



30. AUGUST

NR. 431

Omsætningen af protein i mave-tarmkanalen hos kvæg ved fodring med natriumhydroxyd-behandlet byghalm

P. D. Møller og T. Hvelplund
Afdeling for forsøg med kvæg og får

Resultaterne af denne meddelelse viste, at NaOH-behandlet halm kan anvendes som substrat for mikroorganismene i vommen, idet der på rationerne med urea som eneste kvælstofkilde blev beregnet en mikrobiel proteinsyntese på 39,3 g N/kg organisk stof fordøjet i vommen, medens værdierne for sojarationer var på 35,5 g mikrobielt kvælstof. Nedbrydningsgraden af foderprotein i vommen blev beregnet til 92% for urearationer og 68% for sojarationer. Det forholdsvis store Na-indhold i foderet har øget passagehastigheden af foderpartikler ud af vommen med 25%. Dette har bevirket, at den mikrobielle proteinsyntese er fra 6 til 8% større og nedbrydningsgraden af sojaskrå 7 procentenheder lavere end fundet i tidligere forsøg med NH₃-behandlet halm (medd. 239).

Indledning

Det er af betydning at undersøge, om mikroorganismene med NaOH-behandlet halm som substrat kan udnytte NPN (urea), eller om der samtidig skal tilføres oliekgager for at opnå en maksimal proteinsyntese i vommen. Almindeligvis opnås den maksimale udnyttelse af NPN, når der samtidig tilføres stivelse med foderrationen. Hensigten med denne undersøgelse var derfor at bestemme den mikrobielle proteinsyntese i formaverne med NaOH-behandlet halm som næringssubstrat og urea eller sojaskrå som kvælstofkilde.

Materiale og metode

Forsøget blev gennemført med to goldkøer i 5 perioder. Køerne var forsynet med en permanent vomfistel og en re-entrantkanyle i den forreste del af tyndtarmen (duodenum).

I forsøget indgik 5 foderrationer, hvis sammensætning er vist i tabel 1. Hver ration blev tildelt i en forsøgsperiode på 28 dage, hvoraf de første 21 dage var forperiode. Foderet var presset i piller

og tildeltes med halvdelen ved hver fodring. Den i rationerne benyttede byghalm blev behandlet med 4% NaOH. Til ration 1-3 blev tilsat fra 1.0 til 4.5% urea for at øge N-indholdet fra 1.3 til 3.2%. Til sammenligning med rationerne 2 og 3 blev der tilsat sojaskrå i N-ækvivalente mængder til rationerne 4 og 5. Et stigende N-indhold i rationerne var påkrævet til bestemmelse af den mikrobielle proteinsyntese og proteinets nedbrydningsgrad i vommen efter den af Hvelplund og Møller (1980) beskrevne regressionsmetode. Som marksubstans blev der daglig tildelt 80 g polyetylen glykol (PEG) gennem vomfistlen, med halvdelen ved hver fodring. De opnåede resultater blev korrigeret til 100% PEG-genfindelse.

Resultater

Den kemiske sammensætning af rationerne er vist i tabel 2. Da stigningen i råproteinindholdet i rationerne 1-3 skyldes tilsætningen af urea, blev NFE-indholdet i rationerne beregnet på grundlag af halmens indhold af råprotein. Rationernes store askeindhold fra 10.45-11.53% skyldes tilsæt-

Tabel 1. Sammensætning af rationer med NaOH-behandlet byghalm (%)¹⁾

	Ration 1 Urea 1	Ration 2 Urea 2	Ration 3 Urea 3	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
NaOH-halm	92.0	90.5	88.5	78.0	65.0
Melasse	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Urea	1.0	2.5	4.5	—	—
Sojaskrå	—	—	—	15.0	28.0
Natriumsulfat	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Monocalciumfosfat	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
% N i tørstof	1.3	2.1	3.2	2.0	3.1
% råprotein i tørstof (N × 6.25)	8.3	13.0	19.9	12.6	19.4

¹⁾ Rationerne blev fremstillet af Bioteknisk Institut, Kolding.

