

Statens jordbrugstekniske Forsøg  
Byholm, 8700 Horsens

## Halm til foder

### I. Ubehandlet halm

*Straw for fodder. I. Untreated straw*

**Erik Møller, Norman Witt og Hans Z. Thellesen**

#### Resumé

I 1976–81 blev der på Statens Forsøgsstation, Ødum, gennemført fordøjelighedsforsøg (får) med 29 partier af ubehandlet halm anvendt i 22 forsøg med kemisk behandling af halm til foder. Denne beretning omhandler udelukkende resultater fra den ubehandlede halm, medens resultaterne fra den kemisk behandlede halm omtales i kommende beretninger om NaOH-behandlet og NH<sub>3</sub>-behandlet halm.

I de fleste tilfælde indeholder halmtørstoffet i byg mellem 4,0 og 5,2% råaske, 0,57 og 0,72% totalkvælstof, 42,3 og 45,3% træstof, 16,5 og 18,7% celleindhold (100-NDF) og 28,2 og 30,0% opløselige cellevægge (NDF-ADF). Byghalmens organiske stof indeholder mellem 40,8 og 48,2% fordøjeligt organisk stof, 30,6 og 46,2% *in vitro*-opløseligt organisk stof, 21,2 og 26,0% enzymopløseligt organisk stof og 41,0 og 51,0% vomvæskeopløseligt organisk stof.

Indholdet af fordøjeligt organisk stof (FOS) i ubehandlet halm er stærkere korreleret med indholdet af vomvæskeopløseligt organisk stof (VOS) end med indholdet af *in vitro*-opløseligt og enzymopløseligt organisk stof. Følgende ligning anskueliggør sammenhængen mellem VOS og FOS:

$$\% \text{FOS}_{(\text{VOS})} = 5,89 \times \% \text{VOS}^{0,522}.$$

**Nøgleord:** Halm, sammensætning, fordøjelighed, opløselighed.

#### Summary

The report presents results from digestibility trials (sheep) with 29 lots of untreated straw used in 22 experiments with chemical treatment of straw for fodder. This report only deals with the results from untreated straw, whereas other future reports will cover chemical treated straw with NaOH and NH<sub>3</sub>.

The DM content of barley straw, in most cases, contained between 4.0 and 5.2% ash, 0.57 and 0.72% total-N, 42.3 and 45.3% CF, 16.5 and 18.7% cell contents (100-NDF) and 28.2 and 30.0% soluble cell walls (NDF-ADF). The OM content of barley straw contained between 40.8 and 48.2%

DOM, 30.6 and 46.2% *in vitro*-soluble OM (IVSOM), 21.2 and 26.0% enzyme-soluble OM (ESOM) and 41.0 and 51.0% rumen liquer-soluble OM (RSOM).

The content of DOM in untreated straw is correlated more strongly with the content of RSOM ( $r = 0.798$ ) than with the contents of IVSOM ( $r = 0.493$ ) and ESOM ( $r = 0.261$ ). The following equation illustrate the relationship between RSOM and DOM:

$$\% \text{DOM}_{(\text{RSOM})} = 5.89 \times \% \text{RSOM}^{0.522}$$

**Key words:** Straw, composition, digestibility, solubility.

## Indledning

Halm er kendetegnet ved et lavt indhold af aske og totalkvælstof og et højt indhold af træstof, som det bl. a. fremgår af følgende oversigt over danske analyser fra 1960–67 (Larsen & Hvidsten, 1969):

n	% tørstof % DM	% af tørstof % af DM		
		råaske ash	total -N	træstof CF
<b>Byghalm</b>				
<i>Straw of barley</i>				
51 . . . . .	87,4	4,4	0,640	45,2
<b>Hvedehalm</b>				
<i>Straw of wheat</i>				
14 . . . . .	88,4	3,1	0,528	45,3
<b>Rughalm</b>				
<i>Straw of rye</i>				
1 . . . . .	87,6	3,6	0,608	44,0
<b>Havrehalm</b>				
<i>Straw of oat</i>				
2 . . . . .	83,3	6,7	0,672	39,8
<b>Rajgræshalm</b>				
<i>Straw of per. ryegrass</i>				
4 . . . . .	88,9	6,5	0,816	43,0

I god overensstemmelse med de nævnte analyseresultater ligger fordøjeligheden af organisk stof på et lavt niveau i halm. Således nævner Larsen og Hvidsten, at fordøjeligheden (*in vivo*) af organisk stof i halm fra norske og svenske forsøg med byg, havre og hvede lå på henholdsvis 44–52, 49–50 og 44%.

