



### Omsætningen af protein i mave-tarmkanalen hos kvæg ved fodring med ammoniakbehandlet halm

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

Der er gennemført et forsøg med ammoniakbehandlet byghalm, hvor urea eller sojaskrå blev givet som kvælstoftilskud, for at undersøge den mikrobielle udnyttelse i formaverne af det  $\text{NH}_3$ , der er bundet til halmen under  $\text{NH}_3$ -behandlingen. Halmrationerne blev givet til to tarmfistulerede køer. Den gennemsnitlige fordøjelighed af org. stof i formaverne var 52.7%, og der fandtes ingen forskel mellem  $\text{NH}_3$  eller sojaskrå som N-kilde. Der fandtes en lidt højere daglig passage af protein-N til tyndtarmen på sojarationerne sammenlignet med urearationerne. Dette skyldes, at der passerer unedbrudt sojaprotein til tyndtarmen, idet nedbrydningsgraden på sojarationerne var 77% mod 99% på  $\text{NH}_3$ -rationerne. Den gennemsnitlige mikrobielle proteinsyntese på  $\text{NH}_3$ -rationerne var 21.4 g/100 g org. stof fordøjet i formaverne, hvilket svarer til den gennemsnitlige proteinsyntese på normalrationer. Det kan derfor konkluderes, at  $\text{NH}_3$ -behandlet halm kan anvendes som substrat for mikroorganismene i formaverne, og at den bundne ammoniak kan udnyttes af mikroorganismene til proteinsyntese.

#### Indledning

Ved behandling af halm med ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) opnås foruden en oplukningseffekt også en binding af  $\text{NH}_3$  til halmen. Halmens råproteinindhold øges derved fra 3-4% til 9-10%, da halmens kvælstofindhold øges på grund af  $\text{NH}_3$ -bindingen. Dette øgede råproteinindhold må betegnes som ikke proteinkvælstof (NPN), og udnyttelse heraf kan kun finde sted ved hjælp af vommens mikroorganismer. Det mikrobielle protein kan udnyttes af dyret efter nedbrydning og absorption fra tyndtarmen. Værdien af halmens øgede NPN-indhold kan ligestilles med f.eks. urea. Som bekendt opnås den maksimale udnyttelse af NPN, når der samtidig findes stivelse i foderrationen. Hensigten med denne undersøgelse var

derfor at få fastlagt værdien af  $\text{NH}_3$  som kvælstofkilde for mikroorganismene i formaverne, når næringssubstratet består af  $\text{NH}_3$ -behandlet halm.

#### Materiale og metode

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

Foderet bestod af 5 rationer som vist i tabel 1.

Alle rationer indeholdt 5% melasse. Ration 1 indeholdt 93%  $\text{NH}_3$ -behandlet halm uden ekstra tilskud af kvælstof. Til rationerne 2 og 3 blev der tilsat henholdsvis 1.5 og 3.0% urea for at øge N-indholdet. Til sammenligning med rationerne 2

Tabel 1. Sammensætning af rationer med NH<sub>3</sub>-behandlet halm (%).<sup>1)</sup>

	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
NH <sub>3</sub> -halm .....	93.0	91.5	90.0	83.6	74.0
Melasse .....	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Urea .....	—	1.5	3.0	—	—
Sojaskrå .....	—	—	—	9.4	19.0
Natriumsulfat .....	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Monocalciumfosfat .....	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

<sup>1)</sup> Rationerne blev fremstillet af Bioteknisk Institut, Kolding.

og 3 blev der tilsat N-ækvivalente mængder sojaskrå til rationerne 4 og 5. Et stigende N-indhold for rationerne 2 og 3 henholdsvis 4 og 5 var påkrævet til bestemmelse af den mikrobielle protein syntese og proteinets nedbrydningsgrad i vommen efter den udviklede metode af Hvelplund et al. (1976).

