

Landbrugscentret

Afdeling for Grovfoder, Forsøgsanlæg Foulum

8833 Ørum Sønderlyng

Statens jordbrugstekniske Forsøg

Bygholm, 8700 Horsens

Halm til foder

VI. Tilsætning af natriumhydroxyd

Straw for fodder

VI. Addition of NaOH

Erik Møller, Norman Witt og Hans Z. Thellesen

Resumé

Tilsætning af natriumhydroxyd (NaOH) har en meget betydelig positiv virkning på halmens fordøjelighed (*in vivo*). Denne virkning aftager med stigende fordøjelighed. % fordøjeligt organisk halmstof (FOHS) stiger med 9–18 enheder, hvilket svarer til en stigning i foderværdien på 15–32 foderenheder pr. 100 kg organisk halmstof.

Den optimale NaOH-tilsætning ligger, når omkostningerne ved NaOH-tilsætning sættes til 10 foderenheder pr. 100 kg halmtørstof + 2,5 foderenheder pr. kg NaOH, på 3,5, 4,5 og 5,0 kg pr. 100 kg halmtørstof i henholdsvis byghalm, alm. rajgræshalm og vinterhvedehalm.

Nøgleord: Halm, NaOH-tilsætning, sammensætning, fordøjelighed, opløselighed.

Summary

The report presents results from 9 experiments in the years 1981–84 with NaOH-treated straw of barley, winter wheat and per. ryegrass. The experiments were conducted at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm. The digestibility trials (sheep) with 62 lots of untreated and NaOH-treated straw from the experiments were conducted at The Government Research Station, Ørum and The Institute of Forage Crops, Foulum.

The results from the experiments with addition of NaOH have been corrected for the influence of NaOH-application on the determination of DM and ash in straw.

The addition of NaOH has a considerably effect on the digestibility of organic straw matter (DOSM). This effect is on the decline with increasing level of digestibility in straw before the addition of NaOH. % DOSM increase by 9–18 units with addition of NaOH and the content of FU increase by 15–32 per 100 kg organic straw matter.

When the costs of NaOH-application corresponds with 10 FU per 100 kg straw DM + 2.5 FU per kg NaOH the optimum rate of NaOH is 3.5 kg per 100 kg straw DM in straw of barley, 4.5 kg per 100 kg straw DM of per. ryegrass and 5.0 kg per 100 kg straw DM in straw of winter wheat.

The content of DOM in straw with and without NaOH-application ($n = 145$) is correlated with the content of rumen liqeur-soluble OM (RSOM) ($r = 0.898$), and enzyme-soluble OM (ESOM)

($r = 0.897$) and *in vitro*-soluble OM (IVSOM) ($r = 0.872$). The following equations illustrate the relationship between soluble and digestible OM:

$$\% \text{DOM}_{(\text{IVSOM})} = 111 - 6238/(\% \text{IVSOM} + 56,1)$$

$$\% \text{DOM}_{(\text{ESOM})} = 100 - 2876/(\% \text{ESOM} + 28,7)$$

$$\% \text{DOM}_{(\text{RSOM})} = 182 - 26046/(\% \text{RSOM} + 143).$$

Key words: Straw, NaOH-application, composition, digestibility, solubility.

Indledning

I 2 tidligere beretninger om halm til foder beskrev Møller *et al.* (3,4) henholdsvis 9 og 4 forsøg (nr. 1–9 og 10–13) med bygalm tilsat natriumhydroxyd (NaOH) på flytbare halmludningsanlæg. I 2 andre beretninger om halm til foder beskrev Møller *et al.* (5,6) 10 forsøg (nr. 14–23) med halm tilsat 3% ammoniak (NH_3).

Gennemførelsen af forsøg nr. 1–9 tog især sigte på at belyse temperaturens (reaktionsvarmen) og lagringens indflydelse på stigningen i fordøjeligheden (*in vivo*) af halmens organiske stof efter NaOH-tilsætningen. Resultaterne viste dels, at det gælder om at holde på reaktionsvarmen i den første tid efter NaOH-tilsætningen, og dels, at lagring ud over 1 uge efter NaOH-tilsætning kun har ringe, positiv indflydelse på stigningen i halmens fordøjelighed.

Gennemførelsen af forsøg nr. 10–13, der omfattede 12 halmpartier af varierende tørhedsgrad, tog især sigte på at belyse dels virkningen af NaOH-tilsætning på fordøjeligheden (*in vivo*) af

halmens organiske stof og dels virkningen af afkøling ved gennemblæsning på halmens holdbarhed efter NaOH-tilsætningen. Resultaterne viste, at halm med mindst 80% tørstof inden NaOH-tilsætningen er lagerfast uden afkøling i mindst 2 måneder efter tilsætningen af NaOH. Tilsætningen af NaOH har en positiv virkning på halmens fordøjelighed, men virkningen aftager med halmens tørhedsgrad.

De i denne beretning omhandlede forsøg (nr. 24–32) med lagerfast halm tager sigte på at belyse virkningen af NaOH, som tilsættes i stigende mængder, på fordøjeligheden (*in vivo*) af halmens organiske stof. Forsøgene tager endvidere sigte på at belyse lagringens indflydelse på denne virkning af NaOH-tilsætning.

Forsøgenes gennemførelse

Beretningen omfatter 9 forsøg ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm i 1981–84 med tilsætning af NaOH i 27,7–32,5% opløsning på et JF-halmludningsanlæg efter følgende plan:

Table 1. Høst- og behandlingsår og afgrøde. Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981–84. *Year of harvest and treatment and crop. The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981–84.*

Forsøg nr. <i>Experiment no.</i>	År - Year		Afgrøde <i>Crop</i>
	Høst <i>Har- vest</i>	Behandl. <i>Treat- ment</i>	
24	1980	1981	Byg. Barley
25	1981	1982	Byg. Barley
26	1982	1982	Byg. Barley
27	1982	1982	Byg. Barley
28	1982	1983	Byg. Barley
29	1982	1983	Alm. rajgræs. <i>Per. ryegrass</i>
30	1983	1983	Vinterhvede. <i>Winter wheat</i>
31	1983	1983	Byg. Barley
32	1983	1983	Alm. rajgræs. <i>Per. ryegrass</i>

- A. Ubehandlet halm.
- B. Lagring i 1 uge efter NaOH-tilsætning.
- C. Lagring i 4 uger efter NaOH-tilsætning.
 1. Tilsætning af 2–2,5% NaOH.
 2. Tilsætning af 3,5–4% NaOH.
 3. Tilsætning af 5,5–6% NaOH.

Efter tilsætning af NaOH lagredes halmen i 4 m tykke lag i indendørs siloer. Siloernes opbygning af halmballer, brædder og plasticfolie er beskrevet i en tidligere beretning (3). Oplysninger om høstår, behandlingsår og halmart er meddelt i tabel 1.

Analysér og fordøjelighedsbestemmelser

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

Natrium og EOS bestemtes ved Centralanalytisk Afdeling, Vejle og Centrallaboratoriet, Foulum. Alle andre analyser samt bestemmelse af FOS gennemførtes ved Statens Forsøgsstation, Ødum og Afdeling for Grovfoder, Foulum.

