



Bestemmelse af fordøjelighedskvotienter for råfedt

G. Thorbek og S. Henckel

Afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi

Fedtbestemmelse i foderstoffer og svinegødning er foretaget dels efter ætermetoden og dels efter HCl-æter-metoden, (Stoldt-metoden). I kalvegødning er desuden foretaget bestemmelse efter æter-HCl-æter-metoden. En vurdering af resultaterne viser at:

1. Den analytiske nøjagtighed er af samme størrelsesorden ved HCl-æter-metoden som ved æter-metoden.
2. Æter-metoden giver uacceptable kalorieværdier for gødningsfedt for såvel svin som kalve, henholdsvis 46.5 kcal/g og 40.1 kcal/g.
3. HCl-æter-metoden giver acceptable kalorieværdier for fedt i svinegødning (9.8 kcal/g), men uacceptable værdier for kalvegødning (17.9 kcal/g).
4. Æter-HCl-æter-metoden giver acceptable kalorieværdier for fedt i kalvegødning (9,6 kcal/g).
5. Æter-metoden giver væsentlig lavere værdier for fedtindholdet i foderstoffer end HCl-æter-metoden.

Konklusion:

Ved fordøjelighedsforsøg med svin bør fedtet i gødningen bestemmes efter HCl-æter-metoden, medens æter-HCl-æter-metoden bør anvendes ved forsøg med kalve. Fedtbestemmelser i foderstoffer bør såvel til fordøjelighedsforsøg som til fodermiddelvurdering foretages efter HCl-æter-metoden.

Indledning

Da al fodermiddelvurdering, uanset hvilket system man ønsker at benytte, hviler på kendskab til de forskellige husdyrarters evne til at fordøje det pågældende fodermiddel, må det tilstræbes, at nå frem til analysemetoder, der sikrer en nøjagtig bestemmelse af de enkelte næringsstoffers fordøjelighed.

Ved grundlæggende undersøgelser viste *Thomsen (1971)*, at den tidligere anvendte æterekstraktions-metode til bestemmelse af råfedt i gødning gav alt for lave værdier, hvorved de fundne fordøjelighedskvotienter blev for høje for råfedt og for lave for kvælstoffri ekstraktstoffer, der beregnes som differens. For at opnå mere nøjagtige værdier er det nødvendigt at gennemføre en

saltsyre-hydrolyse af gødningsprøverne inden æterekstraktionen (Stoldt-metoden). Senere viste *Thomsen (1972)*, at ætermetoden også gav for lave værdier ved bestemmelse af råfedt i forskellige fodermidler.

En del af afdelingens analysemateriale fra fordøjelighedsforsøg med kalve og svin er benyttet til en yderligere udbygning af disse resultater, specielt med henblik på at vurdere den analytiske nøjagtighed ved de to metoder, at vurdere HCl-æter-metodens anvendelighed ved fordøjelighedsforsøg med kalve samt at vurdere fodermidlernes indhold af råfedt bestemt efter de to analysemetoder.

Materiale

Udgangsmaterialet til vurdering af den analytiske nøjagtighed har været 48 gødningsprøver fra 8 svin i serie O, 1971. Dyrene har været fodret med byg og skummetmælkpulver eller proteinblanding ($\frac{2}{3}$ sojaskrå + $\frac{1}{3}$ kødbenmel), samt med et dagligt tilskud af 50 g svinefedt. Der er med hvert svin gennemført 6 fordøjelighedsforsøg fra 20–90 kg legemsvægt, og gødningsprøverne er udtaget som gennemsnitsprøver fra 7 døgn opsamlingsperioder. I samtlige prøver er fedtindholdet bestemt dels ved ætermetoden og dels ved HCl-æter-metoden, som beskrevet af *Thomsen (1972)*.

I det nævnte materiale fra serie O, 1971 blev der foruden fedtbestemmelse efter de to analysemetoder foretaget bestemmelser af kvælstof, træstof og NFE samt energi, og dette materiale blev benyttet til en vurdering af relationerne mellem fedt- og energi-indhold i svinegødning. En tilsvarende vurdering er foretaget på grundlag af analysemateriale fra fordøjelighedsforsøg med kalve, omfattende 24 gødningsprøver fra 8 kalve i serie G, 1971 og 32 gødningsprøver fra 8 kalve i serie H, 1972. Forsøgene er gennemført i vægklassen 100–250 kg, og samtlige dyr fik valset byg + havre samt sojaskrå + hørfrøexpeller. I serie G blev der som grovfoder anvendt kosetter, medens kalvene i serie H fik græspiller.

Fra 1971–73 har afdelingen foretaget fedtbestemmelse såvel efter æter-metoden som efter HCl-æter-metoden i de foderstoffer, der har væ-

ret anvendt i de løbende balanceforsøg. Ialt er der undersøgt 13 foderstoffer, og der er gennemgaaende udført 8 analyser af hvert foderstof igennem forsøgsperioderne. For hvert foderstof er der foretaget en regressionsberegning imellem resultaterne fra de to metoder.

