

Metode til bestemmelse af NDF nedbrydningshastighed (kd) i grovfoder

Fordøjeligheden og koncentrationen af fiber (NDF) er afgørende for grovfoderets foderværdi, da den resterende del af foderet (celleindholdsstofferne) generelt har en meget høj sand fordøjelighed. I det kommende NorFor fodervurderingssystem beskrives fordøjelsen af NDF ud fra potentielt fordøjeligt NDF (DNDF) og nedbrydningshastigheden (kd) af DNDF. Vurdering af grovfoderets foderværdi i praksis kræver derfor, at man kan måle NDF's nedbrydningskarakteristika (potentiell fordøjelighed og kd) med sikre, robuste og billige metoder.

For INDF (DNDF) sættes der pt. på en NIR kalibrering baseret direkte på nylonpose målinger. Dette er imidlertid ikke umiddelbart muligt for kd. Derfor sættes der på at estimere kd ud fra en beregning baseret på NDF og INDF koncentrationen samt fordøjeligheden af organisk stof.

Denne artikel beskriver det teoretiske grundlag for beregningerne, og diskuterer metodens robusthed. Artiklens indhold har været præsenteret på en temadag om kvægernæring på Danmarks JordbrugsForskning i april 2006. Hele rapporten fra temadagen kan hentes her.

Forkortelser (og forklaring)

D = Fordøjelighed af DNDF in vivo (hos får på vedligehold)

DNDF = Potentiell fordøjelig NDF (NDF - INDF)

INDF = Indigestible (ufordøjelig) NDF, NDF der ikke er nedbrudt efter 12 dages inkubation i nylonpose i vommen

k_d = Nedbrydningshastighed, den andel der nedbrydes i vommen pr. time

k_d -beregnet = Nedbrydningshastighed estimeret ved tilbageberegning

k_r = Passagehastighed fra ikke passerbar vompulje, to pulje model

k_r = Passagehastighed fra passerbar vompulje, to pulje model

MRT = Mean retention time, gennemsnitlig opholdstid i vommen

NDF = Neutral detergent fiber, fiber der ikke opløses ved kogning med neutral sæbeopløsning

NDS = Neutral detergent solubles, celleindholdstoffer = organisk stof - NDF

OS = Organisk stof

En høj fordøjelighed af grovfoderet er afgørende for at opnå en høj mælkeproduktion og en høj fodereffektivitet (Kristensen et al., 2003). Da celleindholdsstofferne generelt er højt fordøjelige, og har en sand fordøjelighed tæt på 100 %, er det indholdet og fordøjeligheden af cellevægskulhydraterne (NDF), der er bestemmende for fodermidlets fordøjelighed af organisk stof, og dermed foderværdien.

NDF fordøjeligheden afhænger af potentiell fordøjelighed af NDF (DNDF andel af NDF), nedbrydningshastigheden af DNDF (k_d , pr. time) og opholdstiden for DNDF i vommen (MRT, timer). Ud over fodermidlet selv, har foderniveau og foderrationens sammensætning betydning for den aktuelle nedbrydningshastighed og passagehastighed.

Det er i en litteraturgennemgang fundet, at når rationens NDF fordøjelighed blev øget med 1 procentenhed, blev tørstofoptagelsen øget med 0,17 kg/d og mælkeydelsen blev øget med 0,25 kg/d (Oba & Allen, 1999). I et dansk forsøg med majsensilage med varierende NDF fordøjelighed er der fundet endnu større effekter af øget NDF fordøjelighed, således blev tørstofoptagelsen øget med 0,21 kg/d, og mælkeydelsen med 0,49 kg EKM/d for hver enhed rationens NDF fordøjelighed blev øget (Hymøller et al., 2005).

NDF fordøjeligheden er således afgørende for foderværdien, og derfor er potentiell fordøjelig NDF (DNDF) og nedbrydningshastigheden af DNDF (k_d) også de mest betydende karakteristika for foderværdien i det kommende NorFor Plan rationsvurderingssystem. Det er derfor nødvendigt, at der findes metoder, således at DNDF (eller komplementærmængden INDF, ufordøjelig NDF) og k_d for DNDF kan bestemmes til brug for fodermiddeltabeller og især på prøver fra praksis.

