



Omsætningen af protein i mave-tarmkanalen hos kvæg ved fodring med formaldehyd- og myresyrebehandlet græsensilage

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

Der blev gennemført to forsøg til belysning af, hvorledes en tilsætning af formaldehyd og myresyre til græs under ensileringen påvirker kvælstof- og aminosyreomsætningen i mave-tarmkanalen hos køer. Ensilagen og græsset blev opfodret med en fodringsfrekvens på henholdsvis 2 og 12 gange pr. døgn til 3 re-entrantfistulerede køer.

I forhold til ubehandlet og myresyrebehandlet ensilage samt frosset græs nedsatte formaldehydbehandlingen fordøjeligheden af organisk stof samt protein i formaverne, hvilket resulterede i en nedsat total absorption i tarmafsnittet. Med myresyre fandtes derimod ikke en nedsættelse af fordøjeligheden hverken i formaverne eller i tarmen. I siloen var der ingen forskel mellem myresyre og formaldehyd i den beskyttende virkning mod proteinnedbrydningen, idet der fandtes den samme relative andel af ammoniak-N i begge ensilager. Ved ensilering af græsafgrøder synes den her benyttede formaldehydmængde på 0.4% af friskmassen at overbeskytte proteinet og nedsætte fordøjelsen af organisk stof i formaverne og tarmen. Derimod synes 0.4% myresyre at være af en passende mængde til ensilering af græs.

Indledning

Tilsætning af formaldehyd eller myresyre under ensilering af græs nedsætter gæringsprocessen i siloen og reducerer derved energitabet og omdannelse af renprotein til NH_3 -kvælstof. Disse forhold kan påvirke den mikrobielle energi- og proteinomsætning i formaverne. Mikroorganismene i formaverne nedbryder såvel de træstoffoldige bestanddele som protein i foderet. Nedbrydningen af værdifuldt foderprotein i vommen ud over behovet til mikroorganismene må imidlertid betragtes som en ulempe for kvægets proteinforsyning, hvorimod nedbrydning af tungt

fordøjelige træstoffoldige bestanddele er af største betydning for kvægets energiforsyning.

Formålet med denne undersøgelse var at sammenligne proteinomsætningen i mave-tarmkanalen hos kvæg fodret med myresyre- og formaldehydbehandlet ensilage samt ubehandlet ensilage og græs.

Materiale og metode

Der blev gennemført to forsøg med i alt 3 køer, der var forsynet med en permanent kanyle i vommen og en re-entrantkanyle i den forreste del af tyndtarmen (duodenum).

Foderet i forsøg I bestod af to partier kløvergræsensilage fra samme slæt, der henholdsvis var ubehandlet eller behandlet med 0.4% myresyre ved ensileringen. I forsøg II blev et parti græs

Undersøgelsen blev gennemført med delvis støtte fra Statens jordbrugs- og veterinærvidenskabelige Forskningsråd.

behandlet med 0.4% formaldehyd ved ensileringen, medens et andet parti blev frosset ned og tøet op før fodringen.

Den kemiske sammensætning af ensilagen og græsset fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Kemisk sammensætning af ensilage og græs

	Forsøg I		Forsøg II	
	Ensilage ubehandlet	Ensilage 0.4% myresyre	Ensilage 0.4% formaldehyd	Græs frosset
Tørstof, %	17.6	19.3	21.5	30.7
<i>I tørstof, %:</i>				
org. stof	91.0	92.0	88.2	90.1
råprotein	12.4	13.0	23.5	20.9
råfedt	4.5	4.3	4.0	3.2
træstof	34.9	34.3	17.7	16.3
NFE	39.2	40.4	43.1	49.7
aske	9.0	8.0	11.8	9.9
hemicellulose	20.3	17.6	—	22.3
cellulose	37.2	34.1	—	20.2
lignin	3.4	3.0	—	1.9
LHK	2.2	9.2	14.1	23.5
NH ₃ -N, % af total-N	12.1	5.3	5.8	2.6
pH	3.9	4.5	4.4	—

