



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

AMMONIAKBEHANDLING AV HALM
– FODERVÄRDE, KONSUMTION OCH PRODUKTION
AMMONIA TREATED STRAW
– NUTRITIVE VALUE, VOLUNTARY INTAKE AND
PERFORMANCE

Av Alec Lundström och Kjell Martinsson

Institutionen för husdjurens
utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Nutrition and Management

Rapport 136
Report

Uppsala 1984
ISSN 0347-9838
ISBN 91-576-2149-7

	Sid.
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	
SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
INLEDNING OCH LITTERATURÖVERSIKT	3
Ammoniakbehandling av halm - historisk tillbakablick	4
Faktorer som inverkar på behandlingsresultatet	4
Ammoniakmängd	5
Temperatur	5
Behandlingstid	5
Vattenhalt	6
Tryck	6
Utgångskvalitet och typ av material	7
Fodervärde	7
Utfodringsförsök med ammoniakbehandlat stråfoder	12
Mjölkkor	12
Kalvar	13
Rekryteringskvigor	14
Tjurar	15
Stutar	18
Köttkor	19
Får (lamm)	19
Syftet med den egna undersökningen	21
MATERIAL OCH METODER	21
Skörd, behandling och lagring av halm	21
Djurmaterial	21
Försöksuppläggning och utfodring	21
Ungtjurar	21
Rekryteringskvigor	22
Förstakalvare och äldre kor	22
Provtagning och analyser	23
Fodermedel	23
Djurvägning	24
Konditionsbedömning	25
Statistisk bearbetning	25
RESULTAT	25
Halmens fodervärde	25
Djurhälsa	27
Foderkonsumtion och viktsförändring	27

Ungtjurar	27
Rekryteringskvigor	28
Förstakalvare och äldre kor	29
DISKUSSION	31
LITTERATURFÖRTECKNING	35
FIGURER	40

FÖRORD

Föreliggande undersökning genomfördes vid institutionen för husdjurens utfodring och vård, avdelningen för nötkreatur, vid Sveriges Lantbruksuniversitet under åren 1978-1981. Försöken har genomförts på Skaraborgs läns hushållningssällskaps försöksgård Götala utanför Skara.

Undersökningarna har kunnat genomföras genom ekonomiskt stöd från Statens jordbruksnämnd, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skaraborgs läns hushållningssällskap och Scan Väst.

Vi vill framföra vårt stora tack till distriktsförsöksledare Sölve Johnsson vid västra husdjursförsöksdistriktet och agronom Sven Persson vid Skaraborgs läns hushållningssällskap samt alla deras medhjälpare för ett givande samarbete vid de studier som genomfördes på Götala.

Röbäcksdalen i oktober 1984

Kjell Martinsson
Norra Husdjursförsöksdistriktet
Röbäcksdalen, Box 5097
900 05 Umeå

Alec Lundström
Norrbottens läns hushållningssällskap
Köpmangatan 2
951 35 Luleå

SAMMANFATTNING

Under tre på varandra följande år behandlades korn- och havrehalm med 3-4 % ammoniak per kg torrsbstans. Behandlingen utfördes enligt den "norska stackmetoden" och behandlingstiden uppgick till minst åtta veckor. Råproteinhalten (Nx6,25) ökade därmed i medeltal med 4,1 %-enheter. Smältbarheten för den organiska substansen ökade i medeltal ca 15 %-enheter. Därmed ökade halms innehåll av omsättbar energi med i medeltal 1,8 MJ/kg ts eller ca 30 %. Detta påvisades både i in vivo och in vitro bestämningar.

I produktionsförsök med köttdjur påvisades en konsumtionsökning på 10-30 % när halmen var behandlad. Konsumtionsökningens storlek var beroende av foderstatens sammansättning och aktuell djurkategori. De kalkylerade och reella viktsförändringarna följde skillnaderna i konsumtion och fodervärde. Djuren ökade mer eller minskade mindre i vikt när de utfodrades med ammoniakbehandlad halm än när de utfodrades med obehandlad halm.

SUMMARY

During three consecutive years barley and oat straw was treated with 3-4 % ammonia on dry matter basis. The treatment was done according to the "Norwegian stack method". Treatment time was at least eight weeks. After ammonia treatment the crude protein content increased by about 4,1 %-units. Organic matter digestibility increased by about 15 %-units. This was shown both after in vivo and in vitro determinations. There was also an increase in metabolizable energy with 1,8 MJ/kg dry matter or about 30 %. The results mentioned above are mean values from all the treatments.

In feeding experiments with beef cattle the consumption increased with 10-30 % if the straw was treated. The level of increase depended on the other feed-stuff in the ration and kind of animals. The calculated and real changes in live weight followed the differences in consumption and the differences in nutritive value of the straw. When the animals were fed ammonia treated straw, their live weights increased more or decreased less than when they were fed untreated straw.

INLEDNING OCH LITTERATURÖVERSIKT

Halm har vanligtvis lågt näringsvärde, men är i gengäld relativt billigt. Därför är det ofta intressant att använda halm som foder till framförallt idisslare. Världen över har man intresserat sig för att utveckla praktiska metoder för att behandla denna typ av lågkvalitativt stråfoder så att fodervärdet skall öka. Detta har också visat sig vara möjligt.

Halm kan i huvudsak behandlas på tre olika sätt för att fodervärdet skall öka: biologiskt, fysikaliskt och kemiskt.

De biologiska metoderna innebär att exempelvis svampar används för att bryta ner svårsmältbara delar av halmen för att därigenom eventuellt erhålla ett fodermedel med högre näringsvärde (Zadrazil, 1977). Det krävs dock ytterligare forskningsarbete innan dessa metoder kan utvärderas.

Fysikaliska metoder, exempelvis hackning, malning, pellettering, blötläggning och ångbehandling förbättrar vanligtvis inte smältbarheten. Däremot kan fysikalisk behandling medföra att djurens konsumtionsförmåga ökar.

Kemisk behandling av halm startade troligtvis i Tyskland i slutet av 1800-talet (Lehmann, 1895). Natriumhydroxid (NaOH) är den kemikalie som hittills fått störst betydelse och en rad metoder av både våtlutning och torrlutning har utvecklats. I en utredning avseende halmens roll i animalieproduktionen gjorde Lindberg och Lingvall (1978) en sammanfattande beskrivning av dessa metoder.