Formålet med dette indlæg er at give et bud på, hvorledes nedbrydningskarakteristika kan estimeres i praksis på grovfodermidler, og med frisk majs og majsensilage som eksempler.

NDF fordøjelighed

Fordøjelighed af NDF bestemmes som for andre næringsstoffer som:

(optag i foder - udskillelse i fæces)/optag i foder.

Denne fordøjelighed benævnes tilsyneladende fordøjelighed, men da der ikke udskilles NDF i gødningen af endogen oprindelse, og alt NDF i gødningen derfor stammer fra foderet, er tilsyneladende og sand fordøjelighed ens for NDF. I den klassiske fodermiddelvurdering er standarden til drøvtyggere fordøjelighed bestemt på dyr, der fodres på vedligeholdsniveau. Fra omkring 1960 har standard fordøjeligheder været bestemt på får, tidligere blev de overvejende bestemt på kvæg.

Fordøjeligheden på vedligeholdsniveau er på nogenlunde samme niveau for får og kvæg hvad angår organisk stof, mens kvæg har en højere fordøjelighed af NDF og en lavere fordøjelighed af protein både på vedligeholdsniveau (Woods et al., 1999) og ved fodring efter ædelyst (Südekum et al., 1995). Faldet i fordøjelighed ved øget foderniveau er større for kvæg end for får, især mht. råprotein.

NDF fordøjeligheder bestemt på vedligeholdelsesniveau er betydeligt højere end på produktionsniveau. Dette skyldes for det første, at højere foderniveau øger passagehastigheden og dermed reducerer opholdstiden i vommen. Da NDF nedbrydningen er afhængig af opholdstiden i vommen vil reduceret opholdstid medføre reduceret NDF fordøjelighed.

For det andet skyldes det, at dyr på produktionsniveau har en højere foderoptagelse, der ofte er opnået ved en højere kraftfoderandel i rationen. Og højere foderoptag med mere kraftfoder vil medføre øget syreproduktion og lavere pH i vommen, hvilket gør vommiljøet mindre egnet for de cellulolytiske bakterier, der nedbryder fiber, og derved reduceres nedbrydningshastigheden af NDF.

NorFor Plan modellen tager hensyn til effekten af rationens sammensætning, men udgangspunktet, de aktuelle fodermidlers potentielle fordøjelighed og nedbrydningshastighed, skal være bestemt for fodermidlerne individuelt.

Forudsigelse af NDF fordøjelighed

Energivurderingen til drøvtyggere har siden 1994 været baseret på en bestemmelse af organisk stof fordøjelighed (in vitro, NIR), samt fordøjeligheder af råprotein og råfedt, der estimeres ud fra det kemiske indhold i foderet. Fordøjeligt kulhydrat kan herefter beregnes som differens mellem fordøjeligt organisk stof og summen af fordøjeligt råprotein og fordøjeligt råfedt. Estimeringen af råfedt og råprotein fordøjeligheder er baseret på det såkaldte Lucas princip, hvor det antages, at et celleindholds-næringsstof (f.eks. råprotein og råfedt) har en konstant sand fordøjelighed uafhængig af fodermiddel, samt at der er en udskillelse af endogent stof i gødningen, der afhænger af mængden af optaget tørstof. Disse antagelser ved vi ikke gælder fuldt ud, og vi anser ikke forudsigelserne for at være tilstrækkeligt nøjagtige til f.eks. proteinvurdering, men de er acceptable til energivurdering.

Lucas princippet kan også anvendes på 'neutral detergent solubles' (NDS) som et udtryk for de samlede celleindholds-næringsstoffer. Dette giver mulighed for at estimere NDS fordøjeligheden ud fra en NDF analyse, idet NDS er organisk stof (OS) - NDF. Hvis fordøjeligheden af organisk stof er kendt, giver dette så mulighed for at estimere fordøjeligheden (FK) af NDF som difference, som beskrevet i figur 1. Disse modeller til forudsigelse af NDS og NDF fordøjelighed er estimeret ud fra danske fordøjelighedsforsøg med får fodret på vedligeholdelsesniveau, gennemført fra 1984 til 2000.

