

Muligheter for å redusere metanemisjonen fra drøvtyggere

HARALD VOLDEN^{1,2}

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

Innledning

Drøvtyggere er identifisert som den største enkeltkilden til antopogen metanutslipp. Metan er i hovedsak et resultat av fermenteringen av fôret i vomma. Under den anaerobe fermenteringen dannes et overskudd av hydrogen, som ved hjelp av metanogene bakterier reduserer hydrogen til metan. Dannelsen av metan representerer et energitap for drøvtyggeren, og 2-12 % av fôrets bruttoenergi (BE) blir omdannet til metan. Hvor stort energitapet blir, er avhengig av fôrrasjonens størrelse og fôrrasjonens sammensetting, og skyldes først og fremst hvordan fôringen påvirker aktiviteten til mikrobene i vomma.

I forbindelse med utarbeiding av strategier for å redusere metanutslippet fra drøvtyggerne er det viktig å kjenne til hvilke fôringsmessige forhold som signifikant påvirker produksjonen av metan hos drøvtyggerne. For å studere disse sammenhengene er det utviklet flere empiriske modeller som beregner metanproduksjonen ut fra kjemisk sammensetting av fôret eller fra fordøyelige næringsstoffer. Disse ligningene er utviklet fra forskjellige in vivo data, og de har ulik grad av kompleksitet. Hensikten med denne artikkelen er å evaluere to empiriske modeller for å se hvordan de fanger opp ulike fôringsstrategier og påvirker produksjonen av metan. Modellene kan videre benyttes til å utvikle emisjonsstrategier for norske fôringsforhold.

Materiale og metode

Metanproduksjonen er bestemt av hydrogenbalansen i vomma som igjen er bestemt av både mengden og profilen av de flyktige fettsyrene (VFA). Fermentering til eddiksyre og smørsyre vil gi et overskudd av hydrogen, mens propionsyre vil gi et forbruk av hydrogen. De empiriske ligningene prøver derfor å etterligne de prosessene som styrer forholdet og mengden av VFA, samt innkorporeringen av hydrogen i mikrobiell biomasse.

NorFor Plan er et semi-mekanistisk fôrvurderingssystem som tar hensyn til hvordan fôrrasjonens størrelse og sammensetting påvirker fôrets nedbryting og oppholdstid i vomma, og dermed vomfordøyeligheten av fôret. Systemet tar også hensyn til hvordan ulike karbohydrater i fôrrasjonen påvirker den cellulolytiske aktiviteten og dermed fiber (NDF) fordøyeligheten. NorFor Plan Mjølkeku er derfor brukt til å simulere effekten av ulike fôringsstrategier på produksjonen av metan. For å illustrere viktig prinsipielle fôringseffekter er det brukt forskjellige teoretiske rasjoner. Fôrmidlene brukt i simuleringene er beskrevet i Tabell 1. For å

beregne produksjonen av metan er det benyttet to empiriske ligninger. I den første linkningen (Mills et al., 2003) beregnes metan (MJ/dag) ut fra opptaket av omsettelig energi (MEI, MJ/dag) og forholdet mellom stivelse (g/kg TS) og ADF (acid detergent fibre):

$$Me\ tan = 45,98 - 45,98 \cdot e^{-(0,0011 \cdot stivelse / ADF) \cdot MEI}$$

I den andre ligninga (Jentsch et al., 2007) beregnes metanproduksjonen (KJ/dag) ut fra fordøyelige næringsstoffer (g/dag):

$$Me\ tan = 1,28 \cdot DCP + 1,31 \cdot DST + 1,16 \cdot DSU + 2,40 \cdot DNDF - 0,31 \cdot DCF + 1835$$

Hvor:

DCP = fordøyelig protein; DST = fordøyelig stivelse; DSU = fordøyelig sukker; DNDF = fordøyelig NDF; DCF = fordøyelig råfett.

Tabell 1. Karakteristikk av fôrmidlene brukt i simuleringene

Fôrmiddel	Kjemisk innhold, g/kg TS				Nedbrytingshastighet, %/t		
	NDF	iNDF	CP	Stivelse + sukker	NDF	CP	Stivelse
Surfôr høy fordøyelighet (HF)	501	56	173	50	5,0	12,1	-
Surfôr middels fordøyelighet (MF)	560	88	159	45	4,3	9,6	-
Surfôr lav fordøyelighet (LF)	597	124	144	40	3,7	8,0	-
Kraftfôrblanding	198	49	189	466	3,1	6,0	25

Resultater

Strategi 1. Økt tørrstoffopptak

I beregningene er det brukt grovfôr MF og forholdet mellom grovfôr og kraftfôr er låst til 50:50. Høyere tørrstoffopptaket øker passasjehastigheten i vom og den mikrobielle effektiviteten, mens fordøyeligheten av organisk stoff og NDF synker (Tabell 2). Mengden vomfordøyelig organisk stoff øker med økt fôropptak og det gir en høyere daglig produksjonen av metan. Uttrykt som prosent av BE synker imidlertid metanproduksjonen med økende opptak. De to ligningene gir forskjellig resultat. Med "Mills" ligningen synker andelen metan som % av BE med 16 % når tørrstoffopptaket øker fra 15 til 25 kg tørrstoff, mens beregnet etter "Jentsch" faller metanandelen med 7 %.

