraturliste	38

Contents

Indholdsfortegnelse	3
Contents	4
Sammendrag	5
Summary	6
1 Introduction	7
2 Materials and methods	8
2.1 Digestibility experiments with sheep	8
2.1.1 Feed samples	8
2.1.2 Digestibility experiments	8
2.1.3 Analysis	8
2.2 In vitro enzyme solubility	8
2.2.1 Feed samples	8
2.2.2 In vitro enzyme methods	8
3 Results and discussion	13
3.1 Digestibility experiments with sheep	13
3.2 In vitro solubility with enzymes	15
3.2.1 Method development	16
3.2.2 Ring test	16
3.3 Relation between in vitro solubility and sheep digestibility	19
3.4 Relation between chemical composition and sheep digestibility	20
4 Calculation of net energy content from chemical composition and digestibility of organic matter	23
4.1 Formulas	23
4.2 Example of FU_C calculation in a compounded feedstuff	24
4.3 Consequences for evaluation of individual feedstuffs	26
5 Test of assumptions	32
5.1 Crude protein digestibility	32
5.2 Digestible energy	33
6 General discussion and conclusion	35
Acknowledgements	37
References	38

Sammendrag

Bortfaldet af kravet om deklaration af råvare-sammensætningen gør, at det ikke længere vil være muligt af beregne indholdet af foderenheder i kraftfoderblandinger efter den hidtil anvendte metode. Formålet med dette arbejde har været at udvikle en laboratoriemetode til bestemmelse af fordøjeligheden af organisk stof samt en metode til at beregne indholdet af foderenheder baseret på kemisk sammensætning samt fordøjeligheden af organisk stof.

Der er bestemt fordøjelighed hos får på en række kraftfoderblandinger samt råvarer. Disse prøver har sammen med en række udenlandske prøver med kendt fordøjelighed fundet hos får dannet grundlag for udvikling af en enzym-metode til bestemmelse af fordøjeligheden af

organisk stof. Den udviklede metode består af følgende trin:

1. Prøver inkuberes i filterdigel med pepsin-saltsyre, 24 timer ved 40°C i vandbad
2. Samme blanding inkuberes 45 min. ved 80°C i vandbad
3. Prøven vaskes, og inkuberes derefter med en cellulaseblanding i 24 timer ved 40°C
4. Samme blanding overføres til varmeskab ved 60°C i 19 timer
5. Prøven vaskes derefter med varmt vand og acetone, tørres, vejes, foraskes og vejes

På et materiale bestående af 59 danske og udenlandske kraftfoderblandinger gav denne metode følgende sammenhæng:

Fordøjelighed af organisk stof hos får (%) = $5,38 + 0,867 \cdot \text{enzymopløseligheden af org. stof (\%)}$

Der er udviklet et formelsæt til beregning af indholdet af FE_K ud fra den kemiske sammensætning samt fordøjeligheden af organisk stof.

Der er fundet følgende sammenhæng mellem indholdet af foderenheder (FE_K) pr. kg tørstof og indholdet af fordøjelig energi samt træstof:

$$\begin{aligned} FE_K / \text{kg tørstof} &= -0,369 \\ &+ 0,0989 \cdot \text{fordøjelig energi (MJ/kg ts.)} \\ &- 0,347 \cdot \text{træstof (kg/kg tørstof)} \end{aligned}$$

hvor fordøjelig energi (MJ/kg ts) =

$$\begin{aligned} &24,237 \cdot \text{ford. råprotein (kg/kg tørstof)} \\ &+ 34,116 \cdot \text{ford. råfedt (kg/kg tørstof)} \\ &+ 17,30 \cdot (\text{ford. organisk stof} - \text{ford. råprotein} - \text{ford. råfedt}) \text{ (kg/kg tørstof)} \\ &- 0,766 \cdot \text{sukker (kg/kg tørstof)} \end{aligned}$$

(sukkerkorrektionen gennemføres kun hvis sukker > 20% af tørstof)

Fordøjeligt råprotein og fordøjeligt råfedt beregnes efter følgende funktioner:

Fordøjeligt råprotein (kg/kg tørstof) = $(0,93 - 3/\% \text{ råprotein i tørstof}) \cdot \text{råprotein (kg/kg tørstof)}$

Fordøjeligt råfedt (kg/kg tørstof) = $(0,96 - 1/\% \text{ råfedt i tørstof}) \cdot \text{råfedt (kg/kg tørstof)}$

Brug af ovenstående formler til beregning af indholdet af foderenheder giver visse mindre betydende ændringer i forhold til tidligere FE -værdier.

Nøgleord: Energivurdering, fordøjelighed hos får, enzymopløselighed.

Summary

Due to common legislation in the EEC concerning compound feedstuff trading the demand for a declaration of the composition of compound feedstuffs has been removed. Therefore, the traditional way to calculate the content of Feed Units for cattle (FU_C) in compound feedstuffs from the chemical composition together with table values for digestibility is no longer possible.

A laboratory method to determine the digestibility of organic matter has been developed together with formulas to calculate the content of FU_C .

A pool of compound feedstuffs and straights has been tested for digestibility in trials with sheep. Together with foreign samples with known digestibility these samples have been the basis for the development of a laboratory method

to determine the digestibility of organic matter.

The method has the following steps:

1. The sample is incubated in a filter crucible with pepsin-HCl for 24h at 40°C in a waterbath
2. This mixture is incubated for 45 min. at 80°C in a waterbath
3. The sample is washed and incubated with a cellulase mixture for 24h at 40°C
4. This mixture is incubated for 19h at 60°C
5. The sample is washed with hot water and acetone, dried, weighed, ashed and weighed

A pool of 59 danish and foreign compound feedstuffs gave the following equation:

Digestibility of organic matter in sheep (%) = $5.38 + 0.867 \cdot \text{enzyme solubility of organic matter (\%)}$

The following set of formulas has been developed to calculate FU_C content from knowledge about chemical composition and organic matter digestibility:

$$FU_C/\text{kg DM} = -0.369 \\ + 0.0989 \cdot \text{digestible energy (MJ/kg DM)} \\ - 0.347 \cdot \text{crude fibre (kg/kg DM)}$$

where digestible energy (MJ/kg DM) =

$$24.237 \cdot \text{digestible crude protein (kg/kg DM)} \\ + 34.116 \cdot \text{digestible crude fat (kg/kg DM)} \\ + 17.30 \cdot (\text{dig. organic matter} - \text{dig. crude protein} - \text{dig. crude fat}) \text{ (kg/kg DM)} \\ - 0.766 \cdot \text{sugar (kg/kg DM)} \text{ (sugar correction only if sugar > 20\% of DM)}$$

and

$$\text{dig. crude protein (kg/kg DM)} = [0.93 - (3/\% \text{ crude protein in DM})] \cdot \text{crude protein (kg/kg DM)}$$

$$\text{digestible crude fat (kg/kg DM)} = [0.96 - (1/\% \text{ crude fat in DM})] \cdot \text{crude fat (kg/kg DM)}$$

Use of the formulas will change the values for FU_C slightly compared to those used before. These changes are small for all the most important feedstuffs used in compounds.

Therefore, the FU_C calculated according to the principle described above is still equivalent to the Scandinavian Feed Unit.

As one FU_C is equivalent to 7.89 MJ net energy for lactation the following formula was found:

$$NE_{\text{lactation}} \text{ (MJ/kg DM)} = -2.91 \\ + 0.78 \cdot \text{digestible energy (MJ/kg DM)} \\ - 2.74 \cdot \text{crude fiber (kg/kg DM)}$$

Keywords: Feed evaluation, sheep digestibility, enzyme solubility.

1 Indledning

I Danmark har handel med kraftfoderblandinger været baseret på oplysninger om kraftfoderblandingens kemiske sammensætning og energiværdi (foderenhed, FE). Energiværdien er beregnet/kontrolleret ud fra råvaredeklarationen. Ud fra tabelværdier for de enkelte råvarers energiindhold og kemiske sammensætning samt en kemisk analyse af kraftfoderblandingen kan blandingens energiværdi beregnes. Tabelværdierne for fordøjelighed er baseret på fordøjelighedsforsøg med får.

Muligheden for at kontrollere kraftfoderblandinger efter denne metode er faldet væk fra 1992, idet nye EF-regler ikke vil tillade kvantitative råvaredeklarationer ved salg af kraftfoderblandinger. Bortfaldet af råvaredeklarationen skyldes ifølge EF, at metoden til kontrol af deklarationen (mikroskopisk-botanisk undersøgelse) ikke er tilstrækkelig nøjagtig.

Kraftfoderblandinger er således fra 1992 solgt efter kemisk sammensætning samt råvaresammensætning, hvor råvarerne anføres efter faldende orden uden præcis mængdeangivelse, evt. i råvaregrupper, men uden at der fra foderstfokontrollens side kan kræves oplysninger om energiindhold.

På denne baggrund blev der i 1990 påbegyndt et projekt, hvis formål var at udvikle laboratoriemetoder til bestemmelse af energiværdien i kraftfoderblandinger med ukendt sammensætning.

Fordøjeligheden er den faktor, der ud over kemisk sammensætning har størst betydning for energiværdien. Projektet har derfor bygget på udvikling af en metode, der kan forudsige fordøjeligheden af organisk stof. Fordøjeligheden af protein og fedt vil kunne forudsiges ud fra det kemiske indhold, og fordøjeligheden af kulhydrater vil herefter kunne findes som differens.

Da kraftfoderblandinger er sammensat af vidt forskellige råvarer varierende fra f.eks. ludet halm og grønmel til fiskemel og melasse, er det ikke muligt at forudsige fordøjeligheden ud fra en kemisk analyse (De Boever et al., 1988; Van der Meer, 1989). For at få et estimat for in vivo fordøjeligheden er det derfor nødvendigt med en

biologisk metode, f.eks. in vitro fordøjelighed ved anvendelse af vomvæske eller enzymer, der kan nedbryde fordøjelige cellevægskulhydrater.

In vitro opløselighed v.h.a. vomvæske (Tilley & Terry, 1963) har i en årrække været anvendt i Danmark til estimering af fordøjeligheden af forskelligt grovfoder (Møller et al., 1989) og in vitro cellulaseopløselighed har været anvendt til halm (Israelsen et al., 1978).

Internationalt er der publiceret et stort antal forskellige in vitro enzymmetoder til bestemmelse af fordøjeligheden af fodermidler. De metoder, der anvendes i dag, deler sig dog stort set i 2 grupper, henholdsvis A: pepsin-HCl inkubation og stivelseshydrolyse efterfulgt af en inkubation med cellulase (De Boever et al., 1986; Aufrère & Michalet-Doreau, 1988) og B: NDF (Neutral detergent fiber, dvs. cellevægskulhydrater der ikke opløses ved kogning med sæbeopløsning) kogning efterfulgt af en behandling med cellulase (Israelsen et al., 1978; Thomas et al., 1988; Givens et al., 1990).

Da brug af vomvæske stiller krav om adgang til frisk vomvæske fra vomfistulerede dyr, er in vitro metoden med vomvæske ikke anvendelig som generel laboratoriemetode. Brug af mikrober fra frisk udtaget gødning fra får som inkubationsmedium (Schaer et al., 1987) synes at kunne erstatte vomvæske, men også denne procedure stiller krav om adgang til dyr. Derfor satses der i dette projekt på at udvikle en in vitro enzymmetode ud fra princippet beskrevet af De Boever et al. (1986).

Formålene med dette projekt var således at:

- A** Tilvejebringe en pulje af prøver (kraftfoderblandinger og råvarer) med kendt fordøjelighed hos får.
- B** Udvikle en in vitro enzymmetode til bestemmelse af opløseligheden af organisk stof.
- C** Fastlægge sammenhængen mellem in vitro opløselighed af organisk stof og fordøjeligheden af organisk stof hos får.
- D** Udvikle et formelsæt til beregning af indholdet af foderenheder ud fra kemisk sammensætning og fordøjeligheden af organisk stof.

2 Materiale og metoder

2.1 Fordøjelighedsforsøg med får

2.1.1 Prøvematerialet

Der blev indsamlet 18 råvarer og 22 kommercielle kraftfoderblandinger til brug i fordøjelighedsforsøg med får. Desuden indgik 2 partier soyaskrå, hvorpå der tidligere var bestemt fordøjelighed i forsøg med får. Den kemiske sammensætning af de 42 partier er vist i tabel 1. Råvaresammensætningen af de 22 kraftfoderblandinger er vist i tabel 2.

2.1.2 Fordøjelighedsundersøgelser

Fordøjeligheden hos får blev bestemt ved anvendelse af 6 får pr. fodermiddel. Kraftfoderet blev opfodret sammen med hø på 2 kraftfoder:hø forhold fordelt med 3 får på hver af de to kraftfoder:hø forhold. Formålet med at anvende to kraftfoder:hø forhold var at undersøge, hvorvidt kraftfoder:hø forholdet har betydning for fordøjeligheden. De 2 kraftfoder:hø forhold var (g tørstof pr. dag pr. får) 700:200 og 500:400 for råvarerne samt 650:200 og 450:400 for kraftfoderblandingerne.

Fordøjelighedsforsøgene blev gennemført ved fuldstændig gødningsopsamling gennem 7 dage efter en forperiode på 7 dage som beskrevet af Møller et al. (1989).

Fordøjelighederne af kraftfoderet blev bestemt som differens efter at fordøjeligheden af hø var bestemt ved fodring med hø som eneste foder. Sammensætning og fordøjeligheden for det anvendte hø er vist i tabel 3.

I de tilfælde, hvor der blev fodret med proteinfattige kraftfodermidler (byg, hvede, rug, tapioka, kosetter, citruspulp og palmekage), blev foderrationerne afbalanceret til en PBV værdi på 0 (Hvelplund og Madsen, 1990) ved tildeling af urea og svovl i et N:S forhold på 13:1. Urea og svovl blev tildelt i vandig opløsning ovenpå det øvrige foder.

2.1.3 Analyser

Foder- og gødningsprøver blev analyseret for aske, råprotein, råfedt, træstof, NDF, ADF

(acid detergent fiber), ADL (acid detergent lignin). Foderprøverne blev desuden analyseret for sukker og stivelse, samt bruttoenergiindhold bestemt ved kalorimetri. Bruttoenergiindholdet blev også bestemt i gødning fra fårene på det høje hø:kraftfoderforhold. Der blev desuden bestemt sukker og stivelsesindhold i enkelte af gødningsprøverne. Alle analyser er udført som beskrevet i Centrallaboratoriets håndbog (Anom., 1992).

2.2 In vitro enzym opløselighed

2.2.1 Prøvematerialet

Til bestemmelse af in vitro opløselighed blev der anvendt 3 sæt prøver med kendt fordøjelighed bestemt hos får, henholdsvis de 42 danske prøver beskrevet i afsnit 2.1.1, samt 40 prøver fra Dr. J. De Boever, Rijksstation Voor Veevoeding, Gent, Belgien og 25 prøver fra Ir. A. Steg, IVVO, Lelystadt, Holland.

De belgiske prøver bestod af 35 forsøgsfoderblandinger. De 28 blandinger var sammensat ud fra 28 forskellige råvarer, således at alle råvarer indgik i 4 blandinger med enten 10, 20, 30 og 40%, dvs. hver af blandingerne var sammensat af 4 råvarer. Desuden var der 7 forsøgsfoderblandinger, hvor der indgik mere end 4 råvarer samt 5 råvarer blandt de belgiske prøver. De belgiske prøver varierede i fordøjeligheden af organisk stof bestemt hos får fra 54 til 91%, og i kemisk sammensætning i % af tørstof: råprotein 11-50, råfedt 0,8-9, træstof 4-29, aske 6-23 og NFE 34-71.

De 25 hollandske prøver bestod af 3 kommercielle kraftfoderblandinger og 22 råvarer. De hollandske prøver varierede i fordøjeligheden af organisk stof bestemt hos får fra 37 til 94% og i kemisk sammensætning i % af tørstof: råprotein 3-61, råfedt 0,7-12, træstof 0,8-40 og aske 1-17.

2.2.2 In vitro enzym metode

In vitro inkubationer med enzymer blev udført efter følgende princip:

Tabel 1 Kemisk sammensætning (% af tørstof) og bruttoenergiindhold (MJ/kg tørstof) af råvarer samt kommercielle kraftfoderblandinger.

Chemical composition (% of dry matter) and gross energy content (MJ/kg dry matter) of straights and commercial compounded feedstuffs.