Det fremgår af tabel 1, at formaldehydbehandlet ensilage i forsøg II med det høje proteinindhold havde et råproteinindhold på 2.6% mere end dybfrosset græs. Derimod fandtes et tab af letforgærbare kulhydrater, idet NFE-fraktionen blev nedsat med 6.6% og LHK fraktionen med 9.4 procentenheder. Græsset i forsøg I, der blev høstet på et senere tidspunkt end i forsøg II havde et tørstofindhold på 20.1%. Myresyretilsætningen har i forhold til ubehandlet ensilage forhindret en forgæring af de letforgærbare kulhydrater i siloen, idet LHK fraktionen var 7.0 procentenheder højere.

Resultater

Omsætningen af organisk stof i mave-tarmkanalen fremgår af tabel 2.

Som det fremgår af tabel 2, er der en forskel på fodringsniveauet mellem de to forsøg, idet optagelsen af tørstof har været mere end fordoblet i forsøg II. Den procentiske fordøjelse af organisk stof i formaverne har varieret fra 46.0–65.7% med den laveste fordøjelighed for formaldehydbehandlet ensilage ved 12× fodring pr. døgn. Derimod har myresyrebehandlingen eller dybfrysningen af græsset ikke sænket omsætningen i formaverne. I tarmafsnittet er der absorberet fra 8.3–29.6% organisk stof med de højeste værdier for græs. Totalt er der i hele fordøjelseskanalen fordøjet fra 68.6–86.6% organisk stof. Her fandtes der en fordøjelighed for græs på over 80%, medens formaldehydbehandlet ensilage havde den laveste totale fordøjelighed på ca. 69%.

Omsætningen af kvælstof eller protein fremgår af tabel 3.

Tildelingen af kvælstof har ligeledes været på forskellige niveauer i de to forsøg. Forskellen mellem forsøgene fremtræder tydeligt ved en betragtning af værdierne for kvælstofomsætningen i formaverne, idet der er tilført kvælstof til formaverne gennem den intermediære recirkulering på rationerne i forsøg I, medens der med undtagelse af 12× daglig fodring med formalinensilage fandtes en kvælstofabsorption fra formaverne i forsøg II. Proteinabsorptionen i tarmen har været lavest for formaldehydbehandlet ensilage (40–50%), medens absorptionen for de andre rationer varierede fra 67–76%.

Beregningen af den bakterielle proteinsyntese i formaverne fremgår af tabel 4.

Tabel 2. Omsætningen af organisk stof i mave-tarmkanalen hos køer fodret med ensilage og græs

	Forsøg I				Forsøg II			
	Ensilage ubehandlet		Ensilage 0.4% myresyre		Ensilage 0.4% formaldehyd		Græs frosset	
Fodringsfrekvens/dag	2	2	2	2	2	12	2	12
Tørstof optaget, kg/dag	3.7	5.5	4.1	6.0	11.2	11.4	12.0	11.9
<i>Organisk stof:</i>								
optaget, kg/dg.	3.2	4.8	3.5	5.3	9.9	10.0	10.8	10.7
fordøjet i formaverne, kg/dg.	1.9	2.9	2.3	3.2	5.7	4.6	6.2	6.5
fordøjet i formaverne, %	59.4	60.4	65.7	60.4	57.6	46.0	57.4	60.7
fordøjet i tarmen, %	15.6	8.3	9.4	15.1	12.1	23.0	29.6	22.3
total fordøjet, %	75.0	68.8	75.4	75.5	69.7	68.6	86.6	83.0

Tabel 3. Omsætningen af kvælstof i mave-tarmkanalen hos køer fodret med ensilage og græs (g N/dag)