Ammoniakbehandling är ytterligare en kemisk metod som under senare år tilldragit sig alltmer intresse. Det har visat sig att ammoniak både i gasform (NH_3) och i vattenlösning (NH_4OH) har gett positiva resultat när det gäller att förbättra näringsvärdet i lågkvalitativt stråfoder. Förutom denna förbättring av fodervärdet tillkommer ammoniakens konserverande effekt. Detta är kanske den största fördelen med ammoniakbehandlingen eftersom det ökar möjligheterna att ta vara på fuktig halm. För områden med förhållandevis fuktigt höst klimat och därmed svåra bärgningsförhållanden är denna egenskap speciellt intressant. I vårt land gäller detta främst de norra och västra delarna. Enligt Lindberg

och Lingvall (1978) är ammoniakbehandling av halm av stort ekonomiskt intresse. De praktiska erfarenheterna från ammoniakbehandling av halm i Norge är mycket goda. I Sverige har metoden däremot inte provats i någon större omfattning.

Ammoniak kan däremot inte rekommenderas för konservering av vallfoder. Vid ammoniakbehandling av vallfoder blir koncentrationen av ammoniak i fodret lätt så hög att man riskerar ammoniakförgiftning av djuren. Det tycks också finnas risk för att ammoniaken förenar sig med sockret i vallfodret och bildar starkt giftiga föreningar av imidazoltyp. Till halm tycks däremot ammoniakbehandling kunna ske utan risk eftersom halm innehåller mycket lite socker.

Ammoniakbehandling av halm - historisk tillbakablick

Ammoniumhydroxidbehandling av halm prövades redan på 1930-talet i Ryssland (Nikolaeva, 1938). Godsägare Junker i Danmark var den första i Skandinavien som arbetade med ammoniakbehandling av halm (Junker, 1960). I Norge startade, på mitten av 1950-talet, ett samarbete mellan NOFO (Norsk Forkonservering) och Norsk Hydro där man under ett antal år gjorde undersökningar beträffande ammoniakbehandling av halm (Fyrileiv & Ulvesli, 1958). Arbetet resulterade slutligen i utvecklingen av den "norska stackmetoden" (Lie, 1975; NOFO, 1976). Samtidigt arbetade även Biotekniska Institut, Kolding, Danmark med ammoniakbehandling av halm (Rexen, 1977 och 1978). Målet för deras undersökningar var att utveckla en industriell metod.

Faktorer som inverkar på behandlingsresultatet

Det har visat sig att mängden tillsatt ammoniak, temperatur, behandlingstid och vattenhalt är de viktigaste faktorerna som inverkar på resultatet av ammoniakbehandlingen. Förutom ovanstående faktorer påverkas resultatet även av tryck samt utgångskvalitet och typ av material som skall behandlas. I ett flertal undersökningar har man studerat hur en eller flera av dessa faktorer inverkar. Denna typ av undersökningar har för det mesta gjorts i laboratorieskala. Faktorerna har mer eller mindre starka samband med varandra. Detta har bland andra Waagepetersen & Vestergaard Thomsen (1977) påvisat.

Ammoniakmängd

Ökad ammoniak tillsats har i de flesta undersökningar visat sig ge upphov till en motsvarande ökning i råproteinhalt (Nx6,25). En liknande tendens har erhållits när det gäller förbättringen i smältbarhet. Råproteinhalten och speciellt smältbarheten ökade dock förhållandevis mindre av ökad ammoniakmängd vid höga temperaturer (Waagepetersen & Vestergaard Thomsen, 1977). En ökad ammoniakmängd över 3-4 % av halmtorrsubstansen visade sig ge endast marginell förbättring av smältbarheten (Sundstøl et al. 1978). Vid höga ammoniakpriser kan därför den ekonomiska nivån för ammoniak tillsats ligga under 3 % av torrsubstansen.

Mängden tillsatt ammoniak har också visat sig ha inverkan på tillväxthastigheten för mikroorganismer efter behandlingstidens slut. Tillväxten avtog tydligt med ökad ammoniakmängd (Küntzel & Pahlow, 1980; Srivastava & Mowat, 1980). Det är dock viktigt, speciellt vid behandling med gasformig ammoniak, att stråfodret hålls övertäckt så länge som möjligt för att undvika att ammoniak försvinner.

Temperatur

Ammoniak verkar vanligtvis långsamt vid temperaturer under 0°C. Liksom de flesta kemiska reaktioner ökar effekten av ammoniakbehandling med ökad temperatur (Sundstøl et al., 1978). Detta gäller åtminstone upp till en viss gräns. Waagepetersen och Vestergaard Thomsen (1977) fann, vid korttidsbehandling (mindre än en vecka) av kornhalm, en positiv effekt på råproteinhalt och smältbarhet med stigande temperatur upp till +45°C. Denna effekt var speciellt påtaglig vid lägre tillsatser av ammoniak.

Behandlingstid

Även ökad behandlingstid inverkar positivt på både råproteinhalten och smältbarheten. Vanligtvis har behandlingstiden endast liten effekt på smältbarheten, men denna effekt ökar påtagligt om tillsatsen av ammoniak och/eller temperaturen är låg (Waagepetersen & Vestergaard Thomsen, 1977).

Det föreligger ett starkt samband mellan temperatur och behandlingstid. Sundstøl et al. (1978) rekommenderade följande riktvärden vid behandling av stråfoder, utifrån varierande yttertemperaturer och 3-4 % ammoniak tillsats.

<u>Temperatur</u>		<u>Behandlingstid</u>	
Under	+ 5°C	Mer än	8 veckor
	5-15°C		4-8 veckor
	15-30°C		1-4 veckor
Över	+30°C	Mindre än	1 vecka

En längre behandlingstid medför troligen inga negativa effekter.

Inom vissa gränser kan ammoniakmängd, temperatur och behandlingstid ersätta varandra. Waagepetersen och Vestergaard Thomsen (1977) ansåg att en ökad temperatur på 15°C motsvarade en ökning i ammoniakmängd med ca 1,5 %-enhet eller en ökning av behandlingstiden med 4,5 gånger.

Vattenhalt

Materialets vattenhalt påverkar resultatet av ammoniakbehandlingen. Waiss et al. (1972) fann att optimala behandlingsförhållanden för rishalm förelåg då vattenhalten var 30 % och ammoniakmängden 5 % vid normal yttertemperatur och vid en behandlingstid på ca 30 dagar. Senare undersökningar med havrehalm har dock visat en positiv effekt på smältbarheten vid ökade vattenhalter upp till 50 %. Detta gällde i synnerhet vid höga ammoniakmängder (5-7 % av halmtorrsubstansen). Höga vattenhalter kan emellertid orsaka fördelningsproblem i materialet vid behandling med gasformig ammoniak (Sundstøl et al., 1978).