Behandling af halm til foder med NaOH og NH<sub>3</sub> har været kendt længe, og siden 1976 er der gennemført forsøg ved Statens Planteavlsvforsøg og Statens jordbrugstekniske Forsøg med bl. a. det formål at belyse virkningen af NaOH og NH<sub>3</sub>

på fordøjeligheden (*in vivo*) af organisk stof ved kemisk behandling på gårdanlæg. Forsøgene gennemførtes hovedsagelig med halm fra Bygholm og Ødum.

Nærværende beretning omhandler udelukkende resultater fra den ubehandlede halm i forannævnte forsøg i årene 1976–81. Det er planlagt, at resultaterne fra den kemisk behandlede halm i samme forsøg behandles i kommende beretninger om tilsætning af NaOH og NH<sub>3</sub>.

## Forsøgenes gennemførelse

Der gennemførtes i alt 22 forsøg, hvoraf 21 forsøg med byghalm fra marker uden udlæg af græsmarksafgrøder og 1 forsøg med rød svingel halm (forsøg nr. 17). Forsøg nr. 10–13 omfattede hver 3 halmpartier (A, B og C) med varierende tørstofprocent, og i forsøg nr. 22 benyttedes det samme halmparti, som benyttedes i forsøg nr. 12 A, således at denne beretning omhandler resultater fra i alt 29 forskellige halmpartier.

## Analyser

I halmen bestemtes tørstof og tørstoffets indhold af natrium, råaske, sand, totalkvælstof, træstof, neutral detergent fiber (NDF) og acid detergent fiber (ADF). Endvidere bestemtes fordøjeligheden med får (FOS) og *in vitro*-opløseligheden (IVOS), enzymopløseligheden (EOS) og vomvæskeopløseligheden (VOS) af organisk stof.

Natrium og EOS bestemtes ved Centralanalytisk Afdeling, Vejle, IVOS bestemtes ved Sektionen for Anvendt Fysiologi og Fodermiddelvurdering, Trollesminde. Alle andre analyser og bestemmelser af FOS gennemførtes ved Statens Forsøgsstation, Ødum. Enkelte bestemmelser af

VOS gennemførtes dog ved Avdelningen för Husdjurens Näringsfysiologi, Uppsala.

Indholdet af NDF og ADF bestemtes efter van Soest's metode (*Goering & van Soest, 1975*). Ved kogning med neutral detergent opløsning fraktioneres materialet i en opløselig del, der betegnes celleindhold, og en uopløselig del, der især omfatter cellevægge og betegnes NDF (neutral detergent fiber). Koges materialet med en sur detergent opløsning går også en del af cellevæggene – især hemicellulose – i opløsning, og kun de tungere fordøjelige cellevægsbestanddele forbliver uopløste. Denne uopløste fraktion betegnes ADF (acid detergent fiber). Beregningerne fremgår af følgende formler:

$$(1) \% \text{ celleindhold (CI)} = 100 - \% \text{ NDF}$$

$$(2) \% \text{ opløselige cellevægge (OCV)} = \% \text{ NDF} - \% \text{ ADF.}$$

Indholdet af FOS bestemtes med 3 fordøjelighedsforsøg à 2–3 får med varierende blandinger af sojaskrå og halm pr. fordøjelighedsbestemmelse (750–900 g foder pr. får og døgn). Halmen formalede gennem et sold med 50 × 50 mm huller. Resultaterne fra en undersøgelse på Ødum forsøgsstation, der omfattede 3 forsøg i 1979–80 med snittet halm uden og med formaling, viste, at halmens procentiske indhold af FOS steg med gennemsnitlig 0,8 enheder ved formalingen. I øvrigt gennemførtes fordøjelighedsforsøgene som beskrevet i en tidligere beretning (*Pedersen et al., 1971*).