Det er disse formler og dette princip, der er basis for de NDF fordøjeligheder, der estimeres på grovfoderprøver i landsforsøgene (Landsudvalget for Planteavl, 2005). I sortsafprøvningen for majs i Landsforsøgene 2005 var variationen mellem sorter 7,4 procentenheder (57,0% - 64,4%) i den således beregnede NDF fordøjelighed.

Tilsyneladende NDS fordøjelighed kan estimeres som:

$$\text{NDS FK (\%)} = 101.3 - [902/\text{NDS (\% i tørstof)}].$$

Hvis OS fordøjeligheden er kendt, kan ufordøjet NDF estimeres som differencen mellem ufordøjet OS og ufordøjet NDS:

$$\text{Ufordøjet NDF (\% af foder TS)} =$$

$$[\text{OS (\% i TS)} * [100 - [\text{OS FK (\%)}]] / 100] - [\text{NDS (\% i TS)} * [100 - [\text{tilsyneladende NDS FK (\%)}]] / 100].$$

Fordøjet NDF og NDF FK kan så beregnes som:

$$\text{Fordøjet NDF (\% af TS)} = \text{NDF (\% i TS)} - \text{ufordøjet NDF (\% af TS)}.$$

$$\text{NDF FK (\%)} = [100 * [\text{NDF (\% i TS)}]] - [\text{ufordøjet NDF (\% af TS)}] / [\text{NDF (\% i TS)}].$$

Figur 1. Beregningsformler for beregning af NDS og NDF fordøjelighed ud fra en analyse af NDF indhold og organisk stof fordøjelighed (Weisbjerg et al., 2004a; Weisbjerg et al., 2004b).

NDF nedbrydningsprofiler

NDF nedbrydningsprofiler til bestemmelse af potentiel NDF nedbrydning (DNDF og INDF) og nedbrydningshastigheden af NDF (k_d) kan estimeres ved flere forskellige metoder. Den metode, der har været mest anvendt i Danmark er nylonposemetoden, hvor foderprøver udvejes i poser med små porer. Poserne med foder inkuberes i vommen og tages ud efter forskellig inkubationstid (Weisbjerg & Hvelplund, 2005). Ud fra nedbrydningskurven kan DNDF så estimeres enten som kurvens asymptote, eller som nedbrydningen ved meget lang inkubationstid. Tidligere har vi i Danmark bestemt DNDF og INDF ved 3 ugers inkubation (504 timer), nu er inkubationstiden blevet standardiseret i NorFor regi til 12 dage (288 timer) (Erikson et al., 2005). k_d findes som hastighedskonstanten, når en eksponentialfunktion fittes til nedbrydningskurven.

Alternativer til nylonposemetoden er in vitro nedbrydning, hvor fodermidlet inkuberes med vomvæske ved 38-40°C i laboratoriet, og hvor inkubationen afbrydes efter forskellig tid og NDF resten analyseres tilsvarende nylonposemetoden. Denne metode har især været populær i USA.

Et andet alternativ er gasproduktionsmetoden. I denne metode inkuberes NDF isoleret fra fodermidlet med vomvæske ved 38-40°C, og gasproduktionen måles løbende under inkubationen, oftest ved brug af automatisk gasmåling. Gasproduktionen kan tages som udtryk for NDF nedbrydningen, og nedbrydningshastigheden kan estimeres ved at fitte en eksponentialfunktion til gasproduktionskurven.

I en sammenligning af in vitro metoden med nylonposemetoden inkuberet i køer fodret på produktionsniveau fandt Bossen et al. (2005) højere k_d værdier for NDF for in vitro metoden, også når pH i in vitro metoden var korrigeret til det pH niveau, der var i vommen hos køerne som nylonposerne blev inkuberet i. Der er således tegn på, at nylonpose metoden kan underestimere k_d (Huhtanen et al., 2006).

