

Nedbrytingskarakteristikker av fôr i NorFor Plan

HARALD VOLDEN^{1,2} OG LARS BÆVRE¹

¹Tine Rådgiving. ²Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, UMB

Innledning

I NorFor Plan beregnes fordøyelsen av fôret i vomma som en tidsavhengig prosess bestemt av fôrfraksjonens potensielle nedbrytbarhet og forholdet mellom fôrets nedbrytingshastighet og passasjehastigheten for fôrfraksjonen ut av vomma. Gode metoder for å bestemme fôrets nedbrytingskarakteristikker er viktig for å få en korrekt beskrivelse av fôrrasjonens næringsverdi. Ikke minst er det viktig i forbindelse med utvikling av rutineanalyser. Hensikten med denne artikkelen er å gi en beskrivelse av fôrets nedbrytingskarakteristikker i NorFor Plan, spesielt for NDF i grovfôr.

Kjemisk fraksjonering av fôret og nedbrytingshastigheter

Fôrmidlenes kjemiske innhold

Fôrmidlenes kjemiske og biologiske fraksjoner må være i stand til å beskrive de prosessene som skjer i fordøyelseskanalen. NorFor Plan har en omfattende kjemisk oppdeling av fôrmidlene. Fôret deles opp i hovednæringsstoffene råprotein (CP), NDF, stivelse (ST), sukker, råfett, gjæringsprodukter, aske og en restfraksjon (restCHO) som består av ulike karbohydrater, for eksempel pektiner. Hovednæringsstoffene deles videre opp i ulike sub-fraksjoner. Råprotein og ST deles inn i de tre fraksjonene, løselig (s), potensielt nedbrytbar (pd) og totalt ufordøyelig (i). NDF deles inn i de to fraksjonene; potensielt nedbrytbar (pdNDF) og totalt ufordøyelig (iNDF). Hvor mye av den potensielt nedbrytbare fraksjonen som frigjøres i vomma gjennom den mikrobielle fermenteringen er videre bestemt av nedbrytingshastigheten (kd).

Potensielt nedbrytbar og nedbrytingshastigheter

In sacco metoden er valgt referansem metode for å bestemme innholdet av en potensielt nedbrytbar fôrfraksjon. For protein og stivelse er det den asymptotiske nedbrytingsverdien tilpasset en eksponentialfunksjon etter 72 timers inkubasjon i vomma som er grunnlaget. For NDF er det 288 timers inkubasjon som blir brukt for å bestemme iNDF, og pdNDF beregnes som $NDF - iNDF$. For CP og ST, samt NDF i kraftfôr blir eksponentialfunksjon brukt til å bestemme kdCP, kdST og kdNDF. Opprinnelig ble denne metoden også brukt til å bestemme kdNDF i grovfôr. Men på grunn av problemer med å kalibrere kdNDF på NIRS (Nær Infrarød Refleksjons Spektroskopi) i forbindelse med rutineanalyser av

grovfôr ble det i 2008 bestemt å benytte en annen fremgangsmåte for å bestemme kdNDF.

Lucas prinsippet og NDF fordøyelighet

Fordøyeligheten av NDF in vivo kan prinsipielt bestemmes på to måter: 1) Den tradisjonelle som differansen mellom NDF opptak – NDF utskilt i gjødsel eller 2) etter det såkalte Lucas prinsippet hvor fordøyeligheten av NDF bestemmes som differansen mellom fordøyelig organisk stoff – summen av fordøyelig CP, råfett, gjæringprodukter og restCHO. En forutsetning for dette prinsippet er at celleinnhold og andre løselige komponenter har en konstant sann fordøyelighet uavhengig av fôrmiddel, og at utskillelsen av endogent stoff i gjødsla er avhengig av opptatt mengde tørrstoff. Lucas prinsippet kan også benyttes for ”neutral detergent solubles” (NDS) som er de næringsstoffene som er løst opp etter en NDF analyse, og bestemmes som organisk stoff (OM) – NDF (g/kg TS). Basert på fordøyelsesforsøk med sau på vedlikehold kan fordøyeligheten av NDS beregnes etter følgende formel (Weisbjerg et al. ,2004):

$$NDS_{FK} = 1,013 - \frac{90,2}{NDS} \quad \text{Ligning 1}$$

Når man i tillegg kjenner fordøyeligheten av OM (OMD) kan fordøyeligheten av NDF beregnes ut fra følgende formler:

$$uOM = OM \cdot (1 - OMD) \quad \text{Ligning 2}$$

$$uNDS = NDS \cdot (1 - NDS_{FK}) \quad \text{Ligning 3}$$

$$uNDF = uOM - uNDS \quad \text{Ligning 4}$$

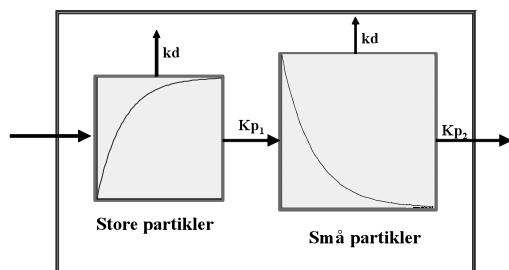
$$NDF_{FK} = \frac{(NDF - uNDF)}{NDF} \quad \text{Ligning 5}$$

Hvor: NDS = neutral detergent solubles; NDS_{FK} = fordøyeligheten av NDS; uOM = ufordøyelig organisk stoff; OMD = organisk stoff fordøyelighet; $uNDS$ = ufordøyelig NDS; $uNDF$ = ufordøyelig NDF; NDF_{FK} = fordøyeligheten av NDF.