Nr.	Navn	Aske	Rå-protein	Råfedt	Træstof	NFE	NDF	ADF	ADL	Sukker	Stivelse	Brutto-energi
43	Byg valset	1,9	12,8	3,1	4,9	77,2	13,9	5,8	1,2	3,4	56,7	18,7
44	Hvede valset	1,7	12,5	2,8	2,8	80,2	9,3	3,3	0,8	3,5	70,8	18,7
45	Rug valset	1,8	10,2	2,3	2,5	83,2	9,5	3,0	0,9	10,5	68,2	18,4
46	Havre valset	2,3	12,3	5,5	8,4	71,4	20,8	10,2	2,2	3,5	53,2	19,3
47	Ærter valset	2,8	18,9	2,5	5,0	70,7	10,0	7,6	2,2	6,5	53,5	18,4
48	Bomuldsfrøskrå delv. afs.	7,4	43,7	3,5	13,4	31,9	19,6	15,4	4,7	7,6	0,4	19,3
50	Rapsskrå	7,8	35,3	6,6	11,6	38,7	23,3	20,9	9,5	13,0	1,4	20,1
51	Kokoskage, fedtrig	5,8	20,9	12,8	20,7	39,7	40,4	22,8	6,1	10,4	0,6	20,7
52	Kosetter	12,4	11,0	1,5	13,5	61,6	20,2	14,9	2,0	24,2	0,3	16,3
53	Hvedeklid	6,5	16,3	6,2	10,3	60,8	37,3	14,4	4,0	7,5	18,6	19,3
54	Tapioka	6,3	3,1	1,3	5,5	83,8	8,0	6,3	2,0	3,1	76,3	16,3
55	Rapskager	6,8	28,9	14,3	15,5	34,4	26,8	19,5	8,0	13,4	0,6	21,2
56	Hørfrøkager	6,6	32,9	9,1	13,2	38,2	23,6	15,0	5,7	5,4	3,5	20,2
57	Palmeexpeller	4,1	15,9	11,1	20,8	48,1	60,7	36,5	12,6	2,7	0,6	-
58	Solsikkefrø, delv. afs.	7,5	33,8	3,1	25,8	29,8	37,5	28,7	9,0	5,6	0,2	19,3
59	Citruspulp	7,2	7,6	3,9	13,2	68,0	18,5	21,4	2,5	24,6	0,9	17,3
60	Majsglutenfoder	7,5	21,6	4,7	9,3	56,8	34,0	10,7	1,4	3,5	14,5	18,9
61	Bomuldsfrøkager, delv. afs.	5,7	35,2	7,9	20,4	30,7	35,1	24,6	8,6	3,7	0,6	20,5
62	Kraftfoderblanding	9,2	23,8	9,1	11,8	56,0	18,8	11,5	3,0	8,5	18,1	17,6
63	Kraftfoderblanding	8,2	35,7	13,2	14,8	28,1	21,4	14,6	4,2	9,2	1,2	21,4
64	Kraftfoderblanding	6,7	19,3	7,5	7,3	59,2	16,6	8,0	1,8	9,4	29,0	18,8
65	Kraftfoderblanding	8,1	34,2	12,5	17,4	27,8	22,7	17,3	5,3	7,7	1,4	20,8
66	Kraftfoderblanding	9,3	23,7	7,7	15,2	44,2	24,2	14,4	3,1	8,5	10,6	19,2
67	Kraftfoderblanding	12,2	21,0	9,7	14,3	42,7	28,2	15,9	4,2	9,9	7,1	19,1
68	Kraftfoderblanding	7,7	18,6	8,1	11,7	53,8	23,2	12,4	1,8	7,4	17,6	18,8
69	Kraftfoderblanding	8,7	16,3	5,9	16,8	52,3	32,6	18,2	2,4	9,1	15,4	18,6
70	Kraftfoderblanding	7,1	23,2	5,9	5,8	58,0	13,5	6,8	1,2	6,4	33,4	19,0
71	Kraftfoderblanding	8,0	23,3	6,8	9,5	52,3	20,0	11,4	2,1	9,5	20,9	19,0
72	Kraftfoderblanding	9,0	37,0	12,8	11,2	30,0	21,7	13,1	3,6	9,1	0,4	20,8
73	Kraftfoderblanding	9,7	34,4	14,0	13,5	28,4	19,7	14,2	4,2	8,1	0,8	20,8
74	Kraftfoderblanding	9,4	33,0	12,4	14,8	30,4	27,9	18,0	6,9	7,8	0,4	20,5
75	Kraftfoderblanding	8,6	14,4	2,8	9,5	64,7	21,9	11,4	2,4	7,0	34,6	17,5
76	Kraftfoderblanding	7,5	23,1	4,0	6,8	58,6	15,5	7,4	1,4	7,5	33,8	18,4
77	Kraftfoderblanding	10,0	26,3	12,1	13,7	37,9	28,1	17,3	5,7	8,5	1,5	20,3
78	Kraftfoderblanding	7,2	26,8	13,8	15,2	37,0	31,5	19,0	6,8	9,4	1,2	21,0
79	Kraftfoderblanding	9,0	34,2	14,7	13,7	28,3	25,6	15,9	5,9	7,7	0,5	21,4
80	Kraftfoderblanding	9,2	35,6	14,7	12,7	27,8	24,7	14,8	5,9	9,4	0,5	21,3
81	Kraftfoderblanding	9,5	35,6	10,9	13,1	30,8	27,6	16,2	5,6	9,6	0,4	20,6
82	Kraftfoderblanding	8,2	25,3	9,0	16,1	41,4	33,8	20,5	6,6	7,5	4,0	19,7
83	Kraftfoderblanding	6,9	17,4	7,1	8,4	60,2	26,5	13,2	3,7	9,1	21,9	18,9
91	Soyaskrå	6,8	49,4	-	7,6	-	10,0	12,3	-	-	-	19,6
92	Soyaskrå	6,9	51,2	-	10,0	-	13,1	8,9	-	-	-	19,5

Prøven behandles først med pepsin-HCl for at opløse proteinet. Derefter opvarmes blandingen til 80 grader celsius for at hydrolysere stivelsen. Efter vask inkuberes med en blanding af enzymer, der er i stand til at opløse fordøjeli-

ge cellevægskulhydrater. Den ufordøjede rest vaskes med varmt vand samt med acetone for at ekstrahere fedtet. Tørstof og askerest registreres for beregning af in vitro fordøjeligt organisk stof.

Tabel 2 Sammensætning af kommercielle kraftfoderblandinger (% af blanding).
Composition of commercial compounded feedstuffs (% of mixture).

Prøve nummer	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
Bomuldsrage, delv. afs.	7,74	39,18		49,06	22,00	10,00					11,00	21,20	41,80			34,30	20,90	17,40	15,00	21,40	30,0	
Bomuldsfrøskrå, delv. afs.											4,20	18,30						14,80				
Bomuldsfrøskrå, afs.																			19,00			
Kokosrage, fedtrig	4,00				8,00			4,00		3,99	4,00	1,00	3,10			10,00	3,00					6,00
Rapsskrå						9,60					16,00		25,00	6,00				24,00	15,00	18,00	14,30	8,20
Rapsrage, fedtrig	21,60	21,60	10,38	24,00				4,46		15,59							16,00					
Solsikkeskrå, delv. afs.	7,10			10,91			10,50				6,00	15,00	3,00							20,20		2,40
Solsikkeskrå, afs.					4,50												6,40	10,00	4,00			
Ærter	23,44			2,00				12,00		21,39												
Byg	4,00	21,12		12,00		20,00		4,00	55,70	8,20					36,50							20,70
Hvede	4,00	21,12						4,00		8,19				22,50	22,80							
Rug						5,00															2,40	21,00
Majsglutenfoder	13,10		24,00		15,60	31,80	18,00	18,65		9,18				15,00		14,00	9,60				10,00	10,00
Sojakage					8,00																	
Sojaskrå, toasted		23,58	1,60	2,00	4,10		5,00		23,30	9,19	35,50	17,00	1,60		20,00	7,20	3,00		21,00	17,60		
Sojaskrå, ekstrakt																3,10	2,90	2,00	2,00	2,00		
Sojaskaller																					5,00	
Hørfrørage			3,20			4,00		12,50							10,20							
Sukkerroeffald, tørret		2,00	4,60		10,00	24,00																
Guarmel, toasted											8,00	8,00	10,00				4,00	10,00		5,00	4,00	
Citrus kvas														8,00								
Grønmel				4,00	32,40		24,00		12,19					9,80								
Ludet halm							16,20															
Kødbenmel, askefattigt											3,30	5,60	2,70			4,00		3,00	8,00	4,00		
Tapioka														20,00								
Hvedeklid														7,50								
Palmekage														4,90		11,40	18,00	3,40			20,00	18,00
Rørmelasse	8,30	3,96	8,30	3,98				8,30		8,29												
Roemelasse					6,80	8,00	7,00		2,70		2,00	3,00	4,60	3,00	4,90	7,10	6,70	4,60	4,90	4,70	10,00	10,00
Forsæbet fedt																4,20						
Anim. fedt	1,94	1,75	1,50	3,02	1,25	3,10	2,45	1,04		0,90	3,50	1,35	3,50		1,60	1,25	3,30	4,35	4,80	2,70	1,15	0,75
Veg. fedt	1,94	1,74	1,50	3,02	1,25	3,10	2,45	1,05	2,60	0,89	3,50	1,35	3,50			1,25	3,30	4,35	4,80	2,70	1,15	0,75
Mættet fedt, veg.		4,00																				
Mættet fedt, anim.											2,00	7,00										
Propionsyre									0,30													
Forblanding					0,20		0,20		0,20			0,20										
Dicalciumfosfat								0,52						0,70	0,80							0,10
Kridt	1,45	1,00	1,65	1,99	1,10	1,20	1,00	0,99	2,20	0,67			0,20	1,30	1,90	0,30	1,70	1,20	0,60	0,70	1,50	1,90
Fodersalt	0,77	0,67	0,56		0,80	0,80	0,40		0,50	0,52	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	1,00	1,20	0,90	0,90	1,00	0,50	
Mg oxyd	0,41	0,19			0,40			0,58		0,54				0,60	0,40	0,60						
Vitamin	0,18	0,28	0,45					0,18		0,17				0,20	0,30	0,30						0,20

Reagenser:

Pepsin-saltsyreopløsning (0,1N HCl, pH 1):

Pepsin-saltsyreopløsningen fremstilles umiddelbart før brug ved at 2 g pepsin 1:10000 (Orthana) opløses i 800 ml demineraliseret vand. Der tilsættes herefter 100 ml 1 N saltsyre og fyldes op til 1 liter med demineraliseret vand.

Acetatbuffer (0,1M, pH 4,8):

8,16 g natriumacetat ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) opløses i ca. 0,5 l demineraliseret vand og 2,36 ml 96% eddikesyre tilsættes, demineraliseret vand tilsættes ad 1 liter. pH 4,8 kontrolleres og indstilles om nødvendigt med eddikesyre eller natriumacetat.

Enzym-acetatbuffer:

20 g cellulase (Celluclast, NOVO), 10 g cellobiase (Novozym 188, NOVO), 10 g hemicellulase (Gamanase, NOVO), 10 g hemicellulase (Viscozym, NOVO), 320 mg amyloglycosidase (Merch, 100 U/mg) og 0,1 g chloramphenicol (SIGMA, No. C-0378) opløses i acetatbuffer ad 1 liter. Frisk opløsning til hver inkubation. Pas på udfældning.

Apparatur:

Analysevægt

Varmeskab

Eksikator

Mølle med 1 mm sold

Vandbad med cirkulationspumpe og termostad, 40-80°C

Filterdigler 100 ml (porøsitet 1) (figur 1)

Gummiprop

Vandsugepumpe

Procedure:

Prøven formales gennem et 1 mm sold. Prøvernes indhold af tørstof og organisk stof bestemmes.

2 × 0,5 g prøve afvejes i filterdigler med bundprop. Der tilsættes 30 ml forvarmet pepsin-HCl opløsning, diglerne lukkes med gummiprop og inkuberes 24 t ved 40°C i vandbad. Diglerne rystes 2 gange under inkubationen.

Derefter overføres diglerne til et 80°C varmt vandbad i nøjagtig 45 min. Efter inkubationen fjernes propperne fra filterdiglerne, væsken suges fra og der vaskes med vand for at neutralisere resten.

Bundprop sættes. Der tilsættes 30 ml enzym-

Tabel 3 Sammensætning og fordøjelighed (bestemt på 5 får) af hø anvendt i fordøjelighedsforsøg.

Composition and digestibility (measured on 5 sheep) of hay used in digestibility trial.

	Sammen- sætning % af tørstof	For- døjelighed (%)	Spredning på middelværdi for fordøjelighed (SEM)
Organisk stof	93,75	76,1	0,9
Aske	6,25		
Råprotein	8,91	58,4	1,6
Råfedt	1,93	31,4	1,6
Træstof	26,70	76,4	1,3
NFE	56,21	80,4	0,7
NDF	49,20	71,5	1,4
ADF	22,00	59,9	1,7
Energi (MJ/ kg ts)	17,97	71,5	1,1

acetatbuffer. Filterdiglen lukkes med gummiprop og inkuberes i 24 timer i vandbad ved 40°C. Derefter overføres diglerne til varmeskab ved 60°C i 19 timer. Diglerne rystes 2 gange under inkubationen.

Efter inkubationen fjernes propperne, væsken suges ud, der vaskes med varmt vand (kogende) og tilsidst med 2 × 20 ml acetone. Den første vask med acetone foregår med bundprop, således at acetonen tilbageholdes i 5 min. for at sikre en tilstrækkelig effektiv ekstraktion.

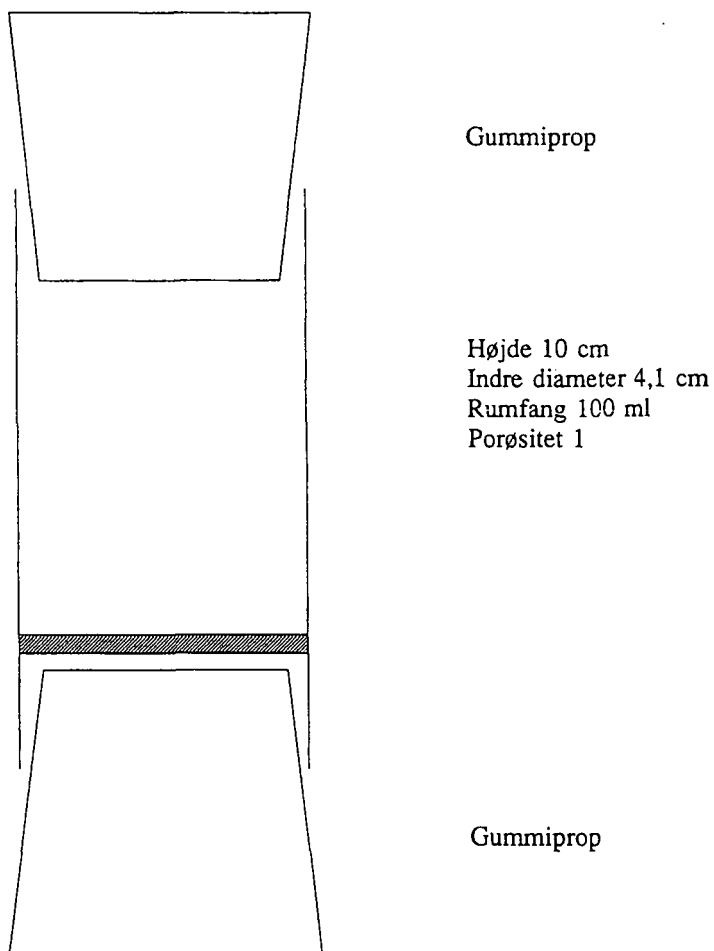
Filtrene med resten tørres ved 100°C natten over. Efter afkøling i eksikator vejes diglen med materialet og anbringes derefter i foraskningsovn i mindst 4 timer ved 525°C. Efter foraskning afkøles diglerne i eksikator og vejes. Vægtforskellen før og efter foraskning er uopløseligt organisk stof. Herefter udregnes opløseligheden i % af organisk stof:

Opløseligheden af organisk stof (%) =
 $100 \times (\text{g indvejet organisk stof} - \text{g uopløseligt organisk stof}) / \text{g indvejet organisk stof}$

Kontrol:

Ved hver inkubation medtages 3 standardprøver med kendt opløselighed (en med høj opløselighed, en med lav opløselighed samt en palmekage hvis der er palmekage i de prøver,

der skal analyseres). Hvis resultatet for disse hele serien om.
prøver afviger mere end 2 procentenheder laves



Figur 1 Filterdigler.
Filter crucible.