Ved IVOS-metoden og VOS-metoden inkuberes prøverne med vomvæske og ved EOS-metoden inkuberes med cellulase. IVOS-metoden er beskrevet af *Tilley & Terry (1963)* og EOS-metoden, er beskrevet af *Rexen (1977)*. VOS-metoden, der er en variant af en tidligere beskrevet *in vitro* metode (*Pigden & Bell, 1955*) er udarbejdet af *den Braver & Eriksson (1967)* til anvendelse i græshø. VOS-metodens anvendelse i kløvergræshø og halm er beskrevet af *den Braver (1974a)*. Den af *den Braver (1974b)* beskrevne VOS-metode er lettere modificeret af *Lindgren (1977)*, og siden 1. august 1978 gennemføres den efter en forskrift fra Statens Lantbrukskemiska Laboratorium, Uppsala (*Thente, 1978*).

### Beregning af fordøjeligt organisk stof ud fra resultater fra fordøjelighedsforsøg (*in vivo*) med foderblandinger

Det er almindeligt kendt, at halm indeholder for lidt protein til at indgå som eneste foder til drøvtyggere. Fordøjelighedsbestemmelser (*in vivo*) i halm foretages derfor på grundlag af foderblandinger bestående af dels et proteinrigt foder som det ene fodermiddel og dels halm som det andet fodermiddel. Sojaskrå benyttes ofte som proteinkilde, selv om soyaskrå har for ringe struktur til at indgå som eneste foder til drøvtyggere.

Som tidligere nævnt bestemmes indholdet af FOS med 3 fordøjelighedsforsøg med varierende blandinger af sojaskrå og halm pr. fordøjelighedsbestemmelse. På basis af organisk stof indeholdt de 3 foderblandinger pr. fordøjelighedsbestemmelse henholdsvis omkring 16, 32 og 48% sojaskrå. Sojaskråens indhold af FOS beregnes ud fra den lineære regression mellem foderblandingsens indhold af sojaskrå og dens indhold af FOS ved at ekstrapolere følgende ligning:

$$(3) F = a + bp,$$

hvor *p* er en kvotient, der angiver sojaskråens andel af foderblandingsens organiske stof, og *F* angiver foderblandingsens indhold af FOS i procent af organisk stof. Benyttes det samme parti sojaskrå ved flere fordøjelighedsbestemmelser fastsættes sojaskråens indhold af FOS ud fra følgende formel:

$$(4) S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i,$$

hvor *n* er antallet af fordøjelighedsbestemmelser med et parti sojaskrå, og *S* er det samme parti sojaskrås gennemsnitlige indhold af FOS i procent af organisk stof. Indholdet af FOS bestemt som *S* i de benyttede partier af sojaskrå lå mellem 88 og 97%.

Halmens indhold af FOS beregnedes ud fra den lineære regression mellem foderblandingsens indhold af halm og dens indhold af FOS og med

forud fastsat interceptværdi ved ekstrapolation af følgende ligning:

$$(5) F = S - c(1-p),$$

hvor (1-p) er en kvotient, der angiver halmens andel af foderblandingsens organiske stof, og c er hældningskoefficienten, som beregnes ud fra formlen

$$(6) c = \frac{\sum_1^3 (S-F)}{\sum_1^3 (1-p)}.$$

### Resultater

Halmens tørstofprocent og tørstoffets procentiske indhold af natrium, råaske, sand, totalkvælstof, træstof, NDF og ADF samt halmens pH fremgår af tabel 1. Tabel 2 viser halmens indhold af FOS, IVOS, EOS og VOS i procent af organisk stof.