Forudsigelse af nedbrydningsparametre

Som nævnt tidligere, vil DNDF og k_d være blandt de mest afgørende værdier til bestemmelse af foderværdien i NorFor Plan.

Men såvel nylonposemetoden, in vitro metoden og gasproduktionsmetoden er for ressourcetunge til at kunne anvendes til fodermiddelvurdering i praksis, og er heller ikke egnede som referencemetode til NIR kalibreringer. Der er derfor et stort behov for alternative laboratoriemetoder, der kan anvendes som referencemetoder til NIR kalibreringer, da NIR metoden eller tilsvarende hurtigmetoder er nødvendige for at fastholde et stort analyseomfang i praksis. Det er især for grovfoderafgrøder, at der er behov for metoder, der kan anvendes i almindelige laboratorier. Tabelværdier vil sandsynligvis i de fleste tilfælde være tilstrækkelige for kraftfoder.

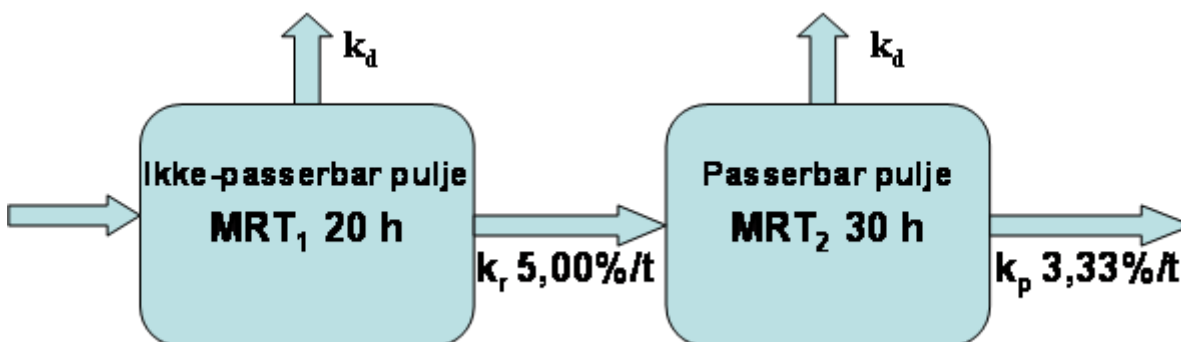
En metode til forudsigelse af NDF nedbrydningskarakteristika er simple eller multiple regressionsligninger. Således anvendes i Cornell systemet en simpel sammenhæng mellem INDF og lignin (ADL) indholdet i tørstof, hvor $INDF = 2,4 \cdot ADL$ (Van Soest et al., 2005).

På dansk materiale af græs/kløvergræs og ensilage (Koukolová et al. 2004) og byg- og hvedehelsæd (Weisbjerg et al., 2003) er sammenhængen mellem nedbrydningskarakteristika og kemiske analyser samt in vitro fordøjelighed undersøgt. De her fundne multiple sammenhænge kan beskrive variationen i nedbrydningskarakteristika rimeligt, især for ensilage af græs/kløvergræs, mens sammenhængene var dårligere for helsæd, sandsynligvis pga. en mindre variation i helsædsmaterialet. Problemet med multiple regressionsligninger er, at sammenhængene er rent empiriske, og derfor kan man ikke umiddelbart antage, at de vil være gældende ved ekstrapolation ud over det datamateriale som ligningerne er estimeret ud fra.

I NorFor regi arbejdes der pt. med en NIR kalibrering af INDF direkte på nylonposedata. Foreløbige data tyder på, at der kan laves robuste NIR kalibreringer. Men det tyder også på, at samme kalibrering ikke kan rumme både græsensilage og majsensilage, således vil det sandsynligvis være nødvendigt med en kalibrering for hver af disse grovfodertyper.

For k_d er direkte kalibrering på nylonposedata mere problematisk, for det første er det mere ressourcetung at lave en hel nedbrydningskurve end en INDF bestemmelse, for det andet tyder det på at NIR kalibrering på k_d er sværere end på INDF. Derfor sættes der pt. i NorFor regi på en indirekte estimering af k_d .

