

NY FODERENHED TIL SOFODER: FEso2023

Uffe Pinholt Krogh og Per Tybirk

SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Ligningen til beregning af fodermidlers indhold af FEso justeres på baggrund af fem soforsøg med test af fiberrige foderblandinger i forhold til normale foderblandinger. Den nye ligning (FEso2023) er justeret, så der er samme indhold af FEsv, FEso og FEso2023 i byg, mens fiberrige fodermidler, som fx roepiller, opjusteres i FEso2023.

Sammendrag

Da det nuværende fodervurderingssystem blev fastlagt i perioden 2002-2006, var forsøgsgrundlaget til bestemmelse af energiværdien af de fordøjede fibre til søer mangelfuldt, og derfor blev energiværdierne skønsmæssigt ansat. I mellemtiden har det ofte været diskuteret, om søerne reelt finder mere energi end beregnet i fiberrige fodermidler, herunder især roepiller.

Der er derfor gennemført en vurdering af fem soforsøg, hvor der er tilstrækkeligt data til at vurdere effekten af fiberrige foderblandinger i forhold til fiberfattige foderblandinger. I hvert af de enkelte forsøg er der en række usikkerheder, herunder at der ikke er analyserede værdier for de anvendte foderpartier. Vurderingen er derfor baseret på, at de anvendte fodermidler har haft analysemæssige værdier svarende til de senest tilgængelige analyseværdier fra den danske foderstofbranche. Det giver en vis usikkerhed for det enkelte forsøg, men det antages, at disse usikkerheder er væsentligt mindre, når der ses på gennemsnitsresultater fra fem forsøg.

Der indgår kun forsøg, hvor man har målt aflejring af protein og fedt i drægtighedsperioden for både forsøgs- og kontrolgruppe, og denne aflejring er omregnet til FEso ud fra energiværdi af protein og fedt i ligningen til beregning af FEso (9,9 KJ for protein og 31,7 KJ for fedt).

Den nye ligning til beregning af foderets energiindhold (FEso2023) er herefter fremkommet ved at justere energiværdierne for fermenterbare kulhydrater til søer (FMKso) og ufordøjeligt tørstof ved ileum (UTSi). Energiværdierne af FMKso og UTSi er således justeret i det enkelte forsøg i både forsøgs- og kontrolgruppe indtil forskel i indtaget FEso pr. dag = forskel i aflejret energi pr. dag.

Efter beregningen af nye energiværdier er energiindholdet i 1,00 FEso2023 justeret, så FEsv, FEso, og FEso2023 i byg er nogenlunde identiske.

På baggrund af disse forsøg og denne metode anbefales det at ændre tre tal i formlen til beregning af FEso, nemlig:

1. Energiværdien af FMKso øges fra 9,0 KJ pr. gram i FEso til 10,5 KJ pr. gram i FEso2023.
2. Energitabet for UTSi reduceres fra 2,8 KJ pr. gram i FEso til 2,1 KJ pr. gram i FEso2023.
3. Indhold af energi i 1,00 FEso ændres fra 7.700 KJ i FEso til 7.960 KJ i FEso2023.

Den praktiske betydning er, at gennemsnitligt sofoder og byg får stort set samme indhold af FEso og FEso2023. Fodermidler med lavere energiværdi end byg bliver opjusteret, mens fodermidler med højere energiværdi, fx hvede og fedt, får lidt lavere energiværdi i sofoder. Fodermidler med mange fermenterbare fibre som roepiller og sojaskaller indeholder 14-19 flere FEso2023 end FEso pr. 100 kg.

Ændringen i formlerne er vedtaget i "Normgruppe vedr. normer for næringsstoffer i grisefoder" med repræsentanter for foderstofbranchen, Københavns Universitet, Aarhus Universitet, lokale griserådgivere og SEGES Innovation. Ændringerne har også været præsenteret for "Dialogforum Foderstofudvalget", som - dog uden at have besluttende myndighed - støtter ændringerne, når branchen er enige.

Baggrund

Der kan, af forskellige årsager, være fordele ved at anvende fiberrige fodermidler til søer. Samtidigt kommer der løbende nye fodermidler på markedet og nye afgrøder i sædskiftet og dermed også i foderblandingerne. Nye fodermidler, alternative proteinfodermidler, og biprodukter er ofte kendetegnet ved et relativt højt indhold af fibre. En nøjagtig vurdering af energiværdien af foderets fiberfraktion er derfor vigtig for at kunne værdisætte fodermidler med forskelligt fiberindhold.

Foderets fiberfraktion

Foderets fiberindhold er en kompleks størrelse. I nogle tilfælde beskrives fiberindholdet ved hjælp af kemiske analyser, fx som summen af polysakkarider, der ikke er stivelse (NSP) og lignin. I andre tilfælde defineres fiberindholdet ud fra en fysiologisk betragtning som andelen af polysakkarider, der ikke nedbrydes af fordøjelsesenzymer, men fermenteres i grisens blind- og tyktarm [1]. Fiberfraktionen inkluderer både pektiner, cellulose, hemi-cellulose, beta-glukaner, fruktaner og oligosaccharider, som i større eller mindre grad fermenteres af mikroorganismer, hvorved der hovedsageligt dannes eddikesyre, propionsyre, smørsyre og gasser som brint og metan. Ligeledes er stivelse, som ikke bliver nedbrudt i tyndtarmen, defineret som fibre i den fysiologisk baserede definition. Uanset definitionen, består fiberfraktionen af en bred gruppe af molekulære enheder med forskellige kemiske og fysiske egenskaber, som varierer mellem forskellige typer af fodermidler [2]. Det betyder, at beregningen af energibidraget fra fibre er besværliggjort af variationen i fibrenes sammensætning på tværs af fodermidler.