De nævnte analyser af halmen fulgte den samme fremgangsmåde, der er beskrevet i en tidligere beretning om ubehandlet halm (2). Korrektion for NaOH-tilsætningens indflydelse på bestemmelsen af tørstof og aske foregik som beskrevet i en tidligere beretning om tilsætning af NaOH til halm (3). Den ubehandlede halms foderværdi beregnedes i skandinaviske foderenheder ud fra indholdet af FOS og en formel, som er beskrevet i en tidligere beretning (5). Den NaOH-behandlede halms foderværdi beregnedes også i skandinaviske foderenheder, men beregningen foretoges på grundlag af indholdet af fordøjeligt organisk halmstof (FOHS). Derfor korrigeredes den forannævnte formel med hensyn til den tidligere omtalte indflydelse af NaOH-tilsætningen på bestemmelsen af tørstof og aske:

(1) f.e. pr. 100 kg organisk halmstof = $(50,9 + (\% \text{ FOHS} - 50)) \times (1 - 0,0222 \times (70,2 - \% \text{ FOHS}))$.

Hver fordøjelighedsbestemmelse af halmen i forsøg nr. 24–30 gennemførtes med 3 fordøjelighedsforsøg á 2–3 får på foderblandinger bestående af henholdsvis 110, 220 og 330 g sojaskrå og 625, 515 og 405 g halm pr. får og døgn. Forsøg nr. 31 og 32 gennemførtes med 9 får på en foderblanding bestående af 110 g sojaskrå og 625 g halm pr. får og døgn. Med undtagelse af forsøg nr. 31 og 32, hvor sojaskråens indhold af FOS var bestemt i forvejen (1), fulgte fordøjelighedsbestemmelserne den samme fremgangsmåde, der er beskrevet i en tidligere beretning (2).

Resultater

Forsøgene startede på forskellige årstider med lufttemperatur fra -1 til 20°C ved tilsætning af NaOH (tabel 2). Der tilsattes mellem 1,9 og 8,9 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof. Herved øgedes vandindholdet med 4,9–20,9 kg pr. 100 kg halmtørstof. Temperaturmålingerne viser, at halmens temperatur steg med mængden af den tilsatte NaOH og nåede maksimum mellem 3 1/2–23 timer efter NaOH-tilsætning.

En beregning af dels temperaturstigningen fra NaOH-tilsætningen til maksimumtemperaturens indtræden og dels temperaturfaldet fra tidspunktet for maksimumtemperaturens indtræden til 48 timer efter NaOH-tilsætningen viser, at temperaturændringerne forløb med varierende hastigheder. Dette illustreres af punkternes placering i fig. 1a og 1b, hvor abscissen er den tilsatte mængde NaOH og ordinaten henholdsvis temperaturstigningen og temperaturfaldet i $^{\circ}\text{C}$ pr. time.

Resultaterne af beregningen viser (fig. 1a), at temperaturstigningen, som opstod ved relationen mellem halmen og den tilsatte NaOH, øgedes betydeligt med NaOH-tilsætningen. Temperaturstigningen øgedes hurtigere, når luftens temperatur på behandlingstidspunktet lå mellem 10 og 20°C , end, når luftens temperatur lå mellem -1 og 0°C .

Resultaterne af beregningen viser også (fig. 1b), at temperaturfaldet efter maksimumtemperaturens indtræden forløb betydeligt langsommere end temperaturstigningen. En beregning viser, at temperaturfaldet indtil 48 timer efter

Tabel 2. Mængde af NaOH, dato for NaOH-tilsætning og lufttemperatur under NaOH-tilsætningen. Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

Amounts of NaOH, date of NaOH-application and air temperature at the application of NaOH. The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

Behandling <i>Treatment</i>	Forsøg nr. <i>Experiment no.</i>									
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Dato for NaOH-tilsætning <i>Date for NaOH-application</i>										
1-3	19/5	21/1	21/9	21/10	22/2	18/5	30/9	4/11	12/12	
Lufttemperatur under NaOH-tilsætningen, °C <i>Air temperature at the application of NaOH, °C</i>										
1-3	13	-1	20	12	0	12	11	10	-1	
NaOH, kg pr. 100 kg halmtørstof <i>NaOH, kg per 100 kg straw DM</i>										
1	1,9	3,2	2,8	2,9	2,5	3,4	2,1	2,5	2,7	
2	2,9	3,8	5,0	4,1	4,5	5,7	3,4	3,9	4,6	
3	4,9	4,9	6,7	5,5	5,9	8,9	5,5	6,4	5,4	
Maksimumtemperatur i halm, antal timer fra NaOH-tilsætning <i>Maximum temperature in straw, number of hours from application of NaOH</i>										
1	23	19	10	13	9	10	4	3½	17	
2	21½	15	8	10½	11	6	4	4	11	
3	16	23	8½	16	10	4	6½	5	7½	
Maksimumtemperatur i halm, °C <i>Maximum temperature in straw, °C</i>										
1	39	23	67	53	13	43	26	22	21	
2	63	28	67	93	28	65	31	34	36	
3	80	36	97	99	37	97	61	50	66	
Temperatur i halm 48 timer efter NaOH-tilsætning, °C <i>Temperature in straw 48 hours after the application of NaOH, °C</i>										
1	37	17	45	50	7	26	14	13	13	
2	54	21	57	69	14	34	16	17	18	
3	60	30	67	81	19	47	29	28	28	

NaOH-tilsætningen øgedes med 0,12°C pr. time og kg NaOH, når luftens temperatur på behandlingstidspunktet lå mellem 10 og 20°C, og 0,09°C pr. time og kg NaOH, når luftens temperatur lå mellem -1 og 0°C.

Ubehandlet halm

Halmens tørstofprocent og dens indhold af natrium, råaske, sand, totalkvælstof, NDF og ADF i % af tørstof samt halmens pH-værdi og dens indhold af FOS, IVOS, EOS og VOS i % af organisk stof fremgår af tabel 3.

Det ses af den, at de målte værdier for halmens tørstofprocent og tørstoffets sammensætning og det organiske stofs fordøjelighed og opløselighed varierede ret betydeligt. Områderne med de hyppigst målte værdier fremgår af tabel 4, som viser fordelings spredning omkring medianen ved angivelse af 1. og 4. pentil. Nævnte pentiler angiver de 2 værdier, som afskærer henholdsvis den laveste og den højeste femtedel af spredningen.

Resultaterne i tabel 4 viser, at den ubehandlede halm indeholdt omkring 86% tørstof, og tørstoffet indeholdt omkring 5,4% råaske, 0,56%

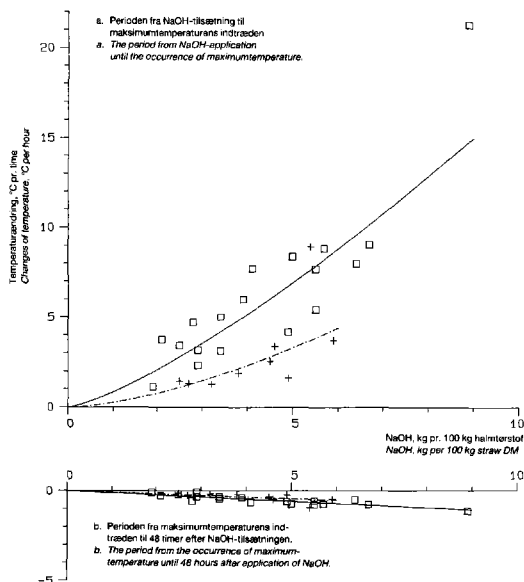


Fig. 1. Relationen mellem mængde af NaOH og temperaturændringer i halm efter NaOH-tilsætning ved $\pm 1-0^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (\square). Forsøg nr. 24-32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

The relationship between amounts of NaOH and changes of temperature in straw after application of NaOH at $-1-0^{\circ}\text{C}$ (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (\square). Experiment no. 24-32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

totalkvælstof, 18,9% CI og 29,6% OCV. Halmens pH-værdi lå omkring 7,1 og dens organiske stof indeholdt omkring 53% FOS, 52% IVOS, 28% EOS og 54% VOS samt 29 foderenheder pr. 100 kg.

