

Statens jordbrugstekniske Forsøg

Bygholm, 8700 Horsens

Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Institut for Kirurgi

1958 Frederiksberg C

## Halm til foder

### V. Halmens kvalitet efter tilsætning af ammoniak

Straw for fodder

V. The quality of straw with addition of ammonia

Erik Møller, Norman Witt, Hans Z. Thellesen og Michael Hesselholt

#### Resumé

Efter tørring og formaling binder den  $\text{NH}_3$ -behandlede halm stadig en betydelig del af det tilførte ammoniakkvælstof, således at % totalkvælstof stiger med 0,3–0,9 enheder. Kvælstofindholdet fordeler sig på halmens ADF-fraktion, der er tungtopløseligt, med 44% inden  $\text{NH}_3$ -tilsætningen og 31% efter  $\text{NH}_3$ -tilsætningen.

Temperaturforholdene under og efter  $\text{NH}_3$ -tilsætningen har indflydelse på dels stigningens størrelse og dels stigningens fordeling på halmens ADF-fraktion. Stigningerne bliver således større ved 70°C end ved 0–30°C, og den fordeler sig på ADF-fraktionen med 14% ved 0–30°C og 22% ved 70°C.

Indholdet af fordøjeligt totalkvælstof i  $\text{NH}_3$ -behandlet halm er dels bestemt af koncentrationen af totalkvælstof, ligesom det er tilfældet med andre afgrøder, og dels bestemt af, at ca. 31% af totalkvælstoffet, der er bundet i ADF-fraktionen, passerer ufordøjet igennem dyrene efter fodring.

Stigningen i % fordøjeligt organisk stof (FOS) ved  $\text{NH}_3$ -tilsætningen øges med stigningen i % totalkvælstof. Indholdet af FOS i halm med og uden  $\text{NH}_3$ -tilsætning er betydelig korreleret med indholdet af vomvæskeopløseligt og *in vitro*-opløseligt organisk stof og lidt ringere med indholdet af enzymopløseligt organisk stof.

**Nøgleord:** Halm,  $\text{NH}_3$ -tilsætning, fordøjelighed, opløselighed.

#### Summary

The report presents results from 9 experiments with straw added 3%  $\text{NH}_3$ . The same results are also published in an earlier report (9) with reference to the influence of temperature and storage on the effect of the addition of  $\text{NH}_3$  on the digestibility (*in vivo*) of OM. This report deals with the connection between<sup>1)</sup> the absorption of added ammonianitrogen in straw and the changes in digestibility of total nitrogen and OM in straw and<sup>2)</sup> solubility and digestibility of the OM in straw.

The results showed that the NH<sub>3</sub>-treated straw after drying and milling still binds a considerable part of the added ammonianitrogen, so that % total nitrogen increases by 0.3–0.9 units. The content of total nitrogen is divided on the fraction of ADF with 44% before addition of NH<sub>3</sub> and 31% after addition of NH<sub>3</sub>.

The conditions of temperature before and after addition of NH<sub>3</sub> influenced on the rise of 1) % total nitrogen and 2) % total nitrogen in the fraction of ADF. The rise in the content of total nitrogen was greater at 70°C (FMA-oven) than at 0–30°C and the rise is divided on the fraction of ADF with 14% at 0–30°C and 22% at 70°C.

The content of digestible total nitrogen in NH<sub>3</sub>-treated straw depends on 1) the concentration of total nitrogen and 2) the fact that about 31% of the total nitrogen undigested passes through the ruminants after feeding, because this part of the total nitrogen is bound to the ADF-fraction.