Natriumsulfat og monocalciumfosfat blev tilsat alle rationer for at forsyne mikroorganismene med henholdsvis svovl og fosfor.

Den kemiske sammensætning af rationerne fremgår af tabel 2.

Råproteinindholdet (N × 6.25) i ration 1 med 93.0% NH<sub>3</sub>-behandlet halm er steget fra 2.88% protein i udgangsmaterialet til 9.56% råprotein i rationen. Da det øgede kvælstofindhold i rationens halmandel må tilskrives NH<sub>3</sub>-binding til halmen, kan denne ikke benyttes ved beregningen af NFE-indholdet i rationen. Derfor blev udgangsmaterialets råproteinindhold på 2.88% benyttet til beregning af NFE i rationerne.

Tabel 2. Kemisk sammensætning af rationer med NH<sub>3</sub>-behandlet halm.

	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
Tørstof, %	87.98	88.64	88.64	88.39	88.01
<i>1 % af tørstof:</i>					
Organisk stof .....	92.11	92.40	92.24	91.64	92.12
Kvælstof .....	1.53	2.24	2.87	2.18	2.60
Råprotein .....	9.56	14.00	17.94	13.63	16.25
Råfedt .....	1.74	1.79	1.85	1.85	1.82
Træstof .....	41.10	39.86	37.88	37.06	34.46
NFE <sup>1)</sup> .....	46.39	47.87	49.63	45.14	44.92
Aske .....	7.89	7.60	7.76	8.36	7.88
LHK .....	6.22	5.88	6.05	6.76	7.72
Kcal/kg .....	4282	4265	4242	4309	4317

<sup>1)</sup> Ved beregning af NFE er råproteinindholdet i den ubehandlede halm på 2.88% benyttet.

## Resultater

Omsætningen af organisk stof i formaverne fremgår af tabel 3.

Af tabellen ses, at der ingen forskel var i optagelsen af tørstof eller organisk stof mellem rationerne. I formaverne blev der fordøjet fra 3.4–3.6 kg pr. dag svarende til en næsten ens fordøjelighed fra 52.3–54.5% mellem rationerne. Der kan således ikke konstateres en forskel mellem NH<sub>3</sub> som kvælstofkilde (rationerne 1–3) eller sojaskrå (rationerne 4–5) på fordøjeligheden af org. stof i formaverne.

Omsætningen af kvælstof i formaverne fremgår af tabel 4.

På grund af forsøgsplanlægningen er kvælstofoptagelsen stigende fra ration 1 til 3 og fra ration 4 til 5. I forhold til ration 1 er der ved duodenum

fundet en svag stigning i N-indholdet på 4.6 og 7.1 g N for ration 2 og 3, medens stigningen var på henholdsvis 12.3 og 23.0 g N for rationerne 4 og 5. Fratrækkes indholdet af NH<sub>3</sub>-N ved duodenum, er indholdet af protein-N på gennemsnitlig 126.3 g N ret ens for de første 3 rationer med NH<sub>3</sub> som N-kilde, medens der fandtes henholdsvis 10.2 og 19.4 g protein-N mere for rationerne 4 og 5 med sojaskrå som proteinkilde. Denne forskel må skyldes passagen af unedbrudt sojaprotein gennem formaverne. Derimod har en tilsætning af urea ikke øget passagen af protein-N til tyndtarmen. På ration 1 med det laveste kvælstofindhold fandtes en recirkulering på 27.8 g N til formaverne, medens der på de øvrige rationer var et kvælstoftab på henholdsvis 18.8 og 60.9 g N på rationerne 2 og 3 samt 5.6 og 24.5 på rationerne 4 og 5.