3 Resultater og diskussion

3.1 Fordøjelighedsforsøg med får

Bortset fra problemer med palmeexpeller, hvedeklid og kokoskage forløb fordøjelighedsforsøgene tilfredsstillende. Palatabiliteten af palmeexpeller var således, at fårene ikke ville æde palmeexpellerne (2 partier blev afprøvet), og der kunne således ikke bestemmes fordøjelighed på disse partier. Fodring med hvedeklid resulterede i en ret tynd afføring, og fordøjeligheden viste efterfølgende meget store variationer og er derfor udeladt. Kokoskage blev kun afprøvet ved lavt kraftfoder:hø forhold på grund af fordøjelsesproblemer.

Resultaterne for fordøjeligheder er givet i tabel 4 som gennemsnit over de to kraftfoder:hø forhold. Fordøjeligheden af organisk stof i de undersøgte partier har varieret fra 64,1% for bomuldsfrøkager (delv. afs.) til 93,3% for ærter. Den gennemsnitlige spredning på middelværdien er for fordøjeligheden af organisk stof 1,0, hvilket er rimeligt for fordøjeligheder fundet som differens, idet det kun er lidt højere end de 0,8, som man kunne have forventet, hvis det havde været fordøjelighedsforsøg med udelukkende grovfoder (Møller et al., 1989). Til sammenligning er tabelværdier for fordøjeligheder givet i tabel 5. De største afvigelser i forhold til tabelværdierne for fordøjelighed af organisk stof blev fundet for bomuldsfrøkager, som tabelværdien overvurderede med 9%enheder (64,1% mod 73%), særlig på grund af overvurdering af råprotein og NFE fordøjelighed. Tabelværdien for ærter undervurderede fordøjeligheden af organisk stof med 8%enheder (93,3% mod 85%), særlig på grund af overvurdering af træstofindhold og undervurdering af træstoffordøjelighed samt undervurdering af råprotein samt NFE fordøjelighed. Tabelværdier for majs glutenfoder overvurderede fordøjeligheden af organisk stof med 6%enheder. For de 16 råvarer har tabelværdierne for organisk stof kunnet estimere fordøjeligheden af organisk stof hos får med en spredning på 4,4%enheder.

For kraftfoderblandingerne var der betydelige afvigelser mellem de fundne fordøjeligheder af organisk stof og værdierne beregnet ud fra råvaresammensætningen (recept) og tabelværdier for blanding nr. 74, 78 og 80 på henholdsvis 7, 7 og 9%enheder. For kraftfoderblandingerne har afvigelserne fra målte værdier til værdier beregnet ud fra sammensætning og tabelværdier tendens til at være ensidige og i gennemsnit for 21 kraftfoderblandinger overvurderer den beregnede værdi fordøjeligheden af organisk stof med 1,8 %enheder.

Stivelsesmængden i gødning var minimal, og stivelsesfordøjeligheden var større end 99% for fodermidler med et rimeligt højt stivelsesindhold.

Enzymatisk bestemmelse af sukker gav en vis sukkermængde i gødning, men analyser v.h.a. gaskromatografi viste et sukkerindhold omkring detektionsgrænsen, således at man kan regne med en tilsyneladende fordøjelighed på 100% for sukker.

Fordøjeligheden er i det forudgående givet som gennemsnit af de to kraftfoder:hø forhold. En test på hele materialet viste, at der var forskel i visse fordøjeligheder mellem de to kraftfoder:hø forhold. Det ses af tabel 6, at fordøjeligheden af organisk stof generelt ikke har været påvirket af kraftfoder:hø forholdet, mens fordøjeligheden af råprotein var højere på højt kraftfoderniveau og fordøjeligheden af NDF og ADF var lavere på højt kraftfoderniveau. Men da kraftfodermidlerne var vidt forskellige, er det svært at vurdere effekterne generelt. Derfor er de to kraftfoder:hø forhold sammenlignet indenfor fodermiddel ved en t-test, som angivet i tabel 7. I tabel 7 er testsandsynlighederne for, at der ikke er forskel, angivet i de tilfælde, hvor denne har været mindre end 0,1.

En stor del af de fundne forskelle i fordøjeligheder mellem de to kraftfoder:hø forhold skyldes sandsynligvis den usikkerhed (tabel 3) hvormed fordøjeligheden af hø er bestemt, idet en fejl på bestemmelsen af høets fordøjelighed

Tabel 4 Fordøjeligheder (%) af organisk stof, råprotein, råfedt, træstof, NFE, NDF, ADF samt energi. Gennemsnit over to kraftfoder:hø forhold. SEM = spredning på middelværdi.

Digestibility (%) of organic matter, crude protein, crude fat, crude fibre, NFE, NDF, ADF and energy. Mean of two concentrate: roughage ratios. SEM = standard error of mean.

Nr.	Navn	Antal får	Organisk stof	SEM	Rå- protein	SEM	Råfedt	SEM	Træstof	SEM	NFE	SEM	NDF	SEM	ADF	SEM	Energi ¹	SEM
43	Byg valset	6	89,0	0,8	77,6	1,4	79,8	2,1	53,0	5,6	93,7	0,5	63,0	4,2	65,5	4,9	87,3	1,4
44	Hvede valset	5	89,2	0,5	73,9	1,4	71,7	3,3	34,7	5,6	94,1	0,4	52,9	3,9	52,2	4,4	85,6	0,7
45	Rug valset	6	89,5	0,7	72,8	2,0	67,0	2,4	40,0	5,5	93,7	0,4	44,2	6,2	54,6	9,9	87,5	0,6
46	Havre valset	6	81,3	1,2	70,5	2,2	79,9	3,9	45,9	3,8	87,4	0,8	50,5	4,9	52,4	4,5	78,4	1,9
47	Ærter valset	5	93,3	1,3	83,5	2,7	75,0	2,3	86,7	6,1	97,1	0,7	88,6	5,2	96,8	4,3	87,4	1,2
48	Bomuldsfrøskrå (delv. afs.)	6	74,9	1,1	78,5	1,1	69,8	1,8	55,9	2,4	78,5	1,2	54,4	2,7	39,0	3,1	71,0	2,0
50	Rapsskrå	6	75,2	0,7	80,9	0,7	82,8	0,7	32,9	2,0	81,5	0,8	43,5	1,7	33,8	1,0	75,0	0,9
51	Kokoskage (fedtrig)	5	84,7	2,3	73,8	3,0	95,2	0,4	82,7	3,4	88,1	2,4	83,3	3,2	76,0	2,4	84,3	2,4
52	Kosetter	6	89,6	0,8	67,5	1,9	23,6	3,6	91,8	1,6	94,8	0,6	93,6	2,6	95,8	2,6	88,1	1,3
54	Tapioka	6	87,6	0,9	-38,0	11,2	28,9	4,9	62,6	3,2	95,0	0,5	54,9	2,7	57,9	2,9	82,0	1,0
55	Rapskager	6	73,9	0,6	76,3	1,4	79,4	2,4	53,0	1,0	79,0	0,7	53,9	1,9	38,1	0,9	73,7	0,5
56	Hørfrøkager	6	76,6	1,1	83,4	1,0	84,4	1,1	54,0	2,3	76,7	0,9	47,9	2,7	32,6	3,2	77,2	1,5
58	Solsikkeskrå (delv. afs.)	6	64,7	1,5	81,6	0,9	74,7	0,9	32,8	2,9	72,1	1,6	35,7	2,2	40,7	1,5	62,3	2,1
59	Citruspulp	6	86,3	0,6	39,9	2,8	73,6	1,3	84,9	1,2	92,6	0,3	86,6	2,3	90,4	0,9	82,6	0,7
60	Majsglutenfoder	6	79,7	1,5	70,1	1,3	78,7	0,4	66,0	3,4	85,7	2,2	74,2	3,0	68,5	3,6	77,1	2,5
61	Bomuldsfrøkager (delv. afs.)	6	64,1	1,4	70,5	1,0	88,0	0,6	57,8	2,3	54,9	2,4	54,5	2,6	28,9	2,9	63,8	2,2
62	Kraftfoderblanding	6	83,6	0,8	82,8	0,7	86,2	1,4	65,0	2,8	88,4	0,6	62,7	3,7	47,1	3,8	82,2	0,2
63	Kraftfoderblanding	6	78,9	0,9	83,2	0,4	88,3	0,5	66,1	2,5	75,8	1,4	60,3	3,7	39,4	3,4	80,8	0,3
64	Kraftfoderblanding	6	86,5	0,9	82,4	1,0	87,0	0,8	65,9	4,7	90,2	0,6	66,6	4,3	54,6	4,7	84,7	1,2
65	Kraftfoderblanding	6	76,1	1,0	83,2	0,6	88,5	0,7	59,0	1,9	72,4	1,5	49,6	3,2	35,1	2,5	77,9	0,7
66	Kraftfoderblanding	6	79,5	0,5	76,9	0,8	84,7	1,2	68,8	1,6	83,6	0,6	64,2	2,0	52,6	2,6	78,4	0,3
67	Kraftfoderblanding	6	73,2	0,5	69,4	0,5	83,9	0,6	59,8	1,4	77,2	0,5	57,1	1,2	45,4	1,5	72,0	0,3
68	Kraftfoderblanding	6	83,4	1,4	83,8	1,1	85,2	0,9	61,1	3,6	87,8	1,1	62,7	3,4	61,8	4,1	81,4	1,9
69	Kraftfoderblanding	6	74,2	0,8	69,3	1,2	75,8	1,5	64,3	1,6	78,7	0,6	61,1	1,6	57,3	1,5	70,1	0,3
70	Kraftfoderblanding	6	88,3	0,9	85,8	1,3	82,2	1,3	64,6	3,4	92,3	0,6	67,6	3,6	61,0	3,9	86,0	1,4
71	Kraftfoderblanding	6	85,3	0,3	84,0	1,8	83,7	0,5	69,0	3,2	89,0	1,2	70,8	1,6	61,4	2,2	83,7	0,4
72	Kraftfoderblanding	6	82,8	1,3	84,9	0,9	88,5	0,9	66,9	2,9	83,9	2,7	67,6	4,6	51,6	4,4	84,2	0,4
73	Kraftfoderblanding	6	75,6	0,9	81,1	1,0	85,5	1,9	53,9	2,1	74,3	1,0	46,9	3,2	36,2	3,3	76,6	0,4
74	Kraftfoderblanding	6	69,6	1,7	72,0	1,4	87,9	0,9	48,5	3,7	69,9	1,8	52,2	3,7	28,4	3,1	68,9	2,7
75	Kraftfoderblanding	6	80,3	1,4	63,9	2,5	65,7	1,9	55,8	3,1	88,2	1,0	60,4	3,6	57,5	3,6	75,6	2,1
76	Kraftfoderblanding	5	84,9	0,8	78,1	1,8	70,4	2,3	65,9	2,7	90,7	0,5	62,9	3,2	64,0	3,2	81,8	1,6
77	Kraftfoderblanding	6	73,5	1,3	71,7	1,2	88,7	1,7	47,3	2,6	79,0	1,2	56,8	2,2	40,2	2,4	73,1	1,9
78	Kraftfoderblanding	6	72,1	1,3	72,9	1,9	88,6	0,5	46,3	2,7	75,8	1,0	56,6	2,9	37,6	2,8	73,5	1,3
79	Kraftfoderblanding	6	73,8	0,2	76,1	0,9	87,0	0,2	55,3	1,6	73,0	0,6	58,6	1,7	37,2	2,2	73,8	0,4
80	Kraftfoderblanding	6	73,2	1,6	76,6	1,2	88,1	0,5	49,1	3,9	71,8	2,0	56,9	3,5	36,5	3,7	73,4	2,2
81	Kraftfoderblanding	6	76,7	1,2	78,7	1,0	87,7	0,6	60,0	2,9	77,4	1,4	67,6	2,9	46,7	3,2	75,9	1,9
82	Kraftfoderblanding	6	75,3	0,7	71,0	1,3	88,1	0,7	59,5	1,5	81,3	0,7	66,4	1,7	46,6	1,8	74,2	0,9
83	Kraftfoderblanding	6	84,4	1,0	75,5	2,5	88,1	0,7	52,4	2,9	91,0	0,6	71,1	2,2	58,3	2,7	80,8	1,3

1 Energifordøjelighed er kun bestemt ved højt hø:kraftfoder forhold.

Tabel 5 Tabelværdier for fordøjeligheder (%) af råvarer samt kraftfoderblandinger.
Table values for digestibilities (%) of straights and compounded feedstuffs.

Nr.	Navn	Organisk stof ¹	Råprotein ¹	Råprotein ²	Råfedt ¹	Råfedt ³	Træstof ¹	NFE ¹
43	Byg	88	71	70	75	63	35	95
44	Hvede	89	71	69	65	60	45	95
45	Rug	89	64	64	65	52	45	95
46	Havre	77	70	69	85	78	30	85
47	Ærter	85	81	77	85	56	45	95
48	Bomuldsskrå (delv. afs.)	70	86	86	90	68	30	70
50	Rapsskrå	77	86	84	95	81	30	80
51	Kokoskage (fedtrig)	80	79	79	95	88	65	80
52	Kosetter	85	66	66	7	28	80	65
54	Tapioka	90	10	-5	70	19	55	95
55	Rapskager	77	86	83	95	89	30	80
56	Hørfrøkager	78	85	84	95	85	35	80
58	Solsikkeskrå (delv. afs.)	65	85	84	90	64	30	65
59	Citruspulp	83	50	54	50	70	85	90
60	Majsglutenfoder	86	80	79	85	75	30	95
61	Bomuldskager (delv. afs.)	73	86	84	95	83	30	70
62	Kraftfoderblanding	81		80		85		
63	Kraftfoderblanding	80		85		88		
64	Kraftfoderblanding	86		77		83		
65	Kraftfoderblanding	75		84		88		
66	Kraftfoderblanding	81		80		83		
67	Kraftfoderblanding	77		79		86		
68	Kraftfoderblanding	84		77		84		
69	Kraftfoderblanding	76		75		79		
70	Kraftfoderblanding	87		80		79		
71	Kraftfoderblanding	82		80		81		
72	Kraftfoderblanding	82		85		88		
73	Kraftfoderblanding	78		84		89		
74	Kraftfoderblanding	77		84		88		
75	Kraftfoderblanding	83		72		60		
76	Kraftfoderblanding	87		80		71		
77	Kraftfoderblanding	76		82		88		
78	Kraftfoderblanding	79		82		89		
79	Kraftfoderblanding	78		84		89		
80	Kraftfoderblanding	82		85		89		
81	Kraftfoderblanding	77		85		87		
82	Kraftfoderblanding	-		81		85		
83	Kraftfoderblanding	84		76		82		

¹ Beregnet ud fra råvare sammensætning (recept) samt LK (1991) ² Beregnet ud fra Thomsen (1979)

³ Beregnet ud fra Weisbjerg et al. (1991)

vil få meget større indflydelse på bestemmelsen af kraftfoderets fordøjelighed når kraftfoder:hø forholdet er lavt, eller når indholdet af et næringsstof er lavt i det undersøgte kraftfoder-middel i forhold til indholdet i høet.

3.2 In vitro opløselighed med enzymer

Udgangspunktet for arbejdet med in vitro opløselighed med enzymer var metoden beskrevet

af De Boever et al. (1986). Denne metode består af en inkubation med pepsin-HCl i 24 timer ved 40°C, opvarmning af samme blanding i 45 minutter ved 80°C og endelig en inkubation med en cellulase-acetatbufferopløsning i 24 timer ved 40°C. Til slut vask med vand, tørring, vejning, foraskning og vejning til bestemmelse af uopløst organisk stof.

Tabel 6 Mindste kvadraters gennemsnit for fordøjeligheden (%) for de to kraftfoder:hø forhold ved vurdering af hele materialet (både råvarer og kraftfoderblandinger).

Least squares means of digestibility (%) for the two concentrate:hay rations for the whole material (both straights and compounded feedstuffs).

	Lav kraftfoder Høj hø	Høj kraftfoder Lav hø	Test- sandsynlighed
Organisk stof	79,6	79,4	0,6
Råprotein	71,4	73,9	0,0009
Råfedt	78,6	77,4	0,15
Træstof	59,6	57,7	0,08
NFE	83,3	82,7	0,14
NDF	63,5	58,9	<0,0001
ADF	55,4	48,2	<0,0001

3.2.1 Metodeudvikling

Da danske kraftfoderblandinger generelt er fedtrige, blev der fra starten indført en afsluttende vask med acetone for at trække fedtet ud. Afprøvning af forskellige cellulase præparater gav rimelige resultater for de fleste fodermidler, men der blev i visse tilfælde observeret en for stor spredning på bestemmelser for kornprodukter, og opløseligheden af forskellige palmeprodukter var alt for lave. Cellulaseblandingen blev derfor tilsat amyloglucosidase for at opløse stivelse, der eventuelt ikke er opløst ved hydrolysen. Cellulaseblandingen blev optimeret ved at vælge den blanding, der gav den højeste opløselighed på et sæt af råvarer, der var udvalgt som dem, hvor tidligere in vitro opløseligheder undervurderede fordøjeligheden målt på får.