Fodringsfrekvens/dag	Forsøg I				Forsøg II			
	Ensilage ubehandlet		Ensilage 0.4% myresyre		Ensilage 0.4% formaldehyd		Græs frosset	
	2	2	2	2	2	12	2	12
<i>Kvælstof:</i>								
optaget ved duodenum	69.6	104.3	79.8	119.7	420.0	426.0	400.6	396.6
NH ₃ -N ved duodenum	90.6	132.1	86.1	136.7	325.6	435.8	333.1	303.4
absorberet fra formaverne	—	—	—	—	7.9	7.3	13.9	15.7
absorberet fra tarmen	-21.0	-27.8	-6.3	-17.0	94.4	-9.8	67.5	93.1
	68.4	95.6	60.1	101.5	132.5	231.4	253.3	203.8
absorberet fra formaverne, %	-30.2	-26.7	-7.9	-14.2	22.5	-23.0	16.8	23.5
absorberet fra tarmen, % af N optaget	98.3	91.7	75.3	84.8	31.5	54.3	63.2	51.4
absorberet fra tarmen, % af N ved duodenum	75.5	72.4	69.8	74.3	40.7	53.1	76.0	67.2

Tabel 4. Syntese af bakterielt protein i formaverne hos køer fodret med ensilage og græs

Fodringsfrekvens/dag	Forsøg I				Forsøg II			
	Ensilage ubehandlet		Ensilage 0.4% myresyre		Ensilage 0.4% formaldehyd		Græs frosset	
	2	2	2	2	2	12	2	12
bakterie-N, g/dg.	68.8	80.5	44.8	72.4	96.1	132.0	123.4	121.2
bakterieprotein, g/dg. (N× 6.25)	430.0	503.1	280.0	452.5	600.6	825.0	771.3	757.5
bakterieprotein, g/100 g org. stof fordøjet i formaverne	22.6	17.3	12.2	14.1	10.5	17.9	12.4	11.7
% protein nedbrudt ¹⁾ i formaverne	88.2	69.5	64.4	63.4	58.9	45.8	63.6	69.5

¹⁾ N ved duodenum korrigeret for bakterielt-N, NH₃-N og 15% endogent N.

Den bakterielle proteinsyntese i formaverne er bl.a. afhængig af den substratmængde, der kan forgæres i formaverne.

Et mål for dette kan fås gennem den fordøjede mængde organisk stof i formaverne, og den bakterielle proteinsyntese blev derfor sat i relation hertil. Det ses af tabel 4, at der afhængigt af rationerne totalt er syntetiseret fra 280–825 g bakterielt protein pr. dag. I relation til den fordøjede mængde organisk stof blev der dannet fra 10.5–22.6 g bakterielt protein pr. 100 g fordøjeligt organisk stof i formaverne med den største mængde på ubehandlet ensilage.

Ved subtraktion af bakterieprotein fra totalprotein ved duodenum kan den proteinmængde, der fra foderet er passeret unedbrudt gennem formaverne, beregnes. Den resterende mængde giver et udtryk for den proteinmængde, der er nedbrudt i formaverne. Af tabel 4 ses, at den største beskyttelse blev opnået med formalin, idet kun 45.8–58.9% af proteinet er nedbrudt,

medens 63.4–88.2% er nedbrudt på de øvrige rationer.

Aminosyreindholdet i rationerne samt absorptionen fra tarmen fremgår af tabel 5.

Det ses af tabel 5, at myresyre har forhindret aminosyrenedbrydningen i forhold til ubehandlet ensilage. Det forholdsvis lave aminosyreindhold i formaldehydbehandlet ensilage skal ses i forhold til indholdet i frosset græs, idet udgangsmaterialet i de to forsøg ikke har været ens.

Aminosyrepassagen gennem mave-tarmkanalen viser, at der har fundet en nettosyntese sted i formaverne på ubehandlet og formaldehydbehandlet ensilage, hvorimod mængderne ved duodenum svarer til mængderne i foderet på de øvrige to rationer. Absorptionen fra tarmen har ligeledes været størst med græs efterfulgt af ubehandlet og myresyrebehandlet ensilage. Den laveste absorption fandtes med formaldehydbehandlet ensilage.