The content of DOM in straw with and without addition of NH<sub>3</sub> (n=51) is correlated with the content of rumen liquid-soluble OM(RSOM) (r=0.926), and *in vitro*-soluble OM(IVSOM) (r=0.917) and enzyme-soluble OM(ESOM) (r=0.900). The following equations illustrate the relationship between soluble and digestible OM:

$$\% \text{DOM}_{(\text{IVSOM})} = 7.46 \times \% \text{IVSOM}^{0.488}$$

$$\% \text{DOM}_{(\text{ESOM})} = 9.99 \times \% \text{ESOM}^{0.471}$$

$$\% \text{DOM}_{(\text{RSOM})} = 3.08 \times \% \text{RSOM}^{0.692}$$

**Key words:** Straw, NH<sub>3</sub>-application, digestibility, solubility.

## Indledning

I en tidligere beretning har Møller *et al.* (9) beskrevet resultaterne fra 9 forsøg i 1976–81 (forsøg nr. 14–22) med tilsætning af 3% ammoniak (NH<sub>3</sub>) til halm. Resultaterne viste, at den NH<sub>3</sub>-behandlede halm efter tørring og formaling stadig binder en stor del af det tilsatte ammoniakkvælstof, idet % totalkvælstof stiger med 0,3–0,9 enheder. Resultaterne viste også, at halmens sammensætning og fordøjelighed ændres ved NH<sub>3</sub>-tilsætningen. Denne beretning omhandler de tidligere nævnte 9 forsøg med sigte på at belyse sammenhængen mellem halmens binding af det tilsatte ammoniakkvælstof og de fundne ændringer i dens sammensætning og fordøjelighed.

I 2 tidligere beretninger har Møller *et al.* (7, 8) beskrevet sammenhængen mellem opløselighed og fordøjelighed af organisk stof i henholdsvis ubehandlet og NaOH-behandlet halm. Denne beretning tager også sigte på at belyse denne sammenhæng i NH<sub>3</sub>-behandlet halm.

Opløselighedsbestemmelserne i halm – *in vitro*-opløseligt organisk stof og vomvæskeopløseligt organisk stof – er sket i samarbejde med Insti-

tut for Kirurgi, Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, der har indopereret vomkanyler på donordyrene.

## Kvælstofbindingen og dens indflydelse på halmens kvalitet

Resultaterne fra en bestemmelse af kvælstofindholdets fordeling på halmens fraktioner af ADF, OCV (NDF-ADF) og CI (100-NDF) viser (tabel 1), at fordelingen ændrede sig ved tilsætning af 3% NH<sub>3</sub>. Efter NH<sub>3</sub>-tilsætningen fordelte en relativ større del af kvælstoffet sig på CI og OCV, medens en relativ mindre del fordelte sig på ADF.

Ved ADF-bestemmelsen koges materialet med en sur detergent-opløsning. Herved går en del af cellevæggene – især hemicellulose – i opløsning, og kun de tungt opløselige cellevægsbestanddele bliver tilbage. Det var i denne tungtopløselige fraktion (tabel 1), som betegnes ADF (acid detergent fibre), at halmens indhold af totalkvælstof før og efter NH<sub>3</sub>-tilsætningen fordelte sig med henholdsvis 44 og 31,2%.

På grundlag af resultaterne i tabel 1 og enkeltresultaterne i forsøg nr. 14–22 (7, 9) beregnedes

**Tabel 1.** Totalkvælstof i halm fordelt på ADF, CI og OCV, %. Sammendrag af forsøg nr. 18–21.

*Total nitrogen in straw distributed on ADF, 100-NDF and NDF-ADF, %. Mean of experiment no. 18–22.*

n	ADF	CI	OCV
n	ADF	100-NDF	NDF-ADF
Ubehandlet halm <i>Untreated straw</i>			
4	44,0	54,6	1,4
NH <sub>3</sub> -behandlet halm <i>NH<sub>3</sub>-treated straw</i>			
8	31,2	57,2	11,6

**Tabel 2.** Totalkvælstof i halm fordelt på ADF, CI og OCV, % af organisk stof. Gennemsnit.

*Total nitrogen in straw distributed on ADF, 100-NDF and NDF-ADF, % of OM. Mean.*