Tryck

Waagepetersen och Vestergaard Thomsen (1977) fann en positiv effekt på mängden råprotein och smältbarheten när ammoniakbehandlingen skedde under tryck. Effekten avtog dock med ökad temperatur. Eftersom högt tryck ofta följs av ökad temperatur är det svårt att skilja på dessa effekter. För ammoniakbehand-

ling i praktiskt bruk, exempelvis stackmetoden, är emellertid högt tryck av mindre intresse (Sundstøl et al., 1978).

Utgångskvalitet och typ av material

Ett flertal undersökningar visar att ammoniakbehandling, med gott resultat som följd, kan tillämpas på de flesta växtmaterial (Sundstøl et al., 1978). Resultaten varierar dock kraftigt till och med mellan olika sorter inom samma växtart (Horton & Steacy, 1979). Resultat från vissa undersökningar antyder att förbättringen blir något större för material med låg utgångssmältbarhet jämfört med material med hög smältbarhet (Waiss et al., 1972; Kernan et al., 1977).

Fodervärde

Ammoniak har relativt liten inverkan på stråfodrets kemiska sammansättning med undantag av att kvävehalten och därmed den beräknade råproteinhalten ökar. De flesta halmsorter innehåller 2-6 % råprotein. Tillsatsen av ammoniak innebär ett kvävetillskott vilket resulterar i en ökad råproteinhalt (tabell 1 och 2). Ökningen av mängden råprotein varierar mellan olika undersökningar. Detta beror i huvudsak på olika behandlingsförhållanden, dvs skillnader i de faktorer som inverkar på resultatet av ammoniakbehandlingen (se ovan). Vanligtvis ökar dock stråfodrets råproteinhalt med mer än det dubbla. Waiss et al. (1972) fann att 50 % av ökningen av mängden kväve (N) utgjordes av ammoniakkväve och resten av fastare bundet kväve (N). Lawlor och O'Shea (1979) fann att 58 % av ammoniakerna var irreversibelt bundet till halmen.

Råproteinets smältbarhet i ammoniakbehandlat lågkvalitativt stråfoder är ännu oklar. I undersökningar av rishalm (Garrett et al., 1974 och 1979), majsstjälkar (Oji et al., 1977; Morris & Mowat, 1980) och vetealm (Coward et al., 1977) påvisades en minskad smältbarhet av kväve och råprotein efter ammoniakbehandling. Däremot visade Sundstøl (1977), Horton (1978), Horton och Steacy (1979) samt Richter et al. (1980) att råproteinets smältbarhet ökade i vete-, korn- och havrealm efter ammoniakbehandling.

Tabell 1. Innehåll av råprotein samt smältbarhet in vivo för obehandlat och ammoniak (NH₃) behandlat stråfoder

Strå- foder	NH ₃ -tills. & beh.tid ¹⁾		Råprotein (% av ts) Obch. NH ₃		Smältbarhet (%) för				Referens
					Torrsbst.		Org.subst.		
					Obch. NH ₃		Obch. NH ₃		
Vete	4	g 9	2,6	6,0	38	45			(6,7,10)
Vete	4	g -	4,4	6,7	38	51	42	54	(1,9,9,9)
Korn	4	g -			43	54	42	57	(1,3,8,8,9)
Korn	3,5	g 8	3,9	8,6	48	61	48	64	(2,4,4,6,7)
Havre	4	g -	4,5	8,4	32	39	30	38	(1,9,9,9)
Havre	3,5	g 7	2,4	6,7					(6,7)
Majs	4	v 4	8,8	19,0	52	60	57	66	(5,5)
Majs	3	g 3	4,9	11,8					(11,11)

1) NH₃-tillsats = % av halvtorrsubstansen
g = gasformig ammoniak, v = ammoniak i vattenlösning
behandlingstid = veckor

Referenser:

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| (1) Coxworth et al. (1976) | (7) Horton & Steacy (1979) |
| (2) Kvåle & Homb (1976) | (8) Lawlor & O'Shea (1979) |
| (3) Kvåle & Homb (1977) | (9) Richter et al. (1980) |
| (4) Arnason & Mo (1977) | (10) Herrera-Saldana et al. (1982) |
| (5) Oji et al. (1977) | (11) Saenger et al. (1982) |
| (6) Horton (1978) | |

Tabell 2. Innehåll av råprotein samt smältbarhet in vitro för obehandlat och ammoniak (NH₃) behandlat stråfoder

Strå- foder (halin)	NH ₃ -tills. & beh.tid ¹⁾		Råprotein (% av ts) Obch. NH ₃		Smältbarhet (%) för				Referens
					Torrsbst.		Org.subst.		
					Obch. NH ₃	Obch. NH ₃	Obch. NH ₃	Obch. NH ₃	
Korn	4	g 5	3,5	9,1	39	59	38	56	(4,4,4,5,8,9, 9,13)
Korn	5	v 4	3,3	12,6	37	73			(1)
Havre	5	v 4	2,7	11,1	33	63			(1)
Havre	4	g 1	3,7	9,1		44	57		(3,5,8)
Vete	4	v 7	4,9	11,8	38	55			(1,10,10)
Vete	4	g 8	4,1	8,8	38	46			(2,6,6,7,8,11,11, 11,11,12)
Majs	3	g 3				47	55		(14,14)

1) NH₃-tillsats = % av halmtorrsubstansen
g = gasformig ammoniak, v = ammoniak i vattenlösning
benanlingstid = veckor

Referenser:

- | | |
|--|-----------------------------|
| (1) Waiss et al. (1972) | (9) Lawlor & O'Shea (1979) |
| (2) Becker & Pfeffer (1977) | (10) Solaiman et al. (1979) |
| (3) Rissanen & Kossila (1977) | (11) Tejada et al. (1979) |
| (4) Waagepetersen & Westergaard-
Thomsen (1977) | (12) Streeter et al. (1980) |
| (5) Bentholm (1978) | (13) O'Shea et al. (1981) |
| (6) Herland (1978) | (14) Paterson et al. (1981) |
| (7) Horton (1979) | |
| (8) Kernan et al. (1979) | |

Detta visades även av Herrera-Saldana et al. (1982) när det gällde vetealm.