Fiberfraktionens energiværdi

Fiberindholdet har betydning for foderets samlede energiværdi, men også for, hvornår energien fra fibrene er tilgængelig for grisen [3]. Et højt fiberindhold gør, at absorptionen af næringsstoffernes energibidrag fordeles mere jævnt i perioden efter en fodring, sammenlignet med foder med lavt fiberindhold og højt stivelseindhold. En mere ensartet absorption samt fibrenes relativt lave energitæthed gør, at fiberrige fodermidler giver en bedre mæthedsfølelse. Derudover kan et højt fiberindhold medvirke til et reduceret aktivitetsniveau og energiforbrug, som derfor betyder, at fibrene også kan have en indirekte betydning for fibrenes ernæringsmæssige værdi [4]. Endeligt kan fodring

med store mængde fibre begrænse grisenes samlede energiindtag, hvis grisene ikke kan kompensere for fibrenes lave energitæthed med et tilsvarende højt foderoptag [5]. Samlet set har fibrene en række egenskaber, som direkte eller indirekte har betydning for fibrenes energiværdi.

Vurdering af fiberfraktionen i det danske fodervurderingssystem

I det danske fodervurderingssystem beregnes andelen af fibre i foderet, der fermenteres i grisens eller soens blind- og tyktarm på baggrund af to in-vitro analysemetoder, som simulerer fordøjeligheden af organisk stof ved slutningen af tyndtarmen (EFOSi) og over hele fordøjelseskanalen (EFOS). Foderets beregnede fiberfraktion beskrives som fementerbare kulhydrater (FMK for grise i vækst og FMKso for søer) og defineres som andelen af det organiske stof, som fordøjes i soens blind- og tyktarm.

For at forstå de ændringer, som vi foreslår i beregningen af FEso2023, indledes nedenfor med beskrivelse af, hvordan FEsv og FEso beregnes i dag. Nedenstående tekst med *kursiv* er direkte kopi fra Rapport nr. 30 fra 2006 [6]:

Beregnete næringsstoffraktioner

I praksis er der indført en række forenklinger, som muliggør beregning af næringsstoffraktioner og energiværdi ud fra ovenstående analyser. Forenklingerne er, at der anvendes faste værdier for de reelle protein- og fedtfordøjeligheder (EFNi = 91 % og FKråfedt = 90 %), svarende til værdierne for typisk færdigfoder, hvor eventuelt tilsat fedt er svinefedt eller palmeolie. Derfor kan man på grundlag af de fire kemiske (vand, råprotein, råfedt, aske) - og de to in vitro analyser beregne følgende næringsstoffraktioner:

Organisk stof: Org. stof

Org. stof, [g/kg ts] = 1.000, [g/kg ts] ÷ aske, [g/kg ts]

Reelt fordøjeligt råprotein ved ileum: RFRP

RFRP, [g/kg ts] = råprotein, [g/kg ts] × 0,91

Reelt fordøjeligt råfedt: RFRF

RFRF, [g/kg ts] = råfedt, [g/kg ts] × 0,9

Fermenterbare kulhydrater: FMK

FMK, [g/kg ts] = org. stof, [g/kg ts] × (EFOS ÷ EFOSi)/70

Let fordøjelige kulhydrater: LFK

LFK, [g/kg ts] = Org. stof, [g/kg ts] × EFOS/100 ÷ RFRP, [g/kg ts] ÷ råfedt, [g/kg ts] × 0,97 ÷ FMK, [g/kg ts]*

Ufordøjeligt tørstof ved ileum: UTSi

UTSi, [g/kg ts] = Org. stof, [g/kg ts] × (100 ÷ EFOS)/100 + FMK, [g/kg ts] + 0,07 × råfedt, [g/kg ts] + 0,3 × aske, [g/kg ts]*

Fermenterbare kulhydrater til søer: FMKso

FMKso, [g/kg ts] = FMK, [g/kg ts] + 0,18 × Org. stof, [g/kg ts] × (100 ÷ EFOS)/100

** I disse ligninger tages der hensyn til, at fedtfordøjeligheden i gennemsnit er 97 % i EFOSi-metoden, mens den gennemsnitlige reelle fordøjelighed af råfedt kun er 90 % i grisene.*

1.3. Energiværdi af næringsstoffraktionerne

Energifaktorerne er baseret på næringsstofferne fysiologiske energiværdi, der er mængden af energi, som grisen har til rådighed efter korrektion for tab i stofskiftet. Energiværdien er fastlagt ud fra den gennemsnitlige sammensætning af næringsstoffer i de anvendte næringsstoffraktioner, fx er proteinets værdi fastlagt ud fra aminosyresammensætningen i en typisk blanding af korn og sojaskrå. I tabel 1.1 er næringsstoffraktionerne vist sammen med de energifaktorer, der anvendes ved beregninger i praksis.

Tabel 1.1. Næringsstoffraktioner og energiværdi i FEsv og FEso.

Næringsstoffraktion	FEsv, kJ/g	FEso, kJ/g
RFRP = Reelt fordøjeligt Råprotein, [g/kg ts]	9,9	9,9
RFRF = Reelt fordøjet råfedt, [g/kg ts]	31,7	31,7
LFK = Letfordøjeligt kulhydrat, [g/kg ts]	11,7	11,7
FMK = Fermenterbart kulhydrat, [g/kg ts]	7,0	-
FMKso = Fermenterbart kulhydrat, Søer, [g/kg ts]	-	9,0
UTSi = Ufordøjeligt tørstof ved ileum, [g/kg ts]	÷ 2,8*	÷ 2,8*

* Den negative værdi angiver, at UTSi medfører et energitab ved fordøjelsen på 2,8 kJ pr. g UTSi

1.4. Ligninger til beregning af FEsv og FEso

I ligningerne nedenfor er næringsstoffraktionerne angivet som gram pr. kg tørstof og tilhørende energiværdi i kJ/g. Det bemærkes, at der anvendes de samme ligninger til fodermidler, færdigfoder og tilskudsfoder.