Table 5. Aminosyreabsorptionen fra tarmen hos køer fodret med ensilage og græs

Fodringsfrekvens/dag	Forsøg I				Forsøg II			
	Ensilage ubehandlet		Ensilage 0.4% myresyre		Ensilage 0.4% formaldehyd		Græs frosset	
	2	2	2	2	2	12	2	12
g N optaget/dag	69.6	104.3	79.8	119.7	420.0	426.0	400.6	396.6
<i>Aminosyre-N, % af total foder-N:</i>								
optaget	66.1	66.0	75.2	75.4	58.2	58.2	67.4	67.4
ved duodenum	72.2	72.9	74.9	73.0	62.1	82.0	66.2	63.0
absorberet fra tarmen	69.8	68.1	57.4	63.6	35.8	54.3	54.3	47.2
Absorberet fra tarmen, % af aminosyrer ved duodenum	72.2	72.5	69.7	74.5	57.6	66.2	82.0	75.0

Diskussion og konklusion

De omtalte forsøg indgår i en serie af grundlæggende undersøgelser over næringsstofomsætningen i mave-tarmkanalen hos malkekøer. I disse forsøg lægges der specielt vægt på proteinomsætningen, idet det hidtil benyttede proteinvurderingssystem, der bygger på fordøjeligt råprotein kan være totalt misvisende under visse forhold. For at opnå et mere indgående kendskab til proteinomsætningen er teknikken med re-entrant tarmfistulerede køer benyttet. Ved hjælp af denne teknik kan der opnås resultater over: 1. den mikrobielle nedbrydning af foderprotein samt syntese af mikrobielt protein i formaverne, 2. passagen af unedbrudt foderprotein fra vommen til tyndtarmen og 3. absorptionen af protein (aminosyrer) fra tyndtarmen. Med et kendskab til disse faktorer kan proteinforsyningen til bl.a. mælkeproduktion vurderes.

For at undgå de skadelige mikrobielle fermentationsprocesser i siloen tilsættes i praksis myresyre. I denne undersøgelse fandtes også, at myresyre forhindrede en proteinnedbrydning. Formaldehyd har derimod vist sig at virke beskyttende mod proteinnedbrydningen både i siloen og i vommen. Herved skulle mere foderprotein passere unedbrudt igennem vommen til tyndtarmen, hvorfra det absorberes og dermed komme dyret til gode.

I de her gennemførte forsøg fandtes den største proteinnedbrydning i vommen på ubehandlet græsensilage, men mikroorganismene har samtidig udnyttet den nedbrudte proteinmængde til syntese af mikrobielt protein, der i lighed med foderprotein passerer til tyndtarmen, hvor det efter nedbrydning til aminosyrer kan absorberes. Med myresyrebehandlet ensilage svarede proteinnedbrydningen næsten til den bakterielle proteinsyntese. Ved tilsætning af 0.4% formaldehyd fandtes den laveste proteinnedbrydning i vommen, men proteinet synes samtidig at være overbeskyttet mod nedbrydningen i tarmen, således at en forholdsvis stor del af protein passerer ufordøjet gennem tarmkanalen (47% med formaldehyd mod 31% med myresyre). I denne forbindelse skal det dog anføres, at formaldehydmængden i nærværende undersøgelse udgjorde 7.9% af proteinet i ensilagen. I udenlandske undersøgelser har den optimale formaldehydmængde imidlertid varieret fra 1 til 2% af proteinet. Tages dette i betragtning, skulle der kun have været tilsat 0.1% formaldehyd til ensilagen i nærværende undersøgelse, selv om der i udenlandske undersøgelser anbefales 0.4% af friskmassen. Med græs synes proteinnedbrydningen i vommen at svare til ubehandlet og myresyrebehandlet ensilage. Fordøjeligheden i tarmen var svagt højere sammenlignet med ubehandlet og myresyrebehandlet ensilage.