Problemerne med palmekage skyldes polymere manoser, som kun kan opløses med enzymet gamanase (D.I. Givens, personlig meddelelse). Enzymblandingen blev derfor tilsat gamanase og inkubationstiden med cellulaseblandingen blev forlænget til 48 timer, da opløsningen af disse forbindelser i palmekage er en langsom proces. Dette øgede opløseligheden af palmekage, men var ikke nok til at få opløseligheden op på det niveau, der kunne forventes udfra in vivo fordøjelighederne. Derfor blev inkubationen med cellulase delt op i 2 trin, de første 24 timer ved 40°C og derefter 19 timer ved 60°C. Denne øgning af inkubationstemperaturen bragte opløseligheden af forskellige palmekagepartier op på det niveau, der forven-

tedes udfra in vivo værdier, uden at det så ud til at påvirke opløseligheden af andre råvarer.

I det efterfølgende er kun givet resultater for den anbefalede procedure ENZ60 (beskrevet i afsnit 2.2) samt resultater fra de tre forudgående procedurer, hvor forskelle i forhold til ENZ60 var henholdsvis 43 timer inkubation ved 40°C med cellulase-gamanaseblandingen (ENZ43) og inkubation i 24 timer ved 40°C med en tilsvarende cellulaseblanding (ENZ24) samt inkubation i 24 timer med celluclast som eneste enzym (ENZ).

I tabel 8 er for de danske prøver vist fordøjeligheden af organisk stof målt hos får (FKOS), ENZ, ENZ24, ENZ43 og ENZ60. Desuden er hollandske prøver af palmekager medtaget.

Det ses af tabel 8, at brug af en enzymblanding (ENZ24, ENZ43 og ENZ60) generelt har givet væsentlig højere opløseligheder end brug af kun celluclast, især for fodermidler med lav fordøjelighed. Det ses endvidere, at udvidelse af inkubationstiden (ENZ43) samt øgning af temperaturen de sidste 19 timer af inkubationstiden kun har øget opløseligheden af palmekage og kraftfoderblandinger, der indeholder palmekage, mens alle andre fodermidler synes at være upåvirket af forlængelsen af inkubationstiden og øgningen af temperaturen de sidste 19 timer af inkubationsperioden. En sammenligning af metodernes evne til at forudsige fordøjeligheden målt hos får er vist i tabel 10 i afsnit 3.3.

3.2.2 Ringtest

In vitro enzymmetodens reproducerbarhed blev afprøvet i en mini-ringtest mellem Centrallaboratoriet, Forskningscenter Foulum og Steins Laboratorium, Ladelund og resultaterne blev sammenlignet med resultater opnået ved Afd. for Forsøg med Kvæg og Får.

Til denne undersøgelse blev der anvendt 20 prøver, heraf 7 råvarer og 13 kommercielle kraftfoderblandinger. Prøverne var nedfrosne, friske prøver fra foderpartierne vist i tabel 1. Prøverne blev tørret (80°C) og formalet (1 mm sold) på en hammermølle på Centrallaboratoriet, hvorefter en underprøve blev sendt til Steins, Ladelund. De cellulolytiske enzymer, der blev anvendt, var fra samme batch. På begge laboratorier blev der foretaget to bestemmelser på forskellige dage.

Tabel 7 Testsandsynligheder fra t-test for forskel mellem fordøjeligheder fundet ved forskellige kraftfoder: hø forhold indenfor fodermiddel. Nul hypotese = ingen forskel. Kun testsandsynligheder < 0,1 er vist.

Test probabilities from t-test for difference between digestibilities found with different concentrate:hay ratios within feedstuff. Null hypothesis = no difference. Only probabilities < 0.1 are shown.

Nr.	Navn	Organisk stof	Råprotein	Råfedt	Træstof	NFE	NDF	ADF
43	Byg			0,08				
44	Hvede					0,03		
45	Rug							0,05
46	Havre							
47	Ærter	0,04		0,004		0,002		
48	Bomuldsfrøskrå (delv. afs.)							
50	Rapsskrå							
51	Kokoskage (fedtrig)							
52	Kosetter						0,02	0,003
54	Tapioka		0,04					
55	Rapskage		0,04		0,07		0,07	0,07
56	Hørfrø							
58	Solsikkekrå (delv. afs.)							
59	Citruspulp							0,02
60	Majsglutenfoder							
61	Bomuldsfrøkager (delv. afs.)						0,08	
62	Kraftfoderblanding	0,002			0,06	0,02	0,001	0,003
63	Kraftfoderblanding	0,02			0,007	0,07	0,005	0,04
64	Kraftfoderblanding							0,07
65	Kraftfoderblanding	0,1			0,06		0,04	0,06
66	Kraftfoderblanding							
67	Kraftfoderblanding							0,03
68	Kraftfoderblanding							
69	Kraftfoderblanding		0,008			0,05		
70	Kraftfoderblanding							
71	Kraftfoderblanding							0,004
72	Kraftfoderblanding							
73	Kraftfoderblanding			0,05				
74	Kraftfoderblanding							
75	Kraftfoderblanding							
76	Kraftfoderblanding							
77	Kraftfoderblanding						0,08	
78	Kraftfoderblanding							
79	Kraftfoderblanding			0,08	0,003		0,002	0,02
80	Kraftfoderblanding							
81	Kraftfoderblanding							
82	Kraftfoderblanding							
83	Kraftfoderblanding							

De 20 prøver var udvalgt således, at kraftfoderblandingerne dækkede det relevante område med hensyn til fordøjelighed og blandt råvarerne var de prøver udvalgt, der forventedes at give de største problemer ud fra erfaringer opnået på Afd. for Forsøg med Kvæg og Får.

Undersøgelsen viste, som angivet i tabel 9, at der var en rimelig overensstemmelse mellem laboratorier. For kraftfoderblandinger var over-

enstemmelsen mellem laboratorier udmærket, mens der for enkelte råvarer var lovlig stor forskel, men råvarerne var jo også som ovenfor nævnt udvalgt som de prøver, der kunne forventes at give problemer.

En statistisk analyse på resultaterne fra de 13 kraftfoderblandinger viste, at der var en signifikant niveauforskelle mellem dage indenfor laboratorium. For Steins var gennemsnittet for de

Tabel 8 Fårefordøjelighed af organisk stof (FKOS, %) samt in vitro opløselighed af organisk stof (%) målt ved 4 forskellige metoder. Metoderne er beskrevet i teksten.

Sheep digestibility of organic matter (FKOS, %) and in vitro solubility of organic matter measured by four different methods. The methods are described in the text.

Nr.	Navn	FKOS	ENZ	ENZ24	ENZ43	ENZ60
43	Byg	89,0	89,4	93,2	91,3	90,2
44	Hvede	89,2	93,6	97,7	96,4	95,9
45	Rug	89,5	93,0	97,2	96,2	94,9
46	Havre	81,3	78,9	82,4	79,5	78,2
47	Ærter	93,3	98,0	100,0	98,5	98,2
48	Bomuldsfrøskrå (delv. afs.)	74,9	74,3	81,2	81,4	79,6
50	Rapsskrå	75,2	76,7	83,7	80,8	81,0
51	Kokoskage (fedtrig)	84,7	73,2	91,9	91,2	91,7
52	Kosetter	89,6	95,2	97,7	96,3	96,0
54	Tapioka	87,6	95,0	95,0	94,5	94,2
55	Rapskage	73,9	80,0	87,1	86,5	85,9
56	Hørfrøkage	76,6	76,3	86,6	86,2	86,2
57	Palmeexpeller	-	42,1	58,3	63,5	69,7
58	Solsikkeskrå (delv. afs.)	64,7	64,7	69,8	69,5	69,3
59	Citruspulp	86,3	95,4	96,9	97,0	96,2
60	Majsglutenfoder	79,7	75,6	94,7	89,7	85,7
61	Bomuldsfrøskager (delv. afs.)	64,1	60,4	69,9	72,7	70,9
62	Kraftfoderblanding	83,6	83,8	89,0	89,8	88,3
63	Kraftfoderblanding	78,9	80,9	89,5	89,9	87,9
64	Kraftfoderblanding	86,5	88,8	92,6	92,7	90,5
65	Kraftfoderblanding	76,1	77,1	80,1	82,3	79,6
66	Kraftfoderblanding	79,5	83,7	86,3	86,6	85,7
67	Kraftfoderblanding	73,2	76,3	83,8	84,1	80,5
68	Kraftfoderblanding	83,4	87,5	91,0	91,0	90,1
69	Kraftfoderblanding	74,2	73,4	84,7	81,7	80,0
70	Kraftfoderblanding	88,3	90,9	93,2	92,6	91,6
71	Kraftfoderblanding	85,3	87,9	91,0	94,6	90,5
72	Kraftfoderblanding	82,8	84,8	90,1	89,0	88,9
73	Kraftfoderblanding	75,6	83,1	85,7	85,5	83,3
74	Kraftfoderblanding	69,6	74,9	82,1	79,9	77,2
75	Kraftfoderblanding	80,3	-	89,7	89,8	89,1
76	Kraftfoderblanding	84,9	-	93,4	93,4	82,5
77	Kraftfoderblanding	73,5	-	79,3	82,0	79,2
78	Kraftfoderblanding	72,1	-	80,2	80,0	79,9
79	Kraftfoderblanding	73,8	-	82,6	83,3	82,2
80	Kraftfoderblanding	73,2	-	85,5	86,0	83,5
81	Kraftfoderblanding	76,7	-	83,4	84,5	82,7
82	Kraftfoderblanding	75,3	-	79,8	-	78,4
83	Kraftfoderblanding	84,4	-	85,8	87,9	87,8
91	Soyaskrå	90,5	96,3	98,5	98,5	98,7
92	Soyaskrå	89,7	94,5	98,3	98,4	98,4
70756	Palmeexpeller	36,6	-	43,3	44,2	47,1
2549	Palmeexpeller	58,3	-	49,9	55,9	62,6
3981	Palmeexpeller	71,5	-	54,3	61,7	67,6

to dage henholdsvis 86,1% og 86,6% ($P=0,04$, forskel mellem dage). For Centrallaboratoriet var gennemsnittet for de to dage henholdsvis 85,5% og 84,6% ($P=0,003$, forskel mellem da-

ge). For Steins var det totale gennemsnit 86,3% mod 85,0% for Centrallaboratoriet ($P<0,0001$, forskel mellem laboratorier). Residualspredningen var 1,01, mens den var 0,70 hvis der blev

Tabel 9 % enzymopløselig organisk stof (ENZ60) bestemt på 3 laboratorier (Steins, Ladelund; Centrallaboratoriet, Foulum og Afd. for Forsøg med Kvæg og Får, Foulum).
% enzyme soluble organic matter (ENZ60) analyzed on 3 laboratories (Steins, Ladelund; Central laboratory, Foulum and Department of Research in Cattle and Sheep, Foulum).

Nr.	Navn	C-Lab. ¹	Steins ¹	Kvægafd. ²
43	Byg	90,5	92,1	90,2
44	Hvede	96,4	97,7	95,9
46	Havre	75,8	76,4	78,2
57	Palmeexpeller	64,0	62,1	69,7
58	Solsikkeskrå	67,9	70,3	69,3
60	Majsglutenfoder	83,8	87,8	85,7
61	Bomuldsfrøkage	67,1	66,6	70,9
62	Kraftfoderblanding	87,7	89,3	88,3
64	Kraftfoderblanding	91,2	92,7	90,5
65	Kraftfoderblanding	79,1	81,1	79,6
66	Kraftfoderblanding	85,2	86,5	85,7
67	Kraftfoderblanding	79,7	82,0	80,5
70	Kraftfoderblanding	92,1	93,6	91,6
72	Kraftfoderblanding	88,1	89,1	88,9
73	Kraftfoderblanding	83,0	84,5	83,3
74	Kraftfoderblanding	77,8	77,7	77,2
76	Kraftfoderblanding	92,4	93,2	92,5
79	Kraftfoderblanding	80,8	81,8	82,2
81	Kraftfoderblanding	80,8	82,8	82,7
83	Kraftfoderblanding	87,3	88,6	87,8

¹ Resultater fra Steins og Centrallaboratoriet er gennemsnit af to enkeltbestemmelser foretaget på forskellige dage.
² Resultater fra Afd. for Forsøg med Kvæg og Får er gennemsnit af en dobbeltbestemmelse.

taget hensyn til forskellen mellem laboratorier. Indenfor Centrallaboratoriet var residualspredningen 0,90, mens den var 0,65, når der blev ta-

get hensyn til forskel mellem dage. Indenfor Steins var residualspredningen 0,50, mens den var 0,41, når der blev taget hensyn til forskel mellem dage. Det gennemsnitlige resultat fra Afd. for Forsøg med Kvæg og Får var 85,4%, det vil sige midt mellem de andre to laboratorier.

Der er således systematiske forskelle indenfor og mellem laboratorier, men kvantitativt er disse af en acceptabel størrelsesorden. Metoden vurderes derfor at have en tilfredsstillende reproducerbarhed.

Med hensyn til selve metodens praktiske gennemførelse, vurderes metoden at være anvendelig, hvis der konstrueres en koldekstraktionsbænk, der passer til de anvendte digler, idet brug af sugokolbe er for arbejdskrævende og med hensyn til arbejdsmiljø uheldig, når der afsluttes med en vask med acetone.

3.3 Sammenhæng mellem in vitro opløseligheden og fordøjeligheden hos får

Sammenhængen mellem in vitro opløseligheden og fordøjeligheden bestemt på får er analyseret ved regressionsanalyse. I tabel 10 er de i tabel 8 nævnte metoder sammenlignet på det danske materiale med hensyn til deres evne til at forudsige fordøjeligheden hos får. Det ses, at selv uden at der indgår rene palmekager i dette materiale er det ENZ60, der giver den højeste forklaringsgrad. Resultaterne for regressionsanalyser på hvert af de tre sæt prøver (danske, belgiske og hollandske), på det samlede materiale minus de to prøver med de laveste fordøjeligheder (idet disse 2 prøver klart lå uden for den lineære sammenhæng), samt på kraftfoderblandinger er vist i tabel 11.

Tabel 10 Sammenhængen mellem fordøjeligheden af organisk stof (%) bestemt hos får (FKOS) og in vitro opløseligheden af organisk stof (%) bestemt ved forskellige enzymmetoder (tabel 8, danske prøver).
Regression equations of digestibility of organic matter (%) measured with sheep (FKOS) against in vitro digestibility of organic matter (%) using different enzyme methods (table 8, danish samples)

Enzymmetode	N	FKOS =	Spredning på		S	R ²
			β ₀	β ₁		
ENZ	31	20,5 + 0,728 · ENZ	5,1	0,06	3,2	0,83
ENZ24	40	-0,4 + 0,917 · ENZ24	5,6	0,06	2,9	0,85
ENZ43	39	-5,3 + 0,974 · ENZ43	5,8	0,06	2,8	0,86
ENZ60	40	-0,2 + 0,930 · ENZ60	5,0	0,06	2,7	0,87

Tabel 11 Sammenhængen mellem fordøjeligheden af organisk stof (%) bestemt hos får (FKOS) og in vitro opløseligheden af organisk stof (%) bestemt ved enzymmetoden (ENZ60).

Regression equations of digestibility of organic matter (%) measured with sheep (FKOS) against in vitro digestibility of organic matter (%) using enzymes (ENZ60).

Data materiale	N	FKOS =	Spredning på			R ²	Største residualer ¹
			β_0	β_1	S		
Dansk	40	$-0,16 + 0,930 \cdot \text{ENZ60}$	5,0	0,06	2,7	0,87	Havre, rapskage, byg
Belgisk	39	$7,27 + 0,849 \cdot \text{ENZ60}$	3,4	0,04	2,3	0,93	
Hollandsk	25	$-0,94 + 0,919 \cdot \text{ENZ60}$	5,0	0,06	4,4	0,92	Palmekage, kokoskage, tørret milo mask, palmekage, citruspulp
Hele materialet	104	$2,08 + 0,901 \cdot \text{ENZ60}$	2,5	0,03	3,1	0,90	Kokoskage, tørret milo mask, havre, palmekage, palmekage, citruspulp, byg, rapskage, soyaskaller
Hele materialet - 2 laveste værdier	102	$7,36 + 0,842 \cdot \text{ENZ60}$	2,8	0,03	2,9	0,87	Kokoskage, tørret milo mask, havre, palmekage, citruspulp, byg, rapskage, tørret mask
Alle kraftfoderblandinger	59	$5,38 + 0,867 \cdot \text{ENZ60}$	3,3	0,04	2,3	0,90	

¹ residual >5

Forskellene i regressionskoefficienten mellem de forskellige sæt prøver opvejes næsten fuldstændig af modvirkende forskelle i konstantleddet indenfor det interessante område mellem 70 og 95% enzymopløselighed. I yderområderne har det imidlertid en vis betydning hvilken ligning, der bruges. Da metoden først og fremmest skal bruges til kontrol af kraftfoderblandinger, vil det være rimeligt at bruge ligningen beregnet ud fra alle kraftfoderprøver. Derved undgås en eventuel betydende virkning af enkelte tvivlsomme råvarer af mindre betydning. Den meget brede sammensætning af både danske og belgiske kraftfoderblandinger gør også, at man ikke behøver at frygte, at ligningen beregnet på kraftfoderblandinger kun gælder i et snævert område med hensyn til fordøjelighed og sammensætning. De to prøver af råvarer med den laveste fordøjelighed ligger klart udenfor den lineære sammenhæng, der gælder for resten af materialet. Det er derfor tvivlsomt om den her givne sammenhæng vil gælde for råvarer og kraftfoderblandinger med en fordøjelighed af organisk stof på under 50%. For kraftfoderblandingerne er der en usignifikant

($P=0,2$) tendens til at hældningen er stejlere for det danske materiale end for det belgiske. Det kan skyldes, at der er større variation i det belgiske materiale.