$FEsv, \text{ pr. kg ts} = (RFRP, [g/kg \text{ ts}] \times 9,9 \text{ kJ/g} + RFRF, [g/kg \text{ ts}] \times 31,7 \text{ kJ/g} + LFK, [g/kg \text{ ts}] \times 11,7 \text{ kJ/g} + FMK, [g/kg \text{ ts}] \times 7,0 \text{ kJ/g} \div UTSi, [g/kg \text{ ts}] \times 2,8 \text{ kJ/g}) / 7.380 [kJ/FEsv]$

$FEso, \text{ pr. kg ts} = (RFRP, [g/kg \text{ ts}] \times 9,9 \text{ kJ/g} + RFRF, [g/kg \text{ ts}] \times 31,7 \text{ kJ/g} + LFK, [g/kg \text{ ts}] \times 11,7 \text{ kJ/g} + FMKso, [g/kg \text{ ts}] \times 9,0 \text{ kJ/g} \div UTSi, [g/kg \text{ ts}] \times 2,8 \text{ kJ/g}) / 7.700, [kJ/FEso]$

Hvor

7.380 [kJ/FEsv] = skaleringsfaktor for omregning fra fysiologisk energi til foderenheder til voksende grise. Fastlagt så energiindholdet i FEsv er identisk med indholdet af FEs i en standardblanding til slagtesvin, hvor FEs er indholdet af foderenheder i det gamle fodervurderingssystem.

7.700 [kJ/FEso] = skaleringsfaktor for omregning fra fysiologisk energi til FEso, fastlagt så FEsv = FEso i vårbyg. (Gennemsnitanalyser af årets kornhøst 2003 + 2004)

Det fremgår af ovenstående (fra Rapport nr. 30), at forskellen mellem FEsv og FEso er, at der i FEso anvendes 9 KJ i stedet for 7 KJ som energiværdi for fermenterbare kulhydrater, og at det antages, at søer i gennemsnit kan fordøje yderligere 18 % af det organiske stof i forhold til grise i vækst. Der er altså både indregnet flere fermenterbare kulhydrater og at disse har en højere værdi i FEso end i FEsv.

Energitalet ved fordøjelse er fastsat til 2,8 KJ pr. g ufordøjet tørstof ved ileum (UTSi). Dette tal er fremkommet ud fra energiindholdet i det direkte endogene tab af fedt og protein på 1,4 KJ pr. g UTSi. Dette tab er skønsmæssigt fordoblet, da tarmen derudover skal bruge energi dels til at transportere ufordøjet foder og dels at øge fordøjelseskanalets størrelse. Her kan det især diskuteres, om forøget størrelse af tarmen er en "spildt omkostning" hos søer, da søer kan bruge en større tarm i lang tid, mens slagtegrise ikke afregnes for en større tarm. En anden forskel mellem drægtige søer og grise i vækst er, at energitab til varme dannet ved fermentering af foder i tarmen måske i højere grad kan gavne søerne, så de ikke skal omsætte foder alene for at holde varmen.

Den teoretiske energiværdi af FMKso og fiberfraktionens bidrag til energitab i forhold til UTSi (ud over 1,4 KJ) er bestemt med relativ stor usikkerhed pga. den store variation i fiberfraktionens sammensætning imellem fodermidler, fibrenes forskellige egenskaber med indflydelse på energiværdien og mængden af tilgængelige data. Dette komplicerer beregningen af fibrenes energiværdi. Derudover er datagrundlaget til bestemmelsen af fibrenes energiværdi besværliggjort og begrænset af, at tarmens mikroorganismer både danner og lever af de kortkædede fedtsyrer fra fiberfermenteringen.

Da der er indikationer fra praksis om, at værdien af fiberrige fodermidler til søer er undervurderet, blev det derfor besluttet at undersøge, om det er muligt at tilpasse parametrene til beregning af energibidraget fra fibre, så de passer med søernes respons - ud fra de bedst egnede forsøg med fiberfodermidler, som er relevante i praksis.

Formål

Formålet er at vurdere bidraget af energi fra foderets fiberfraktion og opnå en mere retvisende energivurdering af fiberholdige fodermidler til søer ved at justere på relevante parametre i beregningen af fodermidlernes energiværdi i det danske fodervurderingssystem.

Estimering af fibrenes energibidrag hos søer

Tilgangen til at estimere fibrenes energibidrag er, at en forskel i energiindtag mellem to grupper af søer vil resultere i samme forskel i mængden af aflejret energi forudsat, at søernes energibehov til vedligehold er den samme hos begge grupper af søer. Derfor blev der indledningsvist samlet resultater fra sofodringsforsøg, hvor traditionelle foderblandinger blev sammenlignet med fiberrige foderblandinger, og hvor der præsenteres data for fodersammensætning, foderindtag, og søernes kropsaflejring af fedt og protein. I det endelige datasæt indgik resultater fra seks forskellige forsøgsgrupper (fem forsøg) fodret med fiberrige foderblandinger (**Høj-fiber**, n=6 grupper) og tilsvarende forsøgsgrupper fodret med mere traditionelle sofoderblandinger med lave fiberniveauer (**Lav-fiber**, n=5 grupper). De mest centrale karakteristika fra disse forsøg er vist i **Appendiks-Tabel-1** og indholdet af fodermidler i de anvendte forsøgsblandinger er vist i **Appendiks-Tabel-2**.