På liknande sätt som andra NPN (icke proteinkväve) källor, kan även kväve som binds vid stråfoder, efter ammoniakbehandling, utnyttjas för mikrobproteinsyntes i vidden hos idisslare (Sundstøl et al., 1978) och därmed även indirekt av djuret självt. Utnyttjandet av denna typ av kväve beror på den övriga foderstatens sammansättning samt hur hårt belastad vidden är. Mo (1977) samt Arnason och Mo (1977) fann i kvävebalansförsök med växande tjurar att 5 kg NH_3 -behandlad halm och 1,5 kg korn motsvarades av 5 kg obehandlad halm plus 150 g sillmjöl och 2,15 kg korn eller att 1 kg NH_3 behandlad halm motsvarades av 1 kg obehandlad halm plus 36 g protein från sillmjöl och korngröpe.

Ett stort antal smältbarhetsförsök in vivo och in vitro, har utförts med ammoniakbehandlat stråfoder. En del av dessa resultat redovisas också i tabell 1 och 2. Även när det gäller smältbarheten, för torrsubstans eller organisk substans, varierar resultaten avsevärt. Orsaken till detta är i de flesta fall behandlingsförhållandena. I medeltal stiger smältbarheten för torrsubstans och organisk substans med ca 10 procentenheter. När behandlingen utförs under optimala betingelser kan en förbättring i smältbarhet på ca 15 procentenheter förväntas.

Stråfodrets innehåll av bruttoenergi påverkas inte av ammoniakbehandling. Resultaten från ett antal undersökningar är entydiga och redovisas i tabell 3. Däremot ökar energins smältbarhet i de flesta fall med ca 10 % enheter.

Tabell 3. Energiinnehåll samt energins smältbarhet i obehandlat och ammoniak (NH₃) behandlat stråfoder. Där ej annat anges har smältbarheten bestämts i försök med tjurar

Strå- foder (halv)	Bruttoenergi (MJ/kg ts)		Oms.energi (MJ/kg ts)		Smältbarhet (%)		Referens
	Obeh.	NH ₃	Obeh.	NH ₃	Obeh.	NH ₃	
Majs					55 ¹⁾	61 ¹⁾	Oji et al. (1977)
Vete			6,3	7,5			Herland (1978)
Vete			6,3	8,4			"
Vete	17,6	17,6			46	50	Horton (1978)
Korn	17,2	15,9			43	46	"
Havre	17,6	16,3			45	53	"
Ris	16,3 ²⁾	16,3 ²⁾			50 ¹⁾²⁾	59 ¹⁾²⁾	Garrett et al. (1979)
Ris	16,3 ²⁾	16,3 ²⁾			54 ²⁾	57 ²⁾	"
Vete	16,8	17,2					Horton (1979)
Vete	17,6	18,0	5,9 ³⁾	8,0 ³⁾	32	45	Horton & Steacy (1979)
Korn	17,2	17,6					"
Havre	18,0	18,0					"
Korn			4,4	6,8			Lawlor & O'Shea (1979)
Korn			5,9	7,5			"
Majs	16,3 ⁴⁾	17,2 ⁴⁾			52 ⁴⁾	61 ⁴⁾	Morris & Mowat (1980)
Majs	16,3 ⁵⁾	17,2 ⁵⁾			51 ⁵⁾	56 ⁵⁾	"
Vete	17,6	17,6			32	38	Herrera-Saldana et al. (1982)

1) smältbarheten har bestämts i försök med lamm

2) hela foderstaten, därav 72 % rishalm

3) smältbar energi (MJ/kg)

4) hela foderstaten, därav 80 % hackade majsstjälkar

5) hela foderstaten, därav 82 % malda majsstjälkar

I vissa undersökningar har man gjort noggrannare analyser av cellväggs-komponenter, exempelvis NDF, hemicellulosa, cellulosa och lignin, i ammoniak-behandlat stråfoder (Horton, 1981; Paterson et al. 1981; Buettner et al., 1982; Horton et al., 1982). Resultaten tydde i de flesta fall på att andelen cellväggs-komponenter minskade efter ammoniakbehandling. Det tycktes också som om smältbarheten för dessa komponenter ökade bortsett från lignin, som i samtliga undersökningar visade en sänkt smältbarhet.

På basis av resultat från analyser och produktionsförsök samt praktiska erfarenheter menade Sundstøl et al. (1978) och Sundstøl och Matre (1980) att fodervärdet för ammoniakbehandlat stråfoder rimligtvis borde motsvara hö med medelhögt eller lägre näringsinnehåll.

Utfodringsförsök med ammoniakbehandlat stråfoder

Förutom fodervärdet är även konsumtionen av stor betydelse när användbarheten av ammoniakbehandlat stråfoder skall bedömas. Konsumtionen påverkas i stor utsträckning av fodervärdet och då främst av smältbarheten. Konsumtionen av stråfoder påverkas även av fodrets fysiska form (t.ex. hackning, malning, pellettering) samt av mängd och slag av övriga fodermedel (Garmo & Arnason, 1980). Utfodringsförsök med kor, kalvar, rekryteringskvigor, tjurar, stutar samt får visar nästan utan undantag att djuren konsumerar större mängder av ammoniakbehandlat stråfoder än av obehandlat. Campling et al. (1962) fann att ett ökat intag av ammoniakbehandlat foder till viss del förklarades av det ökade råproteininnehållet. Som resultat av den ökade konsumtionen och det förbättrade fodervärdet, har man i de flesta undersökningar även kunnat påvisa en högre tillväxt hos de djur som utfodrats med ammoniakbehandlat stråfoder jämfört med de som utfodrats med obehandlat stråfoder.