	ADF	CI	OCV	I alt
	ADF	100-NDF	NDF-ADF	Total
Forsøg nr. 14–17. <i>Exp. no. 14–17. 0–30°C</i>				
Ubeh.	0,282	0,350	0,009	0,641
NH <sub>3</sub> -beh.	0,348	0,637	0,129	1,114
Ændring	0,066	0,287	0,120	0,473
Forsøg nr. 18–21. <i>Exp. no. 18–21. 70°C</i>				
Ubeh.	0,301	0,373	0,010	0,684
NH <sub>3</sub> -beh.	0,499	0,914	0,185	1,598
Ændring	0,198	0,541	0,175	0,914
Forsøg nr. 22. <i>Exp. no. 22. 70°C</i>				
Ubeh.	0,686	0,851	0,022	1,559
NH <sub>3</sub> -beh.	0,616	1,130	0,229	1,975
Ændring	-0,070	0,279	0,207	0,416

kvælstofindholdets fordeling på halmens fraktioner af ADF, CI og OCV. Endvidere beregnedes ændringerne i halmens indhold af totalkvælstof efter NH<sub>3</sub>-tilsætningen. Resultaterne fra beregningen er i sammendrag anført i tabel 2.

De gennemsnitlige resultater fra beregningen af kvælstofindholdets fordeling på halmens fraktioner af ADF, CI og OCV viser (tabel 2), at indholdet af totalkvælstof i halmen fra forsøg nr. 14–21 steg ved NH<sub>3</sub>-tilsætningen, og temperaturforholdene under og efter NH<sub>3</sub>-tilsætningen havde indflydelse på dels stigningens størrelse og dels stigningens fordeling på halmens fraktioner af ADF, CI og OCV. Ved 0–30°C steg % totalkvæ-

stof med 0,47 enheder, og stigningen fordelte sig på ADF, CI og OCV med henholdsvis 14, 61 og 25%. Ved 70°C steg % totalkvælstof med 0,91 enheder, og stigningen fordelte sig på ADF, CI og OCV med henholdsvis 22, 59 og 19%. Resultaterne fra forsøg nr. 22 med byghalm, der var så stærkt forurenet med kvik, at indholdet af totalkvælstof lå på 1,56% inden NH<sub>3</sub>-tilsætning, afveg betydeligt fra resultaterne fra forsøg nr. 18–21 ved 70°C. Således steg % totalkvælstof kun med 0,41 enheder, og stigningen fordelte sig på ADF, CI og OCV med henholdsvis -17, 67 og 50%.

Ændringen i % FOS ved NH<sub>3</sub>-tilsætningen er vist i fig. 1, hvor abscissen angiver kvælstofbindingen udtrykt ved ændringen i % totalkvælstof ved NH<sub>3</sub>-tilsætningen og ordinaten ændringen i % FOS. Det ses, at % FOS steg ved NH<sub>3</sub>-tilsætningen, og stigningen øgedes med kvælstofbindingen. For at anskueliggøre sammenhængen mellem stigningerne i % totalkvælstof og % FOS beregnedes følgende ligning (alle angivelser i % af organisk stof):

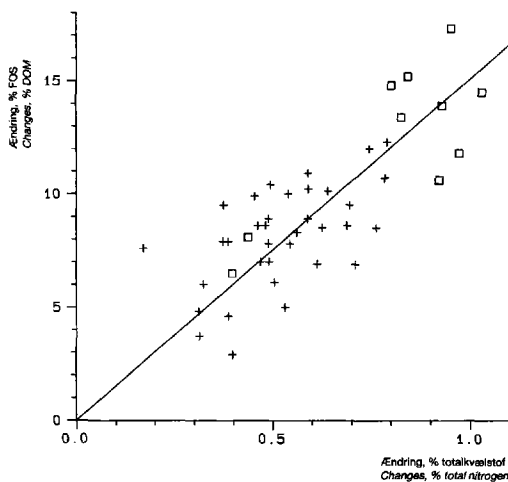


Fig. 1. Relationen mellem ændringer i indholdet af totalkvælstof og FOS i % af organisk stof i halm tilsat 3% NH<sub>3</sub>. Forsøg nr. 14–17 ved 0–30°C (+) og 18–22 ved 70°C (□).