Det anbefales at bruge følgende sammenhæng, som også er vist i figur 2:

Formel 3.1

Fordøjelighed af organisk stof hos får (%) = $5,38 + 0,867 \cdot \text{enzymopløseligheden af organisk stof (\%)}$

3.4 Sammenhæng mellem kemisk sammensætning og fordøjeligheden hos får

Indenfor et givet fodermiddel kan den kemiske sammensætning af et fodermiddel give en rimelig forudsigtelse af fordøjeligheden af fodermidlet (f.eks. blev træstofindholdet tidligere brugt til vurdering af indholdet af foderenheder i ensilage). På de danske prøver af råvarer og kraftfoderblandinger er det undersøgt, hvor stor andel af variationerne i fordøjeligheden af organisk stof, der kan forklares ved den kemiske sammensætning.

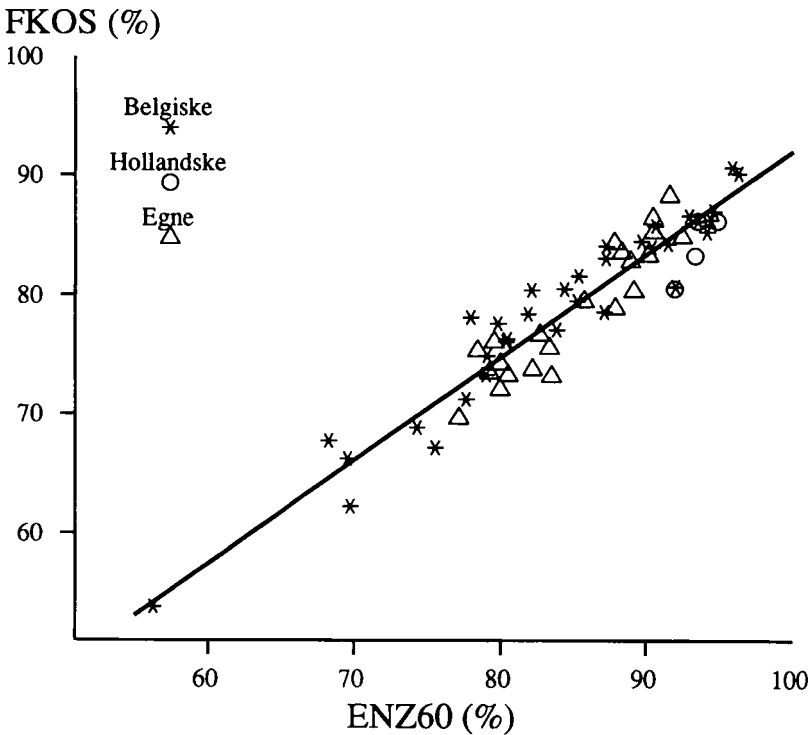
I de danske prøver var ADL og træstof de

Tabel 12 Forudsigelse af fordøjeligheden af organisk stof hos får ud fra kemisk analyse (% af organisk stof) sammenlignet med in vitro metoder. Forklaringsgrad (R^2) og residual spredning (S) fra lineær og multipel¹ regression.
Prediction of digestibility of organic matter in sheep from chemical analysis (% of organic matter) compared to in vitro methods. Coefficient of determination (R^2) and residual standard error (S) from linear and multiple regression.

	Rå-fedt	Rå-protein	Træ-stof	Stivelse	Suk-ker	NDF	ADF	ADL	ADL+ NDF	ADL+ træstof+ sukker	ADL+ træstof+ sukker+ stivelse	ENZ60	Vom saft ²
N	38	40	40	38	38	40	40	38	38	38	38	40	38
R ²	0,27	0,17	0,59	0,45	0,02	0,58	0,58	0,67	0,74	0,79	0,81	0,87	0,84
S	6,2	6,8	4,7	5,4	7,2	4,8	4,8	4,1	3,75	3,38	3,33	2,7	2,9

¹ De multiple regressioner med 2, 3 og 4 X variable der gav den største forklaring
² Værdier fra Weisbjerg et al. (1992)

kemiske mål, der gav den bedste forudsigelse af fordøjeligheden af organisk stof med R^2 værdier på henholdsvis 0,67 og 0,59 (tabel 12). Det er således en betydelig forbedring af forudsigelsen, man kan opnå ved brug af enzymmetoden ($R^2 = 0,87$; $S = 2,7$) eller in vitro med vomvæske



Figur 2 Sammenhængen mellem fordøjeligheden af organisk stof (%) fundet hos får (FKOS) og enzymopløseligheden af organisk stof (%) (ENZ60) for alle kraftfoderblandinger.
Digestibility of organic matter (%) in sheep (FKOS) vs enzyme solubility of organic matter (%) (ENZ60) for all compounded feedstuffs

($R^2 = 0,84$; $S = 2,9$, Weisbjerg et al., 1992). Brug af multipel regression på flere kemiske mål øgede forklaringsgraden, men selv ved brug af de 4 mest forklarede kemiske mål (ADL, træstof, sukker og stivelse) kunne der kun opnås en R^2 værdi på 0,81, det vil sige væsentlig ringere end enzymmetoden. Kemisk analyse er altså ikke et acceptabelt alternativ til forudsigelse af fordøjeligheden af organisk stof i kraftfoderblandinger, sandsynligvis fordi der er for stor forskel i sammensætningen af cellevægsfraktionen. Dette er i overensstemmelse med andre undersøgelser, der også har vist, at en kemisk analyse er utilstrækkelig til forudsigelse af fordøjeligheden af organisk stof, hvis der indgår mere end en råvare (De Boever et al., 1988; Van der Meer, 1989; Møller et al., 1989).

Hvorvidt en udvidet kemisk analyse vil kunne give et bedre grundlag for forudsigelse af fordøjeligheden af organisk stof er tvivlsomt, selvom det er klart, at de i tabel 1 og 12 givne kemiske analyser ikke giver en fuldstændig beskrivelse af fodermidlernes sammensætning. Som det ses af tabel 13, er der for de fleste fodermidler en betydelig forskel på cellevægsindholdet beregnet som organisk stof minus celleindholdsstofferne råprotein, råfedt, stivelse og sukker (Thomsen, 1983) og det analyserede cellevægsindhold (NDF). Denne forskel er særlig stor for citruspulp (37% af tørstof) og kosetter (31% af tørstof) og består sandsynligvis overvejende af pektin (Thomsen, 1983). For kraftfoderblandingerne ligger forskellen på i gennemsnit 11%. Der er altså en betydelig del af foderet, der ikke bliver beskrevet ved analysering af indholdet af NDF, råprotein, råfedt, stivelse og sukker. Hvis pektin, der regnes for at være letfordøjeligt, udgør hovedparten af denne restfraktion, vil en nærmere beskrivelse af restfraktionen sandsynligvis ikke give en øget forklaring af fordøjeligheden af organisk stof. For nærværende synes der således ikke at være rimelige alternativer til enzymmetoden til bestemmelse af fordøjeligheden af organisk stof.

Tabel 13 Cellevægskulhydrater i % af tørstof fundet ved henholdsvis analyse (NDF) og som differens mellem organisk stof og celleindholdsstofferne råprotein, råfedt, stivelse og sukker (CV).

Cell wall carbohydrates in % of dry matter found by analysis (NDF) and as difference between organic matter and the cell content crude protein, crude fat, starch and sugar (CV).

Nr.	Navn	NDF	CV	CV-NDF
43	Byg	13,9	22,1	8,2
44	Hvede	9,3	8,7	-0,6
45	Rug	9,5	7,0	-2,5
46	Havre	20,8	23,2	2,4
47	Ærter	10,0	15,8	5,8
48	Bomuldsfrøskrå (delv. afs.)	19,6	37,4	17,8
50	Rapsskrå	23,3	35,9	12,6
51	Kokoskage (fedtrig)	40,4	49,4	9,0
52	Kosetter	20,2	50,7	30,5
54	Tapioka	8,0	9,9	1,9
55	Rapskage	26,8	36,0	9,2
56	Hørfrø	23,6	42,6	19,0
57	Palmeexpeller	60,7	65,6	4,9
58	Solsikkeskrå (delv. afs.)	37,5	49,7	12,2
59	Citruspulp	18,5	55,7	37,2
60	Majsglutenfoder	34,0	48,2	14,2
61	Bomuldsfrøkager (delv. afs.)	35,1	46,9	11,8
62	Kraftfoderblanding	18,8	31,3	12,5
63	Kraftfoderblanding	21,4	32,6	11,2
64	Kraftfoderblanding	16,6	28,2	11,6
65	Kraftfoderblanding	22,7	36,2	13,5
66	Kraftfoderblanding	24,2	40,3	16,1
67	Kraftfoderblanding	28,2	40,0	11,8
68	Kraftfoderblanding	23,2	40,6	17,4
69	Kraftfoderblanding	32,6	44,7	12,1
70	Kraftfoderblanding	13,5	24,0	10,5
71	Kraftfoderblanding	20,2	31,5	11,5
72	Kraftfoderblanding	21,7	31,8	10,1
73	Kraftfoderblanding	19,7	33,0	13,3
74	Kraftfoderblanding	27,9	37,0	9,1
75	Kraftfoderblanding	21,9	32,7	10,8
76	Kraftfoderblanding	15,5	24,2	8,7
77	Kraftfoderblanding	28,1	41,6	13,5
78	Kraftfoderblanding	31,5	41,7	10,2
79	Kraftfoderblanding	25,6	33,9	8,3
80	Kraftfoderblanding	24,7	30,6	5,9
81	Kraftfoderblanding	27,6	33,9	6,3
82	Kraftfoderblanding	33,8	46,1	12,3
83	Kraftfoderblanding	26,5	37,7	11,2

4 Beregning af nettoenergiindhold ud fra kemisk sammensætning samt fordøjelighed af organisk stof

Indhold af fordøjelig energi kan beregnes ud fra den kemiske sammensætning samt fordøjeligheden af organisk stof. Der er tidligere publiceret formler til beregning af FE_K ud fra indholdet af fordøjelig energi samt enten indholdet af fordøjeligt træstof (Møller et al., 1983) eller indholdet af cellevægskulhydrater (LK, 1991a). Men oplysninger om indholdet af fordøjeligt træstof vil fremover ikke være tilgængelige for kraftfoderblandinger, og oplysninger om indholdet af cellevægskulhydrater vil kræve yderligere en analyse for sukker og stivelse.

Det har derfor været nødvendigt at udvikle en formel til beregning af FE_K ud fra indholdet af fordøjelig energi samt indholdet af træstof i tørstof. Beregningen af FE_K er tidligere beskrevet i 813. Meddelelse fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Weisbjerg & Hvelplund, 1992).

4.1 Formelgrundlag

Fodermiddeltabellen fra 1979 (Andersen & Just, 1979) har været basis for de foretagne beregninger, idet denne tabel er den sidste tabel, der er udkommet uden korrektioner i henhold til 555. beretning (Møller et al., 1983). Det bør bemærkes, at fordøjelighederne for råprotein i 1979 tabellen var beregnet ud fra råproteinindholdet i henhold til Thomsen (1979), men denne ændring medførte ingen ændring i indholdet af foderenheder, idet værditallene blev ændret således at indholdet af foderenheder blev fastholdt.

På grund af enkelte fejl og mangler i 1979 tabellen er følgende fodermidler udeladt: hvedekim (306), hvedemel (308), kødbenmel (411), guarmel (505), maltspirer (509), mask, tørret (510), sennep, gul (659), sød lupin, gul (660), lu-

cerne i knop (704) og rent græs, 36% træstof (769). Det i parentes opgivne nummer svarer til fodermiddelnummeret i 1979 fodermiddeltabellen.

Desuden er vinasse (520) udeladt, da fordøjeligheden af fedtfraktionen mangler, og skummetmælk (423), sødmælk (424) og valle (425) er udeladt, da værdierne gælder for kalve under 8 måneder. Grønpiller (721, 722 og 723) er udeladt, da der mangler fordøjelighedscoefficienter.

Fodermidlernes indhold af sukker er taget fra fodermiddeltabellen 1986 (LK, 1986). Dog mangler værdierne for sukker i en del af fodermidlerne, men kun kærnemælkspulver (409), kærnemælk (421) og fodersukker (502) formodes at have et sukkerindhold, der er større end 20% af tørstoffet, og disse tre fodermidler er derfor ikke medtaget i regressionsberegningen.

Animalsk fedt (401) er på grund af det høje energiindhold atypisk i forhold til de andre fodermidler, og er derfor udeladt fra beregningerne.

Det indhold af foderenheder, der er brugt i beregningerne, er det indhold af foderenheder, der kan beregnes ud fra kemisk sammensætning, fordøjeligheder samt værdital for at minimere afrundingsfejl. For soyaskrå (127), fiskeemel (403, 404, 405), mask, frisk (566) og kartofler (683) er det i tabellen opgivne indhold af foderenheder brugt på baggrund af forkerte opgivne værdital.

Til brug for beregning af fordøjelig energi er der i stedet for de i 1979 tabellen angivne fordøjeligheder for råfedt anvendt fordøjeligheder beregnet efter følgende formel (Weisbjerg et al., 1991):

Formel 4.1

Tilsyneladende fordøjelighed af råfedt (%) = $96 - 100/\%$ råfedt i tørstof

Da fordøjelig NFE er beregnet som differens, medfører denne ændring af råfedtfordøjeligheden, at også NFE fordøjeligheden er ændret, idet summen af fordøjeligt råfedt og fordøjelig NFE skal være konstant.

Fordøjelig energi er beregnet ud fra energifaktorer fundet for fordøjede næringsstoffer hos kvæg (Schiemann et al., 1972). For kulhydrat er det et vejte gennemsnit af værdierne fra Schiemann et al. (1972) for fordøjet træstof og

fordøjet NFE, vægtet med henholdsvis 0,20 og 0,80, hvilket svarer til det gennemsnitlige forhold mellem de fordøjelige mængder i de til regressionsberegningen anvendte fodermidler. Fordøjeligt kulhydrat er beregnet som differensen mellem fordøjeligt organisk stof og summen af fordøjeligt råprotein og fordøjeligt råfedt.

Fordøjelig energi er beregnet som nedenfor angivet:

Formel 4.2

$$\begin{aligned} \text{Fordøjelig energi (MJ/kg ts)} = & 24,237 \cdot \text{fordøjeligt råprotein (kg/kg ts)} \\ & + 34,116 \cdot \text{fordøjeligt råfedt (kg/kg ts)} \\ & + 17,30 \cdot \text{fordøjeligt kulhydrat (kg/kg ts)} \\ & - 0,766 \cdot \text{sukker (kg/kg ts)}. \end{aligned}$$

(Sukkerkorrektio n kun hvis % sukker i tørstof > 20)

Korrektionen for sukkerindholdet skyldes et mindre energiindhold i sukker end i polysakkerider som stivelse og træstof (Møller et al., 1983). Sukkerkorrektionen er kun anvendt, hvis der er mere end 20% sukker i tørstof, og

der vil således normalt ikke skulle foretages korrektioner for kraftfoderblandinger.

Beregning af en multipel regression giver følgende sammenhæng mellem FE_K og indholdet af fordøjelig energi samt indholdet af træstof:

Formel 4.3

$$\begin{aligned} FE_K/\text{kg ts.} = & -0,369 \\ & + 0,0989 \cdot \text{fordøjelig energi (MJ/kg tørstof)} \\ & - 0,347 \cdot \text{træstof (kg/kg tørstof)} \end{aligned}$$

$N = 169$; $R^2 = 0,960$; $S = 0,062$

Afvigelserne fra regressionen for enkeltfodermidler vil ikke blive specificeret nærmere, da afvigelser til foderenhedsværdier, der ikke længere er i brug, vil have mindre interesse. Til gengæld vil afvigelserne mellem det efter formel 4.3 beregnede indhold af foderenheder og de i 1991 fodermiddeltabellen (LK, 1991b) opgivne værdier blive beskrevet i afsnit 4.3.