Det er beskrevet ovenfor, at det er muligt med en rimelig sikkerhed at forudsige NDF fordøjelighed i får på vedligehold ud fra OS fordøjelighed og NDF indholdet. Hvis det antages, at forholdene i vommen på disse får er optimale, og at passagehastigheden er konstant og uafhængig af fodermiddel under disse forhold, så vil forskellene i NDF fordøjelighed ene skyldes forskelle i fodermidlets DNDF og k_d . Derfor vil man ud fra en målt eller 'beregnet' NDF fordøjelighed, samt en bestemmelse af fodermidlets INDF indhold, kunne estimere k_d under forudsætning af et bestemt passagemønster (total opholdstid samt fordeling af opholdstiden på ikke passerbar og passerbar pulje). Denne tilgang er baseret på en to-pulje model (se figur 2), samme model anvendes i NorFor Plan.



Figur 2. Model for to-pulje passage af fiber ud af vommen. Opholdstid i de 2 puljer er henholdsvis 40 og 60 % af total 50 timers opholdstid.

Denne model tager hensyn til at nylig optagne foderpartikler tilbageholdes i vommen, det vil sige at sandsynligheden for at en partikel vil passere ud af vommen stiger med stigende alder i vommen. Beregning af k_d ud fra fordøjeligheden D af DNDF er beskrevet i figur 3. Den således beregnede k_d vil efterfølgende blive betegnet som $k_{d\text{-beregnet}}$.

$$a) \text{ DNDF fordøjelighed } (D) = (k_d / (k_d + k_r)) [1 + k_r / (k_d + k_p)]$$

Denne ligning kan løses med hensyn til k_d :

$$k_d = [-(k_p + k_r) + [(k_p + k_r)^2 + 4Dk_r k_p / (1 - D)]^{0.5}] / 2$$

hvor k_r and k_p er passagehastigheden fra henholdsvis den ikke-passerbare og den passerbare pulje.

Estimering af k_d ud fra dette princip kræver viden om:

Passagehastighederne k_r og k_p (hos får på vedligehold)

Potentiel NDF fordøjelighed (DNDF eller INDF)

In vivo NDF fordøjelighed (hos får på vedligehold)

Prøver fra landsforsøgene

Ovenfor beskrevne princip er anvendt på et materiale bestående af 60 prøver (20 sorter med 3 dyrkningssteder) af frisk majshelsæd fra 2005 høst, hvor INDF indholdet er bestemt ved 288 timers inkubation i nylonposer, og hvor NDF indhold og OS fordøjelighed er bestemt vha. NIR. Dette resulterede i estimeret k_d som angivet i tabel 1. k_d varierede fra 0,0314 til 0,0784 med gennemsnit 0,0432 pr. time. En statistisk analyse viser, at effekterne af såvel sort som dyrkningssted var stærkt signifikante.

Tabel 1. Gennemsnit og variationsbredde for 60 prøver af frisk majshelsæd, hvor k_d er estimeret baseret på INDF bestemmelse med nylonposemetoden, og NDF indhold og OS fordøjelighed baseret på NIR målinger (MRT 50 timer, fordeling mellem de to puljer 0,4:0,6)

	NDF (% TS)	INDF (% TS)	OS fordøjelighed (%)	NDF FK	DNDF	D	k_d -beregnet (pr. time)
Middel	44,2	8,8	73,3	0,609	0,801	0,762	0,0432
Maksimum	49,0	14,2	76,7	0,657	0,894	0,884	0,0784
Minimum	39,1	4,6	70,5	0,567	0,691	0,684	0,0314

Test på Steins data (data fra praktiske landbrug)