Forventet energiindhold og -indtag

Det forventede energiindhold i Lav-fiber- og Høj-fiberfoderblandingerne blev beregnet ud fra foderblandingernes fodermiddelsammensætning og tabelværdier for fodermidlernes næringsstoffraktioner [7].

Valg af fodermiddelkode påvirker resultaterne. Det forventede energiindhold påvirkes fx af, om der vælges værdier for melasserede, letmelasserede eller umelasserede roepiller. Vi valgte de nyeste tilgængelige analyseværdier fra roepiller fra foderstofbranchen. Dermed antog vi, at man i de forskellige forsøg mest sandsynligt havde brugt roepiller af gængs handelsvare i Danmark. Det er muligt, at roepillerne i de enkelte forsøg både havde indeholdt mere eller mindre melasse end den type, vi har brugt i beregningerne. Tilsvarende kan såvel korn som de andre fodermidler have været lidt anderledes end vores tabelværdier, hvilket giver en generel usikkerhed, som forhåbentligt bliver udlignet ved at se på gennemsnit af seks forsøgsgrupper.

Indtaget af FEso for kontrol- og forsøgsgruppe beregnes som: kg foder pr. dag x FEso/kg foder.

Måling af aflejret energi

Måling af energiaflejring fra protein og fedt (MJ/dag) hos søer fodret med Lav-fiber- og Høj-fiberblandingerne var en forudsætning for, at forsøgene kunne bidrage med data til estimering af foderblandingernes energiindhold. Mængden af aflejret energi i protein og fedt blev overordnet set målt med to forskellige metoder i de fem forsøg, der bidrog med resultater til estimering af energiindhold.

I ét af de fem forsøg blev mængden af aflejret energi beregnet som forskellen i den samlede mængde fedt og protein i soens krop ved forsøgets start (løbning) og ved forsøgets afslutning (dag 108 i drægtighed) [7]. Den samlede mængde fedt og protein i soens krop blev bestemt på baggrund af

målinger af fortynding af deuterium infunderet i soens krop omregnet til kroppens samlede indhold af energi i fedt og protein [7]. Resultaterne fra dette forsøg afviger fra de andre forsøg, hvilket kan skyldes, at denne metode har medført en overvurdering af proteinaflejringen og en undervurdering af fedtaflejringen, da en beregnet reduceret fedtaflejring med deuteriummetoden ikke harmonerer med samme rygspektykkelse ved forsøgets afslutning for forsøgs- og kontrolsøerne. Det er valgt at estimere foderblandingerne energiindhold både på baggrund af deuteriummålingerne, men også under antagelse af, at lav-fiber- og høj-fiber-søer opnåede samme energiaflejring. Antagelsen af samme energiaflejring hos lav-fiber- og høj-fiber-søer er baseret på, at forsøgsgrupperne i dette forsøg opnåede samme tilvækst i vægt og rygspek gennem forsøgsperioden.

I de resterende forsøg blev den totale mængde af aflejret energi målt som forskellen mellem indtagelsen af metabolisk energi (Energibalance) og total varmeproduktion (Indirekte kalorimetri i respirationskamre) [8-11]. Aflejret energi fra protein blev beregnet ud fra kvælstofbalance og aflejret energi fra fedt blev beregnet som forskellen mellem total aflejret energi og energi aflejret som protein [8-11]. Den målte energiaflejring (MJ/dag) blev omregnet til FEso/dag under antagelse af 9,9 kJ/g i aflejret protein, 31,7 kJ/g i aflejret fedt og 7,7 MJ/FEso [6].

Aflejret FEso pr. dag = (Aflejret protein, g pr. dag x 9,9 + aflejret fedt, g pr. dag x 31,7) / 7.700 KJ pr. FEso

I forbindelse med udledningen af den bedste formel anvendtes fortsat 7.700 KJ pr. FEso – divisoren blev først justeret til 7.960 som en konsekvens af den valgte formel.

Hypotese

Hypotesen, som er brugt til at finde den bedste ligning til beregning af FEso2023, skal sikre, at:

Indtaget af FEso2023 fra kontrolfoder pr. dag ÷ indtaget af FEso2023 fra forsøgsfoder pr. dag = FEso2023 aflejret pr. dag ved kontrolfoder ÷ FEso2023 aflejret pr. dag ved forsøgsfoder.

Eller med ord: En forskel i tildelte FEso2023 skal give samme forskel i aflejlrede FEso2023 forudsat, at søerne har haft samme behov til vedligehold. Denne antagelse er baseret på, at søerne blev fordelt på forsøgsgrupperne i forhold til deres vægt, hvorfor behovet for energi/varme til vedligehold antages at være ens for begge grupper

Modeltest til bestemmelse af energiværdier til beregning af FEso2023

Der blev herefter gennemført tre modeltest for at opnå, at forskel i FEso2023 indtaget er lig med forskel i FEso2023 aflejret. Her blev energiværdierne justeret, for at finde den/de værdier, hvor forskel i forventet indtag mellem de to grupper er den samme som forskellen i aflejret energi. Dette blev gjort for hvert enkelt forsøg. Der blev fundet energiværdier ud fra følgende muligheder:

- Modeltest 1: Justering af energiværdi for FMKso, mens UTSi konstant er uændret 2,8 KJ.
- Modeltest 2: Justering af energiværdi for UTSi, mens der bruges 9,0 KJ for FMKso.
- Modeltest 3: Justering af energitab for UTSi til 2,1 KJ pr. gram og herefter justering af energiværdi for FMKso.