Resultater og diskussion

Analytisk nøjagtighed

Fedtindholdet i de omtalte 48 gødningsprøver fra svin i serie O, 1971 blev dels bestemt ved æter-metoden og dels ved HCl-æter-metoden. Den analytiske nøjagtighed er vurderet på grundlag af en opsummering indenfor perioderne af afvigelserne mellem dobbeltbestemmelserne, og spredningerne er beregnet efter den metode, der er angivet af *Rasch, Ludvigsen & Thorbek (1958)*. Resultaterne fremgår af tabel 1:

Tabel 1. Fedtindholdet i svinegødning (tørret) bestemt efter æter-metoden eller HCl-æter-metoden med angivelse af spredningen på de to metoder

Per. no.	Æter-metoden		HCl-æter-metoden	
	Fedt pct.	s	Fedt pct.	s
I	3.04	0.07	20.78	0.10
III	2.36	0.07	17.62	0.09
IV	2.80	0.08	19.12	0.10
VI	2.35	0.12	15.46	0.12
IX	1.55	0.10	14.88	0.08
X	1.50	0.09	15.84	0.09

Det ses tydeligt, at de fundne værdier for fedtindholdet i svinegødning kan blive op til 10 gange større ved HCl-æter-metoden end ved æter-metoden.

Thomsen (1970) fandt i sine undersøgelser med svin 2–6 gange højere værdier ved HCl-æter-metoden afhængig af arten af det anvendte fedt-tilskud.

Spredningen fra 0.07–0.12 er af samme størrelsesorden for de to analysemetoder. På grund af det større fedtindhold, der findes ved HCl-æter-metoden, bliver den relative spredning betydeligt lavere ved denne metode til trods for, at den indebærer flere operationer.

Relationer mellem fedt- og energi-indhold i gødningsprøver

Til en vurdering af relationerne mellem fedt- og energi-indholdet i de 48 gødningsprøver fra svin i serie O, 1971 er der foretaget regressionsberegninger efter funktion $y = bx$, hvor y angiver fedtindholdet og x angiver »rest-energien« i gødning-

gen beregnet på grundlag af faste kalorieværdier for protein, træstof og NFE efter flg. funktion: $x = \text{kcal i gødning} - (\text{kvælstof} \times 6.25 \times 5.7 + \text{træstof} \times 4.2 + \text{NFE} \times 4.2)$

Regressionsberegningerne, der giver udtryk for hvilke kalorieværdier, der må tillægges fedtet efter de to analysemetoder, gav følgende resultat:

Æter-metoden:	$y = 46.5 \text{ kcal pr. g fedt}$	$s_b = 1.92$
HCl-æter-metoden:	$y = 9.77 \text{ kcal pr. g fedt}$	$s_b = 0.06$

Det blev desuden undersøgt, om anvendelse af energifaktorerne 4.25 og 4.30 for NFE i stedet for 4.20 i væsentlig grad ville påvirke fedtets energifaktor. Dette var imidlertid ikke tilfældet, idet denne kun ændredes fra 9.77 til henholdsvis 9.70 og 9.64 ved HCl-æter-metoden.

Det fremgår klart af disse regressionsberegninger, at æter-metoden giver ganske uacceptable kalorieværdier på 46.5 kcal pr. g fedt, medens HCl-æter-metoden giver fuldt acceptable værdier

Æter-metoden:	$y = 40.1 \text{ kcal pr. g fedt}$	$s_b = 0.45$
HCl-æter-metoden:	$y = 17.9 \text{ kcal pr. g fedt}$	$s_b = 0.38$

Beregning med energifaktorerne 4.25 og 4.30 for NFE ændrede kun fedtfaktoren til henholdsvis 17.4 og 17.0.

Beregningerne viser, at æter-metoden gav en ganske uacceptabel kalorieværdi på 40.1 kcal pr. g fedt i kalvegødning, ganske som det var tilfældet med svinegødning, og det må konkluderes, at æter-metoden ikke bør benyttes i fordøjelighedsforsøg med kalve til bestemmelse af fedtets fordøjelighed. Det ses imidlertid, at HCl-æter-metoden der gav tilfredsstillende resultater overfor svinegødning, ikke er fuldt acceptabel overfor kalvegødning, idet kalorieværdien blev fundet til 17.9 kcal pr. g fedt.

Dette tyder på, at kalvegødning indeholder en del kortkædede fedtsyrer, der er vandopløselige og derfor bortgår ved syrehydrolysen og den påfølgende udvaskning. For at inddrage disse korte fedtsyrer i bestemmelsen, vil det være nødvendigt først at foretage en æter-ekstraktion af den tørrede gødningsprøve og derefter en saltsyrehydroly-

på 9.8 kcal pr. g bestemt med stor sikkerhed ($s_b = 0.06$), hvorfor denne metode bør anvendes ved fordøjelighedsforsøg med svin.