**Tabel 3. Omsætningen af organisk stof i formaverne hos køer fodret med NH<sub>3</sub>-behandlet halm.**

	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
Urea, %	—	1.5	3.0	—	—
Sojaskrå, %	—	—	—	9.4	19.0
Tørstof optaget, kg/dg.	7.0	7.1	7.1	7.1	7.0
Organisk stof:					
optaget, kg/dg.	6.5	6.6	6.5	6.5	6.5
fordøjet i formaverne, kg/dg.	3.4	3.6	3.4	3.4	3.4
fordøjet i formaverne, %	52.3	54.5	52.3	52.3	52.3

**Tabel 4. Omsætningen af kvælstof i formaverne hos køer fodret med NH<sub>3</sub>-behandlet halm (g/dg.).**

	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
Urea, %	—	1.5	3.0	—	—
Sojaskrå, %	—	—	—	9.4	19.0
N optaget	107.7	158.9	203.5	153.4	183.0
N ved duodenum	135.5	140.1	142.6	147.8	158.5
NH <sub>3</sub> -N ved duodenum	9.3	12.2	17.8	11.3	12.8
Protein-N ved duodenum	126.2	127.9	124.8	136.5	145.7
Absorberet fra formaverne	-27.8	18.8	60.9	5.6	24.5
Absorberet fra formaverne, %	-25.8	11.8	29.9	3.7	13.4

Beregningerne af den mikrobielle proteinsyntese fremgår af tabel 5.

Den mikrobielle proteinsyntese blev bestemt ved hjælp af den ved afdelingen udarbejdede metode, der både inkluderer bakterier og protozoer. Det fremgår af tabel 5, at den mikrobielle proteinsyntese ikke blev forøget på rationerne 2 og 3 med stigende ureaindhold. På rationerne 4 og 5 med sojaskrå som proteinkilde fandtes ligeledes ingen stigning over for ration 1 med NH<sub>3</sub>-behandlet halm. Pr. 100 g org. stof fordøjet i formaverne fandtes der ligeledes ikke nogen forskel mellem de første 3 rationer i den mikrobielle proteinsyntese. Rationerne 4 og 5 havde en mikrobiel proteinsyntese, der var 20.6% lavere end rationerne 1, 2 og 3. Nedbrydningsgraden af protein i forma-

verne blev bestemt til 99.0% for de første 3 rationer indeholdende NH<sub>3</sub>-N og 77.0% for de sidste to rationer med sojaprotein.

Omsætningen af aminosyrerne i formaverne fremgår af tabel 6.

Der er foretaget en opdeling i essentielle og ikke essentielle aminosyrer både i foderet og i duodenalindholdet. Der har kunnet konstateres en betydelig stigning i aminosyreindholdet fra foder til duodenum i de første 3 rationer med NH<sub>3</sub> som kvælstofkilde. Mellem de første 3 rationer var der ingen forskel i aminosyreindholdet ved duodenum, hvilket betyder, at den til halmen bundne NH<sub>3</sub> har været tilstrækkelig til at sikre en maksimal aminosyresyntese, og at et ekstra tilskud af urea ikke har kunnet øge denne.

**Tabel 5. Syntese af mikrobielt protein i formaverne hos køer fodret med NH<sub>3</sub>-behandlet halm (g/dag).**

	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
Urea, %	—	1.5	3.0	—	—
Sojaskrå, %	—	—	—	9.4	19.0
N optaget	107.7	158.9	203.5	153.4	183.0
N recirkuleret	—	-27.8	-60.9	-5.6	-24.5
N ved duodenum	135.5	140.1	142.6	147.8	158.3
Mikrobielt N	116.4	123.3	116.4	93.6	93.6
Mikrobielt protein (N × 6.25)	727.5	770.6	727.5	585.0	585.0
Mikrobiel proteinsyntese					
pr. 100 g ford. org. stof i formaverne <sup>1)</sup>	21.6	20.7	21.9	17.1	16.9
% protein nedbrudt i formaverne <sup>1)</sup>	←	99.0	→	←	77.0

<sup>1)</sup> N ved duodenum korrigeret for NH<sub>3</sub>-N og 0.27% endogent N af tørstof.