Tabel 2. Kemisk sammensætning af rationer med NaOH-behandlet halm.

	Ration 1 Urea 1	Ration 2 Urea 2	Ration 3 Urea 3	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
Tørstof, %	87.58	87.45	89.36	87.64	89.27
I % af tørstof					
Organisk stof	88.47	88.89	89.34	88.94	89.55
Råprotein fra halm	4.26	4.19	4.10	—	—
Råprotein i rationen	8.31	13.00	19.88	12.56	19.44
Råfedt	1.93	1.93	2.59	2.36	2.24
Træstof	35.50	36.83	35.65	30.81	27.45
NFE ¹⁾	46.78	45.94	47.29	43.21	40.42
Aske	11.53	11.11	10.66	11.06	10.45
MJ/kg	17.33	17.32	17.88	17.71	17.66

¹⁾ NFE i urearationerne blev beregnet på grund af 4.63% råprotein i halmtørstof.

ningen af natrium ved ludbehandlingen af halmen. I forhold til en tilsvarende undersøgelse med NH₃-behandlet halm (medd. 239) er askeindholdet i disse rationer fra 2.6 til 3.6% højere.

Mængderne af tørstof og organisk stof optaget fremgår af tabel 3. Fordøjeligheden af organisk stof i formaverne er korrigeret i henhold til 100% genfindelse af den tilførte markersubstans, der i dette forsøg bestod af polyetylenglykol (PEG). Den procentiske fordøjelse af organisk stof i formaverne var temmelig ensartet for urearationerne 1–3 og varierede fra 43,8 til 45,2%. På ration 4 med 15% sojaskrå er fordøjeligheden steget med 5,8 procentenheder overfor urearation 2 med samme råproteinindhold i tørstoffet. Udslaget må dog betragtes som tilfældigt, idet der ikke fandtes en stigning på sojaration 5 med 28% sojaskrå.

Den totale fordøjelighed af org. stof i hele mave-tarmkanalen, der blev bestemt i rationerne 1, 3 og 5, viste en variation fra 62,5–67,2%.

Omsætningen af kvælstof i formaverne fremgår af tabel 4. På rationerne 2 og 3, hvor der blev

tilført stigende mængder kvælstof i form af urea, fandtes en mindre stigning af total-N og protein-N ved duodenum i forhold til ration 1 med 1% urea. På ration 5 med sojaskrå fandtes en betydelig større stigning på 44,2 g protein-N i forhold til ration 1. Dette er i forbindelse med et betydeligt mindre N-overskud i vommen et udtryk for, at en del af sojaproteinet er passeret unedbrudt til tyndtarmen. På ration 1 med 8,3% råprotein i tørstof er der tilført 58,9 g N til formaverne gennem recirkuleringen fra spyt eller ved direkte diffusion fra blodbanerne. På sojaration 4 med 12,6% råprotein er der tilført 20,4 g N til vommen, hvilket indikerer, at der ikke har været opnået ligevægt mellem N tilført med foderet og N ved duodenum ved denne proteinmængde i foderet. Med større proteinmængder i foderet har der derimod været et overskud af kvælstof i formaverne både på urearation 3 og sojaration 5. I tidligere forsøg med græs- og græsensilage opnåedes der balance mellem N optaget og N ved duodenum ved ca. 14% protein i foderet (medd. 354). Et

Tabel 3. Omsætningen af organisk stof i formaverne hos køer fodret med NaOH-behandlet halm.

	Ration 1 Urea 1	Ration 2 Urea 2	Ration 3 Urea 3	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
Tørstof optaget, kg/dg.	7.0	7.0	7.1	7.0	7.1
Organisk stof:					
optaget, kg/dg.	6.2	6.2	6.4	6.2	6.4
fordøjet i formaverne, kg/dg.	2.8	2.8	2.8	3.2	2.8 ¹⁾
fordøjet i formaverne, %	45.2	45.2	43.8	51.6	43.8
fordøjet ialt, kg/dg.	4.1	—	4.0	—	4.3
fordøjet ialt, %	66.1	—	62.5	—	67.2

Tabel 4. Omsætningen af kvælstof i formaverne hos køer fodret med NaOH-behandlet halm (g/dag).