4.2. Eksempel på beregning af FE_K i en kraftfoderblanding

Basis for beregning af FE_K er en kemisk analyse (aske, råprotein, råfedt og træstof) samt en bestemmelse af fordøjeligheden af organisk stof.

Som eksempel vises her beregninger af FE_K i

en kraftfoderblanding med et tørstofindhold på 90,62% og følgende kemiske sammensætning i % af tørstof:

Aske	:	8,97%
Råprotein	:	37,00%
Råfedt	:	12,75%
Træstof	:	11,23%
NFE	:	30,05%

Fordøjeligheden af råfedt bestemmes ud fra formel 4.1 og fordøjeligheden af råprotein bestemmes efter formel 4.4, som siden 1979 er brugt til beregning af råproteinets fordøjelighed (Thomsen, 1979):

Formel 4.4

Tilsyneladende fordøjelighed af råprotein (%) = $93 - 300/\%$ råprotein i tørstof

Fordøjeligheden af organisk stof beregnes ud fra in vitro enzym opløselighed af organisk stof samt formel 3.1.

De fordøjelige næringsstoffer kan således beregnes som:

$$\text{Fordøjelighed af råprotein (\%)} = 93 - (300/37,00) = 84,89\% \quad (\text{formel 4.4})$$

$$\text{Fordøjelighed af råfedt (\%)} = 96 - (100/12,75) = 88,16\% \quad (\text{formel 4.1})$$

Målt in vitro enzym opløselighed af organisk stof = 88,92%

Fordøjelighed af organisk stof

$$\text{hos får (\%)} = 5,38 + 0,867 \cdot 88,92 = 82,5\% \quad (\text{formel 3.1})$$

Fordøjede næringsstoffer, kg/kg ts:

$$\text{Råprotein: } 0,3700 \cdot 0,8489 = 0,3141 \text{ kg/kg ts}$$

$$\text{Råfedt: } 0,1275 \cdot 0,8816 = 0,1124 \text{ kg/kg ts}$$

$$\text{Kulhydrat: fordøjet organisk stof - (fordøjet råprotein + fordøjet råfedt)} = [(1 - 0,0897) \cdot 0,825] - (0,3141 + 0,1124) = 0,3245 \text{ kg/kg ts}$$

Ud fra formel 4.2 kan indholdet af fordøjelig energi pr. kg tørstof beregnes:

$$\begin{aligned} \text{Fordøjelig energi (MJ/kg ts)} &= (0,3141 \cdot 24,237) \\ &+ (0,1124 \cdot 34,116) \\ &+ (0,3245 \cdot 17,30) \\ &= 17,061 \text{ MJ/kg ts} \end{aligned}$$

Endelig kan indholdet af FE_K pr. kg tørstof findes v.h.a. formel 4.3, og indholdet af FE_K pr. kg foder findes ved korrektion for tørstofindhold:

$$\begin{aligned} FE_K/\text{kg ts} &= -0,369 \\ &+ (0,0989 \cdot 17,061) \\ &- (0,347 \cdot 0,1123) \\ &= 1,279 FE_K/\text{kg ts} \end{aligned}$$

$$FE_K/\text{kg foder} = 1,279 \cdot 0,9062 = 1,16 FE_K/\text{kg foder}$$

I fodermidler med ekstremt højt indhold af protein eller fedt og et deraf følgende lavt indhold af kulhydrat vil man kunne beregne en negativ mængde fordøjet kulhydrat. Hvis metoden ønskes anvendt på sådanne fodermidler, vil det være rimeligt at sænke mængden af fordøjeligt råprotein indtil mængden af fordøjeligt kulhydrat er nul.

Ovenstående formelsæt kan reduceres til følgende formel:

$$\begin{aligned} FE_K/\text{kg ts} &= 0,6381 \cdot \text{råprotein (kg/kg ts)} \\ &+ 1,5966 \cdot \text{råfedt (kg/kg ts)} \\ &- 0,01483 \cdot \text{aske (kg/kg ts)} \cdot \text{enzymopløselig organisk stof (\%)} \\ &- 0,09205 \cdot \text{aske (kg/kg ts)} \\ &+ 0,01483 \cdot \text{enzymopløselig organisk stof (\%)} \\ &- 0,3470 \cdot \text{træstof (kg/kg ts)} \\ &- 0,3142 \\ &(- 0,0757 \cdot \text{sukker (kg/kg tørstof)})^* \end{aligned}$$

* Sukkerkorrektion kun hvis % sukker i tørstof > 20

Ovenstående reducerede formel er naturligvis afhængig af den i formel 3.1 givne sammenhæng mellem enzymopløselig organisk stof og fordøjeligheden af organisk stof hos får.

4.3 Konsekvenser for vurderingen af enkelt-fodermidlers værdi

Brug af de ovenfor nævnte formler medfører visse systematiske ændringer i vurderingen af enkelt-fodermidlers FE_K-indhold.

Dette skyldes følgende forhold:

- a) De nuværende tabelværdier for fordøjeligheden af råfedt er for høje for visse fodermidler, og disse fordøjeligheder vil blive reduceret, når fordøjeligheden beregnes efter formel 4.1. Fordøjeligheden af fedt vil især blive reduceret for olieskrå med lavt fedtindhold og for mælkeprodukter.
- b) Træstofkorrektionen rammer træstofrige fodermidler, især fodermidler med lav træstofordøjelighed. Dette skyldes, at den nuværende fodermiddeltabel (LK, 1991b) for kraftfodermidlernes vedkommende i nogen grad er justeret ind efter 555. Beretning (Møller et al., 1983), hvor fordøjeligt træstof er brugt som korrektionsfaktor.
- c) Energifaktorerne for de enkelte næringsstoffraktioner er ændret i forhold til den tidligere officielle metode og for kulhydrater også i forhold til metoden beskrevet i 555. beretning.
- d) Energiværdien af fordøjeligt råfedt bliver ens for alle fodermidler, hvor der tidligere var 4 grupper af fodermidler med forskellig energiværdi af fedtet. Denne ændring er dog indarbejdet i 1991 tabellen for de fleste fodermidlers vedkommende.

Ovennævnte ændringer medfører, at gruppen af oliekgager og skrå og særligt de træstofrige, uafskallede produkter får lavere indhold af FE_K i forhold til 1991-tabellen (LK, 1991b). En

del biprodukters værdi vil blive ændret meget, sandsynligvis fordi den nuværende værdiansættelse af visse biprodukter hviler på et begrænset forsøgsmæssigt grundlag. Sukkerholdige produkter, roer samt sukkerroeaaffald vil blive vurderet højere efter den her angivne metode. Mælkeprodukternes værdi til udvoksede drøvtyggere vil blive reduceret, overvejende på grund af en lavere fedtfordøjelighed. Græsmarksprodukternes vurdering vil kun ændres lidt.

I tabel 14 er konsekvenserne vist for enkelt-fodermidler. De nye værdier for FE_K, råfedtfordøjelighed og NFE-fordøjelighed er beregnet ud fra fodermiddeltabellen (LK, 1991b). Som værdi for fordøjeligheden af organisk stof er der for kraftfodermidlerne og handelsfodermidlerne (foderkode 101-238, 286-349 samt 909-911) anvendt den fordøjelighed af organisk stof, der kan beregnes ud fra den kemiske sammensætning samt fordøjeligheden af enkeltfraktionerne. For grovfodermidlerne (foderkode 284-285 samt 351-799) er anvendt den i 1991 tabellen angivne fordøjelighed af organisk stof. De nye FE_K, der er givet i tabel 13, kan være afvigende fra de værdier, som er kommet i 1992 tabellen (Strudsholm et al., 1992), idet denne for visse fodermidlers vedkommende er revideret med hensyn til kemisk sammensætning samt fordøjeligheder. Det vil sige, at værdierne i tabel 13 er givet for at vise den rene ændring, som sker på grund af de nye beregningsformler for råfedtfordøjelighed og FE_K. Ændringerne er givet som ny værdi minus 1991 værdi, det vil sige, hvis FE_K værdier er øget er ændringen positiv. Den nye værdi for NFE-fordøjelighed er fundet ved at summen af fordøjeligt råfedt og NFE skal være konstant.

Tabel 14 Nye FE_K samt nye fordøjeligheder for råfedt og NFE beregnet ud fra LK (1991b). For yderligere forklaring se teksten.

New FU_C and new digestibility coefficients for crude fat and NFE. Details are described in the text.

Foder- kode	Navn	FE/kg ts.		Råfedt		NFE	
		Ny FE _K	Ændring	Ny FK	Ændring	Ny FK	Ændring
Oliekager og skrå							
101	Bomuldsbage (afskallet)	1,22	-0,03	81	-14	78	3
102	Bomuldsbage (delv.afs.)	1,05	-0,07	82	-13	73	3
103	Bomuldsbage	0,72	-0,07	81	-14	63	3
104	Bomuldsrå (afs.)	1,14	0,00	34	-57	78	3

Foder- kode	Navn	FE/kg ts.		Råfedt		NFE	
		Ny FE _k	Ændring	Ny FK	Ændring	Ny FK	Ændring
105	Bomuldsskrå (delv.afs.)	0,97	-0,02	40	-50	73	3
106	Bomuldsskrå	0,61	-0,05	-29	-119	62	2
111	Hørfrøkage	1,15	-0,04	84	-11	82	2
114	Hørfrøskrå	1,07	-0,01	40	-50	82	2
121	Jordkage (afs.)	1,38	-0,03	82	-13	88	3
122	Jordkage (delv. afs.)	1,23	-0,04	81	-14	84	4
124	Jordskrå (afs.)	1,31	-0,01	5	-85	88	3
125	Jordskrå (delv. afs.)	1,16	-0,03	13	-77	83	3
131	Kokoskage	1,09	-0,02	84	-11	82	2
134	Kokosskrå	0,93	-0,02	46	-49	82	2
136	Palmekage	0,97	-0,14	86	-4	86	1
138	Palmeskrå	0,92	-0,04	19	-71	87	2
139	Kokoskage, fedtrig	1,18	-0,02	89	-6	82	2
141	Rapskage	1,08	-0,04	78	-17	83	3
142	Rapskage, dobbeltlav	1,08	-0,05	75	-20	83	3
143	Rapskage, dobbeltlav, fedtrig	1,20	-0,05	88	-7	83	3
144	Rapsskrå	1,03	-0,05	53	-42	83	3
145	Rapsskrå, dobbeltlav	1,04	-0,04	43	-52	83	3
148	Sennepsskrå	1,13	-0,02	-4	-99	83	3
151	Sojakage	1,31	-0,01	69	-16	92	2
154	Sojaskrå (afs.)	1,37	-0,01	25	-55	97	2
155	Sojaskrå (toa)	1,29	-0,01	51	-29	92	2
156	Sojaskrå, træstofrig	1,21	-0,02	13	-67	87	2
161	Solsikkekegale (afs.)	1,17	-0,03	86	-4	71	1
162	Solsikkekegale (delv.afs.)	0,84	-0,07	68	-22	68	3
163	Solsikkekegale	0,66	-0,08	70	-20	63	3
164	Solsikkekrå (afs.)	0,98	-0,04	43	-47	73	3
165	Solsikkekrå (delv.afs.)	0,82	-0,06	54	-36	68	3
166	Solsikkekrå	0,66	-0,06	51	-39	63	3
171	Nigerkage	0,84	-0,06	82	-13	68	3
173	Sesamkage	1,09	-0,03	78	-17	69	4
174	Sesamskrå	1,03	0,00	19	-76	69	4
<u>Korn</u>							
201	Byg	1,16	0,01	58	-17	96	1
202	Havre	1,00	0,00	73	-12	86	1
203	Hvede	1,21	0,00	51	-14	95	0
204	Majs	1,23	0,02	74	-11	96	1
205	Milokorn	1,22	0,01	67	-8	95	0
206	Ris	1,03	0,01	56	6	95	0
207	Rug	1,18	0,00	40	-25	96	1
208	Byg + havre	1,08	0,01	67	-13	91	1
209	Tritcale	1,21	0,02	58	-7	95	0
<u>Frø</u>							
211	Hestebønner	1,17	0,00	19	-41	91	1
212	Hørfrø	1,66	-0,01	93	-2	82	2
213	Rapsfrø, dobbeltlav	1,77	0,01	94	-1	83	3
214	Sojabønner	1,44	-0,03	91	1	69	-1
215	Sødlupin	1,22	-0,05	76	1	80	0
216	Ærter	1,20	-0,02	29	-56	96	1
217	Solsikkefrø	1,29	-0,03	93	3	53	-7
218	Sojabønner (afs.toastet)	1,56	0,02	92	2	68	-2
<u>Mølleriprodukter</u>							
221	Byg (afs.)	1,23	-0,01	25	-50	96	1
224	Bygskalmel	0,82	-0,02	72	-13	81	1

Foder- kode	Navn	FE/kg ts.		Råfedt		NFE	
		Ny FE _K	Ændring	Ny FK	Ændring	Ny FK	Ændring
225	Havre (afs.)	1,08	0,02	81	1	80	0
227	Havre fodermel	1,08	0,01	84	4	80	0
228	Havreskalmel	0,50	0,00	48	-17	66	1
231	Hvedemel	1,24	0,02	53	-12	95	0
232	Hvedeklid	0,88	0,00	72	-8	76	1
233	Hvedestrømel	1,18	0,30	76	-4	90	0
235	Hvedekim	1,33	-0,01	84	-11	97	2
241	Majsfodmel	1,20	-0,01	79	-6	95	0
242	Majsgluten foder	1,13	-0,05	73	-12	96	1
243	Majsgluten ¹⁾						
244	Majskim	1,19	0,06	91	16	69	-6
245	Majsklid	0,92	-0,01	67	-13	76	1
246	Majsmel	1,24	0,02	48	-37	96	1
251	Ris (afs.)	1,21	0,10	-4	-54	96	1
253	Risfodmel	1,05	0,01	89	4	74	-1
256	Rugklid	0,93	0,00	67	12	79	-1
257	Rugstrømel	1,08	0,01	67	-8	85	0
<u>Biprodukter</u>							
258	Guarmel	1,15	0,01	77	7	69	-1
261	Kornbærme	1,10	0,15	86	1	68	0
262	Kornbærme (tørret)	1,10	0,15	86	1	68	0
265	Maltspirer	0,96	-0,02	40	-33	74	1
266	Mask, frisk	1,01	0,02	84	4	59	-1
267	Mask, tørret	0,95	0,01	84	4	59	-1
273	Kartoffelpulp	1,00	0,09	-47	-107	95	
277	Roemelasse	0,99	0,04	0	0	94	0
278	Rørmelasse	0,87	0,05	0	0	90	0
282	Sukkerroeaffald	0,94	0,02	0	0	90	0
283	Pulpetter	0,96	0,06	0	-50	90	0
284	Sukkerroeaffald presset	0,91	-0,02	0	0	90	0
285	Sukkerroeaffald, ensileret	0,91	-0,01	0	0	90	0
286	Kosetter ¹⁾						
288	Prolasse	0,90	0,16	0	0	90	0
289	Sukkerroesnitte	1,02	0,11	0	0	95	0
291	Citruspulp	0,98	0,03	67	17	89	-1
292	Cellulosepulp	0,65	-0,18	-154	-204		
294	Pektin affald	0,80	0,09	88	53	8	-22
295	Tapiokamel	1,05	0,00	-29	-99	96	1
297	Gærfløde	1,38	0,11	69	-6	91	1
298	Bøgegranulat	0,45	-0,14	-154	-204		
<u>Mælkeprodukter</u>							
301	Kasein	1,69	0,03	19	-81	118	18
307	Skummetmælkspulver	1,27	0,00	-104	-204	102	2
308	Sødmælk (st.race)	1,84	-0,12	93	-7	106	6
309	Sødmælk (Jersey)	2,00	-0,12	94	-6	110	10
310	Syrnet råmælk	1,90	-0,10	93	-7	111	11
311	Sødmælkserstatning	1,51	-0,10	90	-5	102	2
312	Valle	1,14	-0,02	5	-95	101	1
313	Vallekoncentrat	1,14	-0,02	-15	-115	101	1
314	Vallepulver	1,13	-0,02	19	-81	101	1
315	Vallepermeat	1,08	-0,05	-404	-504	101	1
317	Skummetmælk (under 8 mdr.)	1,30	-0,49	-4	-104	102	2

