



### Fodersukkerroer som energikilde til mikrobiel proteinsyntese i vommen hos kvæg

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

Der er gennemført et forsøg med fodersukkerroer (sukker) som energikilde for mikroorganismerne i vommen sammen med urea eller sojaskrå som kvælstofkilde. Fordøjeligheden af organisk stof i formaverne på ration 1 uden kvælstoftilskud (mangelperiode) var 64,1%, medens den steg til 69,7 og 67,2% med et tilskud på henholdsvis 100 og 200 g urea pr. dag.

Med tilsvarende mængder kvælstof i form af sojaskrå var fordøjeligheden 59,1%. Nedbrydningsgraden i vommen blev bestemt til 100% for urea og 76% for sojaproteinet. Den mikrobielle proteinsyntese på rationerne var gennemsnitlig 13,4 g og 17,9 g pr. 100 g organisk stof fordøjet i formaverne med henholdsvis urea og sojaskrå som kvælstofkilde. På grundlag af den opnåede mikrobielle proteinsyntese og  $\text{NH}_3$ -koncentrationen i vommen må det konkluderes, at et tilskud af urea til fodersukkerroer ikke har resulteret i en forøgelse af proteinsyntesen, men at et tilskud af protein (sojaskrå) har givet et positivt udslag for den mikrobielle proteinsyntese.

#### Indledning

Foderproteinet, der optages af drøvtyggere, nedbrydes delvis i vommen til  $\text{NH}_3$ , medens det for urea er påkrævet, at dette spaltes til  $\text{NH}_3$  før det kan udnyttes af mikroorganismene. Et stort antal forsøg har vist, at stivelse er den bedste energikilde, når mikroorganismene i vommen skal syntetisere protein fra  $\text{NH}_3$ . Da en væsentlig del af grundfoderet i kvægets foderration består af fodersukkerroer, var det hensigten med nærværende undersøgelse at bestemme den mikrobielle proteinsyntese og proteinets nedbrydningsgrad i vommen, når energikilden bestod af fodersukkerroer og kvælstofkilderne var urea og sojaskrå.

#### Materiale og metode

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

I forsøget indgik 5 rationer, 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 blev tildelt to gange daglig og alle fodermidler blev tildelt samtidig med halvdelen ved hver fodring.

Ration 1 bestod kun af fodersukker og halm. Til rationerne 2 og 3 blev dertil sat henholdsvis 100 og 200 g urea pr. dag for at øge N-indhol-

**Tabel 1. Sammensætning af rationer med fodersukkerroer og urea eller sojaskrå.**

	Ration 1 Mangel	Ration 2 Urea 1	Ration 3 Urea 2	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
Fodersukkerroer, kg/dag	28.0	28.0	28.0	25.0	22.0
Halm, kg/dag	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Urea, g/dag	—	100	200	—	—
Sojaskrå, g/dag	—	—	—	660	1320
Mineralblanding, g/dag	100	100	100	100	100
Ialt tørstof, kg/dag	6.8	7.0	7.1	7.0	7.1
% N i tørstof	1.5	1.9	2.8	1.9	2.7
% råprotein i tørstof (N × 6.25)	9.5	12.1	17.4	11.6	17.1

det til henholdsvis 1,9% og 2,8%. Til sammenligning med rationerne 2 og 3 blev der tilsat N-ækvivalente mængder sojaskrå 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 ved afdelingen udviklede regressionsmetode af *Hvelplund et al.* (1976), *Madsen* (1976) og *Hvelplund og Møller* (1980).

### Resultater

Omsætningen af organisk stof i formaverne fremgår af tabel 2.

Det fremgår af tabellen, at fordøjeligheden af

organisk stof i formaverne er steget med 3,1–5,6 procentenheder ved tilsætning af urea til grundrationen. Med sojarationerne er fordøjeligheden ved begge proteinniveauer 5,0 procentenheder lavere. Dette forhold skyldes, at en del af sojaproteinet er passeret unedbrudt gennem vommen til tarmen.

Omsætningen af kvælstof i formaverne fremgår af tabel 3.