NaOH-behandlet halm

Halmens procentiske tørstofindhold efter tilsætning af NaOH og lagring i 1(B) og 4(C) uger, og dens indhold af natrium, råaske, sand, totalkvælstof, NDF og ADF i % af tørstof er anført i henholdsvis tabel 5 og 6. Halmens pH-værdi og dens indhold af FOS, IVOS, EOS og VOS i % af organisk stof efter NaOH-tilsætningen er også anført i tabel 5 og 6.

Sammenlignes resultaterne efter NaOH-tilsætningen (tabel 5 og 6) med resultaterne fra den tilsvarende ubehandlede halm (tabel 3) ses det, at halmens tørstof % aftog med 2-9 enheder og indholdet af natrium og råaske steg med mængden af tilsat NaOH, som man skulle vente. Indholdet af FOS steg ret betydeligt ved NaOH-tilsætningen, og indholdet af IVOS, EOS og VOS steg ligeledes ret betydeligt.

På grundlag af enkeltresultaterne i tabel 5 og 6 og de tidligere omtalte ændringer ved tilsætning

Tabel 3. Ubehandlet halm (A). Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84. Untreated straw (A). The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

Forsøg nr.	% tørstof	% af tørstof				% af organisk stof							
		Na	råaske	sand	total -N	NDF	ADF	pH	FOS ¹⁾	IVOS ²⁾	EOS ³⁾	VOS ⁴⁾	
		% of DM				% of OM							
Exp. no.	% DM	Na	ash	sand	total -N	NDF	ADF	pH	DOM ¹⁾	IVSOM ²⁾	ESOM ³⁾	RSOM ⁴⁾	
24	86,9	0,10	4,90	3,05	0,922	83,3	51,8	6,8	45,6	41,6	28,1	44,4	
25	84,0	0,09	5,98	1,72	0,632	85,1	57,7	8,2	38,8	39,4	17,9	44,2	
26	89,1	0,24	3,94	0,72	0,593	84,8	52,8	6,8	54,1	49,2	30,0	54,2	
27	Som forsøg nr. 26. As exp. no. 26												
28	86,3	0,10	6,07	1,39	0,538	81,3	49,9	6,9	50,7	52,0	27,9	55,0	
29	83,9	0,19	7,32	1,75	0,795	75,1	45,3	7,1	55,5	53,0	31,6	53,1	
30	87,2	0,03	5,11	0,93	0,512	80,9	52,7	7,9	47,6	55,9	26,8	56,4	
31	84,8	0,04	5,60	1,28	0,490	80,7	52,8	7,1	53,2	53,1	27,1	55,3	
32	83,0	0,10	5,22	0,99	0,563	77,2	49,1	7,1	49,2	52,9	33,1	60,9	

- 1) Fordøjeligt organisk stof. Digestible OM.
- 2) In vitro-opløseligt organisk stof. In vitro-soluble OM.
- 3) Enzymopløseligt organisk stof. Enzyme-soluble OM.
- 4) Vombæskeopløseligt organisk stof. Rumen liqueur-soluble OM.

Tabel 4. Ubehandlet halm. 8 forsøg ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.
Untreated straw. 8 experiments at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

	1. pentil <i>1st pentile</i>	Median <i>Median</i>	4. pentil <i>4th pentile</i>
% tørstof. % of DM	83,6	86,4	88,9
% af tørstof. % of DM			
Na	0,04	0,10	0,23
Råaske. <i>Ash</i>	4,70	5,40	6,90
Sand. <i>Sand</i>	0,75	1,25	2,96
Total-N	0,495	0,565	0,890
CI. (100 - ADF)	15,2	18,9	24,4
OCV. (NDF - ADF)	27,7	29,6	31,4
pH	6,8	7,1	8,1
% af organisk stof. % of OM			
FOS. <i>DOM</i>	45,4	53,1	55,2
IVOS. <i>IVSOM</i>	41,3	52,3	54,8
EOS. <i>ESOM</i>	26,3	28,0	32,8
VOS. <i>RSOM</i>	44,5	54,8	59,8
Pr. 100 kg organisk stof. <i>Per 100 kg OM</i>			
Foderenheder. <i>FU</i>	23,2	30,9	39,7

af NaOH på bestemmelsen af tørstof og aske beregnedes indholdene af halmtørstof og halmaske. Endvidere beregnedes indholdene af totalkvælstof, CI og OCV i % af halmtørstof samt indholdet af FOHS i % af organisk halmstof og antal foderenheder pr. 100 kg organisk halmstof. Ud fra de korrigerede og beregnede resultater og resultaterne fra pH-målingerne beregnedes virkningen af dels den tilsatte NaOH (B-A og C-A) og dels den øgede lagring (C-B) på halmens sammensætning, pH, fordøjelighed og foderenheds-koncentration som forskellene mellem henholdsvis behandlet og ubehandlet halm og 4 ugers og 1 uges lagring.

Forskellene (B-A og C-A) i % halmtørstof, % CI, % OCV, pH, % FOHS og foderenheder mellem NaOH-behandlet halm lagret i 1 (B) og 4 (C) uger og ubehandlet halm (A) var korreleret med den tilsatte mængde NaOH, medens forskellene i % halmaske og % totalkvælstof var ubetydeligt korreleret med den tilsatte mængde NaOH (tabel 7). De tilsvarende forskelle (C-B) mellem NaOH-behandlet halm lagret i 4 uger (C) og 1

uge (B) var derimod alle ubetydeligt korreleret med den tilsatte mængde NaOH, således at lagringens indflydelse på virkningen af den tilsatte NaOH kan illustreres på tværs af de tilsatte mængder NaOH.

Medianværdierne viser (tabel 8), at lagring ud over 1 uge kun havde en ringe indflydelse på virkningen af den tilsatte NaOH på halmens indhold af halmtørstof, tørstoffets sammensætning, FOHS og foderenheder samt halmens pH.

Det fremgår af fig. 2, hvor den tilsatte mængde NaOH er anført som abscisse og ændringen i % halmtørstof som ordinat, at % halmtørstof ved en tilsætning på 4 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof, der er ret almindelig i praksis, aftog med 4-5 enheder ved høj lufttemperatur og 5-6 enheder ved lav lufttemperatur. Denne reduktion i % halmtørstof skyldes den tidligere omtalte (side 213) øgning af vandindholdet ved NaOH-tilsætningen. Forskellene i reduktionen af % halmtørstof skyldes en formindsket vandfordampning fra halmen på grund af den lavere begyndelsestemperatur (T) og den deraf følgende og tidligere omtalte la-

Tabel 5. NaOH-behandlet halm lagret i 1 uge (B) i 4 m tykke lag. Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981–84.