Meget letfordøjeligt foder kan give problemerne med høje D værdier, og endda risiko for D værdier > 1 , der gør at ligningen til bestemmelse af k_d -beregnet ikke kan løses. Spørgsmålet er, om dette også vil være et problem i praksis, eller at det kun er et problem for meget tidligt høstede prøver og for rene bælglplanter, der normalt ikke anvendes i praksis. For at undersøge, hvorvidt høje D og $D > 1$ vil være problematisk på praktiske prøver, er 4582 analyseresultater for majsensilage og 5944 analyseresultater for græsensilage fra Steins for høståret 2005 testet. For majsensilage blev k_d -beregnet beregnet til gennemsnitlig: 0,041, minimum: 0,021 og maksimum: 0,099, 10% fraktil 0,035 og 90% fraktil 0,047. Gennemsnitlig DNDF var 0,78, hvor DNDF var estimeret vha. multipel regression på organisk stof fordøjelighed på de 60 prøver fra landsforsøgene omtalt ovenfor. k_d kunne estimeres på samtlige prøver, og højeste D værdi var 0,92.

Dette kan sammenlignes med gennemsnitlig k_d på 0,022 pr. time (0,014 minimum, 0,037 maksimum) målt med nylonposemetoden for 28 prøver (bl.a. Hymøller et al., 2005; Thormann, 2000) af frisk og ensileret majshelsæd. Hvis estimeringen på nylonposedata foretages med en model med lagtid og med udeladelse af observationen for 504 timers inkubation blev k_d øget fra 0,022 til 0,026 pr. time.

Det tyder således på, at k_d -beregnet giver lidt højere værdier end værdier bestemt med nylonposemetoden. Det er imidlertid vanskeligt at vurdere, hvorvidt den øgning der findes ved tilbageberegningemetoden for fodermidler med lav nedbrydningshastighed er en overvurdering i forhold til den 'sande' værdi, eller det er nylonposemetoden, der undervurderer majsensilage og andre langsomt nedbrydelige fodermidler. Som nævnt tidligere, er der undersøgelser, der tyder på at nylonposemetoden undervurderer k_d for NDF. Ligeledes er det uvist om den lagtid i NDF nedbrydningen der tit ses ved nylonposeinkubationer med majshelsæd er reel, hvilket også påvirker tolkningen af de fundne k_d . I tabel 2 er der lavet en konsekvensberegning på grundlag af grovfodermidler anvendt i et produktionsforsøg (Hymøller et al., 2005).

Tabel 2. Beregning af foderværdi for grovfodermidler fra majsforsøg i NorFor plan med k_d bestemt i nylonpose eller ved tilbageberegning. Værdier i parentes er relativ til kløvergræsensilage.

	Majsensilager				
	Tidlig høst Lav NDF FK	Tidlig høst Høj NDF FK	Sen høst Lav NDF FK	Sen høst Høj NDF FK	Kløvergræs-ensilage
FE/kg ts	0,787 (0,86)	0,870 (0,95)	0,725 (0,790)	0,893 (0,97)	0,917
k_d nylonpose (%/t.)	2,6	3,9	2,6	2,4	5,6
NEL _{P20} (MJ/kg ts)	5,86 (0,87)	6,71 (0,99)	5,81 (0,86)	6,44 (0,95)	6,76

K _d -beregnet (%/t.)	4,2	4,3	3,4	4,2	7,5
NEL _{P20} (MJ/kg ts)	6,27 (0,91)	6,77 (0,98)	6,05 (0,88)	6,90 (1.00)	6,91

For de 5944 græsensilage-resultater blev DNDF estimeret ud fra en multipel regression på organisk stof fordøjelighed og NDF indhold. K_d-beregnet blev derefter beregnet og sammenlignet med k_d beregnet ud fra en multipel regression (figur 4). K_d kunne estimeres på samtlige prøver, og højeste D værdi var 0,88. Dette materiale af græsensilage vise en nydelig sammenhæng mellem de to metoder, men tyder også på, som diskuteret ovenfor for majsprøverne, at tilbageberegningemetoden giver højere værdier end nylonposemetoden for fodermidler med lav nedbrydningshastighed (se figur 4).