*The relationship between changes in the content of total nitrogen and DOM in % of OM in straw with addition of 3% NH<sub>3</sub>. Experiment no. 14–17 at 0–30°C (+) and 18–22 at 70°C (□).*

(1) stigningen i % FOS =  $15,08 \times$  stigningen i % totalkvælstof

Kurven i fig. 1, der er tegnet på grundlag af ligning (1), og punkternes placering illustrerer, at de varierende temperaturforhold, som rådede under og efter  $\text{NH}_3$ -tilsætningen, næppe havde indflydelse på sammenhængen mellem kvælstofbindingen, udtrykt ved stigningen i % totalkvælstof, og stigningen i % FOS.

### Fordøjeligt totalkvælstof

Talrige undersøgelser med forskellige afgrøder har vist (3, 4, 5, 6), at indholdet af fordøjeligt råprotein i det væsentligste er bestemt af råprotein-koncentrationen (totalkvælstof  $\times$  6,25). Punkternes placering i fig. 2, hvor abscissen angiver % totalkvælstof i halmen og ordinaten % fordøjeligt totalkvælstof i halmen, viser, at indholdet af fordøjeligt totalkvælstof i halm under og efter  $\text{NH}_3$ -tilsætningen også i det væsentligste er bestemt af koncentrationen af totalkvælstof.

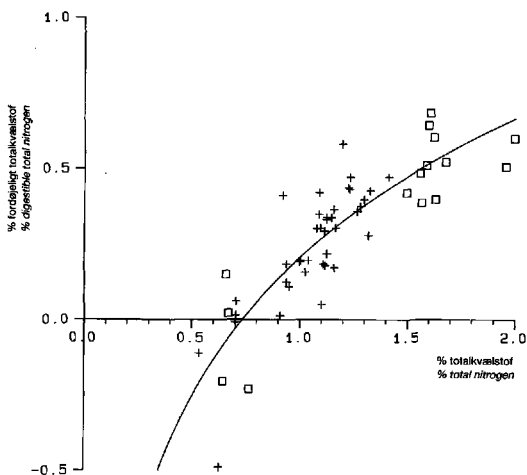


Fig. 2. Relationen mellem indhold af totalkvælstof og fordøjeligt totalkvælstof i % af organisk stof i ubehandlet halm og halm tilsat 3%  $\text{NH}_3$ . Forsøg nr. 14-17 ved 0-30°C (+) og 18-22 ved 70°C (□).

*The relationship between the contents of total nitrogen and digestible total nitrogen in % of OM in untreated straw and straw with addition of 3%  $\text{NH}_3$ . Experiment no. 14-17 at 0-30°C (+) and 18-22 at 70°C (□).*

Følgende regressionsligning, der er beregnet på grundlag af de gennemførte fordøjelighedsbestemmelser med får på ubehandlet og  $\text{NH}_3$ -behandlet halm, anskueliggør relationen mellem koncentration og fordøjelighed af totalkvælstof i halm (alle angivelser i % af organisk stof):

$$(2) \text{ % ford. totalkvælstof} = 0,204 + 0,666 \times \text{ % totalkvælstof.}$$

I 1979 foreslog Thomsen (10) en formel (alle angivelser i % af tørstof)

$$(3) \text{ % ford. råprotein} = -3,0 + 0,93 \times \text{ % råprotein,}$$

der beskriver fodermidlers indhold af fordøjeligt råprotein i relation til råproteinkoncentrationen. Følgende formel, som er baseret på (3) og et askeindhold på 8%, beskriver fodermidlers indhold af fordøjeligt totalkvælstof i relation til koncentrationen af totalkvælstof (alle angivelser i % af organisk stof):

$$(4) \text{ % ford. totalkvælstof} = -0,52 + 0,93 \times \text{ % totalkvælstof.}$$

Denne ligning er i overensstemmelse med, at den sande fordøjelighed af foderets totalkvælstof er ca. 93%, og at mængden af stofskiftekvælstof, der udskilles i gødningen, er på ca. 5 g totalkvælstof pr. kg optaget organisk stof i foder og svarende til ca. 30 g råprotein pr. kg optaget tørstof.