I NorFor Plan beregnes nedbrytingsgraden (vomfordøyeligheten) av pdNDF ut fra en to-compartment fordøyelsesmodell (Figur 1) hvor man forutsetter at nedbrytingen av pdNDF skjer i et aldersavhengig-compartment (store partikler) og i et aldersuavhengig-compartment (små partikler) etter følgende formel (Allen and Mertens, 1988):

$$rd_pdNDF = \left(\frac{kdNDF}{(kdNDF + kp_1)} \cdot \left(1 + \frac{kp_1}{(kdNDF + kp_2)} \right) \right) \cdot pdNDF \quad \text{Ligning 6}$$

Hvor: pdNDF = potensielt nedbrytbar NDF; rd_pdNDF = nedbrytingsgraden av pdNDF i vom; pdNDF_{FK} = vomfordøyeligheten av pdNDF; kdNDF = nedbrytingshastigheten for NDF; kp₁ = hastigheten for fôrpartikler ut av det aldersavhengige-compartmentet; kp₂ = hastigheten for fôrpartikler ut av det aldersuavhengige-compartmentet;



Figur 1. Modell for to-compartment passasje og nedbryting av NDF i vomma.

Dersom man kjenner rd_pdNDF kan man løse Ligning 6 med hensyn på kdNDF og dermed få et estimat på nedbrytingshastigheten. Når denne ligningen benyttes til å estimere kdNDF i NorFor Plan benyttes følgende ligning til bestemme pdNDF i grovfôrprøver:

$$pdNDF_c = \frac{1000 - \frac{(448,1 - 5,072 \cdot OMD \cdot 100)}{NDF \cdot 0,001} + iNDF}{2} \quad \text{Ligning 7}$$

Hvor: pdNDF_c = korrigert potensiell nedbrytbar NDF;
iNDF = totalt ufordøyelig NDF.

For videre å kunne estimere kdNDF trengs en verdi for andelen in vivo fordøyelig NDF i forhold til pdNDF. Denne beregnes som:

$$D = \frac{NDF_{FK}}{\left(\frac{pdNDF_c}{1000} \right)} \quad \text{Ligning 8}$$

Når en omformet Ligning 6 brukes til å beregne kdNDF som en fôrkaraktistikk, må det benyttes en fast oppholdstid i vomma og en gitt fordeling mellom fôrpartiklene i compartment 1 og 2. I NorFor Plan er det satt et fast forhold, 40:60, mellom de store og små partiklene i vomma. Ved beregning av kdNDF i grovfôr er oppholdstiden i vomma satt til 60 timer. Ut fra ligningene beskrevet ovenfor kan kdNDF i grovfôrprøver beregnes ut fra Lukas prinsippet og informasjon om OMD og iNDF. Følgende ligning benyttes:

$$kdNDF = -3,475 + \frac{\sqrt{48,30 + \frac{46,37 \cdot D}{1 - D}}}{2}$$

I forbindelse med rutineanalyser av grovfôrprøver et det utviklet NIRS kalibreringer for OMD og iNDF, samtidig som laboratoriene har en in vitro metode for å bestemme OMD. Imidlertid gjenstår det å utvikle en in vitro metode for å bestemme iNDF.

Tabell 1 viser beregnet kdNDF for grassurfôr med forskjellig OMD og iNDF. Verdiene er fra NorFors fôrtabell.

Tabell 1. Nedbrytingskarakteristikker for grassurfôr med forskjellig fordøyelighet av organisk stoff (OMD)

Fôr	NDF g/kg TS	% av NDF		kdNDF, %/t	OMD, %
		pnNDF	iNDF		
Svært høy fordøyelighet	434	92	8	6,4	81,3
Høy fordøyelighet	528	87	13	6,0	77,0
Middels fordøyelighet	582	82	18	5,4	72,4
Lav fordøyelighet	605	76	24	4,4	66,6
Høy fordøyelighet, 50 % rødkløver	410	81	19	8,7	81,0

Tabellen viser at redusert OMD gir en lavere kdNDF. Et høyt innhold av iNDF på grunn av en høy andel rødkløver fører imidlertid til en høy kdNDF, noe som også stemmer med in sacco resultatene. Ved å bruke informasjon om OMD som grunnlag for å beregne kdNDF får man benyttet informasjon fra fordøyelighetsforsøk med sau, som har vært noe av basisen for de tidligere fôrmedelvurderingssystemene. Det betyr at NorFor verdier for NDF fordøyelighet nå er kalibrert mot tradisjonelle in vivo bestemmelser.

Konklusjon

Gode metoder for å bestemme fôrmidlenes nedbrytingskarakteristikker er avgjørende for NorFor Plans evne til å beregne en fôrresjons næringsverdi. Ved å ta i bruk OMD og Lucas prinsippet får vi en sikrere og mer robust metode for å estimere kdNDF i grovfôr.

Referanser

- Allen, M.S. & Mertens D.R., 1988. *Journal of Nutrition*, 118: 261-270.
 Weisbjerg, M. R., T. Hvelplund and K. Søegaard, 2004. *J. Anim. Feed Sci.*, 13: suppl. 1, 243-246.