



## Beregning af nettoenergiindhold ( $FE_K$ ) i kraftfoderblandinger til kvæg ud fra kemisk sammensætning samt fordøjeligheden af organisk stof

M.R. Weisbjerg & T. Hvelplund  
Afd. for Forsøg med Kvæg og Får

Bortfaldet af deklaration for råvaresammensætning af kraftfoderblandinger betyder, at det ikke længere vil være muligt at beregne indholdet af foderenheder i kraftfoderblandinger efter den hidtil anvendte metode.

Der er derfor udviklet en alternativ metode til beregning af nettoenergiindholdet ( $FE_K$ ). Denne metode bygger på en kemisk analyse for råaske, råprotein, råfedt og træstof samt på fordøjeligheden af organisk stof. Fordøjeligheden af organisk stof kan estimeres ud fra en in vitro enzymmetode. Mængden af fordøjelig energi kan beregnes ud fra den kemiske analyse og fordøjeligheden af organisk stof.

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

$FE_K/\text{kg tørstof} = -0,369 + 0,0989 * \text{ford. energi (MJ/kg ts)} - 0,347 * \text{kg træstof/kg tørstof}$ .

hvor:  $\text{Ford. energi (MJ/kg ts)} = 24,237 * \text{ford. råprotein} + 34,116 * \text{ford. råfedt} + 17,30 * (\text{ford. organisk stof (kg/kg tørstof)} - \text{ford. råprotein} - \text{ford. råfedt})$ .

Ford. råprotein og ford. råfedt beregnes efter følgende funktioner:

$\text{Ford. råprotein (kg/kg tørstof)} = (0,93 - 3\% \text{ råprotein i tørstof}) * \text{kg råprotein/kg tørstof}$

$\text{Ford. råfedt (kg/kg tørstof)} = (0,96 - 1\% \text{ råfedt i tørstof}) * \text{kg råfedt/kg tørstof}$

Fordøjelig energi korrigeres for sukkerindhold hvis sukkerindholdet er større end 20% af tørstof.

## Baggrund

Bortfaldet af deklaration for råvaresammensætning i kraftfoderblandinger har gjort det nødvendigt at udvikle en ny metode til beregning af fodermidlernes nettoenergiindhold ( $FE_K$ ).

Den vigtigste parameter for bestemmelse af energiværdien er fordøjeligheden, som hidtil er fundet ved tabelopslag. I fremtiden kan fordøjeligheder ikke estimeres på denne måde, når der ikke længere foreligger en råvaredeklaration.

Til bestemmelse af fordøjeligheden af organisk stof er der udviklet en in vitro enzymmetode. In vitro enzymmetoden består af følgende trin:

- a) Inkubation med pepsin-saltsyre i vandbad ved 40°C i 24 timer.
- b) Inkubation af samme opløsning i vandbad ved 80°C i 45 min.
- c) Inkubation med blanding af cellulaser i vandbad ved 40°C i 24 timer.
- d) Inkubation af samme opløsning i varmekab ved 60°C i 19 timer.
- e) Vask med varmt vand og acetone.

Enzymmetoden har i foreløbige undersøgelser på danske fodermidler været i stand til at beskrive 86% af variationen i fordøjeligheden af organisk stof med en residualspredning på 2,75%-enheder. Fodermidlerne i denne undersøgelse bestod af 18 råvarer og 22 kommercielle kraftfoderblandinger. De afprøvede fodermidler udviste en variation i fordøjelighed af organisk stof bestemt på får fra 64,1 til 93,3%. Sammenhængen mellem opløseligheder fundet ved enzymmetoden og fordøjeligheden af organisk stof bestemt hos får er på højde med, hvad der kan opnås ved in vitro inkubationer med vomvæske (Weisbjerg et al., 1991b), og enzymmetoden giver tilsyneladende ikke større systematiske afvigelser end metoden med vomvæske.

Ud fra den kemiske sammensætning og fordøjeligheden af organisk stof bestemt in vitro efter enzymmetoden vil det således

være muligt at beregne og kontrollere indholdet af fordøjelig energi. Der er tidligere publiceret formler til beregning af  $FE_K$  indholdet ud fra 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 kemisk analyse for sukker og stivelse.

Der er derfor udviklet en formel til beregning af  $FE_K$  pr. kg tørstof ud fra indholdet af fordøjelig energi samt indholdet af træstof.

## Grundlag for beregningerne og de opstillede formler

Basis for de foretagne beregninger er fodermiddeltabellen fra 1979 (Andersen & Just, 1979), på nær enkelte udeladelser p.g.a. mangler og fejl i tabellen. Fodermidlernes indhold af sukker er taget fra fodermiddeltabellen fra 1986 (LK, 1986).