NaOH-treated straw stored for 1 week (B) in 4 m layers. The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981–84.

Be-handling	% tørstof	% af tørstof						% af organisk stof					
		Na	rå- aske	sand	total -N	NDF	ADF	pH	FOS	IVOS	EOS	VOS	
		% of DM						% of OM					
Treat- ment	% DM	Na	ash	sand	total -N	NDF	ADF	pH	DOM	IVSOM	ESOM	RSOM	
Forsøg nr. 24. Experiment no. 24.													
1	84,4	1,12	7,75	2,97	0,947	79,6	54,1	–	55,0	52,7	36,5	55,3	
2	83,3	2,23	11,03	4,08	0,960	71,6	53,5	–	61,4	66,9	44,5	65,7	
3	82,5	2,91	12,38	3,39	0,938	67,8	53,5	–	65,4	72,7	50,9	69,9	
Forsøg nr. 25. Experiment no. 25.													
1	81,5	1,62	8,46	0,92	0,552	79,8	55,8	10,0	53,5	58,3	22,7	61,6	
2	80,3	2,22	11,26	1,62	0,665	73,6	53,9	10,3	56,1	63,9	29,2	66,0	
3	80,7	2,64	11,59	1,41	0,610	73,4	55,2	10,6	60,4	65,6	30,8	70,1	
Forsøg nr. 26. Experiment no. 26.													
1	87,0	1,54	8,30	0,42	0,637	75,5	52,4	9,8	60,1	62,0	45,5	68,0	
2	87,9	2,69	9,78	0,33	0,633	70,9	53,9	9,6	65,6	68,2	49,7	73,7	
3	88,3	3,42	11,31	0,30	0,558	66,0	51,8	10,0	68,1	68,5	57,1	75,4	
Forsøg nr. 27. Experiment no. 27.													
1	85,8	1,80	8,63	0,53	0,880	71,8	44,8	9,4	64,3	65,2	44,3	71,6	
2	86,1	3,00	12,01	0,44	0,881	65,0	48,9	9,7	68,1	69,1	52,2	75,6	
3	86,6	4,00	13,97	0,74	0,826	61,0	47,4	10,0	68,6	72,4	60,0	78,3	
Forsøg nr. 28. Experiment no. 28.													
1	83,5	1,12	7,46	0,79	0,468	79,0	49,7	9,6	54,4	57,0	33,6	61,5	
2	80,0	2,08	10,24	0,60	0,475	73,1	48,1	10,5	61,9	64,7	42,0	68,7	
3	77,7	3,18	13,11	0,97	0,499	67,7	47,6	11,1	66,2	69,2	48,1	73,2	
Forsøg nr. 29. Experiment no. 29.													
1	81,3	1,71	10,13	0,78	0,899	70,5	43,2	9,4	61,2	64,4	43,6	65,0	
2	80,7	2,67	11,95	0,41	0,784	65,8	43,4	9,9	66,0	79,4	48,7	70,5	
3	79,5	4,40	15,96	0,30	0,791	58,2	43,4	10,0	67,1	80,9	60,0	78,7	
Forsøg nr. 30. Experiment no. 30.													
1	84,3	1,36	8,31	0,69	0,560	75,8	51,4	9,8	54,0	68,7	35,7	65,9	
2	84,0	1,79	8,87	0,55	0,474	74,9	51,6	10,2	57,5	76,3	37,6	68,9	
3	82,2	3,27	12,59	0,70	0,454	65,7	49,4	10,5	63,0	80,2	47,0	77,6	
Forsøg nr. 31. Experiment no. 31.													
1	82,8	1,30	7,58	0,48	0,449	78,3	52,5	9,9	58,0	63,9	35,7	63,3	
2	81,3	2,08	10,12	0,55	0,487	73,0	50,2	10,1	62,7	73,2	41,1	69,6	
3	79,5	3,34	13,60	0,95	0,444	65,8	49,6	10,5	67,8	77,8	48,3	76,8	
Forsøg nr. 32. Experiment no. 32.													
1	81,3	1,45	8,38	0,39	0,679	70,9	44,3	9,5	57,7	61,1	42,0	67,0	
2	78,9	2,36	10,16	0,31	0,668	67,9	44,3	9,6	59,1	66,4	41,5	73,1	
3	79,5	3,00	11,80	0,37	0,688	66,5	43,8	9,7	63,5	69,5	53,1	79,1	

Table 6. NaOH-treated straw stored for 4 weeks (C) in 4 m layers. The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

NaOH-treated straw stored for 4 weeks (C) in 4 m layers. The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

Be-handling	% tørstof	% af tørstof						pH	% af organisk stof			
		Na	rå- aske	sand	total -N	NDF	ADF		FOS	IVOS	EOS	VOS
		% of DM							% of OM			
Treat- ment	% DM	Na	ash	sand	total -N	NDF	ADF	pH	DOM	IVSOM	ESOM	RSOM
Forsøg nr. 24. Experiment no. 24.												
1	83,3	1,18	7,73	2,76	0,935	80,4	54,7	9,4	56,2	52,8	35,4	54,4
2	83,0	2,28	12,57	4,62	0,997	72,4	54,5	9,8	64,3	68,5	50,7	66,4
3	82,7	2,73	10,58	2,17	0,891	71,5	54,0	9,8	65,8	70,8	49,3	69,9
Forsøg nr. 25. Experiment no. 25.												
1	81,1	1,65	9,41	1,07	0,622	75,9	56,4	10,2	52,5	57,1	29,3	62,9
2	80,0	2,31	11,51	1,69	0,684	73,3	52,9	10,6	56,7	63,1	32,3	68,1
3	80,1	2,49	11,02	0,89	0,621	73,1	53,2	10,7	58,0	63,9	32,5	69,9
Forsøg nr. 26. Experiment no. 26.												
1	85,7	1,87	7,96	0,41	0,639	77,4	51,3	9,5	62,3	61,7	42,0	67,9
2	86,7	2,58	9,54	0,35	0,618	71,2	51,3	9,6	66,7	65,9	47,6	73,4
3	87,6	3,30	11,14	0,33	0,572	66,5	54,3	9,8	66,6	66,8	54,0	73,5
Forsøg nr. 27. Experiment no. 27.												
1	85,1	1,94	8,90	0,53	0,810	74,3	47,5	9,5	64,0	64,5	42,7	69,8
2	85,5	3,00	11,73	0,49	0,807	64,4	48,5	9,6	67,0	68,7	53,7	76,4
3	86,1	3,80	13,77	0,55	0,704	61,0	48,6	9,7	68,1	70,3	62,7	77,0
Forsøg nr. 28. Experiment no. 28.												
1	83,8	1,06	6,72	0,56	0,494	77,4	46,2	9,6	56,7	60,0	33,4	64,5
2	81,7	2,28	10,13	1,10	0,417	72,9	48,4	10,7	61,3	65,4	41,6	69,3
3	78,3	3,15	12,83	0,67	0,526	66,5	46,1	11,0	65,8	72,0	49,7	74,3
Forsøg nr. 29. Experiment no. 29.												
1	83,1	1,53	9,31	0,39	0,826	70,9	43,7	9,3	61,4	62,8	41,6	63,5
2	81,3	2,67	12,38	0,50	0,833	66,2	43,1	9,9	66,7	71,3	49,8	71,8
3	80,4	3,84	14,85	0,36	0,742	59,1	42,4	10,2	69,3	78,4	56,7	77,8
Forsøg nr. 30. Experiment no. 30.												
1	83,0	1,31	8,84	0,78	0,487	76,1	51,4	9,7	56,2	70,2	34,8	67,5
2	83,8	1,84	9,03	0,68	0,466	74,3	51,0	10,0	56,8	71,0	40,3	69,3
3	81,5	3,24	12,97	0,68	0,511	66,0	49,2	10,4	65,0	80,6	46,7	78,3
Forsøg nr. 31. Experiment no. 31.												
1	82,6	1,22	7,95	0,80	0,446	77,9	51,6	9,1	56,7	62,4	34,3	62,4
2	80,5	2,14	9,98	0,80	0,459	73,0	50,7	9,6	62,2	70,4	39,1	69,2
3	78,4	3,79	13,89	0,89	0,467	63,9	49,2	10,1	67,7	77,6	50,9	78,7
Forsøg nr. 32. Experiment no. 32.												
1	80,1	1,53	8,31	0,34	0,684	71,2	44,5	9,2	57,7	63,2	42,3	66,6
2	80,1	2,34	9,97	0,29	0,690	67,1	44,0	9,8	59,1	66,3	48,5	73,2
3	76,8	3,07	12,35	0,48	0,664	65,1	43,3	10,1	64,1	73,2	53,2	80,7