I modeltest 3 blev de 2,1 KJ pr. gram UTSi valgt ud fra et skøn om, at det ekstra energitab ved fordøjelse ud over det direkte endogene tab måske kun var 50 % af det direkte endogene tab fra protein og fedt, således at det direkte tab på 1,4 KJ pr. gram kunne omregnes til $1,4 \times 1,5 = 2,1$. Det kan være rimeligt at antage, at omkostningen ved at få en større tarm (procentvis af alt foder) er

lavere for søerne, da omkostningen - fordelt over soens levetid - er lavere end omkostningen ved at få en større tarm for en gris i vækst.

De estimerede energiværdier for de tre modeltests i de enkelte forsøg og gennemsnittet på tværs af forsøgene er vist i **Tabel 1**.

Det gennemsnitlige energiindhold af høj-fiberblandingerne blev estimeret til at være 0,97 FEso/kg, hvilket er ca. 5 % højere end forventet ud fra nuværende tabelværdier. Det betyder, at energiværdien af FMKso skulle ændres til 11,6 KJ/g FMKso i modeltest 1 - eller at energiværdien af UTSi skulle ændres til -1,1 kJ/g UTSi i modeltest 2 – for, at det forventede energiindhold i høj-fiberblandingerne stemmer overens med det estimerede energiindhold. På samme måde viste modeltest 3, at det i gennemsnit "gik op" ved en energiværdi af UTSi på -2,1 KJ/g samtidig med en energiværdi af FMKso på 10,5 KJ/g.

Tabel 1. Forventet og estimeret energiindhold i forsøgsfoderblandinger med højt fiberindhold og i den/de fodermidler, som blev anvendt til at øge fiberindholdet i høj-fiberblandingerne. Derudover vises den beregnede fysiologiske energiværdi af fermenterbare kulhydrater (FMKso) og ufordøjeligt tørstof ved ileum (UTSi).

Reference og fiberfodermiddel ¹		Nuværende: 9,0 KJ/g FMKso 2,8 KJ/g UTSi		Estimeret energiindhold		Energiværdi, hvor det "går op" i det enkelte forsøg ²			
		Høj-fiber blanding	Fiber-foder middel	Høj-fiber blanding	Fiber-foder middel	Scenario-1: FMKso ³	Scenario-2: UTSi ⁴	Scenario-3: FMKso + UTSi ⁵	
		FEso/kg	FEso/kg	FEso/kg	FEso/kg	kJ/g FMKso	kJ/g UTSi	KJ/g FMKso	KJ/g UTSi
[7] ⁶	Sukkerroe	1,04	0,71	1,03	0,63	7,9	3,8	7,1	2,1
[7] ⁷	Sukkerroe	1,04	0,71	1,06	0,84	10,9	1,1	10,1	2,1
[8]	Sukkerroe	0,90	0,71	0,94	0,89	12,1	-0,1	11,3	2,1
[9]	Fibermix-1	0,70	0,65	0,81	0,79	12,5	0,5	11,4	2,1
[10]	Hvedeklid	0,98	0,69	0,99	0,73	11,9	1,8	9,9	2,1
[10]	Sukkerroe	1,04	0,71	1,05	0,79	10,1	1,8	9,4	2,1
[11]	Fibermix-2	0,88	0,70	0,96	0,84	13,4	0,2	12,2	2,1
Gennemsnit⁸		0,92	0,69	0,97	0,80	11,6	1,1	10,5	2,1

¹ Flere informationer for de individuelle forsøg er vist i Appendiks-Tabel 1.

² Den energiværdi af FMKso og/eller UTSi, som resulterer i, at det beregnede energiindhold er lig med det estimerede energiindhold for højfiberblandingen.

³ Justering af energiværdi af FMKso til værdi, hvor forventet energiindhold er lig med det estimerede energiindhold (nuværende energiværdi af FMKso er 9, KJ/g).

⁴ Justering af energitab af UTSi til værdi, hvor forventet energiindhold er lig med det estimerede energiindhold (nuværende energitab af UTSi er 2,8 KJ/g).

⁵ Justering af energiværdi af FMKso til værdi, hvor forventet energiindhold er lig med det estimerede energiindhold og hvor energitab af UTSi fastholdes på 2,1 KJ/g.

⁶ Deuteriummetoden er anvendt til at beregne aflrejret energi i protein og fedt

⁷ Det er antaget, at der er samme aflejring af energi i kontrol- og forsøgs-gruppen. Udvikling i vægt og rygspæk tyder på dette – mistanke om fejlvurdering med deuteriummetode.

⁸ Rå gennemsnit for de seks forsøgsgrupper, men hvor 8a og 8b er sammenvejet til et tal først.

Betydning for fodermidlernes energiindhold

Betydningen af energiværdien af FMKso og UTSi for fodermidlernes beregnede energiindhold blev beregnet for at belyse betydningen af disse i forskellige typer af fodermidler (**Tabel 2**). Energiindholdet med de nuværende værdier for beregningsparametrene er vist sammen med energiværdier fra modeltestene, hvor det gennemsnitlige estimerede energiindhold i fiberblandinger fra de fem sofodringforsøg stemmer overens med det beregnede energiindhold (modeltest 1, 2 og 3).

I alle modeltest er antallet af KJ pr. FEso2023 ændret fra de nuværende 7.700 KJ pr. FEso til 7.960 KJ/FEso. Dette blev gjort for at opnå et nogenlunde uændret antal foderenheder pr. kg i FEsv, FEso, FEso2023 i vinterbyg (2020-2022). Det giver samtidig uændret energiindhold i typisk hjemmeblandet foder til søer og 0,4 % højere FEso2023 i typisk færdigfoder, som oftest indeholder lidt mere af de fiberrige fodermidler [12].