Mjölkkor

Det finns litet utrymme för obehandlad halv i foderstater till högt avkastande mjölkkor. Detsamma gäller även för ammoniakbehandlad halv. Den ökade råproteinhalten i ammoniakbehandlad halv utgörs nämligen till största delen av NPN (icke protein kväve). Denna typ av kväve utnyttjas inte i någon nämnvärd omfattning av högt avkastande mjölkkor (Kaufmann, 1979). Antalet

produktionsförsök med ammoniakbehandlat stråfoder till mjölkkor är därför begränsat. Mo (1976) jämförde dock konsumtionen av ammoniakbehandlad halm med konsumtionen av obehandlad halm till mjölkkor. Halmen utfodrades efter aptit, tillsammans med 7,6 kg torrsbstans från annat grovfoder och i medeltal 6,9 kg kraftfoder. Korna konsumerade i medeltal 1,2 kg torrsbstans av den ammoniakbehandlade och 0,7 kg torrsbstans av den obehandlade halmen. Rissanen och Kossila (1977) redovisade försök med mjölkkor där ammoniakbehandlad havrehalm jämfördes med obehandlad vid olika ensilagegivor och kraftfodertillskott efter produktion. Korna konsumerade mer av den ammoniakbehandlade halmen. Detta resulterade i en obetydligt högre mjölkavkastning och viktökning. Arnason (1976), Mo (1978) samt Garmo och Arnason (1980) jämförde ammoniakbehandlad halm med ensilage eller lutad halm till mjölkkor. Resultaten visade att den ammoniakbehandlade halmen stod sig bra i dessa jämförelser. Andelen halm i foderstaterna var dock relativt liten (18-27 % av torrsbstansen) och mängden producerad mjölk var relativt låg (18-20 kg 4 %-ig mjölk). Konsumtionen av torrsbstans från halm påverkades av kornas ålder och storlek samt tidpunkt i laktationsperioden. Konsumtionsförmågan var lägst i början och högst i mitten av laktationen (Garmo & Arnason, 1980). Vid stora grovfodergivor samt när fodermängden kom upp till nära det maximala ratades halmen före ensilaget (Arnason, 1976; Mo, 1978). Kristenssen (1978) visade att halmkonsumtionen minskade med 0,8 kg torrsbstans för varje kg torrsbstans ensilage som utfodrades.

Kalvar

Försök med ammoniakbehandlad halm till kalvar är också fåtaliga. Nicholson et al. (1977) jämförde obehandlad kornhalm med ammoniakbehandlad (50 % av foderstaten). Totala foderkonsumtionen var 5,5 kg per dag från en foderstat med obehandlad halm och 5,9 kg per dag från en foderstat med ammoniakbehandlad halm. Tillväxten var 390 g respektive 530 g per dag på respektive foderstat.

Sundstøl och Matre (1980) ansåg, utifrån praktiska erfarenheter, att ammoniakbehandlad halm troligtvis kan användas som enda grovfoder mot slutet av kalvperioden (4-6 månaders ålder). Förutom ett par kilo kraftfoder bör 120-150 kilos kalvar kunna konsumera 3-4 kg ammoniakbehandlad halm. En förutsättning för detta är dock att halmen är av god kvalitet.

Rekryteringskvigor

Resultat från undersökningar där ammoniakbehandlat stråfoder har använts till rekryteringskvigor redovisas i tabell 4. Antalet undersökningar är även här fåtaliga.

Tabell 4. Resultat från utfodringsförsök med obehandlat och ammoniak (NH₃) behandlat stråfoder till rekryteringskvigor

Antal Djur	Förs. dagar	Strå- foder (halv)	Total foder- konsumtion ¹⁾		Start- vikt (kg)	Tillväxt (g/dag)		Referens
			Obeh.	NH ₃		Obeh.	NH ₃	
15	116	- ²⁾		1,8 ³⁾	217	883 ²⁾	861	Honib et al. (1975)
6	156	Korn ⁴⁾	1,8 (1,2)	1,9 (1,3)	267	635	741	Andersen (1977) och Foldager (197
6	156	Korn ⁵⁾	2,0 (1,0)	2,0 (1,1)	269	698	740	"
8	158	Korn ⁶⁾	2,4 (1,5)	2,5 (1,6)	236	531	615	"
8	158	Korn ⁷⁾	2,3 (1,5)	2,4 (1,5)	240	629	665	"

1) kg torrs substans per 100 kg levande vikt och dag, värden inom parentes anger halmkonsumtion

2) hö, istället för obehandlad halv, jämfört med hö + ammoniakbehandlad halv + 0,83 kg kraftfoder och fri tillgång på höpellets i båda foderstaterna

3) kg halmtorrs substans, tillsammans med 1,5 kg kraftfoder, efter försökets slut

4) + 1 kg melass, 0,5 kg sojaskrå och 0,5 kg fodersockerbetor

5) + 1 kg melass, 0,5 kg sojaskrå och 1,5 kg fodersockerbetor

6) + 2 kg melass och 1 kg korn

7) + 2 kg melass, 0,5 kg korn och 0,5 kg sojaskrå

Homb et al. (1975) fann endast en liten skillnad i tillväxt mellan en grupp som utfodrades med hö och en grupp där 3 kg hö byttes ut mot motsvarande mängd ammoniakbehandlad halm. Efter försöket undersöktes konsumtionsförmågan av ammoniakbehandlad halm. Tillsammans med 1,5 kg kraftfoder konsumerade kvigor 6,0 kg ammoniakbehandlad halm per dag vilket motsvaras av 1,8 kg halm torrsbstans per 100 kg levande vikt och dag.

I danska försök konsumerade kvigor något större mängder och uppnådde högre tillväxter när de utfodrades med ammoniakbehandlad halm än när de utfodrades med obehandlad halm (Andersen, 1977; Foldager, 1978). Foldager ansåg att en tillväxt på 600-700 g per dag kunde uppnås om 60 % av torrsbstansen, i foderstaten, utgjordes av obehandlad halm. Om halmen ammoniakbehandlades borde foderstaten kunna innehålla över 70 % halm med bibehållen tillväxt. Eftersom kravet på tillväxt inte är så stort ansåg Sundstøl och Matre (1980) att rekryteringskvigor borde kunna konsumera 5-7 kg ammoniakbehandlad halm per dag tillsammans med små mängder kraftfoder.

Tjurar

Ett flertal utfodringsförsök med ammoniakbehandlat stråfoder till tjurar har utförts. Resultat från sådana försök redovisas i tabell 5. När tjurarna har haft fri tillgång eller nästan fri tillgång på stråfoder har de konsumerat mer av ammoniakbehandlat än av obehandlat stråfoder. Tillväxten var i de flesta fall högre när tjurarna utfodrades med ammoniakbehandlat stråfoder. Kvåle och Homb (1976) redovisade däremot ett försök där tillväxten var lägre hos tjurar som erhöll ammoniakbehandlad halm. Dessa resultat avviker starkt från de flesta övriga undersökningar. Resultaten från smältbarhetsförsök med denna halm tydde dock på att ammoniakbehandlingen inte varit helt tillfredsställande (Kvåle & Homb, 1976). Ensilage- och kraftfodergivorna var också relativt höga i nämnda försök medan halmgivan var begränsad. Horton (1978) fann ingen ökning i konsumtionen av ammoniakbehandlad halm jämfört med obehandlad om tjurar fick ett tillskott av 4 kg kraftfoder. Horton har dock inte redovisat tjurarnas tillväxt i ovanstående undersökning.