	Ration 1 Urea 1	Ration 2 Urea 2	Ration 3 Urea 3	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
N optaget	93.1	145.4	227.4	141.0	222.1
N ved duodenum	152.0	165.6	179.5	161.4	205.9 ¹⁾
N recirkuleret til formaverne	+58.9	+20.2	+47.9	+20.4	+16.2
NH ₃ -N ved duodenum	4.5	10.0	17.7	6.3	13.8
Endog. N ved duodenum	11.7	12.0	12.4	10.5	12.1
Protein N ved duodenum	135.8	143.6	149.4	144.6	180.0
Protein N ved duod. pr. kg tørstof optaget	19.4	20.5	20.9	20.6	25.2
Protein N ved duod. pr. kg org. st. ford. i form. .	48.5	51.3	53.4	45.2	64.3
Gns. NH ₃ -N i vomvæske (mg/100 ml)	9.0	17.0	32.3	10.4	20.3
Gns. pH i vomvæske	6.85	6.84	6.92	6.63	6.72

¹⁾ En ko.

kvælstoftab fra vommen antydes ligeledes af de høje NH₃-koncentrationer i vomvæsken på rationerne 3 og 5. Vomvæskens pH-værdier har gennemsnitligt været høje for alle rationer, men højest for urearation 3, medens værdierne var 0,1–0,3 enheder lavere for sojaration 4 og 5.

Beregningerne over proteinets nedbrydningsgrad og den mikrobielle proteinsyntese i vommen er vist i tabel 5.

Nedbrydningsgraden af proteinet i rationerne med urea og sojaskrå som kvælstofkilde var henholdsvis 92 og 68%, hvilket indebærer, at 8 og 32% af proteinet i henholdsvis urea- og sojarationerne har undgået den mikrobielle nedbrydning i vommen. Den mikrobielle proteinsyntese i formaverne udgjorde henholdsvis 15,7 og 15,1 g N pr. kg tørstof optaget, hvilket svarer til 39,3 og 35,5 g mikrobielt N pr. kg org. stof fordøjet i formaverne for henholdsvis urea- og sojarationerne.

Tabel 5. Nedbrydningsgraden af protein og den mikrobielle proteinsyntese i formaverne hos køer fodret med NaOH-behandlet halm.

Ration	Nedbrydnings- grad %	Mikrobiel proteinsyntese	
		g N/kg tørstof optaget	g N/kg org. stof ford. i formaverne
NaOH halm + urea (1, 2, 3)	92	15.7	39.3
NaOH halm + soja (1, 4, 5)	68	15.1	35.5

Indholdet af aminosyre-N i rationerne og mængden, der passerer til duodenum, er vist i tabel 6. Som følge af sojaskråtilsætning til rationerne 4 og 5 stiger både indholdet af essentielle og ikke essentielle aminosyrer i disse rationer. Ved duodenum fandtes den laveste aminosyremængde i ration 1 med 8,3% råprotein i tørstoffet. For de andre to urearationer fandtes en stigning på henholdsvis 13,6 og 17,3% i forhold til ration 1. Sojaration 4 med 12,6% råprotein i tørstoffet medførte samme aminosyremængde ved duodenum som urearationerne 2 og 3. Derimod fandtes for sojaration 5 med 19,4% råprotein i tørstoffet en aminosyremængde på 17,4% mere end for sojaration 4. I procent af total protein ved duodenum udgjorde aminosyrerne fra 69,3%–74,9% med en stigning på 3,7–5,6 procentenheder for rationerne 2–5 i forhold til ration 1.

Tabel 6. Omsætningen af aminosyrer i formaverne hos køer fodret med NaOH-behandlet halm (g aminosyre-N/dag).