**Tabel 1.** Ubehandlet halm, 1976-81. Byghalm (forsøg nr. 1-16 og 18-22) og rød svingelhalm (forsøg nr. 17).  
*Untreated straw, 1976-81. Straw of barley (exp. no. 1-16 and 18-22) and red fescue (exp. no. 17).*

Forsøg nr. Exp. nos.	%	% af tørstof								pH
		tør- stof	Na	rå- aske	sand	total -N	træ- stof	NDF	ADF	
	% DM	Na	ash	sand	total -N	CF	NDF	ADF	pH	
1	87,7	0,12	5,70	0,60	0,700	39,8	-	-	6,4	
2	85,3	0,32	6,50	1,88	0,543	43,6	-	-	6,3	
3	83,8	0,56	5,74	0,45	0,576	44,2	-	-	7,1	
4	87,5	0,09	3,98	1,93	0,636	43,9	80,0	51,6	6,8	
5	84,6	0,07	4,15	1,25	0,661	44,2	82,7	51,6	8,0	
6	84,7	0,14	4,33	1,70	0,823	42,9	83,1	51,5	7,4	
7	83,9	0,13	4,94	2,08	0,593	46,0	84,9	54,0	6,9	
8	84,7	0,05	6,29	4,58	0,559	45,1	84,7	56,6	6,2	
9	85,8	0,04	3,20	1,35	0,446	48,1	83,9	54,7	5,6	
10A	86,3	0,06	4,04	1,73	0,677	45,7	82,1	52,9	7,5	
10B	84,2	0,04	4,63	2,33	0,713	45,7	83,0	52,7	7,0	
10C	68,5	0,06	5,36	2,86	0,987	44,5	81,2	53,0	7,0	
11A	87,2	0,05	4,50	2,64	0,775	44,9	82,4	54,6	7,2	
11B	83,6	0,04	3,32	1,61	0,683	45,5	84,6	54,0	6,7	
11C	68,7	0,04	6,27	4,05	1,307	41,6	81,0	52,6	7,1	
12A	85,5	0,04	3,66	1,07	1,501	38,6	79,0	47,5	7,9	
12B	81,8	0,05	4,50	1,84	1,341	39,6	80,4	50,9	7,9	
12C	81,0	0,05	5,16	2,91	1,358	37,2	82,3	51,3	7,9	
13A	85,5	0,04	4,50	1,28	0,559	47,2	85,6	59,0	6,7	
13B	82,7	0,03	4,75	1,13	0,642	47,5	83,5	58,7	7,3	
13C	72,0	0,03	4,20	0,91	0,551	47,5	86,8	58,6	7,3	
14	90,4	0,22	4,69	0,51	0,509	42,5	-	-	6,1	
15	82,6	-	4,26	1,16	0,600	43,8	-	-	-	
16	83,3	-	4,55	0,99	0,672	43,4	81,1	52,1	7,4	
17	83,4	-	3,72	0,96	0,675	42,7	83,5	48,1	7,2	
18	83,7	0,04	5,48	3,65	0,632	45,8	83,7	57,2	7,0	
19	83,3	0,04	6,10	3,45	0,606	45,3	81,9	55,4	6,6	
20	79,8	-	5,09	1,80	0,625	44,8	83,1	52,1	8,2	
21	82,6	-	4,91	2,35	0,728	44,5	83,8	53,7	7,1	
22	Som forsøg nr. 12A As exp. no. 12A									

**Tabel 2.** Ubehandlet halm, 1976-81. Byghalm (forsøg nr. 1-16 og 18-22) og rød svingelhalm (forsøg nr. 17). *Untreated straw, 1976-81. Straw of barley (exp. no. 1-16 and 18-22) and red fescue (exp. no. 17).*