Tabel 7. Korrelationskoefficienter, *r*, mellem NaOH-tilsætning (*x*) og forskelle (B-A) og (C-A) mellem NaOH-behandlet halm lagret i 1 (B) og 4 (C) uger efter tilsætning af NaOH og ubehandlet halm (A) samt forskel (C-B) mellem NaOH-behandlet halm lagret i 1 (B) og 4 (C) uger (*y*).

Correlations coefficients, r, between application of NaOH (x) and differences (B-A) and (C-A) between NaOH-treated straw stored for 1 (B) and 4 (C) weeks after application of NaOH and untreated straw (A) and also difference (C-B) between NaOH-treated straw stored for 1 (B) and 4 (C) weeks (y).

<i>y</i>	B-A		C-A		C-B	
	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>n</i>	<i>r</i>
% halmtørst. % straw DM.	27	-0,631	27	-0,475	27	0,285
% af halmtørstof. % of straw DM						
Halmaske. Straw ash	27	-0,174	27	-0,193	27	-0,063
Totalkvælstof. Total-N	27	-0,079	27	-0,106	27	-0,009
CI. (100-NDF)	27	0,663	27	0,698	27	0,065
OCV. (NDF-ADF)	27	-0,618	27	-0,629	27	0,030
pH	24	0,496	27	0,607	24	0,256
% af organisk halmstof. % of organic straw matter						
FOHS. DOSM	27	0,524	27	0,520	27	-0,099
Pr. 100 kg organisk halmstof. Per 100 kg organic straw matter						
Foderenheder. FU	27	0,675	27	0,668	27	-0,107

Tabel 8. Forskel (B-A og C-A) mellem NaOH-behandlet halm lagret i 1 uge (B) og 4 uger (C) efter tilsætning af NaOH og ubehandlet halm (A). Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

Difference (B-A and C-A) between NaOH-treated straw stored for 1 week (B) and 4 weeks (C) after application of NaOH and untreated straw (A). The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

	B-A				C-A			
	<i>n</i>	1. pentil 1st pent.	Median Median	4. pentil 4th pent.	<i>n</i>	1. pentil 1st pent.	Median Median	4. pentil 4th pent.
% halmtørstof. % straw DM . .	22	-7,0	-5,3	-3,8	27	-6,6	-5,8	-4,5
% af halmtørstof. % of straw DM								
Halmaske. Straw ash	27	-1,00	-0,22	0,80	27	-0,62	-0,32	0,48
Totalkvælstof. Total-N	27	-0,039	0,045	1,220	27	-0,018	0,025	1,227
CI. (100-NDF)	27	4,2	8,5	13,0	27	4,2	8,8	13,3
OCV. (NDF-ADF)	27	-14,7	-6,5	-2,1	27	-13,2	-6,9	-4,0
pH	24	2,2	2,7	3,1	27	2,1	2,6	3,0
% af organisk halmstof. % of organic straw matter.								
FOHS. DOSM	27	8,7	12,5	16,9	27	9,3	13,5	18,6
Pr. 100 kg organisk halmstof. Per 100 kg organic straw matter								
Foderenheder. FU	27	14,8	23,5	32,0	27	15,8	24,5	32,4

vere temperaturstigning (TS) mellem halmen og den tilsatte NaOH. Dette illustreres af følgende ligning og de på grundlag af ligningen beregnede resultater, som er anført i tabel 9.

(2) Ændring i vandindhold, kg pr. 100 kg halmtørstof = $-0,0688 \times T - 0,0881 \times TS$.

Uanset mængden af NaOH havde tilsætningen kun en ringe virkning på % halmaske og % to-

talkvælstof (tabel 7 og 8) og afhængig af mængden af NaOH bevirkede tilsætningen, at halmens pH steg med 2–3 enheder (fig. 3).

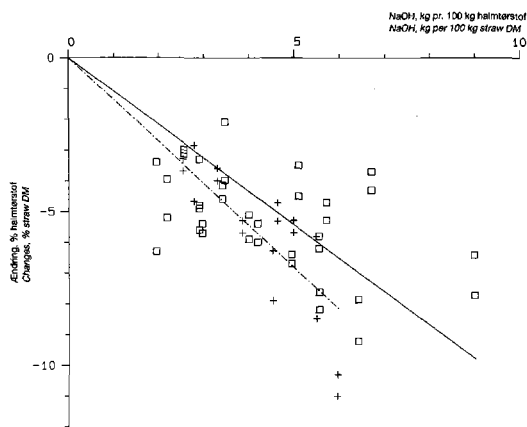


Fig. 2. Relationen mellem mængde af NaOH og ændringer i % halmstøstof efter NaOH-tilsætning ved $\pm 1-0^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Forsøg nr. 24-32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

The relationship between amounts of NaOH and changes in % straw DM after NaOH-application at $-1-0^{\circ}\text{C}$ (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Experiment no. 24-32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

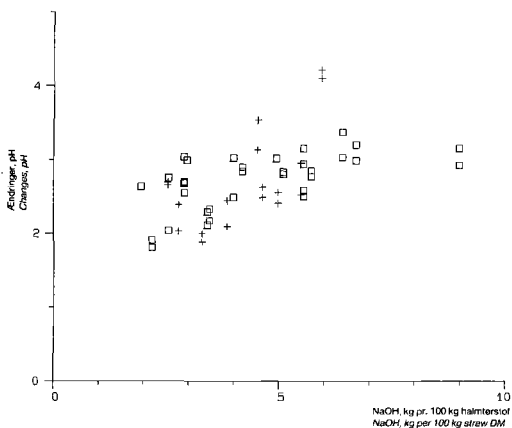


Fig. 3. Relationen mellem mængde af NaOH og ændringer i halmens pH efter NaOH-tilsætning ved $\pm 1-0^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Forsøg nr. 24-32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