I stedet for de i 1979-tabellen angivne fordøjeligheder for råfedt er der anvendt fordøjeligheder beregnet efter følgende formel (Weisbjerg et al., 1991a):

I. 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 som nedenfor givet:

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

(Sukkerkorrektio n kun hvis % sukker > 20).

De anvendte energifaktorer er fundet for fordøjede næringsstoffer hos kvæg (Schiemann et al., 1972). For kulhydrat er det en sammenvejet værdi af værdierne fra Schieman 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.

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 ikke skulle foretages korrektioner for kraftfoderblandinger.

Den ovenfor beskrevne regressionsberegning giver følgende sammenhæng mellem  $FE_K$  og indholdet af fordøjelig energi og træstof:

$$\text{III. } FE_K/\text{kg ts} = -0,369 + 0,0989 * \text{fordøjelig energi, MJ/kg ts} - 0,347 * \text{kg træstof/kg tørstof.}$$

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

## Beregning af indholdet af $FE_K$

Basis for beregning af indholdet af  $FE_K$  er en kemisk analyse (aske, råprotein, råfedt og træstof).

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

$$\text{IV. Tilsyneladende fordøjelighed af råprotein (\%)} = 93 - 300/\% \text{ råprotein i tørstof.}$$

Fordøjeligt kulhydrat beregnes som forskellen mellem fordøjeligt organisk stof og

summen af fordøjeligt protein og fordøjeligt råfedt.

Ud fra ovenstående oplysninger kan indholdet af fordøjelig energi beregnes ifølge formel II for kraftfoderblandinger og enkeltfodermidler. Hvis sukkerindholdet er højere end 20% af tørstoffet, vil det desuden være nødvendigt med en bestemmelse af sukkerindholdet. Ud fra indholdet af fordøjelig energi og træstof kan indholdet af  $FE_K$  pr. kg tørstof beregnes ved hjælp af formel III.

## Konsekvenser for vurderingen af enkelt-fodermidlers værdi

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

Dette skyldes følgende forhold:

- De nuværende tabelværdier for fordøjeligheden af råfedt er for høje for visse fodermidler, og disse fordøjeligheder vil blive reduceret, når fordøjeligheden beregnes efter formel I. Fordøjeligheden af fedt vil især blive reduceret for olieskrå med lavt fedtindhold og for mælkeprodukter.
- Træstofkorrektionen rammer træstofrige fodermidler, især fodermidler med lav træstoffordøjelighed. 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.
- 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.

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 forsøgsmæssig grundlag. Sukkerholdige produkter, roer samt sukkerroeaffald 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, mens halm vil blive vurderet lidt højere.

## Konklusion

Bortfaldet af deklARATIONEN for råvaresammensætning i kraftfoderblandinger nødvendiggør, at der findes et nyt grundlag til vurdering af indholdet af  $FE_K$ . Den ovenfor beskrevne metode vil være egnet til vurdering af såvel kraftfoderblandinger, råvarer samt grovfodermidler. Metoden vil være bedre end den indtil nu officielle metode til kontrol af foderblandinger og til beskrivelse af forskelle indenfor råvaregrupper, idet den bygger på en konkret estimering af fordøjeligheden. Den her beskrevne metode vil kun give små afvigelser i forhold til den nu anvendte metode til grovfoder (LK, 1991a), men vil give betydelige afvigelser for visse handelsfodermidler i forhold til 1991-tabelen (LK, 1991b).

Denne meddelelse giver kun en kort beskrivelse af det princip, der er udviklet til den fremtidige kontrol af kraftfoderblandingers energiindhold. Når alle undersøgelser er tilendebragt, vil der blive udarbejdet en beretning med en mere udførlig beskrivelse af beregningerne, samt en beskrivelse af den forsøgsmæssige baggrund for den udviklede

enzymmetode til bestemmelse af fordøjeligheden af organisk stof.

## Litteraturliste

- Andersen, P.E. & Just, A., 1979. Tabeller over fodermidlers sammensætning m.m. Kvæg. Svin. Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab. 56 pp.
- LK, 1986. Fodermiddeltabel. Landsudvalget for Kvæg.
- 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.
- 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.
- Schiemann, R., Nehring, K., Hoffmann, L., Jentsch, W. & Chudy, A., 1972. Energetische Futterbewertung und Energiennormen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin. 344 pp.
- Thomsen, K.V., 1979. Angivelse og beregning af fordøjeligt råprotein til kvæg og får. Medd. 269, Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T., Frandsen, J., Højland Frederiksen, J. & Aaes, O., 1991a. Estimering af råfedts fordøjelighed hos drøvtyggere baseret på fodermidlernes indhold af råfedt. 804. Meddelelse, Statens Husdyrbrugsforsøg. 6 pp.
- Weisbjerg, M.R., Witt, N. & Hvelplund, T., 1991b. Upubliceret.