Imidlertid fordeler den ubehandlede og den  $\text{NH}_3$ -behandlede halms indhold af totalkvælstof sig med henholdsvis 44 og 31,2% i ADF-fraktionen, som er tungtopløseligt (tabel 1). Dvs., at en betydelig del af kvælstoffet fra halmen antagelig passerer igennem dyrene uden at blive fordøjet. Korrigeres ligning (4) for de 44 og 31,2% af halmens indhold af totalkvælstof, der er bundet i ADF-fraktionen, fås følgende ligninger:

$$(5) \text{ % ford. totalkvælstof i ubehandlet halm} = -0,52 + 0,5201 \times \text{ % totalkvælstof}$$

og

$$(6) \text{ % ford. totalkvælstof i } \text{NH}_3\text{-behandlet halm} = -0,52 + 0,639 \times \text{ % totalkvælstof.}$$

Det er tidligere vist (side 62), at ADF-fraktionen afhængig af temperaturforholdene (0-70°C) bandt mellem 14 og 22% af stigningen i halmens indhold af totalkvælstof ved  $\text{NH}_3$ -tilsætningen.

Denne afhængighed af temperaturforholdene illustreres af følgende ligning:

(7) Ændring af ADF-bundet totalkvælstof som kvotient af stigningen i halmens indhold af totalkvælstof ved  $\text{NH}_3$ -tilsætningen =  $0,118 + 0,00145 \times$  opbevaringstemperaturen i  $^\circ\text{C}$  under  $\text{NH}_3$ -behandlingen.

Ligningerne (5), (6) og (7) kan samles i følgende ligning:

(8) % ford. totalkvælstof =  $-0,52 + 0,5201 \times$  % totalkvælstof i halm +  $0,93 \times (1 - (0,118 + 0,00145 \times T)) \times$  stigningen i % totalkvælstof i halmen efter  $\text{NH}_3$ -tilsætning,

hvor T = opbevaringstemperaturen i  $^\circ\text{C}$  under  $\text{NH}_3$ -tilsætningen.

På grundlag af enkeltresultaterne med ubehandlet og  $\text{NH}_3$ -behandlet halm og ligning (4) og (8) beregnedes indholdet af fordøjeligt totalkvælstof samt forskellen mellem de beregnede og det

fundne (*in vivo*) indhold af fordøjeligt totalkvælstof. Resultaterne af disse beregninger er i sammen drag anført i tabel 3. Størrelsen på forskellene (b-a) og (c-a) illustrerer, at ligning (8) giver en betydelig bedre beskrivelse af både den ubehandlede og den  $\text{NH}_3$ -behandlede halms indhold af fordøjeligt totalkvælstof end ligning (4). Dette indikerer, at antagelsen om, at den del af halmens totalkvælstof, der er bundet til ADF-fraktionen, passerer ufordøjet igennem dyrene, stort set holder stik.

### Fordøjeligt organisk stof

På grundlag af resultaterne fra 24 partier af halm tilsat  $\text{NH}_3$  (9), hvor der var bestemt IVOS, EOS og VOS, og 27 partier af ubehandlet halm (7) beregnedes korrelationskoefficienter, r, mellem % FOS og % IVOS, % EOS og % VOS (tabel 4).

Indholdet af FOS var betydeligt korreleret med indholdet af IVOS, EOS og VOS, især med indholdet af IVOS. Korrelationen mellem indholdet af FOS og indholdet af EOS og VOS forbedredes, når beregningerne udvidedes til at omfatte alle 51 partier af halm med og uden tilsætning af  $\text{NH}_3$ . Samtidig blev korrelationen lidt bedre mellem FOS og VOS end mellem FOS og IVOS, medens den blev lidt ringere mellem FOS og EOS. Ud fra de samme resultater foretoges en række regressionsberegninger med henblik på at anskueliggøre sammenhængen mellem halmens indhold af opløseligt organisk stof (IVOS, EOS

**Tabel 3.** Fordøjeligt totalkvælstof (*in vivo*) (a) og forskellene (b-a) og (c-a) mellem beregnet fordøjeligt totalkvælstof og a ( $b = -0,52 + 0,93 \times$  % totalkvælstof og  $c = -0,52 + 0,520 \times$  % totalkvælstof i halm inden  $\text{NH}_3$ -tilsætning +  $0,93 \times (1 - (0,118 + 0,00145 \times T)) \times$  stigningen i % totalkvælstof i halm efter  $\text{NH}_3$ -tilsætning. T = opbevaringstemperatur i  $^\circ\text{C}$  under  $\text{NH}_3$ -behandlingen).