Tabell 5. Resultat från utfodringsförsök med obehandlat och ammoniak (NH₃) behandlat stråfoder till tjurar

Antal Djur	Förs. dagar	Strå- foder (halin)	Halm- konsumtion ¹⁾		Start- vikt (kg)	Tillväxt (g/dag)		Referens
			Obeh.	NH ₃		Obeh.	NH ₃	
10	174	-	1,2 ²⁾³⁾	1,2 ²⁾	284	1025 ³⁾	840	Arnasson (1976)
-	-	Vete	3,1 ⁴⁾	4,1 ⁴⁾	-			Coxworth et al. (1976)
14	151	- ⁵⁾	0,8 ²⁾	0,8 ²⁾	312	669	855	Kvåle & Homb (1976)
14	172	- ⁵⁾	0,9 ²⁾	0,9 ²⁾	275	1161	1075	"
14	134	-	0,9 ²⁾	1,1 ²⁾	292	912	1024	Kvåle (1978)
12	28	Vete	2,3	3,3	280			Horton (1978)
12	28	Korn	2,3	3,7	280			"
12	28	Havre	3,0	4,2	280			"
10	154	Ris ⁶⁾	8,0 ⁴⁾	9,3 ⁴⁾	256	229	533	Garrett et al. (1979)
10	154	Ris ⁷⁾	9,8 ⁴⁾	9,6 ⁴⁾	257	842	926	"
4	21	Vete	2,7	3,5	240			Horton & Steacy (1979)
4	21	Korn	3,3	3,6	240			"
4	21	Havre	3,3	3,8	240			"
8	-	Majs ⁸⁾	1,5 ¹⁰⁾	1,7 ¹⁰⁾	295			Morris & Mowat (1980)
8	-	Majs ⁹⁾	2,2 ¹⁰⁾	2,4 ¹⁰⁾	295			"
-	-	Vete	2,9	3,3	235	460	450	Streeter et al. (1980)
30	49	Korn	5,0	6,3	454	341	592	O'Shea et al. (1981)
44	93	Majs ¹¹⁾	5,0	5,0	218	240	290	Paterson et al. (1981)
44	93	Majs ¹²⁾	4,1	4,6	219	140	180	"
30	104	Majs ¹³⁾	4,2	7,2	214	390	720	"
6	15	Vete	4,4	5,0	288			Herrera-Saldana et al. (1982)
6	16	Vete ¹⁴⁾	5,7 ⁴⁾	6,2 ⁴⁾	340			Horton et al. (1982)
12	92	Vete ¹⁴⁾	8,5 ⁴⁾	9,5 ⁴⁾	344	830	1130	"
6	16	Vete ¹⁵⁾	5,6 ⁴⁾	5,6 ⁴⁾	340			"
12	92	Vete ¹⁵⁾	9,4 ⁴⁾	10,4 ⁴⁾	345	1110	1130	"
4	18	Majs	3,1	4,1	239			Saenger et al. (1982)
5	26	Majs	3,6	4,3	254			"
-	280	Korn	1,0	1,1	-	1066	1092	Rissanen et al. (1981)
-	336	Korn	2,3	3,4	-	864	946	"

Förklaring till tabell 5

- 1) kg torrsbstans per dag
- 2) kg torrsbstans per 100 kg levande vikt och dag
- 3) ensilage istället för obehandlad halin
- 4) totalt foderintag, kg per dag
- 5) begränsad halingiva
- 6) 72 % rishalm i foderstaten
- 7) 36 % rishalm i foderstaten
- 8) hackade majsstjälkar
- 9) malda majsstjälkar
- 10) totalt foderintag, % av kroppsvikten
- 11) tidigt skördade majsstjälkar
- 12) sent skördade majsstjälkar med tillsats av vatten
- 13) majscobs
- 14) hackad vetehalm
- 15) pelletterad vetehalm

Arnason (1976) har redovisat försök där ammoniakbehandlad halm jämfördes med gräsensilage. Tjurarna konsumerade lika stora mängder av båda foderslagen. Däremot kunde den ammoniakbehandlade halmen inte konkurrera med gräsensilaget när tillväxten hos tjurarna jämfördes.

Sundstøl och Matre (1980) redovisade försök där man undersökte behovet av proteinkraftfoder i samband med utfodring av ammoniakbehandlad halm. Preliminära resultat tydde på att enbart 4-5 kg ammoniakbehandlad halm och 2-3 kg korn (samt mineraler och vitaminer) täckte proteinbehovet för tillväxter upp till 800-900 g per dag. För tillväxter över 1000 g per dag krävdes större kraftfodermängder eller ytterligare proteinkomplettering.

Matre (1978) ansåg att en konsumtion av omkring 1,0 kg halmtorrsubstans per 100 kg levande vikt från obehandlad halm bör vara rimligt vid intensiv uppfödning och omkring 1,5 kg vid extensiv uppfödning. Motsvarande konsumtion av ammoniakbehandlad halm bör ligga på 1,3 och 1,8 kg.

Stutar

Ammoniakbehandlad halm passar bäst i extensiva former av köttproduktion. Den mesta tillväxten skall då ske under betesperioden varför endast måttliga tillväxter, 250-500 g per dag, behöver uppnås under stallperioden. Resultat från produktionsförsök med stutar, utförda i Norge, redovisas i tabell 6. Samtliga försök visar att både konsumtionen och tillväxten var större när stutarna utfodrades med ammoniakbehandlad halm än när de utfodrades med obehandlad halm. I ett av försöken (Sundstøl & Matre, 1979) konsumerade stutarna i medeltal 10 kg ammoniakbehandlad halm och endast 0,25 kg kraftfoder per dag men uppnådde ändå en tillväxt på drygt 430 g per dag. Efter en lyckad ammoniakbehandling är det därför troligen möjligt att använda NH_3 -halm som enda fodermedel till stutar. Under sista stallperioden när stutarna är 1 1/2 - 2 år bör de kunna konsumera 8-11 kg ammoniakbehandlad halm per dag (Sundstøl & Matre, 1980).