Selv om der på rationerne 2 og 3 er tilført stigende mængder kvælstof i form af urea, fandtes der ikke ved duodenum større N-mængder i forhold til ration 1 uden urea. Ligeledes er mængden af protein-N ved duodenum ikke forøget. På rati-

**Tabel 2. Omsætningen af organisk stof i formaverne hos køer fodret med fodersukkerroer og urea eller sojaskrå.**

	Ration 1 Mangel	Ration 2 Urea 1	Ration 3 Urea 2	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
Org. stof optaget kg/dag	6.4	6.6	6.7	6.6	6.6
Org. stof ford. i formaverne, kg/dag	4,1	4,6	4,5	3,9	3,9
Org. stof ford. i formaverne, %	64,1	69,7	67,2	59,1	59,1

**Tabel 3. Omsætningen af kvælstof i formaverne hos køer fodret med fodersukkerroer og urea eller sojaskrå (g/dag).**

	Ration 1 Mangel	Ration 2 Urea 1	Ration 3 Urea 2	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
N optaget	103.0	135.7	197.9	129.8	192.6
N ved duodenum	139.0	111.5	132.6	159.0	169.8
NH <sub>3</sub> -N ved duodenum	5.2	4.6	6.2	6.4	7.7
Endog.-N ved duodenum	8.3	7.2	9.1	9.0	9.3
Protein-N ved duodenum	133.8	106.9	126.4	152.6	162.1
Absorberet fra formaverne	+36.0	24.2	65.3	+29.2	22.8
Absorberet fra formaverne, %	+35.0	17.8	33.0	+22.5	11.8
gns. NH <sub>3</sub> -N i vommen (mg/100 ml)	4.1	14.2	23.8	10.1	15.8
Mikrobielt-N, % af optaget	91.1	71.0	49.5	85.2	58.3

onerne 4 og 5 med sojaskrå fandtes derimod en stigning på henholdsvis 20,0 og 30,8 g total-N i forhold til ration 1. Desuden fandtes der efter fradrag af  $\text{NH}_3\text{-N}$  en stigning på henholdsvis 18,8 og 28,3 g protein N ved duodenum. Dette er et udtryk for, at der med sojaskrå er passeret mere unedbrudt sojaprotein til tyndtarmen. Såfremt betydelige mængder foderprotein passerer unedbrudt gennem vommen, kan det bevirke, at der kan opstå N-mangel for mikroorganismene. Under sådanne forhold vil der som f.eks. på sojara-tion 4 med 11,6% protein i rationen være en net-totilførsel af recirkuleret N til vommen. På ration 5 med 17,1% protein var der derimod et N-over-skud i vommen, idet der fandtes et N-tab på 11,8%. På ration 1 uden ekstra N-tilskud fandtes en N-tilførsel til vommen på 35,0%, hvilket bety-der, at proteinindholdet i rationen på 9,5% er for lavt til, at N-tilførsel til vommen og passage fra vommen til tarmen er i balance. Dette fremgår ligeledes af den lave  $\text{NH}_3$ -koncentration i vom-væsken på 4,1 mg/100 ml, hvilket i følge opgivel-ser i litteraturen betragtes som minimumsgrænse for optimal mikrobiel proteinsyntese.

Beregningerne af den mikrobielle proteinsyn-tese fremgår af tabel 4.

Den mikrobielle proteinsyntese blev bestemt ved hjælp af den ved afdelingen benyttede regres-sionsmetode, der både inkluderer bakterier og

protozoer. Det fremgår af tabel 4, at den mikro-bielle proteinsyntese ikke blev forøget på rati-onerne 2 og 3 med stigende mængder urea. På rationerne 4 og 5 med sojaskråtillæg fandtes derimod en større syntese af mikrobielt protein pr. 100 g organisk stof fordøjet i formaverne. Nedbrydningsgraden af protein i formaverne blev bestemt, og der blev fundet en nedbrydningsgrad på 100% for urea og 76,0% for sojaskrå. For pro-teinet i grundfoderrationen blev der beregnet en gennemsnitlig nedbrydningsgrad på 80%, idet nedbrydningen af roeprotein ifølge franske opgivel-ser blev sat til 90% og af halmprotein til 50%.

Omsætningen af aminosyrerne i formaverne fremgår af tabel 5.

Der er foretaget en opdeling i essentielle og ikke essentielle aminosyrer både i foderet og i duodenalindholdet. Den mikrobielle nettosyn-tese af total aminosyre var aftagende fra ration 1 uden urea til rationerne 2 og 3 med tilsætning af urea. I forhold til protein-N ved duodenum kon-stateredes der dog kun et fald for ration 3. Ned-gangen i forhold til ration 1 var størst for aminosy-erne phenylalanin og histidin efterfulgt af treonin og lysin. På sojara-tion 5, indeholdende 17,1% protein i tørstoffet, har der ikke fundet en netto-syntese sted. På ration 1 fandtes en større syntese for de ikke essentielle aminosyrer, medens for-skellen var ubetydelig for rationerne 2-4.