1) Udeladt p.g.a. fejl i 1991 tabellen

Foder- kode	Navn	FE/kg ts.		Råfedt		NFE	
		Ny FE _k	Ændring	Ny FK	Ændring	Ny FK	Ændring
<u>Animalske fodermidler</u>							
324	Blodmel	1,65	0,04	-104	-184	234	184
331	Kødben, askefattig	1,21	0,07	86	-9	63	13
332	Kødben, askerig	0,79	-0,19	85	-10	88	38
346	Vegetabilsk fedt	2,84	-0,02	95	0		
347	Teknisk fedt	2,84	-0,02	95	0		
348	Forsæbet fedt	2,35	-0,09	95			
349	Topdressing	1,99	-0,14	94	-2	132	37
<u>Rodfrugt</u>							
351	Foderroer 18% ts	1,02	0,05	0	0	95	0
353	Top frisk 20% aske	0,82	0,05	46	1	87	0
354	Top frisk 35% aske	0,61	0,04	34	-7	75	0
356	Top ens. 20% aske	0,79	0,03	74	14	78	-2
357	Top ens. 35% aske	0,55	0,04	69	9	79	-1
361	Sukkerroer	1,05	0,06	0	0	95	0
365	Top pulpetter ensilage	0,83	0,04	34	-12		
366	Top ensilage + halm	0,62	0,03	56	1		
367	Top + halm + pulpetter	0,65	-0,04	56	1		
368	Helsæd + topensilage	0,77	-0,01	56	1		
371	Kålroe	1,02	0,05	0	0	95	0
373	Kålroetop	0,78	0,04	73	33	77	-3
381	Turnips rod	0,99	0,03	0	0	95	0
385	Roer + top + pulpetter	0,81	0,03	29	-26		
386	Foderroer 20% ts	1,02	0,05	0	0	95	0
388	Foderroer 16,5% ts	1,02	0,05	0	0	95	0
390	Roer + halm ensilage	0,70	0,03	-29	-84		
391	Gulerødder	0,99	0,03	0	0	95	0
395	Kartofler	1,02	0,02	0	0	90	0
<u>Lucerne</u>							
401	Lucerne begyndende blomst	0,88	0,01	71	10	74	-1
402	Lucerne i blomst	0,63	0,01	70	10	64	-1
403	Lucerne efter blomst	0,46	-0,03	62	14	58	-1
<u>Kløvergræs</u>							
421	Kløvergræs før skridning	1,00	0,00	73	13		
422	Kløvergræs i skridning	0,93	0,00	72	12		
423	Kløvergræs efter skridning	0,85	-0,01	70	10		
424	Kløvergræs før skridning	1,00	0,00	73	13	80	-1
425	Kløvergræs i skridning	0,94	-0,01	72	12		
426	Kløvergræs efter skridning	0,85	0,00	70	10		
427	Kløvergræs før skridning	1,01	-0,01	73	13		
428	Kløvergræs i skridning	0,95	0,00	72	12		
429	Kløvergræs efter skridning	0,86	-0,02	70	10		
<u>Græs</u>							
444	Ital rajgræs tidlig	1,04	-0,03	76	6		
445	Ital rajgræs midel	0,96	-0,02	75	5	78	-1
446	Ital rajgræs sen	0,88	-0,01	74	4		
448	Ital rajgræs efter helsæd	0,80	-0,01	74	14		
448	Ital rajgræs efter korn	0,83	-0,01	74	14	74	-1
454	Hundegræs	0,78	0,03	71	11	71	-1
458	Varigt enggræs	0,85	-0,01	70	10		
459	Timothe	0,88	0,01	71	11	78	-1
461	Græs 70N før skridning	0,95	-0,01	72	12	79	-1
462	Græs 70N i skridning	0,87	-0,02	70	10	78	-1
463	Græs 70N efter skridning	0,78	-0,02	69	9	74	-1

Foder- kode	Navn	FE/kg ts.		Råfedt		NFE	
		Ny FE _K	Ændring	Ny FK	Ændring	Ny FK	Ændring
464	Græs 100N før skridning	0,96	-0,02	72	12		
465	Græs 100N i skridning	0,88	-0,02	70	10		
466	Græs 100N efter skridning	0,79	-0,02	69	9		
467	Græs 125N før skridning	0,98	-0,02	72	12	79	-1
468	Græs 125N i skridning	0,89	-0,03	70	10	77	-1
469	Græs 125N efter skridning	0,80	-0,03	69	9	73	-1
<u>Frisk helsæd</u>							
475	Fodermarvkål	0,86	0,03	37	-18	92	1
476	Hestebønner	0,80	0,03	56	6	80	0
479	Sød lupin	0,66	-0,01	54	-7	74	0
480	Havre, ærter, vikker	0,67	-0,04	62	7	70	0
481	Grønbyg før skridning	0,75	-0,03	46	-14	76	1
483	Byghelsæd	0,76	-0,04	46	-14		
486	Havrehelsæd	0,68	-0,03	56	-4	72	0
492	Majs	0,78	-0,02	51	-14	73	1
497	Rug	0,68	-0,02	70	10	69	-1
499	Ærter	0,75	0,05	63	3	67	0
<u>Ensilage</u>							
501	Lucerne ensilage begyndende blomst	0,72	0,04	74	14	68	-2
502	Lucerne ensilage i blomst	0,56	0,01	74	15	64	-2
521	Kløvergræsensilage før skridning	0,88	0,01	74	14		
522	Kløvergræsensilage i skridning	0,81	0,00	72	13		
523	Kløvergræsensilage efter skridning	0,73	0,00	72	12		
524	Kløvergræsensilage før skridning	0,89	0,01	74	14		
525	Kløvergræsensilage i skridning	0,82	0,01	73	13		
526	Kløvergræsensilage efter skridning	0,74	0,01	72	12		
527	Kløvergræsensilage før skridning	0,90	0,02	74	14		
528	Kløvergræsensilage i skridning	0,83	0,02	73	13		
529	Kløvergræsensilage efter skridning	0,75	0,01	72	12		
546	Ital rajgræsensilage	0,87	0,00	74	4		
548	Efterafgrøde efter helsæd	0,79	0,00	74	4		
549	Kornensilage, efterafgrøde	0,82	0,00	74	4		
555	Hundegræsensilage	0,79	0,01	67	12		
561	Græsensilage før skridning	0,88	0,02	74	14		
562	Græsensilage i skridning	0,80	0,01	73	13		
563	Græsensilage efter skridning	0,72	0,01	72	12		
564	Græsensilage før skridning	0,88	0,02	74	14		
565	Græsensilage i skridning	0,81	0,01	73	13		
566	Græsensilage efter skridning	0,73	0,00	72	12		
567	Græsensilage før skridning	0,90	0,00	74	14		
568	Græsensilage i skridning	0,82	0,00	73	13		
569	Græsensilage efter skridning	0,74	0,00	72	12		
572	Hvidkløverensilage, begyndende blomst	0,90	0,03	78	1	77	0
573	Rødkløverensilage, begyndende blomst	0,86	0,04	82	4	77	-1
<u>Helsædsensilage</u>							
575	Fodermarvkål	0,66	0,01	72	7	74	-1
579	Sød lupin ensilage	0,66	0,02	70	9	70	-1
580	Havre vikke ært ensilage	0,66	-0,03	46	-14		
581	Grøn byg ensilage	0,76	0,00	46	-14		
582	Bygensilage let fordøjelig	0,81	-0,02	46	-14		
583	Bygensilage middel fordøjelig	0,76	-0,03	46	-14		
584	Bygensilage tung fordøjelig	0,71	-0,02	46	-14		
586	Havrehelsædsensilage	0,68	-0,02	56	-4	72	0
590	Hvedehelsæd kortstrået	0,77	-0,02	46	-14		

Foder- kode	Navn	FE/kg ts.		Råfedt		NFE	
		Ny FE _k	Ændring	Ny FK	Ændring	Ny FK	Ændring
591	Hvedehelsød langstrået	0,68	-0,03	46	-14		
592	Majsensilage let fordøjelig	0,88	-0,01	51	-14		
593	Majsensilage middel fordøjelig	0,82	-0,01	51	-14		
594	Majsensilage tung fordøjelig	0,74	-0,01	51	-14		
596	Byg-ærteensilage, 25% ært	0,79	-0,02	46	-14		
597	Grøn rugensilage	0,65	0,01	70	10	67	-1
598	Byg-ærteensilage, 50% ært	0,82	-0,03	46	-14		
599	Ærteensilage	0,88	-0,02	46	-14		
<u>Hø</u>							
602	Lucernehø i blomst	0,49	-0,03	43	17	62	-1
619	Hø + NH ₃	0,72	0,02	54	4	75	0
625	Kløverhø i knop	0,71	0,01	54	3	72	0
626	Kløverhø i blomst	0,61	0,01	48	-3	66	0
665	Græshø	0,71	0,07	58			
<u>Beh. halm</u>							
681	Byghalm NaOH	0,44	0,00	40	5	65	0
682	Byghalm NH ₃ , høj ford.	0,48	0,04	40	0		
683	Byghalm NH ₃ , lav ford.	0,40	0,02	40	0		
686	NH ₃ Havrehalm	0,43	0,03	46			
689	NH ₃ Hvedehalm	0,41	0,03	43			
697	NH ₃ Rughalm	0,31	0,00	43			
<u>Grønpiller</u>							
705	Grønpiller høj fordøjelighed	0,73	-0,03	69	9		
706	Grønpiller lav fordøjelighed	0,55	-0,02	67	7		
<u>Frøhalm</u>							
715	Frøgræshalm	0,22	-0,04	25	-15	50	0
716	Frøhalm NH ₃ høj fordøjelighed	0,49	0,04	19	-21		
717	Frøhalm NH ₃ lav fordøjelighed	0,42	0,03	19	-21		
<u>Ubeh. halm</u>							
781	Byghalm	0,23	-0,03	43	1	45	0
785	Havrehalm	0,23	-0,03	46	0	46	0
788	Hvedehalm	0,22	-0,04	43	1	39	0
796	Rughalm	0,16	-0,06	43	1	39	0
799	Ærtehalm	0,32	-0,03	34	-17		
<u>Fiskemel</u>							
909	Fiskemel askefattig, tungt opløselig	1,53	-0,01	85	-10		
910	Fiskemel affedt	1,45	0,02	-237	-332		
911	Fiskeensilage	1,39	-0,03	75	-20		

5 Test af forudsætninger

Beregningen af FE_K i afsnit 4 er baseret på litteraturoplysninger med hensyn til råproteinfordøjelighed (Thomsen, 1979) samt beregning af fordøjeligt energi ud fra fordøjede næringsstoffer (Schiemann et al., 1972). Det forsøgsmateriale, der er fremskaffet i denne undersøgelse, vil være velegnet til at teste beregningen af råproteinfordøjelighed samt beregningen af fordøjelig energi på et uafhængigt datamateriale.

5.1 Råproteinfordøjelighed

Råproteinfordøjeligheden fastlægges i dag ud fra det kemiske indhold af råprotein som angivet i formel 4.4.

Formel 5.1

% tilsyneladende fordøjjet råprotein i tørstof = $0,933 \cdot \% \text{ råprotein af tørstof} - 3,46$
 $N = 103; R^2 = 0,98; S = 1,40$

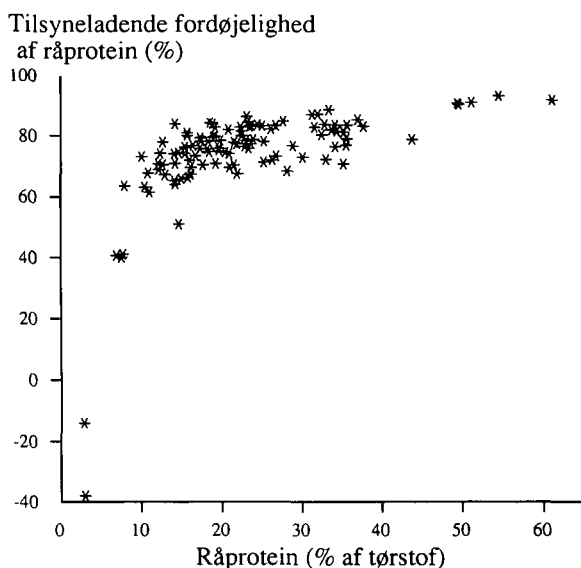
hvilket giver følgende formel til beregning af tilsyneladende fordøjelighed:

Formel 5.2

Tilsyneladende fordøjelighed af råprotein (%) = $93,3 - 346/\% \text{ råprotein i tørstof}$

Denne sammenhæng blev givet af Thomsen (1979) og bygger i høj grad på fordøjelighedsforsøg foretaget af Frederiksen (1964) med græsser, kløver og lucerne. Det vil sige, at ligningen overvejende er baseret på grovfoderrationer. Det er derfor relevant at teste, hvorvidt denne sammenhæng også gælder for kraftfoder.

Sammenhængen er derfor testet på hele materialet på 103 prøver fra Danmark, Belgien og Holland. En regression af tilsyneladende fordøjjet råprotein i % af optaget tørstof mod % råprotein i optaget tørstof gav følgende sammenhæng:



Figur 3 Tilsyneladende fordøjelighed af råprotein (%) afhængig af procent råprotein i optaget tørstof.
Plot of apparent digestibility of crude protein (%) vs percent crude protein in feed dry matter.

I figur 3 er den tilsyneladende fordøjelighed af råprotein plottet mod % råprotein i tørstof og i figur 4 er procent tilsyneladende fordøjet råprotein plottet mod procent råprotein i tørstof, det vil sige de data, der ligger til grund for regressionsligning 5.1.

Formel 5.2 er ikke nævneværdig forskellig fra den oprindelige formel 4.4, hvorfor denne antages at være gældende for både grovfoder og kraftfoder. Det ses dog af figur 3, at der inden for råproteinniveau er en væsentlig spredning, hvoraf det meste sandsynligvis kan forklares som en fodermiddelspecifik variation.

5.2 Fordøjelig energi

Forholdet mellem de enkelte næringsstoffraktionen energifaktorer får afgørende betydning for rangeringen af fodermidlernes energiværdi. Det er derfor væsentligt at teste, hvorvidt energifaktorerne fundet af Schiemann et al. (1972) giver en rimelig beskrivelse af den fordøjelige energi beregnet med den i afsnit 4.1 foretagne modifikation. I det danske materiale (38 prøver) er der bestemt bruttoenergi i fodermidlerne (Tabel 1) og energifordøjelighed (Tabel 4) ved kalorimetri. Denne direkte bestemmelse af fordøjelig energi kan sammenlignes med for-

døjelig energi beregnet fra fordøjeligheder bestemt i samme forsøg samt formel 4.2.

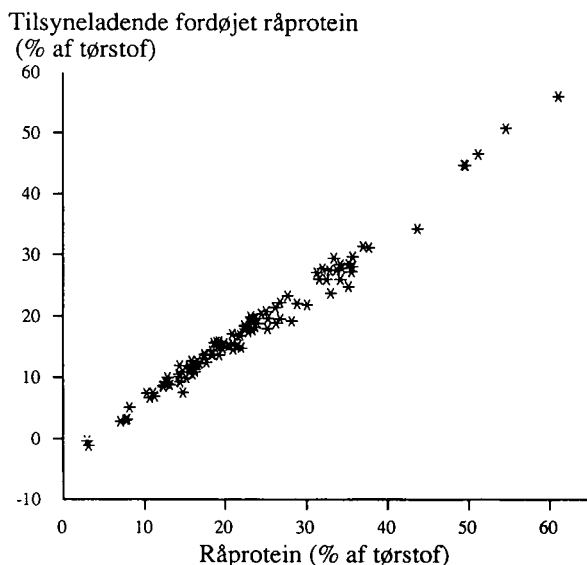
Sammenhængen mellem fordøjelig energi målt ved kalorimetri (FORDEK) og fordøjelig energi beregnet ud fra næringsstoffernes fordøjelighed (FORDEB) er vist i tabel 15 og figur 5. En regression af FORDEK mod FORDEB giver følgende sammenhæng:

Formel 5.3

$$\text{FORDEK} = 1,07 \cdot \text{FORDEB} - 1,08$$

$$R^2 = 0,88; S = 0,45$$

Det ses af formel 5.3 samt af figur 5, at den beregnede fordøjelige energi (FORDEB) giver en svag overestimering af den reelt fordøjelige energi (FORDEK) i fodermidler med lavt indhold af fordøjelig energi, samt en svag overestimering i fodermidler med højt indhold af fordøjelig energi. Differencen er dog ikke særlig stor, og generelt må fordøjelig energi beregnet ud fra formel 4.2 vurderes til at give en god estimering af den reelt fordøjelige energi. Som det ses af figur 5 er der dog 3 prøver, hvor den beregnede fordøjelige energi (FORDEB) er væsentligt højere end den målte (FORDEK), nemlig for fodermidlerne ærter, bomuldsfrø



Figur 4 Tilsyneladende fordøjet råprotein i % af optaget tørstof afhængig af % råprotein i optaget tørstof.