	Ration 1 Urea 1	Ration 2 Urea 2	Ration 3 Urea 3	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
Aminosyre-N i foder					
essentielle	7.6	7.6	7.7	33.2	58.0
ikke essentielle	16.9	16.8	17.2	62.5	107.7
total	24.5	24.4	24.9	95.7	165.7
total i % af N optaget	26.3	16.8	10.9	67.9	74.6
Aminosyre-N ved duodenum					
essentielle	34.8	39.7	41.4	41.5	50.2 ¹⁾
ikke essentielle	59.3	67.2	69.0	70.4	81.2
total	94.1	106.9	110.4	111.9	131.4
total i % af protein N ved duodenum	69.3	74.4	73.9	74.9	73.0

¹⁾ En ko.

Diskussion

For at undersøge den mikrobielle proteinsyntese samt proteinomsætningen i vommen ved fodring med NaOH-behandlet byghalm blev dette tildelt 2 vom- og tarmfistulerede køer. Urea og sojaskrå blev benyttet som kvælstofkilde. Substratet som i NaOH-behandlet halm gøres tilgængeligt, for vommens mikroorganismer består hovedsagelig af cellulose og hemicellulose. In vitro forsøg med cellulose som substrat har vist en lavere mikrobiel forgæring, når kvælstofkilden var urea, end når sojaskrå blev givet som kvælstofkilde (Møller og Thomsen 1977). Resultaterne fra dette forsøg viser kun en højere fordøjelighed af organisk stof i formaverne for sojARATION 4, medens der ikke var nogen forskel mellem ureARATIONERNE 1-3 og sojARATION 5, som i gennemsnit viste en fordøjelighed på 44,5% i formaverne. Det må derfor konkluderes, at resultaterne fra dette forsøg ikke antyder en højere fordøjelighed med sojaskrå end med urea, som fundet i *in vitro* undersøgelserne.

Fordøjeligheden af org. stof i formaverne er i dette forsøg 7,8 procentenheder lavere end resultaterne for NH₃behandlet halm fra et tidligere forsøg (medd. 239). Den totale fordøjelighed af organisk stof varierede fra 62,5 til 67,2% og er sammenfaldende med NaOH-behandlet halm + sojaskrå (Kristensen *et al.* 1978) men fra 7 til 10 procentenheder højere end værdierne opnået med køer, der fik NaOH-behandlet halm + urea (Stigsen 1975).

Den mikrobielle proteinsyntese blev bestemt til 39,3 og 35,5 g/kg org. stof fordøjet i formaverne for henholdsvis urea- og sojARATIONERNE. Dette er henholdsvis 9,7 og 6,1 g højere end værdierne, der opnåedes med NH₃-behandlet halm tilsat henholdsvis urea og sojaskrå. Forklaringen herpå samt den lavere fordøjelighed af org. stof i formaverne er sandsynligvis, at den høje saltkoncentration i foderet (11% aske) med et betydeligt indhold af natrium har bevirket en større passage af foderpartiklerne ud af vommen på 25%. Dette øger ifølge australske undersøgelser den mikrobielle proteinsyntese (Hemsley *et al.* 1975) og vil ligeledes nedsætte fordøjeligheden i vommen. Disse forhold har også påvirket nedbrydningsgraden af proteinet i formaverne, der for urea- og sojARATIONERNE bestemtes til henholdsvis 92 og 68%. Dette er henholdsvis 7 og 9 procentenheder lavere end fundet i tidligere forsøg med NH₃-behandlet halm.

Litteratur

- Hemsley, J. A., Hogen, J. P. & Weston, R. H. (1975): Aust. J. Agric. Res. 26.
 Hvelplund, T. & Møller, P. D. (1980): 3rd EAAP-Symposium on Protein Metabolism and Nutrition, Braunschweig.
 Kristensen, V. F. *et al.* (1978): 464. beretn. fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
 Møller, P. D. & Thomsen, K. V. (1977): NJF Grovfodersymp., Uppsala.
 Møller, P. D. & Hvelplund, T. (1978): Medd. nr. 239 fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
 Stigsen, P. (1975): Lic. afhandlg., HI, KVL.