**Tabel 4.** Syntese af mikrobielt protein i formaverne hos køer fodret med fodersukkerroer og urea eller sojaskrå (g/dag).

	Ration 1 Mangel	Ration 2 Urea 1	Ration 3 Urea 2	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
Protein-N ved duodenum <sup>1)</sup>	125.5	99.7	117.3	143.6	152.8
Mikrobielt-N syntetiseret	93.8	96.6	98.0	110.6	112.2
Mikrobielt-N, %	74.7	96.9	83.5	77.0	73.4
Mikrobielt protein (N × 6.25)	586.3	603.8	612.5	691.3	701.3
Mikrobiel proteinsyntese pr. 100 g org. stof ford. i formaverne	14.3	13.1	13.6	17.7	18.0
% protein nedbrudt i formaverne	←———— 100 —————→			←———— 76 —————→	

<sup>1)</sup> Protein-N ved duodenum korrigeret for 0.27% endogent-N af tørstof ved duodenum.

## Diskussion

Gennem de sidste decennier har der været en forskellig opfattelse af, om fodersukkerroer er

velegnet som substrat for mikroorganismene i vommen sammenlignet med f.eks. stivelse. Fo-dersukkerroer har et højt indhold af sukker, der

Tabel 5. Omsætningen af aminosyrer i formaverne hos køer fodret med fodersukkerroer og urea eller sojaskrå (g aminosyre-N/dag).

	Ration 1 Mangel	Ration 2 Urea 1	Ration 3 Urea 2	Ration 4 Soja 1	Ration 5 Soja 2
<i>Aminosyre-N i foder:</i>					
essentielle	16.3	16.5	16.5	29.6	42.4
ikke essentielle	36.9	37.4	37.4	60.6	83.1
Total	53.2	53.9	53.9	90.2	125.5
<i>Aminosyre-N ved duodenum:</i>					
essentielle	36.4	31.5	27.8	42.6	43.8
ikke essentielle	65.3	53.1	47.1	74.8	73.4
Total	101.7	84.6	74.9	117.4	117.2
Nettosyntese total aminosyrer	48.5	30.7	21.0	27.2	+8.3
Aminosyre-N i % af protein-N ved duodenum	81.0	84.9	63.9	81.8	76.7

hurtigt forgæres i vommen, men samtidig er cellulosen i roer ligeledes let forgærbar. Flere forsøg har vist, at de cellulolytiske bakterier i vommen er i stand til at udnytte  $\text{NH}_3$  til syntese af bakterieprotein, hvilket også blev bekræftet i et forsøg med  $\text{NH}_3$ -behandlet bygalm (medd. nr. 239). Her fandtes en mikrobiel proteinsyntese på 21,4 g pr. 100 g fordøjeligt organisk stof i formaverne. Nærværende forsøg med fodersukkerroer viser, at den mikrobielle proteinsyntese pr. 100 g fordøjet organisk stof i vommen gennemsnitlig var 13,4 g med urea og 17,9 g med sojaskrå som kvælstofkilde. Forsøget tyder derfor på, at mikroorganismerne med fodersukkerroer som substrat og urea som N-kilde ikke kan syntetisere så store proteinmængder, som der er opnået med sojaskrå som proteinkilde.

Korrigeres der for den mikrobielle proteinsyntese, der ifølge meddelelse nr. 239 kan tilskrives halmen i nærværende forsøgsfoderration, kan det beregnes, at der pr. foderenhed fodersukkerroer (1,1 kg tørstof/f.e.) kan syntetiseres 100 g mikrobielt protein, såfremt kvælstofbehovet er dækket med urea.

#### Litteratur

- Hvelplund, T., P.D. Møller, J. Madsen og M. Hesselholt (1976): Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Årsskrift, 173.
- Hvelplund, T. og P. D. Møller (1980): 3rd EAAP Symposium on Protein Metabolism and Nutrition, Braunschweig.
- Madsen, J. (1976): Licentiatafhandling. Husdyrbrugsinstit., Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.