The relationship between amounts of NaOH and changes in pH of straw after NaOH-application at $-1-0^{\circ}\text{C}$ (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Experiment no. 24-32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

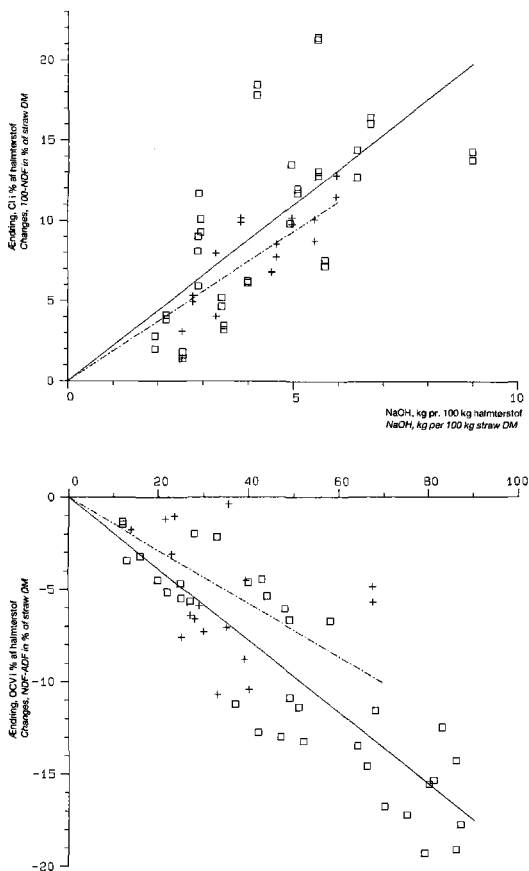


Fig. 4. Relationen mellem mængde af NaOH og ændringer i CI og OCV i halm efter NaOH-tilsætning ved $\pm 1-0^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Forsøg nr. 24-32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

The relationship between amounts of NaOH and changes in the contents of 100-NDF and NDF-ADF in straw after NaOH-application at $-1-0^{\circ}\text{C}$ (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Experiment no. 24-32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

NaOH-tilsætningen havde en positiv virkning på % CI og en negativ virkning på % OCV (tabel 7 og 8). Afhængig af den tilsatte mængde NaOH steg % CI med 3–11 og 4–19 enheder og % OCV aftog med 3–8 og 4–19 enheder ved henholdsvis lav ($-1-0^{\circ}\text{C}$) og høj ($10-20^{\circ}\text{C}$) begyndelsestemperatur (fig. 4).

Sammenholdes ændringerne i % CI og % OCV med temperaturstigningerne ved NaOH-tilsæt-

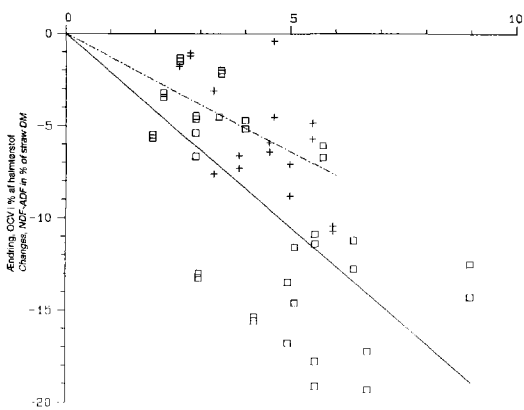
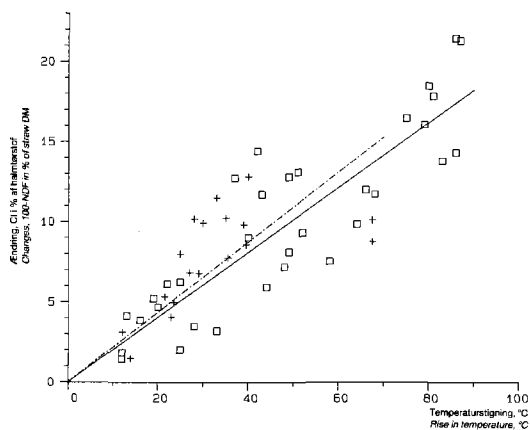


Fig. 5. Relationen mellem temperaturstigningen ved NaOH-tilsætningen og ændringerne i CI og OCV i halm efter NaOH-tilsætning ved $\pm 1-0^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Forsøg nr. 24-32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

The relationship between the rise in temperature by NaOH-application and changes in the contents of 100-NDF and NDF-ADF in straw after NaOH-application at $-1-0^{\circ}\text{C}$ (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Experiment no. 24-32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

ningen (fig. 5), fremgår det tydeligt af punkternes placering i fig. 4 og 5, at ændringerne skyldtes temperaturstigningen. Det fremgår imidlertid af fig. 5, at % OCV aftog betydeligt mindre med temperaturstigningen efter lav end efter høj betydelsestemperatur.

NaOH-tilsætningen havde en positiv virkning på % FOHS, som steg med 4-23 enheder ved til-

Tabel 9. Indflydelsen af lufttemperatur på behandlingsdagen (T) og temperaturstigning ved NaOH-tilsætning (TS) på ændringerne i vandindhold efter NaOH-tilsætning (H_2O i NaOH-behandlet halm - (H_2O i halm + H_2O i NaOH-opløsning)). Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

The influence of air temperature on the day of treating (T) and rise of temperature after NaOH-application (TS) on the changes in content of H_2O after NaOH-application (H_2O in NaOH-treated straw - (H_2O in straw + H_2O in the solution of NaOH)). The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

TS, °C	Lufttemperatur Air temperature (T)		
	0°C	10°C	20°C
	Ændring, kg $\text{H}_2\text{O}/100$ kg halmtørstof Changes, kg $\text{H}_2\text{O}/100$ kg straw DM		
20	-1,8	-2,4	-3,1
40	-3,5	-4,2	-4,9
60	-5,3	-6,0	-6,7
80	-	-7,7	-8,4

sætning af 2-9 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof (fig. 6).

Resultaterne fra dels en beregning af den NaOH-behandlede halms indhold af FOHS i % af den tilsvarende ubehandlede halms indhold af

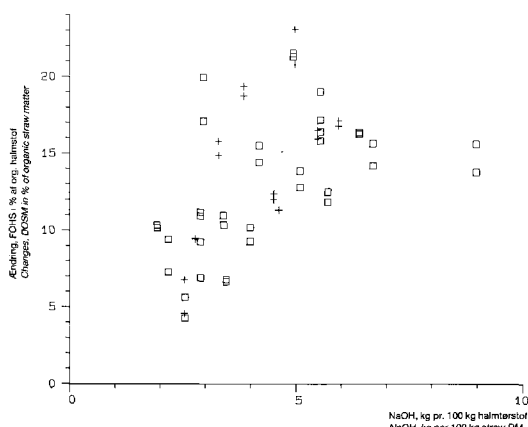


Fig. 6. Relationen mellem mængde af NaOH og ændringer i halmens indhold af FOHS efter NaOH-tilsætning ved $\pm 1-0^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Forsøg nr. 24-32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.
The relationship between amounts of NaOH and changes in the content of DOSM in straw after NaOH-application at $-1-0^{\circ}\text{C}$ (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Experiment no. 24-32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

FOHS og dels en interpolation ved tilsætning af 4 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof viser (fig. 7), at den positive virkning af den tilsatte NaOH på % FOHS aftog med stigende fordøjelighed af den ubehandlede halm. Det gns. indhold af FOHS ved tilførsel af 4 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof lå på $63 \pm 3,3\%$. Dette gennemsnit antages at være halmens maksimale fordøjelighed ved tilsætning af 4 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof, hvilket illustreres af følgende ligning (3) og punkternes placering omkring kurven i fig. 8, der er tegnet på grundlag af ligning (3).