Ændringerne i energiværdierne af FMKso og UTSi har størst indflydelse på roepiller, sojaskaller, og andre fodermidler med et højt indhold af fermenterbare kulhydrater. En gruppering af fodermidlerne (som i **Tabel 2**) viser, at fiberfodermidler er mest påvirket af ændringer i energiværdier for FMKso og UTSi, mens processerede proteinfodermidler, bælgplanter og grovfoder påvirkes i nogen grad, og korn påvirkes i relativt lav grad. Beregningsscenarierne viser, at ændring af energifaktorerne for FMKso og UTSi påvirker fodermidlernes energiindhold på nogenlunde samme måde, hvilket kan forklares med en relativt tæt sammenhæng mellem indholdet af FMKso og UTSi i et fodermiddel. En opjustering af energiværdien alene på FMKso vil derfor i høj grad have samme effekt på fodermidlernes rangering i forhold til hinanden - som justering af fradraget for UTSi.

Tabel 2. Energiindhold for forskellige fodermidler ved forskellige energiværdier for FMKso og UTSi.

Tabel 2: Energimåling for forskellige fodermidler ved forskellige energiværdier for FMKso og UTSi.					
Energiværdi af:	Udgangspunkt		Modeltest 1	Modeltest 2	Modeltest 3
FMKso, kJ/g	9		11.6	9	10.5
UTSi, kJ/g	-2.8		-2.8	-1.1	-2.1
FEso, kJ/FEso	7.700		7.960	7.960	7.960
	FEsv/kg	FEso/kg	FEso2023/kg (% af FEso i parentes)		
Korn					
Hvede	1,17	1,15	1,13 (98)	1,14 (99)	1,14 (99)
Byg	1,05	1,05	1,04 (99)	1,06 (101)	1,05 (100)
Havre	0,86	0,89	0,89 (100)	0,92 (104)	0,90 (101)
Rug	1,11	1,10	1,09 (99)	1,10 (100)	1,09 (99)
Triticale	1,12	1,11	1,10 (99)	1,10 (99)	1,10 (99)
Majs	1,22	1,19	1,17 (98)	1,18 (99)	1,17 (98)
Gennemsnit	1,09	1,08	1,07 (99)	1,08 (100)	1,08 (100)
Bælgplanter					
Hestebønner	0,85	0,88	0,90 (102)	0,91 (104)	0,90 (102)
Lupin	0,73	0,81	0,91 (112)	0,89 (109)	0,90 (111)
Ært	1,01	1,02	1,03 (101)	1,03 (101)	1,03 (101)
Sojabønner	1,40	1,41	1,43 (102)	1,42 (101)	1,43 (102)
Gennemsnit	1,00	1,03	1,07 (104)	1,06 (104)	1,07 (104)
Processerede proteinfodermidler					
Sojaskrå	0,94	0,96	0,99 (103)	0,98 (102)	0,98 (102)
Solsikkeskrå	0,65	0,72	0,77 (107)	0,79 (110)	0,78 (108)
Rapsskrå	0,74	0,80	0,86 (107)	0,87 (108)	0,86 (107)
Rapskage	0,92	0,98	1,04 (105)	1,04 (106)	1,04 (106)
Solsikkekage	0,94	0,99	1,03 (103)	1,05 (106)	1,03 (104)
Palmekage	0,35	0,48	0,55 (113)	0,61 (127)	0,57 (119)
Kokoskage	0,91	0,99	1,06 (107)	1,07 (108)	1,06 (107)
Sojakage	1,09	1,12	1,16 (104)	1,15 (103)	1,15 (103)
Grønprotein	0,85	0,87	0,86 (99)	0,91 (104)	0,88 (101)
Gennemsnit	0,82	0,88	0,92 (105)	0,94 (108)	0,93 (106)
Fiberfodermidler					
Roepiller (ikke mellaseret)	0,46	0,63	0,84 (132)	0,78 (124)	0,81 (128)
Roepiller*	0,57	0,71	0,87 (123)	0,83 (117)	0,85 (120)
Hvedekliid	0,62	0,69	0,72 (104)	0,76 (111)	0,73 (107)
Lucernegrønme	0,36	0,47	0,53 (113)	0,58 (123)	0,55 (117)
Græsgrønme	0,29	0,41	0,46 (112)	0,53 (130)	0,49 (119)
Sojaskaller	0,11	0,31	0,47 (153)	0,48 (156)	0,47 (153)
Citruskvas	0,67	0,80	0,95 (119)	0,90 (113)	0,93 (117)
Kornbærme (DDGS)	0,91	0,93	0,93 (100)	0,97 (104)	0,95 (101)
Gennemsnit	0,50	0,62	0,72 (119)	0,73 (122)	0,72 (120)
Grovfoder					
Helsæd af Byg-Ært	0,22	0,24	0,25 (104)	0,26 (109)	0,26 (106)
Græsensilage	0,21	0,23	0,24 (105)	0,26 (112)	0,25 (108)
Majsensilage	0,22	0,24	0,25 (102)	0,27 (111)	0,26 (106)
Gennemsnit	0,22	0,24	0,25 (104)	0,26 (110)	0,26 (106)

* Senest tilgængelige analyseværdier fra foderstofbranchen.

Betydning for analysenøjagtighed på FEso2023

Den nye FEso2023 bruger de samme analyser som FEsV og den nuværende FEso til bestemmelse af energiværdien, nemlig de seks analyser: Vand, råprotein, råfedt, aske, EFOS og EFOSi. Men ændringen i de enkelte fraktioners energiværdi har betydning for, hvor meget analyseunøjagtigheden for EFOS og EFOSi betyder for FEso2023. I tabel 3 er vist, hvad det betyder for FEsV, FEso og FEso2023, hvis EFOS eller EFOSi afviger med 2 % fra den "sande værdi", hvor den sande værdi kunne være gennemsnittet af ti analyser.