Forsøg nr. 14–17 ved  $0-30^\circ\text{C}$  og 18–22 ved  $70^\circ\text{C}$ .

*Digestible total nitrogen (in vivo) (a) and the differences (b-a) and (c-a) between calculated digestible total nitrogen and a ( $b = -0,52 + 0,93 \times$  % total nitrogen and  $c = -0,52 + 0,520 \times$  % total nitrogen in straw before addition of  $\text{NH}_3 + 0,93 \times (1 - (0,118 + 0,00145 \times T)) \times$  the rise of % total nitrogen in straw after addition of  $\text{NH}_3$ . T = temperature in  $^\circ\text{C}$  under storage after addition of  $\text{NH}_3$ ).*

*Experiment no 14–17 at  $0-30^\circ\text{C}$  and 18–22 at  $70^\circ\text{C}$ .*

	a	b-a	c-a
Ubehandlet halm. <i>Untreated straw</i> (n=9)			
$\bar{x}$ . . . . .	0,041	0,210	-0,082
s . . . . .	0,271	0,228	0,190
$\text{NH}_3$ -behandlet halm. <i>NH<sub>3</sub>-treated straw</i> $0-30^\circ\text{C}$ (n=35)			
$\bar{x}$ . . . . .	0,284	0,232	-0,071
s . . . . .	0,136	0,108	0,117
$\text{NH}_3$ -behandlet halm. <i>NH<sub>3</sub>-treated straw</i> $70^\circ\text{C}$ (n=10)			
$\bar{x}$ . . . . .	0,522	0,514	0,040
s . . . . .	0,098	0,160	0,091

**Tabel 4.** Korrelationskoefficienter, r, mellem x = % FOS og y.

*Correlations coefficients, r, between x = % DOM and y.*

	r	
	$\text{NH}_3$ -beh. halm <i>NH<sub>3</sub>-treat. straw</i> (n = 24)	Ubeh. + $\text{NH}_3$ -beh. halm <i>Untreat. + NH<sub>3</sub>-treated straw</i> (n = 51)
% IVOS, <i>IVSOM</i> . . . . .	0,935	0,917
% EOS, <i>ESOM</i> . . . . .	0,868	0,900
% VOS, <i>RSOM</i> . . . . .	0,861	0,926

og VOS) og dens indhold af fordøjeligt organisk stof (FOS).

Alt efter om beregningerne foretages på grundlag af IVOS, EOS og VOS benævnes resultatet af beregningerne for % FOS<sub>(IVOS)</sub>, % FOS<sub>(EOS)</sub> og % FOS<sub>(VOS)</sub>. Følgende 3 ligninger (9), (10) og (11), der er beregnet ud fra 24 fordøjelighedsbestemmelser med får, illustrerer tydeligst sammenhængen mellem opløselighed og fordøjelighed af organisk stof i halm tilsat NH<sub>3</sub> (alle angivelser i % af organisk stof):

$$(9) \% \text{FOS}_{(\text{IVOS})} = 149,2 - 15045 / (\% \text{IVOS} + 100,8)$$

$$(10) \% \text{FOS}_{(\text{EOS})} = 111,1 - 4220,9 / (\% \text{EOS} + 37,9)$$

$$(11) \% \text{FOS}_{(\text{VOS})} = 232,5 - 47133 / (\% \text{VOS} + 202,6).$$

Tilsvarende illustrerer følgende 3 ligninger (12), (13) og (14), der er beregnet ud fra 51 fordøjelighedsbestemmelser med får, tydeligst sammenhængen mellem opløselighed og fordøjelighed af organisk stof i halm med og uden tilsætning af NH<sub>3</sub> (alle angivelser i % af organisk stof):