Forsøg nr. Exp. nos.	% af organisk stof % of DM			
	FOS <sup>1)</sup> DOM <sup>1)</sup>	IVOS <sup>2)</sup> IVSOM <sup>2)</sup>	EOS <sup>3)</sup> ESOM <sup>3)</sup>	VOS <sup>4)</sup> RSOM <sup>4)</sup>
1 . . . . .	53,6	54,4	33,1	67,9
2 . . . . .	45,4	46,2	25,5	-
3 . . . . .	47,7	53,8	29,7	67,2
4 . . . . .	46,5	50,2	27,8	53,0
5 . . . . .	44,0	45,1	22,2	51,0
6 . . . . .	46,4	36,7	25,6	51,0
7 . . . . .	45,8	39,3	21,0	49,0
8 . . . . .	38,8	30,4	21,1	39,4
9 . . . . .	41,6	39,7	22,1	41,6
10A . . . .	49,9	43,0	21,7	51,4
10B . . . .	48,4	41,2	21,3	51,2
10C . . . .	45,9	39,5	23,1	51,1
11A . . . .	49,9	39,0	21,9	51,6
11B . . . .	44,4	37,9	22,1	46,3
11C . . . .	42,5	37,6	21,9	46,8
12A . . . .	41,4	26,3	26,4	38,4
12B . . . .	40,8	31,3	25,1	39,8
12C . . . .	40,2	24,8	24,3	33,6
13A . . . .	45,8	37,3	23,8	45,3
13B . . . .	45,8	41,6	26,8	46,4
13C . . . .	46,0	39,6	26,4	50,9
14 . . . . .	52,7	53,3	32,5	-
15 . . . . .	52,5	60,3	31,4	62,7
16 . . . . .	52,1	49,4	25,7	57,2
17 . . . . .	48,6	39,5	22,4	52,2
18 . . . . .	39,2	37,1	21,1	44,0
19 . . . . .	38,9	42,4	21,7	48,6
20 . . . . .	39,8	33,0	20,8	41,6
21 . . . . .	34,2	41,0	21,8	40,1
22 . . . . .	Som forsøg nr. 12A As exp. no. 12A			

- <sup>1)</sup> Fordøjeligt organisk stof. *Digestible OM*  
<sup>2)</sup> *In vitro*-opløseligt organisk stof. *In vitro-soluble OM* (Tilley & Terry, 1963)  
<sup>3)</sup> Enzymopløseligt organisk stof. *Enzyme-soluble OM* (Rexen, 1977)  
<sup>4)</sup> Vombæskeopløseligt organisk stof. *Rumen liqeur-soluble OM* (den Braver, 1974b; Lindgren, 1977)

Det ses af tabel 1 og 2, at de målte værdier for halmens tørstofprocent og tørstoffets sammensætning og det organiske stofs fordøjelighed og opløselighed samt halmens pH varierede betydeligt. Halmene i forsøg nr. 11C og 12A-C var for-

urennet med kvik, hvilket forklarer det højere indhold af totalkvælstof og det lavere træstofindhold i de 4 halmarterier.

Områderne med de hyppigst målte værdier fremgår af tabel 3, som viser fordelingen af spredning omkring medianen (2. kvartil) ved angivelse af 1. og 3. kvartil. 1. og 3. kvartil angiver de 2 værdier, som afskærer henholdsvis den laveste og den højeste fjerdedel af fordelingen. Resultaterne ændres kun ubetydeligt, selv om de 4 tidligere omtalte halmarterier (forsøg 11C og 12A-C) holdes uden for beregningerne.

**Tabel 3.** Ubehandlet halm, 1976-81. *Untreated straw 1976-81.*

	n	Kvartiler <i>Quartiles</i>		
		1.	2. (median)	3.
% tørstof DM . .	29	81,4	82,8	84,6
% af tørstof % of DM				
Na . . . . .	24	0,04	0,05	0,12
Råaske Ash . . .	29	4,05	4,55	5,42
Sand . . . . .	29	1,05	1,70	2,63
Total-N . . . . .	29	0,570	0,635	0,720
Træstof CF . . . .	29	42,4	44,0	45,3
CI (100-NDF) . .	24	15,5	16,4	17,8
OCV (NDF-ADF)	24	27,8	29,2	30,8
pH . . . . .	28	6,7	7,1	7,5
% af organisk stof % of OM				
FOS DOM . . . .	29	40,1	44,4	47,6
IVOS IVSOM . . .	29	36,0	38,5	43,0
EOS ESOM . . . .	29	21,2	22,5	25,5
VOS RSOM . . . .	27	41,0	49,0	51,0

Resultaterne i tabel 3 viser tydeligt, at den undersøgte halm ofte havde et lavt indhold af natrium, aske, sand, totalkvælstof, CI og OCV og et højt indhold af træstof samt en pH-værdi omkring 7. I overensstemmelse med det lave indhold af totalkvælstof, CI og OCV og det høje træstofindhold blev fordøjeligheden af halmens organiske stof lav.