Plot of apparently digested crude protein in % of dry matter intake vs % crude protein of dry matter intake.

Tabel 15 Fordøjelig energi (MJ/kg ts) målt ved kalorimetri (FORDEK) og beregnet ud fra næringsstoffernes fordøjelighed og energifaktorer (FORDEB) ifølge formel 4.2.

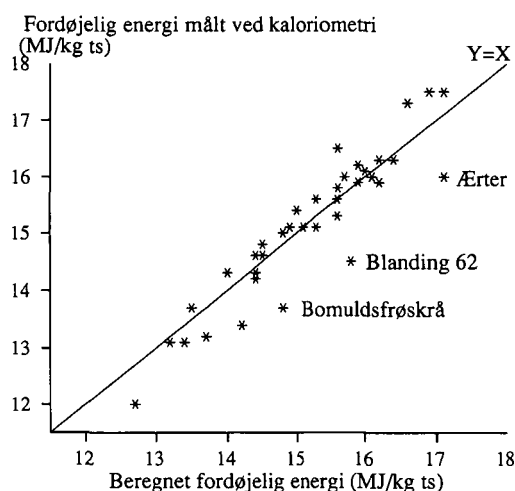
Digestible energy (MJ/kg DM) measured by calorimetry (FORDEK) and calculated from the digestible fractions (FORDEB) according to formula 4.2.

Nr.	Navn	FORDEK	FORDEB
43	Byg	16,3	16,2
44	Hvede	16,0	16,1
45	Rug	16,1	16,0
46	Havre	15,1	15,1
47	Ærter	16,0	17,1
48	Bomuldsfrøskrå (delv. afs.)	13,7	14,8
50	Rapsskrå	15,1	14,9
51	Kokoskage (fedtrig)	17,5	16,9
52	Kosetter	14,3	14,0
54	Tapioka	13,4	14,2
55	Rapskage	15,6	15,3
56	Hørfrø	16,5	15,6
58	Solsikkeskrå (delv. afs.)	12,0	12,7
59	Citruspulp	14,3	14,4
60	Majsglutenfoder	14,6	14,4
61	Bomuldsfrøkager (delv. afs.)	13,1	13,4
62	Kraftfoderblanding	14,5	15,8
63	Kraftfoderblanding	17,3	16,6
64	Kraftfoderblanding	15,9	16,2
65	Kraftfoderblanding	16,2	15,9
66	Kraftfoderblanding	15,0	14,8
67	Kraftfoderblanding	13,7	13,5
68	Kraftfoderblanding	15,3	15,6
69	Kraftfoderblanding	13,1	13,2
70	Kraftfoderblanding	16,3	16,4
71	Kraftfoderblanding	15,9	15,9
72	Kraftfoderblanding	17,5	17,1
73	Kraftfoderblanding	16,0	15,7
74	Kraftfoderblanding	14,2	14,4
75	Kraftfoderblanding	13,2	13,7
76	Kraftfoderblanding	15,1	15,3
77	Kraftfoderblanding	14,8	14,5
78	Kraftfoderblanding	15,4	15,0
79	Kraftfoderblanding	15,8	15,6
80	Kraftfoderblanding	15,6	15,6
81	Kraftfoderblanding	15,6	15,6
82	Kraftfoderblanding	14,6	14,5
83	Kraftfoderblanding	15,3	15,6

(delv. afs.) og kraftfoderblanding 62. Hvorvidt disse afvigelser skyldes andet end tilfældigheder vides ikke. Eventuelle forklaringer til overvurderingen af den beregnede fordøjelige energi kunne være: 1) stor andel af sukker og oligosakkarider, der har lavere energiindhold

end polysakkarider i kulhydratfraktionen, 2) stort indhold af ikke protein kvælstof i råproteinfractionen, 3) lavt indhold af lignin i træstof, 4) lavt fedtsyreindhold i råfedtfraktionen og 5) højt indhold af kortkædede fedtsyrer i råfedtfraktionen.

I overensstemmelse med nærværende undersøgelse fandt Pedersen et al. (1989), at beregnet fordøjelig energi efter Schiemann et al. (1972) ud fra målt fordøjeligt protein og træstof samt tabelværdier for råfedtindhold og råfedtfordøjelighed for hø og friske afgrøder gav et rimeligt estimat for den kalorimetrisk målte fordøjelige energi. Derimod var der for ensilage en meget ringe sammenhæng, hvilket kan skyldes de flygtige stoffer i ensilage, der har vidt forskellig energiindhold, samt at der ikke blev analyseret for råfedt i disse fordøjelighedsforsøg.



Figur 5 Fordøjet energi målt ved kalorimetri mod fordøjet energi beregnet ud fra kemisk indhold, fordøjeligheder samt formel 4.2.

Digestible energy measured by calorimetry vs digested energy calculated from chemical composition, digestibilities and formula 4.2.

6 Generel diskussion og konklusion

Fordøjeligheden af organisk stof er af afgørende betydning for et fodermiddels værdi. Det er derfor vigtigt at kunne forudsige denne fordøjelighed ved hjælp af en simpel laboratoriemetode.

Det kan konkluderes, at den udviklede metode, der bygger på en kemisk analyse af aske, råprotein, råfedt samt træstof og en enzymatisk bestemmelse af fordøjeligheden af organisk stof som beskrevet i afsnit 4.2, giver et brugbart grundlag for kontrol af fodermidlers og foderblandingers nettoenergiindhold, FE_K .

Grundlaget for den her beregnede FE_K er stadig den Skandinaviske foderenhed, det vil sige nettoenergi til mælkeproduktion. Energifaktoren for protein er stadig høj. Som det fremgår af formel 4.2. er forholdet mellem protein og kulhydrat $24,237/17,30 = 1,40$, det vil sige meget tæt på forholdstallet 1,43 angivet af Nils Hansson til beregning af Skandinaviske foderenheder.

Det betyder, at proteinholdige fodermidler bliver vurderet højt i forhold til andre energivurderingssystemer (Van der Honing & Alderman, 1988). Forholdet mellem råfedt og kulhydrat er, som det fremgår af formel 4.2, $34,116/17,30 = 1,97$, hvor forholdet i den oprindelige beregning af Skandinaviske foderenheder var 2,43 for olieager, 2,12 for korn, 1,91 for grovfoder og 1,00 for ensilage. Således er den tidligere forskel mellem forskellige fedtkvaliteter, der afspejlede forskelle i fedtsyreindholdet, forsvundet ved den her angivne beregning, idet der ikke længere skelnes mellem forskellige fodermidler. Dette øger behovet for, at fodermiddelanalysen udvides med en fedtsyreanalyse.

Den i denne beretning angivne metode til beregning af FE_K er således et forsøg på at fastholde fodermidlernes nuværende energiværdi i et system, hvor man ikke nødvendigvis kender navnene på fodermidlerne. Dette vil som omtalt i afsnit 4.3 føre til ændring af enkelte fodermidlers energiværdi. Disse ændringer er dog kun betydelige for visse biprodukter, og her

skyldes forskellen sandsynligvis, at den hidtidige værdi var baseret på et spinkelt biologisk grundlag.

Indenfor foderstofkontrollen vil brug af den her angivne enzymetode til bestemmelse af fordøjeligheden af organisk stof medføre, at man får en reel kontrol af den vigtigste kvalitetsfaktor, nemlig fordøjeligheden. En biologisk metode til kontrol af fordøjeligheden i en aktuel kraftfoderblanding vil være et stort fremskridt i forhold til det nuværende system, hvor fordøjeligheden kun er baseret på tabelværdier. Ligeledes vil det deklarerede energiindhold komme til at afspejle de store variationer i fordøjelighed, der kan være indenfor en råvaregruppe, som efter det nuværende system har haft en fælles værdi (tabelværdien). Fodermidler, der er blevet skadet f.eks. ved for høj opvarmning, vil også i nogen grad kunne afsløres med en biologisk metode.

På trods af at det hidtidige system er mangelfuldt til forudsigelse af den sande energiværdi, har det imidlertid den fordel, at forskellige laboratorier med stor sikkerhed når frem til samme resultat, da metoden bygger på traditionelle kemiske analyser samt tabelværdier (Statens Foderstofkontrol, 1987). Ved overgang til en biologisk bestemmelse af fordøjeligheden af organisk stof må det forventes, at resultaterne indenfor og imellem laboratorier vil blive mere varierende, hvilket betyder, at der vil blive stillet krav om en større latitude på indholdet af foderenheder.

Bortset fra en reel bestemmelse af fordøjeligheden er der ikke indbygget principiel ny viden omkring fodermiddelvurdering i den her anbefalede metode. På længere sigt er vores mål at skabe et system til fodermiddelvurdering, hvor man i stedet for et additivt system for enkeltfodermidler ser på, hvorledes en sammensat ration omsættes, og hvilke næringsstoffer der absorberes af drøvtyggeren. Et skridt på vejen er opnået med det nye proteinvurderingssystem, AAT-PBV systemet (Hvelplund &

Madsen, 1990), hvor absorptionen af aminosyrer fra tarmen forudsiges.

Et sådant nyt fodermiddelvurderingssystem vil kræve yderligere kendskab til, hvorledes fodermidlernes forskellige fraktioner nedbrydes (Weisbjerg et al., 1990), samt specielt øget kendskab til de associative effekter og til for-gæringsmønstret i vommen under forskellige

fodringsforhold. Princippet i et sådant system er beskrevet af Kristensen & Weisbjerg (1991) og af Danfær (1990). Målet med et fodervurderingssystem efter disse retningslinier vil være at øge muligheden for at forudsige, hvilken produktion man kan opnå med en given ration afhængig af f.eks. alder, vægt samt for køernes vedkommende laktationsstadiet.

Anerkendelser

Firmaerne DLG, KFK, Peder P. Hedegård, Shell Farm og Superfos takkes for velvilligt at have stillet råvarer og kraftfoderblandinger til rådighed, og Novo Nordisk takkes for at have stillet enzymer til rådighed.

Dr. J. De Boever, Rijksstation Voor Veevoeding, Gent, Belgien og Ir. A. Steg, IVVO, Lelystadt, Holland, takkes for velvilligt af have

medvirket til udveksling af prøver.

Laborant Anne Mette Edith Olsen har udført in vitro analyserne, og forsøgstekniker Ejner Serup har forestået fordøjelighedsforsøgene.

Manuskriptet er opsat og renskrevet af assistenterne Tina Friis Jensen og Jette Brixen.

Litteraturliste

- Andersen, P.E. & Just, A., 1979. Tabeller over fodermidlers sammensætning m.m. Kvæg. Svin. Det kgl. Danske Landhusholdningsselskab. 56 pp.
- Anom. 1992. Håndbog for rekvirenter af kemiske analyser. Analyseudvalget, Statens Husdyrbrugsforsøg. 71 pp.
- Aufrere, J. & Michalet-Doreau, B., 1988. Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 20, 203-218.
- Danfær, A., 1990. A dynamic model of nutrient digestion and metabolism in lactating dairy cows. 671. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg. 511 pp.
- De Boever, J.L., Cottyn, B.G., Buysse, F.X., Wainmann, F.W. & Vanacher, J.M., 1986. The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 14, 103-214.
- De Boever, J.L., Cottyn, B.C., Andries, J.I., Buysse, F.X. & Vanacher, J.M., 1988. The use of a cellulase technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 19, 247-260.
- Frederiksen, J. Højland, 1964. Fordøjeligheds- og afgræsningsforsøg med drøvtyggere. Licentiaafhandling. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 160 pp.
- Givens, P.I., Everington, J.M. & Adamsen, A.H., 1990. The nutritive value of spring-grown herbage produced on farms throughout England and Wales over 4 years. II. The prediction of apparent digestibility in vivo from various laboratory measurements. *Anim. Feed Sci. Technol.* 27, 173-184.
- Honing, Y. Van der & Aldermann, G., 1988. III. Feed evaluation and nutritional requirements. 2. Ruminants. *Livestock Production Science* 19, 217-278.
- Hvelplund, T. & Madsen, J., 1990. A study of the quantitative nitrogen metabolism in the gastro-intestinal tract, and the resultant new protein evaluation system for ruminants. The AAT-PBV system. D.Sc. thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen. 215 pp.
- Israelsen, M., Rexen, B. & Thomsen, K.V., 1978. Cellulase insoluble fibre as a measure of unavailable organic matter in cattle compounds containing alkali-treated straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 3, 227-234.
- Kristensen, V.F. & Weisbjerg, M.R., 1991. A new approach to feed evaluation for ruminants. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences. Suppl. No. 5*, 67-81.
- LK, 1986. Fodermiddeltabel. Landsudvalget for Kvæg. 36 pp.
- LK, 1991a. Håndbog for kvæghold 1991-92. Landbrugets Informationskontor. 168 pp.
- LK, 1991b. Fodermiddeltabel 1991. Sammensætning og foderværdi af fodermidler til kvæg. Rapport nr. 7. Landsudvalget for Kvæg. 47 pp.
- Meer, J.M. Van der, 1989. In vitro methods for feed evaluation. *In vitro news letters*, no. 5, 5-8.
- Møller, E., Andersen, P.E. & Witt, N., 1989. En sammenligning af in vitro opløselighed og in vivo fordøjelighed af organisk stof i grovfoder. 13. Beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsøg. 23 pp.
- Møller, P.D., Andersen, P.E., Hvelplund, T., Madsen, J. & Thomsen, K.V., 1983. En ny beregningsmetode for fodermidlernes energiværdi til kvæg (FE_K). 555. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg. 60 pp.
- Pedersen, E.J. Nørgård, Witt, N. & Møller, E., 1989. Sammenligning af fordøjelig energi bestemt ved kalorimetri og beregnet ud fra den kemiske sammensætning af det fordøjelige organiske stof. 14. Beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsforsøg. 15 pp.

- Schaer, H.M.El, Omed, H.M., Chamberlain, A.G. & Axford, R.F.E., 1987. Use of faecal organisms from sheep for the in vitro determination of digestibility. *J. Agric. Sci., Camb.* 109, 257-259.
- Schiemann, R., Nehring, K., Hoffmann, L., Jentsch, W. & Chudy, A., 1972. Energetische Futterbewertung und Energienormen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin. 344 pp.
- Statens Foderstofkontrol. 1987. Beregning af handelsfodermidlers energetiske værdi. Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol. 90 pp.
- Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Østergård, P., Weisbjerg, M.R., Kristensen, V.F., Andersen, H.R., Hermansen, J. og Møller, E., 1992. Fodermiddeltabel 1992. Sammensætning og foderværdi af fodermidler til kvæg. Landsudvalget for Kvæg, Rapport nr. 16. 44 pp.
- Thomas, P.C., Robertson, S., Chamberlain, D.G., Livingstone, R.M., Gartvaite, P.H., Dewey, P.J.S., Smart, R & Whyte, C., 1988. Predicting the metabolizable energy (ME) content of compounded feeds for ruminants. In: Recent advances in animal nutrition. Ed: Haresign, W. & Cole, D.J.A. Butterworths. 127-146.
- Thomsen, K.V., 1979. Angivelse og beregning af fordøjeligt råprotein til kvæg og får. 269. Meddelelse, Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Thomsen, K.V., 1983. Fodermidlers karakteristika. I. Optimale foderrationer til malkekoen. Foderværdi, foderoptagelse, omsætning og produktion. Ed: Østergaard, V. og Neimann-Sørensen, A.. 551. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg, 3.1 - 3.7.
- Tilley, J.M.A. & Terry, R.A., 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18, 104-111.
- Weisbjerg, M.R., Bhargarva, P.K., Hvelplund, T. & Madsen, J., 1990. Anvendelse af nedbrydningsprofiler i fodermiddelvurderingen. 679. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg. 33 pp.
- Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T., Frandsen, J., Højland Frederiksen, J. & Aaes, O., 1991. Estimering af råfedts fordøjelighed hos drøvtyggere baseret på fodermidlernes indhold af råfedt. 804. Meddelelse, Statens Husdyrbrugsforsøg. 6 pp.
- Weisbjerg, M.R. & Hvelplund, T., 1992. Beregning af nettoenergiindhold i kraftfoderblandinger til kvæg ud fra kemisk sammensætning samt fordøjeligheden af organisk stof. 813. Meddelelse, Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Weisbjerg, M.R., Witt, N. & Hvelplund, T., 1992. Estimering af fordøjeligheden af organisk stof i kraftfoder ved brug af in vitro metoder med vomvæske. 823. Meddelelse, Statens Husdyrbrugsforsøg. 6 pp.