(3) % FOHS i halm efter tilsætning af 4 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof i % af FOHS i halm inden tilsætning af NaOH =

$$\frac{63 \times 100}{\% \text{ FOHS i halm inden tilsætning af NaOH}}$$

Punkternes placering i fig. 9 viser, at % FOHS steg mere med stigningen i CI-fraktionen ved lav end ved høj begyndelsestemperatur.

Stigningerne i % FOHS svarer til, at halmens foderværdi steg med 15–32 foderenheder pr. 100 kg organisk halmstof (tabel 8). Trækkes omkostningerne ved NaOH-tilsætningen, der skønsmæssigt er ansat til 10 f.e. pr. 100 kg halmtørstof + 2,5 f.e. pr. kg NaOH svarende til 10,5 f.e. pr. 100 kg organisk halmstof + 2,6 f.e. pr. kg NaOH, fra stigningen i halmens foderværdi, viser beregningerne, at der i 54% af tilfældene blev et overskud efter NaOH-tilsætningen. 55% af disse tilfælde opnåedes ved tilsætning af 4–6 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof.

En beregning af den marginale stigning af fodereenheder pr. 100 kg halmtørstof ved stigende NaOH-tilsætning viser, når den maksimale mængde NaOH af hensyn til dyrenes helbred sættes til 5 kg pr. 100 kg halmtørstof, at den optimale NaOH-tilsætning lå på 3,5 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof i byghalm, 4,3 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof i alm. rajgræshalm og 5 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof i vinterhvedehalm. Den optimale NaOH-tilsætning til byghalm og vinterhvede- og alm. rajgræshalm ændredes kun lidt ved ændret omkostningsniveau.

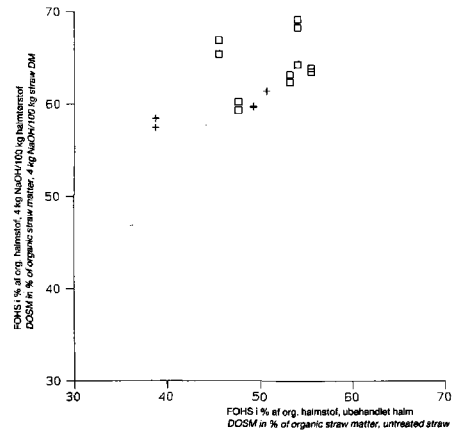


Fig. 7. Relationen mellem halmens indhold af FOHS før og efter tilsætning af 4 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof ved $\div -1^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Forsøg nr. 24–32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981–84. *The relationship between the content of DOSM in straw before and after application of 4 kg NaOH per 100 kg straw DM at -1°C (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Experiment no. 24–32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981–84.*

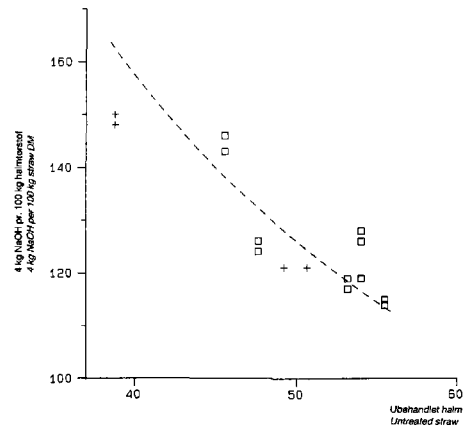


Fig. 8. Relationen mellem halmens indhold af FOHS før tilsætning af NaOH og dens indhold af FOHS (forholdstal, hvor ubehandlet halm = 100) efter tilsætning af 4 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof ved $\div -1^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Forsøg nr. 24–32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981–84. *The relationship between the content of DOSM in straw before NaOH-application and the content of DOSM (relative, where untreated straw = 100) after application of 4 kg NaOH per 100 kg straw DM at -1°C (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Experiment no. 24–32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981–84.*

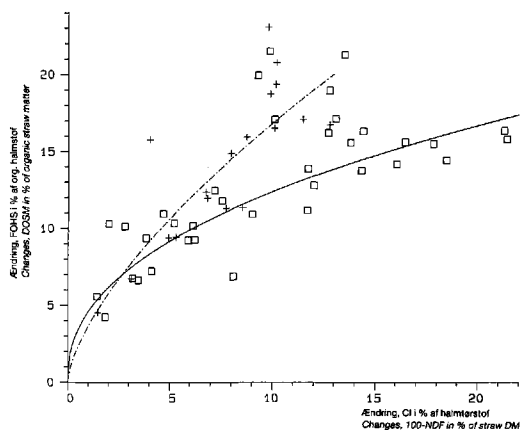


Fig. 9. Relationen mellem ændringerne i CI og FOHS i halm efter NaOH-tilsætning ved $-1-0^{\circ}\text{C}$ (+) og $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Forsøg nr. 24-32 ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm 1981-84.

The relationship between the changes in contents of 100-NDF and DOSM in straw after NaOH-application at $-1-0^{\circ}\text{C}$ (+) and $10-20^{\circ}\text{C}$ (□). Experiment no. 24-32 at The National Agricultural Engineering Institute, Bygholm 1981-84.

Fordøjeligt organisk stof

På grundlag af resultaterne fra 8 partier ubehandlet (tabel 3) og 54 partier NaOH-behandlet (tabel 5 og 6) halm beregnedes korrelationskoefficienter, r , mellem % FOS og % IVOS, % EOS og % VOS (tabel 10). Indholdet af FOS var ret betydeligt korreleret med indholdet af EOS, lidt mindre korreleret med indholdet af VOS og yderligere lidt mindre korreleret med indholdet af IVOS. Korrelationen mellem indholdet af FOS og indholdene af IVOS, EOS og VOS blev næsten ens, når beregningerne baseredes på de forannævnte 62 partier af halm i 1981-84 suppleret med 27 partier ubehandlet (2) og 56 partier NaOH-behandlet (4) halm i 1976-81.

Ud fra de samme resultater 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 beregningerne foretages på grundlag af IVOS, EOS og VOS benævnes resul-

tater af beregningerne for % $\text{FOS}_{(\text{IVOS})}$, % $\text{FOS}_{(\text{EOS})}$ og % $\text{FOS}_{(\text{VOS})}$.