Konklusion

Det er afgørende for det nye NorFor Plan rationsvurderingssystem, at NDF i grovfoder kan karakteriseres ved INDF og k_d.

k_d kan estimeres ud fra fodermidlets NDF og INDF indhold og organisk stof fordøjelighed. NDF indhold og organisk stof fordøjelighed er foderanalyser, der i dag gennemføres rutinemæssigt på foderlaboratorier. Beregningen kræver desuden antagelser, om at fordøjeligheden af NDS følger Lucas princippet, samt om NDF opholdstid og passage hos får fodret på vedligehold. For INDF arbejdes der på laboratoriemetoder, pt. direkte NIR kalibrering på nylonposedata. Beregning af k_d ved anvendelse af tilbageberegningemetoden kan kun lade sig gøre, hvis der findes en acceptabel metode til INDF bestemmelse.

Metoden til k_d beregning er temmelig følsom overfor antagelser og analyser for fodermidler med høj k_d for NDF (f.eks. bælgplanteafgrøder og nogle biprodukter). Imidlertid har test på data fra praksis for høståret 2005 for majsensilage og græsensilage vist, at metoden er meget robust for disse betydelige grovfodertyper.

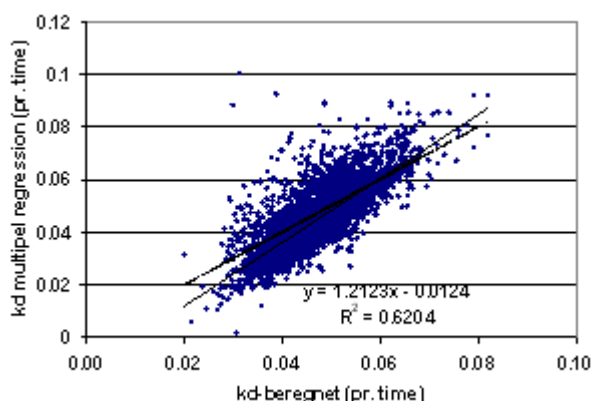
For fodermidler med høj k_d kan usikkerheden i bestemmelsen af k_d være betydelig, men den beregnede foderværdi af rationen vil være forholdsvis robust over for en usikker vurdering af k_d for fodermidler med høj k_d.

Test på datasæt fra landsforsøgene og fra praktiske landbrug tyder på, at beregnet k_d for fodermidler med lav k_d, bl.a. majsensilage, resulterer i lidt højere værdier end forventet ud fra nylonpose studier.

Metoden med beregning af k_d kan kritiseres for de mange antagelser, der gør at det bliver en meget indirekte metode. Men samtidig er det en styrke, at den binder det nye system og de nye foderværdier sammen med den tidligere basis, nemlig in vitro organisk stof fordøjelighed, og baserer sig på velafprøvede og velindkørte laboratoriemetoder.

Konklusionen er, at den her beskrevne metode til estimering af k_d kan anvendes i praktisk fodervurdering, hvis den kombineres med en metode til INDF bestemmelse.

Som udgangspunkt anbefales det, at k_d beregnes ud fra antagelser om 50 timers total opholdstid i vommen med en fordeling 0,4:0,6 på henholdsvis ikke-passerbar og passerbar pulje.



Figur 4. Sammenhæng mellem k_d fundet ved multipel regression (Weisbjerg, 2006) og k_d-beregnet. 5944 græsensilageprøver fra praksis hvor NDF koncentration og organisk stof fordøjelighed er analyseret med NIR, og INDF koncentration ved multipel regression (Weisbjerg, 2006). Stiplet linje angiver y = x.

Referencer

- Allen, M.S. & Mertens D.R., 1988. Evaluation constraints of fibre digestion by rumen microbes. Journal of Nutrition, 118, 261-270.
- Bossen, D., Mertens, D & Weisbjerg, M.R. 2005. Influence of fermentation method on NDF degradation parameter estimates. Abstract ADSA. J. Dairy Sci. 88 suppl. 1, 188.

Erikson, T., Lindberg, E., Harstad, O.M., Bævre, L., Olafsson, B.L., Weisbjerg, M.R., Thøgersen, R., 2005. NorFor in sacco standard. NorFor, vers. 3rd March 2005. 3 pp.