Tabell 6. Resultat från utfodringsförsök med obehandlat och ammoniak (NH_3) behandlat stråfoder till stutar

Antal Djur	Förs. dagar	Strå- foder (halv)	Halm- konsumtion ¹⁾		Start- vikt (kg)	Tillväxt (g/dag)		Referens
			Obeh.	NH_3		Obeh.	NH_3	
-	104	-	3,0 ²⁾	4,1	-	470	590	Arnason (1976)
4	84	Korn	0,8	1,1	276	530	660	Pestalozzi & Matre (1976)
5	112	Korn	0,9	1,1	282	215	530	Pestalozzi & Matre (1977)
14	168	-	1,3	2,1	375	349	434	Sundstøl & Matre (1979)

Köttkor

I Canada har Coxworth et al. (1977) undersökt användbarheten av ammoniakbehandlad vetealm, under vinterperioden, till köttkor. Kornas underhållsbehov kunde inte täckas utan de minskade i vikt, när halmen utfodrades som enda fodermedel. Om den behandlade halmen däremot utfodrades tillsammans med 1,5 kg krossat korn eller i en 50 : 50 blandning med luzerngräs-hö kunde korna hålla vikten.

Får (lamm)

Försök med lamm visar också på en högre konsumtion och tillväxt om ammoniakbehandlat stråfoder utfodras istället för obehandlat stråfoder. En sammanställning av sådana försöksresultat redovisas i tabell 7.

Enligt Nedkvitne och Maurtvedt (1980) bör inte alltför stora mängder hö eller ensilage utfodras om man vill att fåren skall äta mycket ammoniakbehandlad halv. Tillsammans med 0,3 kg torrsbstans från annat grovfoder bör tackor, med en vikt på ca 75 kg, kunna konsumera 0,75 - 1 kg ammoniakbehandlad halv. Ammoniakbehandlad halv är således lämplig som vinterfoder till får. Den kan utfodras efter aptit med tillskott av exempelvis ett par kilo ensilage och lite kraftfoder. Före betäckning och efter lamning bör dock halmgivan reduceras samtidigt som ensilagegivan ökas.

Tabell 7. Resultat från utfodringsförsök med obehandlat och ammoniak (NH₃) behandlat stråfoder till lamm

Antal Djur	Förs. dagar	Strå- foder (halm)	Total foder- konsumtion ¹⁾		Start- vikt (kg)	Tillväxt (g/dag)		Referens
			Obeh.	NH ₃		Obeh.	NH ₃	
8	10	Majs ²⁾	664	949	26			Oji et al. (1977)
8	10	Majs ²⁾	664	984	26			"
6	63	Ris ³⁾	1860 ⁵⁾	1970 ⁵⁾	26	89	136	Garrett et al. (1979)
6	63	Ris ⁴⁾	1870 ⁵⁾	1160 ⁵⁾	26	184	89	"
12	10	Korn ⁶⁾	465 (257)	665 (457)	37			Lawlor & O'Shea (197)
12	10	Korn ⁷⁾	569 (343)	809 (583)	37			
4	8	Vete ⁸⁾	595	673	18	56	130	Tejada et al. (1979)
4	8	Vete ⁹⁾	579	579	18	74	128	"
4	8	Vete ¹⁰⁾	496	485	18	92	116	"
6	7	Majs ¹¹⁾	398	777	45			Paterson et al. (198
6	7	Majs ¹¹⁾	398	997	45			"
6	7	Majs ¹¹⁾	643	764	45			"
6	7	Majs ¹²⁾	962	1190	45			"

1) g torrsubstans per dag, värden inom parentes anger halmkonsumtion

2) ca 96,5-98 % majsstjälkar i foderstaten

3) 72 % rishalm i foderstaten

4) 36 % rishalm i foderstaten

5) g foder per dag

6) + 250 g korn

7) + 250 g lammkoncentrat

8) 75 % vetealm av grovfodret, resten majsensilage + 341 g koncentrat per dag

9) 50 % vetealm av grovfodret, resten majsensilage + 341 g koncentrat per dag

10) 25 % vetealm av grovfodret, resten majsensilage + 341 g koncentrat per dag

11) ca 95-96 % majsstjälkar i foderstaten

12) ca 47 % majsstjälkar och 50 % lusernhö i foderstaten

Syftet med den egna undersökningen

Denna undersökning gjordes för att försöka fastställa ammoniakens konserverande egenskaper på fuktig halm under praktiska förhållanden. Med hjälp av kemiska analyser, smältbarhetsförsök på får och utfodringsförsök med köttdjur skulle sedan den ammoniakbehandlade halms fodervärde och användbarhet bestämmas.

MATERIAL OCH METODER

Skörd, behandling och lagring av halm

Höstarna 1978, 1979, och 1980 bärgades korn- och havrehalm med vattenhalter mellan 15-35 %. Halmen rullades antingen upp till storbalar eller hårdpressades. En del av respektive halmparti behandlades med gasformig ammoniak (3-4 % per kg torrs substans) enligt den "norska stackmetoden" (Lie, 1975; NUF0, 1976). Resterande partier lagrades obehandlade, vid behov på skultork. Den ammoniakbehandlade halmen lagrades i minst 8 veckor innan stackarna öppnades. Därefter gjordes kontinuerliga uttag till utfodringsförsök med köttdjur.

Djurmaterial

Ett försök med 12 ungtjurar (HxSRB), som vid försökets början var 8-14 månader gamla, och två försök med vardera 14 stycken 8-12 månader gamla rekryteringskvigor Cx(HxSRB) utfördes. Dessutom genomfördes ett försök med 30 förstakalvare (HxSRB) och ett annat med 30 kor (HxSRB), som kalvat minst en gång tidigare.

Ungtjurarna stod uppbundna i ett isolerat stall medan rekryteringskvigorerna, förstakalvarna och de äldre korna gick i kall sluten lösdrift med bässängar. Studierna genomfördes på Götala försöksgård utanför Skara.

Försöksuppläggning och utfodring

Ungtjurar

I utfodringsförsöket med ungtjurarna (1978-79) jämfördes konsumtionen av ammoniakbehandlad kornhalm med konsumtionen av obehandlad kornhalm.

Jämförelserna gjordes vid två olika kraftfodernivåer, 1,5 kg respektive 3,0 kg (se tabell 10 sid. 28). Tjurarna utfodrades två gånger per dag. Halmen utfodrades efter aptit. Kraftfodret bestod av kornkross och rapsmjöl. Kraftfodrets sammansättning justerades så att samtliga foderstater innehöll ca 8 g smältbart råprotein per MJ. Tjurarna erhöll dessutom 100 g mineralfoder (Ewomin VM Special) per dag. I samband med utfodring av ammoniakbehandlad halm kompletterades mineralfodret med Na_2SO_4 . Försöket genomfördes som romerska kvadrater vilket innebar att varje djur genomgick samtliga försöksbehandlingar. Försöksperioderna omfattade 28 dagar och föregicks av 14 dagars övergångsperioder.