Indholdet af FOS var ret betydeligt korreleret med indholdet af VOS og mindre korreleret med indholdet af IVOS, medens det kun var ringe korreleret med indholdet af træstof, CI, OCV og

**Tabel 4.** Korrelationskoefficienter ( $n = 24$ ),  $r$ , mellem  $x = \% \text{ FOS}$  og  $y$ .  
Correlation coefficients ( $n = 24$ ),  $r$ , between  $x = \% \text{ DOM}$  and  $y$ .

$y$	$r$
% træstof, <i>CF</i> . . . . .	0,188
% CI, ( $100 - \text{NDF}$ ) . . . . .	0,0428
% OCV, ( $\text{NDF} - \text{ADF}$ ) . . . . .	0,0799
% IVOS, <i>IVSOM</i> . . . . .	0,493
% EOS, <i>ESOM</i> . . . . .	0,261
% VOS, <i>RSOM</i> . . . . .	0,798

EOS (tabel 4). På grundlag af resultaterne i tabel 2 foretoges en række regressionsberegninger med henblik på at anskueliggøre sammenhængen mellem halmens indhold af opløseligt organisk stof (IVOS, EOS og VOS) og dens indhold af fordøjeligt organisk stof (FOS).

Alt efter om beregningen foretages på grundlag af IVOS, EOS og VOS benævnes resultatet af beregningen for % FOS<sub>(IVOS)</sub>, % FOS<sub>(EOS)</sub> og % FOS<sub>(VOS)</sub>. Følgende 3 ligninger (7), (8) og (9) beregnet ud fra 27 fordøjelighedsbestemmelser (tabel 2) anskueliggør tydeligst sammenhængen mellem opløselighed og fordøjelighed af halmens organiske stof (alle angivelser i % af organisk stof):

$$(7) \% \text{ FOS}_{(\text{IVOS})} = 13,5 \times \% \text{ IVOS}^{0,323}$$

$$(8) \% \text{ FOS}_{(\text{EOS})} = 11,4 \times \% \text{ EOS}^{0,429}$$

$$(9) \% \text{ FOS}_{(\text{VOS})} = 5,89 \times \% \text{ VOS}^{0,522}$$

Bedømt ud fra spredningen af differencen mellem fundet og beregnet FOS bliver det ligning (9), der bedst beskriver halmens indhold af FOS. Spredningen på differencen fremgår af følgende oversigt:

(7) . . . . .	3,69
(8) . . . . .	4,04
(9) . . . . .	2,78

### Diskussion

Af resultaterne med ubehandlet halm – hovedsagelig byghalm – fremgår det, at halmtørstoffet fra

1976–81 gennemsnitligt indeholdt 4,5% råske, 0,63% totalkvælstof og 44,0% træstof. Lignende gennemsnitlige indhold af råske, totalkvælstof og træstof fandt *Larsen og Hvidsten* (1969), som tidligere nævnt (side 258), og *Jacobsen og Bentholm* (1983) også i halmtørstof i byg fra henholdsvis 1960–67 og 1979–82.

Endvidere viste resultaterne, at indholdet af råske, totalkvælstof og træstof i halmtørstoffet varierede betydeligt. I god overensstemmelse hermed fandt *Kernan et al.* (1978), at indholdet af totalkvælstof og træstof i byghalm fra Canada også varierede betydeligt.

Resultaterne viste yderligere, at indholdet af FOS ofte lå på 40,8 til 48,2% af byghalmens organiske stof i 1976–81. I nogenlunde god overensstemmelse hermed viste andre resultater (*den Braver*, 1974b; *Larsen & Hvidsten*, 1969), at indholdet af FOS lå på 44 til 52% af byghalmens organiske stof.