Det blev derefter undersøgt, hvorledes de to analysemetoder forholder sig overfor kalvegødning med anvendelse af de 24 gødningsprøver fra serie G, 1971. Regressionsberegningerne, der gennemførtes som angivet for svineforsøgene med faste kalorieværdier for protein, træstof og NFE gav følgende resultater:

se med påfølgende æterekstraktion af remanensen. Summen af disse to bestemmelser skulle herefter angive det totale fedtindhold (Æter-HCl-æter-metoden). En sådan analysemetode er derefter anvendt overfor 32 gødningsprøver fra 8 kalve i forsøg serie H, 1972. Disse resultater er benyttet til en multipel regressionsberegning baseret på de fundne mængder af protein (x_1), fedt (x_2), træstof (x_3) og NFE (x_4) i gødningen i relation til energi-indholdet (y). Beregningen gav følgende resultat:

$$y, \text{kcal} = (5.5 x_1 + 9.6 x_2 + 4.9 x_3 + 4.76 x_4) \pm 19$$

s_b	0.53	0.37	0.44	0.27
-------	------	------	------	------

Beregningen viser, at der opnås en acceptabel kalorieværdi på 9.6 kcal pr. g fedt i kalvegødning ved at indføre en æterekstraktion inden hydrolysen. Det ses desuden at kalorieværdierne for træstof (x_3) og NFE (x_4) er noget højere end de faktorer, der i almindelighed

anvendes, således som diskuteret af Sundstøl (1974) i hans omfattende undersøgelser vedrørende anvendelse af hydreret sildeolie som tilskud til svin, får og malkekøer.

Undersøgelsen viser således, at man ved fordøjelighedsforsøg med kalve, bør anvende æter-HCl-æter-metoden, selv om den er noget mere arbejdskrævende, idet HCl-æter-metoden uden forudgående æter-ekstraktion vil give for lave værdier for fedtet i kalvegødning.

Fodermidlernes indhold af råfedt

Afdelingens analysemateriale, omfattende 13 forskellige fodermidler, hvor fedtindholdet har været bestemt såvel efter æter-metoden som efter HCl-æter-metoden, har været benyttet til regressionsberegninger efter modellen $y = bx$, hvor y = fedtprocenten bestemt efter HCl-æter-metoden og x = fedtprocenten bestemt efter æter-metoden. Resultatet af disse beregninger er vist i tabel 2.

Tabel 2. Fedtindholdet i foderstoffer bestemt ved æter-metoden og ved HCl-æter-metoden samt relationerne mellem disse metoder

Foderstof	Antal anal.	Fedtindhold, pct.			s_b
		Æter-metode	HCl-æter-metode	Regress. koef.	
Byg	8	1.93	2.57	1.330	0.028
Hvede	8	1.96	2.46	1.247	0.033
Havre	7	4.44	5.72	1.288	0.009
Hvedeklid	8	4.59	5.60	1.215	0.024
Sojaskrå	8	0.62	2.00	3.143	0.192
Solsikkeskrå	8	2.00	2.86	1.427	0.033
Hørfrøexp.	8	5.62	6.81	1.213	0.005
Kødbenmel	8	4.50	5.53	1.222	0.025
Sildemel	8	6.87	7.91	1.151	0.025
Kosetter	7	0.44	1.21	2.737	0.077
Byghalm	8	1.04	1.50	1.435	0.042
Hø	8	1.11	1.87	1.681	0.028
Græspiller	7	7.19	8.49	1.182	0.007

Det fremgår af disse resultater, at æter-metoden giver betydeligt lavere værdier for fedtindholdet end HCl-æter-metoden. Udtrykt i absolutte værdier varierer differenserne fra 0.5–1.4% fedt, og det ses af regressionskoefficienterne, at det ikke vil være muligt at indføre en generel korrektionsfaktor til omregning af fedt bestemt efter æter-metoden til fedt bestemt efter HCl-æter-metoden, idet regressionskoefficienterne varierer fra 1.22–1.33 for kornprodukternes vedkommende og fra 1.21–3.14 for de undersøgte oliekgager, ligesom der for grovfodermidlernes vedkommende er stor variation.

Denne undersøgelse tyder på, at man såvel til fordøjelighedsforsøg som til fodermiddelvurdering bør udføre fedtbestemmelserne i fodermidlerne efter HCl-æter-metoden og ikke nøjes med æter-metoden, der vil give for lave værdier.

Litteratur

- Rasch, G., Ludvigsen, J. & Thorbek, G. (1958). Evaluation of Errors in Determination of N, P and Ca in Feeds, Faeces and Urine. Proc. 1st. Symp. on Energy Metabolism, Copenhagen (1958), EAAP Publ. no. 8, 163–182, Statens Husdyrbrugsudvalg, Copenhagen.
- Sundstøl, F. (1974). Hydrogenated Marine Fat as Feed Supplement. Meld. 159, 160, 161 & 162. Inst. husdyrernæring föringslære, Norges landbr.høgsk.
- Thomsen, K. V. (1971). Vurdering af analytiske metoder til bestemmelse af fedtfraktionen i forbindelse med fordøjelighedsforsøg. Ugeskr. Agron., 116, 568–573 og 613–617.
- Thomsen, K. V. (1972). Foderstofanalysen. U.A.H., 1, 316–323.