$$(12) \% \text{FOS}_{(\text{IVOS})} = 7,46 \times \% \text{IVOS}^{0,488}$$

$$(13) \% \text{FOS}_{(\text{EOS})} = 9,99 \times \% \text{EOS}^{0,471}$$

$$(14) \% \text{FOS}_{(\text{VOS})} = 3,08 \times \% \text{VOS}^{0,692}.$$

Spredningen på differencen mellem fundet og beregnet FOS varierede kun lidt mellem % IVOS, % EOS og % VOS. IVOS var bedst til at beskrive indholdet af FOS i NH<sub>3</sub>-behandlet halm alene, medens VOS var bedst i både ubehandlet og NH<sub>3</sub>-behandlet halm. Spredningen på differencen fremgår af følgende oversigt:

( 9) . . . . .	1,59	(12) . . . . .	3,17
(10) . . . . .	2,20	(13) . . . . .	3,29
(11) . . . . .	2,32	(14) . . . . .	2,88.

### Diskussion

Af resultaterne med NH<sub>3</sub>-behandling af halm fremgår det, at ADF-fraktionen, der er tungtopløselig, binder 44% af den ubehandlede halms og 31,2% af den NH<sub>3</sub>-behandlede halms indhold af totalkvælstof, således at det er mellem 14 og 22% af stigningen i indholdet af totalkvælstof, der bindes i ADF-fraktionen ved NH<sub>3</sub>-tilsætningen. Samstemmende hermed fandt *Waagepetersen & Thomsen* (11), at ca. 32% af totalkvælstofindholdet i NH<sub>3</sub>-behandlet halm er uopløseligt.

Endvidere fremgår det af resultaterne, at indholdet af fordøjeligt totalkvælstof i NH<sub>3</sub>-behandlet halm også i det væsentligste er bestemt af koncentrationen af totalkvælstof, ligesom det er tilfældet i andre afgrøder. Samtidig indikerer resultaterne, at den del af halmens indhold af totalkvælstof, der bindes i ADF-fraktionen, passerer ufordøjet igennem dyrene efter fodringen. I god overensstemmelse hermed fandt *Borhami & Johnsen* (1) ved sammenligning af NH<sub>3</sub>-behandlet bygghalm med NaOH-behandlet halm, hvor halmen suppleredes med urea og forskelligt proteinfoder, lignende resultater fra forsøg med får udstyret med kanyler i vommen og duodenum. Således passerer en større mængde kvælstof ned gennem tarmene og ud med gødningen ved fodring med NH<sub>3</sub>-behandlet halm end ved fodring med NaOH-behandlet halm. Dette betragtes som en indikation for, at en del af ammoniakkvælstoffet bindes så stærkt til halmen, at det ikke frigøres under passagen af fordøjelighedskanalen.

Resultaterne viser, at den NH<sub>3</sub>-behandlede halms indhold af FOS er betydeligt korreleret med dens indhold af IVOS, EOS og VOS, især med indholdet af IVOS. I nogenlunde overensstemmelse hermed viste resultaterne med ubehandlet halm (7), at FOS er ret betydeligt korreleret med VOS og mindre korreleret med IVOS og EOS. Resultaterne viser således, at korrelationen mellem indholdet af FOS og indholdet af IVOS og EOS bliver betydeligt bedre i NH<sub>3</sub>-behandlet halm end i ubehandlet halm. Samstemmende hermed fandt *Gosvig & Benthholm* (2), at IVOS og EOS giver en bedre vurdering af foder værdien i NH<sub>3</sub>-behandlet bygghalm end af ubehandlet bygghalm.

Imidlertid viser resultaterne med både ubehandlet og NH<sub>3</sub>-behandlet halm, at FOS er lidt bedre korreleret med VOS end med IVOS og lidt ringere korreleret med EOS. I ret god overensstemmelse hermed viste resultaterne med både ubehandlet og NaOH-behandlet halm (7), at FOS er betydeligt korreleret med VOS og EOS og ret betydeligt korreleret med IVOS.