Tabel 6. Omsætningen af aminosyrer i formaverne hos køer fodret med NH<sub>3</sub>-behandlet halm (g aminosyre-N/dg.)

	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5	
Urea, %	—	1.5	3.0	—	—	
Sojaskrå, %	—	—	—	9.4	19.0	
<i>Aminosyre-N i foder:</i>						
essentielle	11.2	11.2	11.2	28.0	44.5	
ikke essentielle	25.3	25.5	25.5	53.1	62.4	
total	36.5	36.7	36.7	81.1	106.9	
<i>Aminosyre-N ved duodenum:</i>						
essentielle	33.4	33.2	31.2	36.3	39.6	
ikke essentielle	53.4	54.7	53.6	57.4	62.4	
total	86.8	87.9	84.8	93.7	102.0	
	Gennemsnit af ration 1, 2 og 3			Forøgelse ved tilsætning af sojaskrå		
	foder	duodenum	foder	duodenum	foder	duodenum
<i>Aminosyrer</i>						
essentielle	11.2	32.6	16.8	3.7	33.3	7.0
ikke essentielle	25.4	53.9	27.7	3.5	37.0	8.5
total	36.6	86.5	44.5	7.2	70.3	15.5

Sammenlignet med rationerne 1, 2 og 3, hvor NH<sub>3</sub> var kvælstofkilden, er der sket en kraftig stigning i aminosyreindholdet i foderet, når sojaskrå er givet som kvælstofkilde. Sammenlignes derimod mængden af aminosyrer ved duodenum ses, at der kun er tale om en stigning på henholdsvis 8.3 og 17.9% fra rationerne 1, 2 og 3 til rationerne 4 og 5. Dette viser, at sojaproteinet i vid udstrækning nedbrydes i formaverne, som allerede vist i tabel 5, hvor nedbrydningsgraden blev fundet at være 77%.

### Diskussion

Der har hidtil været forskellig opfattelse af, om det NH<sub>3</sub>, der blev bundet til halm under NH<sub>3</sub>-behandling, kunne udnyttes til den mikrobielle proteinsyntese i formaverne. For at belyse dette blev der fremstillet rationer baseret på NH<sub>3</sub>-behandlet bygghalm, hvortil der enten blev tilsat urea eller sojaskrå som N-kilde. I ration 1 bestod kvælstofkilden udelukkende af halmens protein og det bundne NH<sub>3</sub>, omregnet til råprotein ved multiplikation med faktoren 6.25 svarede indholdet til 9.56%, hvilket må betragtes som den laveste proteinmængde, hvorved der kan opnås et normalt gæringsforhold i vommen.

Af tabel 4 fremgår også, at denne N-mængde var i underkanten, idet der fandtes en recirkulering af kvælstof til vommen. Ligeledes fremgår det af tabel 4, at en forøgelse af rationens N-indhold gennem en tilsætning af urea ikke har medført en stigning i den til rådighed værende proteinmængde til absorption i tarmen. Den mikrobielle proteinsyntese, der både omfatter bakterier og protozoer, var ligeledes upåvirket af stigende ureaindhold i rationen. Det fremgår af tabel 5, at den mikrobielle proteinsyntese på rationerne 1–3 varierer fra 727.5 – 770.6 g pr. dag. Regnes der med en fordøjelighed af dette protein i tarmen på ca. 60–70%, kan der absorberes fra ca. 430–540 g fordøjeligt bakterieprotein. Med denne mængde kan proteinbehovet til vedligehold plus en mindre tilvækst dækkes. Da køernes energiforsyning ligeledes var afstemt efter vedligeholdsbehovet, kan det konkluderes, at NH<sub>3</sub>-behandlet halm kan dække dyrets vedligeholdsbehov både med hensyn til protein og energi. På rationerne 4 og 5 med sojaskrå har der på grund af sojaskråets nedbrydning på 77% kun været henholdsvis 8.3 og 17.9% mere aminosyrekvælstof til rådighed for dyret end på de andre rationer.