Tabel 3. Betydning af afvigende værdier af EFOS og EFOSi for indhold af foderenheder i typisk diegivningsfoder eller slagtegrise foder og i roepiller.

EFOS	EFOSi	FEsv	FEso	FEso2023
Roepiller				
86	41	56,7	71,0	85,3
84 -2	41	55,8 -0,9	69,9 -1,1	83,7 -1,6
86	39 -2	54,2 -2,5	69,2 -1,8	84,3 -1,0
84 -2	39 -2	53,4 - 3,3	68,1 - 2,9	82,7 - 2,6
Diegivningsfoder eller slagtegrise foder				
89	82	106,0	105,6	105,7
87 -2	82	105,2 -0,8	104,5 -1,1	104,2 -1,5
89	80 -2	103,6 - 2,4	103,9 -1,7	104,7 -1,0
87 -2	80,16* -1,84	102,9 -3,1	103,0 -2,5	103,3 -2,3

*Ved I-faktor metoden, som bruges ved kontrol af færdigfoder, vil en afvigelse i EFOS på 2 enheder medføre, at EFOSi bliver beregnet som $87 \times 82/89 = 80,16$.

Det er velkendt fra analyselaboratorier, at nøjagtig bestemmelse af EFOSi er vanskeligere for fiberrige fodermidler, som fx roepiller, end for fodermidler, som korn og sojaskrå, mens EFOS er mere stabil for alle fodermidler. Ved at skifte til de nye formler for FEso2023, vil betydningen af analysenøjagtigheden for EFOSi blive mindre for de fiberrige fodermidler, da der ikke er så stor forskel på værdisætning af næringsstoffer fordøjet i tyndtarmen i forhold til næringsstoffer fermenteret i tyktarmen. Det betyder mindre risiko for fejlvurdering af fiberrige råvarers energiværdi til FEso2023 end til FEsV og FEso.

Ved kontrol af færdigfoder bruges den såkaldte I-faktor model, hvor foderstofvirksomhederne angiver I-faktoren for blandingen, som er (beregnet EFOSi) / (beregnet EFOS) for den aktuelle foderblanding, hvilket var en løsning, som blev indført i 2011, hvor der i en periode var laboratiemæssige udfordringer med EFOSi-metodens nøjagtighed på fiberrige fodermidler og blandinger. Det betyder, at der ved kontrol af færdigfoder alene bruges EFOS, og at en afvigelse i EFOS på 2 % medfører en automatisk afvigelse i EFOSi på $82/89 \times 2 = 1,84$ procentenheder ved en færdigfoderblanding som eksemplet i tabel 3.

Det fremgår af eksemplerne i tabel 3, at unøjagtigheder i analyser på færdigfoder, hvor kontrolmetoden kun analyserer for EFOS, medfører mindre effekt af analyseusikkerhed på indhold af

FEso2023 end for FEso og især i forhold til FEsv. Det skyldes, at FEso og FEso2023 medregner 18 % af det ufordøjede med EFOS som fordøjeligt for søer, og at der er højere energiværdi af de fermenterbare fibre i FEso2023, dvs. mindre forskel i energiværdi for næringsstoffer fordøjet før og efter ileum.

Det er derfor uproblematisk i forhold til den acceptable analyse-mæssig latitude på 4 foderenheder at skifte til FEso2023, da risikoen for at dumpe ved en given afvigelse i EFOS bliver lidt mindre.

Konklusion

Resultater fra fem tidligere fodringsforsøg med søer tildelt foderblandinger med høje og lave mængder af fibre blev anvendt til at finde de mulige ændringer af energifaktorerne for FMKso og UTSi, som kunne få forskelle i indtag af foderenheder mellem forsøg og kontrol til at give den fundne forskel i aflejrrede foderenheder, hvor sidstnævnte er beregnet ud fra den estimerede aflejring af protein og fedt i de drægtige søer, der indgik i forsøgene.

Det var muligt at tilpasse ligningerne på forskellig vis, så det "gik op" i hvert forsøg for sig, men der var alligevel betydelig variation fra forsøg til forsøg. Generelt fandt søerne mere energi i fiberrige fodermidler end vores nuværende beregningsformel for FEso finder.

Ligningen for beregning af FEso2023 justeres, så energiværdien af fermenterbare kulhydrater (FMKso) indregnes med 10,5 KJ pr. gram (i stedet for 9,0) og så fradraget for UTSi nedjusteres til 2,1 KJ pr. gram (i stedet for 2,8). For fortsat at få samme energihold i FEsv og FEso2023 i byg - og for at få stort set uændret energiindhold i gennemsnitligt sofoder, justeres KJ pr. foderenhed til søer fra 7700 KJ pr. FEso til 7960 KJ pr. FEso2023

Skiftet til FEso2023 indføres ved overgang til ny fodersæson, dvs. ca. pr. 1. september 2023. Det anbefales at navngive den nye foderenhed som FEso2023, så man i en overgangsperiode kan se på udskrifter, hvilken formel der er brugt.

De nye formler betyder en lidt mindre effekt af afvigende analyser for EFOS og EFOSi for FEso2023 end for FEso og FEsv, og at formelændringen derfor ikke giver problemer for foderstofbranchen ved samme latitude for FEso2023 som for FEsv og FEso.