Halmens indhold af FOS var ret betydeligt korreleret med dens indhold af VOS og mindre korreleret med dens indhold af IVOS. Indholdet af FOS var kun ringe korreleret med indholdet af træstof, CI, OCV og EOS. Nogenlunde samstemmende hermed viste svenske og danske resultater (*den Braver*, 1974b; *Gosvig & Beniholm*, 1981) dels en korrelation mellem VOS og FOS på 0,757 og træstof og FOS på 0,377 og dels en betydelig variation i IVOS's og EOS's indbyrdes vurdering af ubehandlet byghalm.

### Konklusioner

Af resultaterne fra forsøgene med ubehandlet halm kan drages følgende konklusioner:

1. Halmtørstoffet i byg indeholder i de fleste tilfælde mellem 4,0 og 5,2% råske, 0,57 og 0,72% totalkvælstof, 42,3 og 45,3% træstof, 16,5 og 18,7% CI og 28,2 og 30,0% OCV.
2. Byghalmens organiske stof indeholder i de fleste tilfælde mellem 40,8 og 48,2% FOS, 30,6 og 46,2% IVOS, 21,2 og 26,0% EOS og 41,0 og 51,0% VOS.
3. Indholdet af FOS i ubehandlet halm er ret betydeligt korreleret med indholdet af VOS.

## Litteratur

- Braver, E. J. den* (1974a): Determination of metabolizable energy in straw for ruminants by *in vitro* and *in vivo* methods. Swedish J. agric. Res. 4, 53–59.
- Braver, E. J. den* (1974b): Bestämning av grovfodrets näringsvärdi *in vitro*. Smältbar organisk substans, omsättbar energi och ammoniakvävebildning i vommen. Lantbrukshögskolan. Avdelningen för husdjurens näringsfysiologi. Uppsala. Stencilserie nr. 25.
- Braver, E. J. den & Eriksson, S.* (1967): Determination of energy in grass hay by *in vitro* methods. Lantbr. högsk. Annlr. 33, 751–765.
- Goering, H. H. & Soest, P. J. van* (1970): Forage fiber analyses, U.S. Dept. Agric. Agriculture Handbook, 379.
- Gosvig, V. & Benthholm, B. R.* (1981): Analysemeter til ammoniakbehandlet halm. Erfaringer med laboratorieanalysemeter til vurdering af foderværdien i halm før og efter behandling med flydende ammoniak. Ugeskrift for Jordbrug 126, 87–91.
- Jacobsen, A. & Benthholm, B. R.* (1983): Stigende mængder ammoniak til halm. Planteavlssarbejdet i de landøkonomiske foreninger 1982, 208–212.
- Kernan, J. A., Crowle, L., Spurr, D. & Coxworth, E.* (1978): The effect of straw quality, maturity and ammonia treatment on the feeding value of several wheat, oat and barley cultivars. Saskatchewan Research Council 111, 1–36.
- Larsen, J. Brolund & Hvidsten, H.* (1969): Fodermiddeltabel. Nordisk Jordbrugsforskning 51, 1–40.
- Lindgren, E.* (1977): Results from a modified one-stage *in vitro* technique. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för husdjurens utfodring och vård. Uppsala. Rapport 1, nr. 54.
- Pedersen, E. J. Nørgaard, Frederiksen, J. Højland, Skovborg, E. B., Møller, E. & Witt, N.* (1971): Græsser i renbestand I. 1. ber. fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg, 1–83. København.
- Pigden, W. J. & Bell, J. M.* (1955): The artificial rumen as a procedure for evaluating forage quality. J. Anim. Sci. 14, 1239–1240.
- Rexen, B.* (1977): Enzyme solubility – a method for evaluating the digestibility of alkalitreated straw. Anim. Feed Sci. Technol., 2, 205–218.
- Tilley, J. M. & Terry, R. A.* (1963): A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassld Soc. 18, 104–111.
- Thente, K.* (1978): Bestämning av vomvätskelöslig organisk substans (VOS) i vallfoder. Statens Lantbrukskemiska Laboratorium. Uppsala. Analyserekommendation Nr. 1 (3. juli 1978), 1–6.

Manuskript modtaget den 22. december 1983.