Følgende 3 ligninger (4), (5) og (6), der er beregnet ud fra 62 fordøjelighedsbestemmelser i 1981-84, illustrerer tydeligst sammenhængen mellem opløselighed og fordøjelighed i halm med og uden NaOH-tilsætning (alle angivelser i % af organisk stof):

$$(4) \quad \% \text{FOS}_{(\text{IVOS})} = 172 - 20847 / (\% \text{IVOS} + 121)$$

$$(5) \quad \% \text{FOS}_{(\text{EOS})} = 97,1 - 2404,5 / (\% \text{EOS} + 24,7)$$

$$(6) \quad \% \text{FOS}_{(\text{VOS})} = 233 - 45295 / (\% \text{VOS} + 195)$$

Tilsvarende illustrerer følgende 3 ligninger (7), (8) og (9), der er beregnet ud fra alle 145 fordøjelighedsbestemmelser med ubehandlet og NaOH-behandlet halm i 1976-84, tydeligst sammenhængen mellem opløselighed og fordøjelighed af organisk stof (alle angivelser i % af organisk stof):

$$(7) \quad \% \text{FOS}_{(\text{IVOS})} = 111 - 6238 / (\% \text{IVOS} + 56,1)$$

$$(8) \quad \% \text{FOS}_{(\text{EOS})} = 100 - 2876 / (\% \text{EOS} + 28,7)$$

$$(9) \quad \% \text{FOS}_{(\text{VOS})} = 182 - 26046 / (\% \text{VOS} + 143)$$

Bedømt ud fra spredningen på differencen mellem fundet og beregnet FOS bliver det % EOS og % VOS, der bedst beskriver halmens indhold af FOS. Spredningen på differencen fremgår af følgende oversigt:

(4)	3,60	(7)	3,86
(5)	2,58	(8)	3,23
(6)	3,15	(9)	3,44.

Tabel 10. Korrelationskoefficienter, r , mellem $x = \% \text{FOS}$ og y . Ubehandlet og NaOH-behandlet halm.
Correlations coefficients, r , between $x = \% \text{DOM}$ and y .
Untreated and NaOH-treated straw.

y	r
Forsøg nr. Exp. no. 24-32 (n=62)	
% IVOS, IVSOM	0,816
% EOS, ESOM	0,900
% VOS, RSOM	0,868
Forsøg nr. Exp. no. 1-21 (2,4)+24-32 (n=145)	
% IVOS, IVSOM	0,872
% EOS, ESOM	0,897
% VOS, RSOM	0,898

Diskussion

Af resultaterne med tilsætning af stigende mængder NaOH til halm på flytbare gårdanlæg, som afleverer halmen i snittet stand, fremgår det, at fordøjeligheden (*in vivo*) af organisk stof stiger med mængden af NaOH under halmens lagring i 4 m tykke lag efter NaOH-tilsætningen. I god overensstemmelse hermed viser tidligere resultater (3), at % FOHS stiger 9–15 enheder ved tilsætning af 1,6–5,4 kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof. Imidlertid viser resultaterne, at stigningen i % FOHS ved NaOH-tilsætning aftager med stigende fordøjelighed af den ubehandlede halm.

Det fremgår endvidere af resultaterne, at der uanset NaOH-mængde kun er ringe forskel på stigningen i fordøjeligheden af organisk stof efter 1 og 4 ugers lagring af halmen efter NaOH-tilsætning. Samstemmende hermed fandt *Møller et al.* (3), at lagring af halmen ud over 1 uge efter NaOH-tilsætningen kun har en ringe positiv indflydelse på fordøjeligheden af organisk stof.

Resultaterne viser også, at der er sammenhæng mellem stigningen i % CI – og dermed reduktionen i % OCV – og stigningen i % FOHS ved tilsætning af NaOH, når luftens temperatur på behandlingstidspunktet og dermed også halmens temperatur ligger mellem 10 og 20°C. I god overensstemmelse viser tidligere resultater ved lufttemperatur mellem 12 og 16°C en lignende sammenhæng mellem OCV og FOHS (4). Imidlertid viser resultaterne også, at forannævnte sammenhæng mellem stigningerne i % CI og % FOHS ved NaOH-tilsætning ændres, når lufttemperaturen ligger mellem –1 og 0°C.

Resultaterne fra 62 partier af ubehandlet og NaOH-behandlet halm viser, at indholdet af FOS er ret betydeligt korreleret med indholdet af EOS, lidt mindre korreleret med indholdet af VOS og yderligere lidt mindre korreleret med indholdet af IVOS. Samstemmende hermed fandt *Møller et al.* (4) på grundlag af resultaterne fra 83 partier af ubehandlet og NaOH-behandlet halm, at indholdet af FOS er ret betydeligt korreleret med indholdet af EOS og VOS og mindre korreleret med indholdet af IVOS.

Konklusioner

Af resultaterne fra forsøgene med NaOH-tilsætning til lagerfast halm, der lagredes i 4 m tykke lag, kan drages følgende konklusioner ud over tidligere konklusioner (3,4):

1. Tilsætning af NaOH bevirker, at % FOHS stiger med 9–18 enheder. Herved stiger foder-værdien med 15–32 foderenheder pr. 100 kg organisk halmtørstof.
2. Stigningen i % FOHS efter NaOH-tilsætning aftager med stigende fordøjelighed af halmen inden NaOH-tilsætning.
3. Hvor den økonomiske grænse for NaOH-tilsætning ligger, vil naturligvis afhænge af omkostningerne ved NaOH-tilsætningen og prisen på foderenheder. Svarer omkostningerne til 10 foderenheder pr. 100 kg halmtørstof + 2,5 foderenheder pr. kg NaOH bliver den optimale NaOH-tilsætning 3,5 kg pr. 100 kg halmtørstof i byghalm, 4,5 kg pr. 100 kg halmtørstof i alm. rajgræshalm og 5 kg pr. 100 kg halmtørstof i vinterhvedehalm.
4. Tilsætning af NaOH reducerer % halmtørstof, fordi der med hvert kg NaOH pr. 100 kg halmtørstof, der tilsættes i 27,7 og 32,5% opløsning, tilføres henholdsvis 2,6 og 2,0 kg vand. En del af dette vand fordamper på grund af temperaturstigningen, som opstår ved reaktionen mellem halm og NaOH. Fordampningen bliver særlig udtalt, når luftens temperatur på behandlingsdagen ligger over 10°C.

Litteratur

1. *Anonym* 1985. Gennemførelse af fordøjelighedsforsøg med får på Forsøgsanlæg Foulum. Institut for Grovfoder, Foulum, stencil, 1–5.
2. *Møller, E., Witt, N. & Thellesen, H. Z.* 1984. Halm til foder. I. Ubehandlet halm. Tidsskr. Planteavl 88, 257–263.
3. *Møller, E., Witt, N. & Thellesen, H. Z.* 1984. Halm til foder. II. Tilsætning af natriumhydroxyd på flytbare gårdanlæg. Tidsskr. Planteavl 88, 581–592.
4. *Møller, E., Witt, N. & Thellesen, H. Z.* 1985. Halm til foder. III. Tilsætning af natriumhydroxyd til fugtig halm. Tidsskr. Planteavl 89, 91–100.

5. *Møller, E., Witt, N. & Thellesen, H. Z.* 1986. Halm til foder. IV. Tilsætning af ammoniak. Tidsskr. Planteavl 90, 45-59.

6. *Møller, E., Witt, N., Thellesen, H. Z. & Hesselholt, M.* 1986. Halm til foder. V. Halmens kvalitet efter tilsætning af ammoniak. Tidsskr. Planteavl 90, 61-67.

Manuskript modtaget den 23. maj 1986.