Strategi 2. Økt andel kraftfôr

I beregningene er fôrrasjoner med 30 og 60 % kraftfôr sammenlignet (Tabell 3). Fôropptaket er 18 kg TS og grovfôret er MF. Økt andel kraftfôr gir en lavere passasjehastighet, NDF fordøyelighet og effektivitet i mikrobeyesntesen. Fordøyeligheten av OM er imidlertid høyere på grunn av en høyere andel potensielt fordøyelige næringsstoffer i kraftfôret enn i grovfôret.

Tabell 2. Effekt av tørrstoffopptak på sentrale vomkarakteristikker og fordøyelighet på produksjonen av metan.

	Tørrstoffopptak, kg/d		
	15	20	25
Bruttoenergi, MJ/d	280	373	467
Passasjehastighet			
NDF grovfôr, %/t	1,47	1,68	1,80
Kraftfôr, %/t	5,0	6,1	7,3
Effektivitet mikrobiell proteinsyntese, g/kg RDOM	171	188	200
OM fordøyelighet, %	76,6	75,0	73,8
NDF fordøyelighet, %	64,2	62,0	60,6
Metan produksjon, % of BE			
Mills et al., 2003	6,67	6,07	5,58
Jentsch et al., 2007	6,77	6,46	6,27

Metanproduksjonen, både i MJ/dag eller i % av BE, er lavere ved en høy andel kraftfôr. De to ligningene evaluerer imidlertid effekten av kraftfôr noe forskjellig. Med ”Mills” ligninga faller metanproduksjonen med 26 % mens med Jentsch ligningen er fallet 7 % når kraftfôrandelen øker fra 30 til 60 %.

Tabell 3. Effekt av forholdet mellom kraftfôr og grovfôr på sentrale vomkarakteristikker og fordøyelighet på produksjonen av metan.

	Forholdet kraftfôr: grovfôr	
	Lav (30:70)	Høy (60:40)
Bruttoenergi, MJ/d	336	336
Passasjehastighet		
NDF grovfôr, %/t	1,72	1,54
Kraftfôr, %/t	6,0	5,5
Effektivitet mikrobiell proteinsyntese, g/kg RDOM	183	171
OM fordøyelighet, %	74,6	75,8
NDF fordøyelighet, %	66,7	59,2
Metan produksjon, % of BE		
Mills et al., 2003	7,21	5,32
Jentsch et al., 2007	6,88	6,38

Strategi 3. Grovfôr med høyere fordøyelighet

Effekten av grovfôrets fordøyelighet på metanproduksjonen er vist i tabell 4. Fôropptaket er i simuleringene satt til 18 kg TS og andel grovfôr i rasjonen er 70 %. Andelen metan i % av BE øker med økende fordøyelighet på grovfôret, og økningen (5 %) er tilnærmet lik for de to ligningene. Uttrykt i forhold til mjølkeytelsen synker imidlertid andelen med økt fordøyelighet på grovfôret fordi grovfôr med høy fordøyelighet gir en høyere mjølkeavdrått.

Tabell 4. Effekt av grovførets fordøyelighet på sentrale vomkarakteristikker og fordøyelighet på produksjonen av metan.

	Grovførkvalitet		
	HF	MF	LF
Bruttoenergi, MJ/d	335	336	335
Passasjehastighet			
NDF grovfør, %/t	1,66	1,72	1,74
Kraftfør, %/t	6,1	6,1	6,1
Effektivitet mikrobiell proteinsyntese, g/kg RDOM	184	181	179
OM fordøyelighet, %	77,5	74,6	71,1
NDF fordøyelighet, %	72,0	66,7	61,2
Metan produksjon, % of BE			
Mills et al., 2003	7,36	7,21	7,03
Jentsch et al., 2007	6,99	6,88	6,64

Strategi 4. Økt fettinnhold i fôrrasjonen

Økt fettinnhold i fôrrasjonen vil redusere produksjonen av metan. En økning av fettinnholdet fra 2,5 til 6,5 % har vist en reduksjon i metanproduksjonen med om lag 10 %. Av de to likningene brukt i denne artikkelen er det kun ”Jentsch” ligningen som vil fange opp effekten av økt fetttilskuddligningen. Men utslaget er mindre en det man har sett i forsøk.

Konklusjon

For å kunne utvikle strategier for å redusere metan emisjonen fra drøvtyggere er det viktig at modellene er i stand til å fange opp effektene av en stor variasjon i rasjonssammensetting og størrelse. Det betyr at modellene må være både presise og robuste. Bergningene i denne artikkelen viser at de to likningene gir forskjellige resultater både absolutte og relative. Den predikerte økte metanproduksjonen med økt fordøyelighet på grovføret stemmer ikke med norske observasjoner (Garmo et al., 2009). Det illustrer hvor viktig det er å få gjennomført forsøk med norske fôrrasjoner for å få utviklet modeller som kan benyttes til å vurdere ulike norske reduksjonsstrategier for metan

Referanser

- Jentsch, W., M. Schweigel, F. Weissbach, H. Scholze, W. Pitroff & M. Derno. 2007. *Archives of Animal Nutrition* 61 (1):10-19.
- Mills, J.A.N., E. Kebreab, C.M. Yates, L.A. Crompton, S.B.Cammell, M.S. Dhanoa, R.E. Agnew and J. France. 2003. *J. Anim. Sci.*, 81: 3141-3150.
- Garmo, T., E. Thuen, S. K. Nes, S. Kriszan, H. Volden, V. Ollila, O.M. Harstad. 2009. *Husdyrforsøksmøtet 2009.*