## Konklusioner

Af resultaterne fra forsøgene med tilsætning af  $\text{NH}_3$  til halm kan drages følgende konklusioner ud over tidligere konklusioner (9):

1. Efter tørring og formaling binder den  $\text{NH}_3$ -behandlede halm stadig en betydelig del af det tilførte ammoniakkvælstof, således at % totalkvælstof stiger med 0,3–0,9 enheder.
2. Kvælstofindholdet fordeler sig på halmens ADF-fraktion med 44% inden  $\text{NH}_3$ -tilsætningen og 31% efter  $\text{NH}_3$ -tilsætningen.
3. Temperaturforholdene under og efter  $\text{NH}_3$ -tilsætningen har indflydelse på dels stigningens størrelse og dels stigningens fordeling på halmens ADF-fraktion. Stigningen bliver således større ved 70°C end ved 0–30°C, og den fordeler sig på ADF med henholdsvis 14% ved 0–30°C og 22% ved 70°C.
4. Stigningen i FOS ved  $\text{NH}_3$ -tilsætningen øges med stigningen i % totalkvælstof.
5. Indholdet af fordøjeligt totalkvælstof i  $\text{NH}_3$ -behandlet halm er dels bestemt af koncentrationen af totalkvælstof, ligesom det er tilfældet med andre afgrøder, og dels bestemt af, at ca. 31% af totalkvælstoffet, der er bundet i ADF-fraktionen, passerer ufordøjet igennem dyrene efter fodring.
6. Indholdet af FOS i halm med og uden  $\text{NH}_3$ -tilsætning er betydeligt korreleret med indholdet af VOS og IVOS og lidt ringere med indholdet af EOS.

## Litteratur

1. Borhami, B. E. A. & Johnsen, F. 1981. Digestion and duodenal flow of ammoniated straw, and sodium hydroxide-treated straw supplemented with urea, soybean meal or fish viscera silage. *Acta Agric. Scand.* 31, 245–250.
2. Gosvig, V. & Benthholm, B. R. 1981. Analysemetoder til ammoniakbehandlet halm. Erfaringer med laboratorieanalysemetoder til vurdering af foder værdien i halm før og efter behandling med flydende ammoniak. *Ugeskrift for Jordbrug* 126, 87–91.
3. Møller, E., Augustinussen, J. E. & Thomsen, K. Vestergaard 1980. Majs til ensilering. Beretning nr. 8 fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg, 1–31, København.
4. Møller, E., Frederiksen, J. Højland & Witt, N. 1973. Græsser i renbestand. II. Beretning nr. 3 fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg, 1–48, København.
5. Møller, E. & Hostrup, S. B. 1978. Udbytte og kvalitet af hestebønner til grønhøst. *Tidsskr. Planteavl* 82, 334.
6. Møller, E. & Hostrup, S. B. 1980. Grønrug. I. Udbytte og kvalitet. *Tidsskr. Planteavl* 84, 295–309.
7. Møller, E., Witt, N. & Thellesen, H. Z. 1984. Halm til foder. I. Ubehandlet halm. *Tidsskr. Planteavl* 88, 257–263.
8. Møller, E., Witt, N. & Thellesen, H. Z. 1985. Halm til foder. III. Tilsætning af natriumhydroxyd til fugtig halm. *Tidsskr. Planteavl* 89, 91–100.
9. Møller, E., Witt, N. & Thellesen, H. Z. 1986. Halm til foder. IV. Tilsætning af ammoniak. *Tidsskr. Planteavl* 90, 45–59.
10. Thomsen, K. Vestergaard 1979. Angivelse og beregning af fordøjeligt råprotein til kvæg og får. *Medd. nr. 269 fra Statens Husdyrbrugsforsøg* 1–4, København.
11. Waagepetersen, J. & Thomsen, K. Vestergaard 1977. Effect on digestibility and nitrogen content of barley straw of different ammonia treatments. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2, 131–142.

Manuskript modtaget den 28. januar 1986.