Referencer

1. Bindelle, J., P. Leterme, and A. Buldgen, (2008). *Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: a review*. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, **12**.
2. Bach Knudsen, K.E., (1997). *Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding*. Animal Feed Science and Technology, **67**(4): p. 319-338.
3. Serena, A., H. Jorgensen, and K.E. Bach Knudsen, (2009). *Absorption of carbohydrate-derived nutrients in sows as influenced by types and contents of dietary fiber*. Journal of Animal Science, **87**(1): p. 136-147.
4. Rijnen, M., et al., (2003). *Effects of dietary fermentable carbohydrates on behavior and heat production in group-housed sows*. Journal of Animal Science, **81**(1): p. 182-190.
5. Noblet, J. and G. Le Goff, (2001). *Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs*. Animal Feed Science and Technology, **90**(1-2): p. 35-52.
6. Tybirk, P., et al., (2006). *Det danske fodervurderingssystem til svinefoder*. Danks Svineproduktion.
7. Wisbech, S.J., T.S. Bruun, and P.K. Theil, (2022). *Increased feed supply and dietary fiber from sugar beet pulp improved energy retention in gestating sows*. Journal of Animal Science, **100**(4): p. skac054.

8. Rijnen, M., et al., (2001). *Effects of dietary fermentable carbohydrates on energy metabolism in group-housed sows*. Journal of animal science, **79**(1): p. 148-154.
9. Ramonet, Y., et al., (2000). *The effect of dietary fibre on energy utilisation and partitioning of heat production over pregnancy in sows*. British Journal of Nutrition, **84**(1): p. 85-94.
10. Le Goff, G., et al., (2002). *Digestibility and metabolic utilisation of dietary energy in adult sows: influence of addition and origin of dietary fibre*. British Journal of Nutrition, **87**(4): p. 325-335.
11. Olesen, C.S., H. Jørgensen, and V. Danielsen, (2001). *Effect of dietary fibre on digestibility and energy metabolism in pregnant sows*. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science, **51**(3): p. 200-207.
12. Tybirk, P., (2022). *Klimaafttryk for typisk foder til søer, smågrise og slagtegrise*. SEGES Innovation.

NAV nr.: 1132

//JAHP//

Dyregruppe: Søer
Fagområde: Ernæring
Nøgleord: Energi, energivurdering, fiber, fodervurderingssystem, søer

Appendiks

Tabel 1. Beskrivelse af de mest centrale karakteristika for de forsøg, der danner baggrund for beregningerne af energibidraget fra foderets fiberfraktion hos gølge og drægtige søer.

Reference	Fiberkilder	Antal søer / gruppe	Foderindtag, kg/dag		Fiberfodermidler i foderet, %
			Reference-gruppe	Fiber-gruppe	
[7] Wisbech ¹	Roepiller	13-33 ³	2,55	2,65	14,0
[8] Rijnen ²	Roepilleensilage	16-50 ⁴	2,55	2,56	20,0
[9] Ramonet ²	Mix af: roepiller, solsikke, hvedeklid, sojaskaller, majs glutenfoder	9-10 ⁵	2,75	3,21	78,0
[10] Le Goff ²	Hvedeklid	4	2,31	2,57	27,1
[10] Le Goff ²	Roepiller	4	2,31	2,37	14,7
[11] Olesen ²	Mix af: Roepiller, Græsgrønmel, hvedeklid, havre	2	2,46	2,88	55,0

¹ Mængden af aflejret energi er beregnet som forskel i den samlede mængde fedt og protein i soens krop ved forsøgets start og afslutning. Den samlede mængde fedt og protein i soens krop blev bestemt på baggrund af deuterium infusion og fortynding i soens krop samt prædiktionsligninger af kroppens sammensætning.

² Mængden af aflejret energi er målt som forskel mellem indtaget af metabolisk energi (målt som energibalance) og total varmeproduktion (målt vha. indirekte kalorimetri i respirationskamre).

³ Der indgik 13 søer i referencegruppen og i alt 33 søer i fibergruppen fordelt på tre niveauer af roepiller i foderblandingen.

⁴ Der indgik 16 søer i referencegruppen og i alt 50 søer i fibergruppen fordelt på tre niveauer af roepilleensilage i foderblandingen.

⁵ Der indgik 9 søer i referencegruppen og 10 søer i fibergruppen.

Tabel 2. Sammensætning af referenceblanding (Ref) og de fiberrige foderblandinger (Fib) i de forsøg, der danner baggrund for beregningerne af energibidraget fra foderets fiberfraktion hos søer.

	[7] Wisbech		[8] Rijnen		[9] Ramonet		[10] Le Goff			[11] Olesen	
	Ref	Fib ¹	Ref	Fib	Ref	Fib	Ref	Fib-1	Fib-2	Ref	Fib
Grundblandingsfodermidler, %											
<i>Energifodermidler</i>											
Byg	10	10			16,2	16,2				41,1	32,6
Hvede	82	68,1	10	10	65,7		89,9	64,8	76,2	41,1	0
Majs			14,6	14,6							
Hvedestrømel			19,5	19,5							
Tapioka			28,8	9,6							
Sukkerroemelasse	1	1			3	3				2	2
Svinefedt										5	2
Palmeolie	0,5	0,5									
Sojaolie			1	1							
<i>Proteinfodermidler</i>											
Sojaskrå	2,8	3,2	15	15	11,3					7,5	6,5
Sojaproteinkoncentrat							6,9	4,9	5,8		
Kartoffelprotein			1,2	0,4							
Solsikkeskrå			5	5							
<i>Andre fodermidler</i>											
Min., vit., og tilsætningsstoffer	3,7	3,2	4,9	4,9	3,9	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	1,9
Fiberfodermidler, %											
Roepiller		14		20	26				14,7		20
Hvedeklid					13		27,1				10
Majsglutenfoder					13						
Solsikkeskrå					13						
Sojaskaller					13						
Havre											15
Græsgrønmel											10

¹ Indholdet repræsenterer det gennemsnitlige indhold af de tre forsøgsgrupper med 7, 14 og 21 % roepiller.