[Hymøller, L., Weisbjerg, M.R., Nørgaard, P. Børsting, C.F. & Kristensen, N.B., 2005. Majsensilage til malkekøer. DJF Rapport Husdyrbrug nr. 65. 71pp.](#)

Huhtanen, P., Ahvenjärvi, S., Weisbjerg, M.R., Nørgaard, P., 2006. Digestion and passage of fibre in ruminants. In: Sejrsen, K., Hvelplund, T., Nielsen, M.O. (Eds.), Ruminant physiology. Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress. Proceedings Xth ISRP. Wageningen Academic Publishers. 87-135.

Koukolová, V. Weisbjerg, M.R. Hvelplund, T., Lund, P., Cermák, B. 2004, Prediction of NDF degradation characteristics of grass and grass/clover forages based on laboratory methods, J. Anim. Feed Sci., 13, 691-708.

[Kristensen, V.F., Weisbjerg, M.R., Børsting, C.F., Aaes, O. & Nørgaard, P., 2003. Malkekoens energiforsyning og produktion. I: Strudsholm, F. & Sejrsen, K. \(red.\): Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 2 - Fodring og produktion. DJF Rapport Husdyrbrug nr. 54. Danmarks JordbrugsForskning, Foulum, 73-112.](#)

Landsudvalget for Planteavl, 2005. Oversigt over Landsforsøgene 2005. Majs. 350-382.

Oba, M. & Allen, M.S., 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. J. Dairy Sci. 82, 589-596.

Südekum, K.-H., Röh, H., Brandt, M., Gave, G. & Stangassinger, M., 1995. Comparative digestion in cattle and sheep fed wheat silage diets at low and high intakes. J. Dairy Sci. 78, 1498-1511.

Thorman, A.B. 2000. Foderværdi af frisk og ensileret majs. Betydningen af udviklingstrinet for nedbrydningen af tørstof, stivelse, protein og NDF i vommen. M.Sc. speciale, KVL. 128 pp.

Van Soest, P.J., Van Amburg, M.E., Robertson, J.B. & Knaus, W.F. 2005. Validation of the 2.4 times lignin factor for ultimate extent of NDF digestion, and curve peeling rate of fermentation curves into pools. Proceedings, 2005 Cornell Nutrition Conference for Feed manufacturers, October 18-20 2005. Cornell University. 139-149.

Weisbjerg, M.R. 2006. NDF fordøjelighed og vurdering af foderværdi i majsensilage. Notat NorFor Fodermiddeltabelgruppe, april 2006. 13 pp.

Weisbjerg, M. R. Hvelplund T. & Søegaard, K. 2004a. Prediction of digestibility of Neutral Detergent Solubles using the Lucas principle. J. Anim. Feed Sci., 13, suppl. 1, 239-242.

Weisbjerg, M. R. Hvelplund T. & Søegaard, K. 2004b. Prediction of NDF digestibility based on assumptions about true digestibility and endogenous loss of NDS. J. Anim. Feed Sci., 13, suppl. 1, 243-246.

Weisbjerg, M.R. & Hvelplund, T. 2005. Current status of using in situ estimates in feed evaluation for dairy cows in the Nordic countries. Übers. Tierernährung, 33, 157-167.

Weisbjerg, M.R., Mikkelsen, M., Bossen, D. & Lund, P. 2003. Estimation of potential degradability and rate of degradation of NDF from barley and wheat whole crop. In: Symposium Proceedings, Early harvested forage in milk and meat production, Ed. T.H. Garmo, 23-24 October 2003, Kringler, Nannestad, Norway. 114-116.

Woods, V.B., Moloney, A.P., Mulligan, F.J. Kenny, M.J. & O'Mara, F.P., 1999. The effect of animal species (cattle or sheep) and level of intake (cattle) on in vivo digestibility of concentrate ingredients. Anim. Feed Sci. Technol. 80, 135-150.



Sidst bekræftet: 24-05-2015 Oprettet: 02-08-2006 Revideret: 02-08-2006

Forfatter
Kvæg

Michael R. Wissing