Rekryteringskvingor

Två på varandra följande år utfördes utfodringsförsök med rekryteringskvingor. I försök I (1979-80) bestämdes konsumtionen av ammoniakbehandlad havrehalm med eller utan tillskott av ensilage. I försök II (1980-81) mättes konsumtionen av ammoniakbehandlad kornhalm med eller utan tillskott av kraftfoder. Kvingorna utfodrades 2 gånger per dag i en och samma grupp. Halmen utfodrades efter aptit. Mineralfoder (Ewomin VM Special) kompletterat med Na_2SO_4 och salt gavs i fri tillgång.

De första 36 dagarna under försök I och de första 42 dagarna under försök II utfodrades kvingorna med enbart ammoniakbehandlad halm. Därefter, 73 dagar under försök I respektive 118 dagar under försök II, utfodrades halmen tillsammans med 1,8 kg ts ensilage respektive 1,5 kg kraftfoder (1,0 kg spannmålskross och 0,5 kg sojamjöl).

Förstakalvare och äldre kor

I försök I med förstakalvare (1979-80) jämfördes konsumtionen av ammoniakbehandlad kornhalm med konsumtionen av obehandlad kornhalm och i försök II med äldre kor (1980-81) gjordes motsvarande jämförelse med havrehalm. I båda försöken indelades djuren i två grupper om vardera 15 djur. Hänsyn till kondition, ålder samt beräknat kalvningsdatum togs vid grupperingen. I båda försöken sträckte sig försöksperioden över lågdräktighet, högdräktighet och digivning. Försöken startade med lågdräktighetsfoderstat. Byte till

högräktighetsfoderstat gjordes med utgångspunkt från det datum då hälften av korna beräknades ha kalvat. Högräktighetsfoderstat utfodrades i ca 90 dagar. Digivningsfoderstat utfodrades (efter 14 dagars övergångsperiod) från och med den tidpunkt då hälften av korna hade kalvat. Djuren utfodrades en gång per dag. Halmen utfodrades efter aptit. Mineralfoder (Ewomin VM Special) och salt gavs i fri tillgång. Mineralfodret kompletterades med Na_2SO_4 till grupperna som utfodrades med ammoniakbehandlad halm.

Försök I föregicks och avslutades med en 14 dagars övergångsperiod. Då utfodrades i genomsnitt 4,3 kg obehandlad halm och 3,4 kg ts ensilage per ko och dag. Försöksperioden omfattade 149 dagar. Förutom halm utfodrades även ensilage under försöksperioden. Utfodringen syftade till att ge de två grupperna samma förändring av levande vikten. Eftersom halmen utfodrades efter aptit justerades ensilagegivan så att dels proteinbehovet täcktes och dels samma viktsförändring erhöles.

Även försök II föregicks och avslutades med en 14 dagars övergångsperiod. Då utfodrades i genomsnitt 8,7 kg obehandlad halm och 2 kg kraftfoder per ko och dag. Försöksperioden omfattade 155 dagar. Förutom halm utfodrades även kraftfoder under försöksperioden. Kraftfodret utgjordes av enbart spannmålskross till gruppen som utfodrades med ammoniakbehandlad halm och spannmålskross kompletterat med 33-50 % sojamjöl till gruppen som utfodrades med obehandlad halm. Kraftfodergivan varierade beroende på produktionsstadium (se tabell 12 sid. 30). Givan var lika stor till respektive grupp under högräktighets- och digivningsperioderna. Under lågräktighetsperioden däremot erhöles gruppen som utfodrades med ammoniakbehandlad halm inte något kraftfoder alls.

Provtagning och analyser

Fodermedel

Utfodrade mängder och eventuella foderrester vägdes dagligen. Foderprover för analys togs varje dag från de olika halmpartierna och ensilaget och slogs ihop till ett prov per tvåveckorsperiod eller ett prov per månad.

Prov på de ingående komponenterna i kraftfoderblandningarna togs före varje blandningstillfälle. Den omsättbara energin i halmen beräknades utifrån smältbarhet in vivo. Dessutom har den omsättbara energin i halmen, liksom i ensilaget, kalkylerats utifrån smältbarhet in vitro (Lindgren, 1979 och 1983). Halmens innehåll av smältbart råprotein har beräknats utifrån 25 % smältbarnet i obehandlad halm (Axelsson, 1941; Eriksson et al., 1976) och 50 % smältbarhet i ammoniakbehandlad halm. Kraftfodrets innehåll av omsättbar energi och smältbart råprotein har beräknats utifrån dess kemiska sammansättning (Axelsson, 1941; Eriksson et al., 1976). Innehållet av torrs substans, råprotein, omsättbar energi och smältbart råprotein i kraftfoder, ensilage, kross och sojamjöl redovisas i tabell 8.

Tabell 8. Innehåll av torrs substans, råprotein, omsättbar energi och smältbart råprotein i kraftfoder, ensilage, kross och sojamjöl under de tre försöksåren. Medeltal

År	Foder- medel	Ts (%)	Råprotein (% av ts)	Omsättbar energi (MJ/kg ts)	Smältbart råprotein (g/kg ts)
1978-79	Kraftfoder	86	-	12,7	-
1979-80	Ensilage	24	19,1	10,6	148
1980-81	Kross	83	11,2	12,5	84
	Sojamjöl	89	49,3	14,4	453

Kross = 90 % korn och 10 % betfor

Djurvägning

Ungtjurarna vägdes vid installning samt första och sista dagen i varje försöksperiod.

Rekryteringskvigorna vägdes vid installning samt var fjärde vecka under försökets gång. Vägning två på varandra följande dagar, skedde dessutom vid försöksstart, vid foderstatsbyte samt vid försökets slut.

Förstakalvarna och de äldre korna vägdes vid installning samt var fjärde vecka under försökets gång. Dessutom skedde vägning två på varandra följande dagar, vid försökets start, efter kalvning, vid försökets slut samt vid betessläppning. Vikterna har korrigerats för fostervikt enligt Jakobsen (1957).

Konditionsbedömning

Innan försöksstart och efter försökets slut bedömdes förstakalvarnas och de äldre kornas kondition (hull). Bedömningen gjordes med de traditionella slaktargreppen, vilka innebär att man känner på djuret över revbenen, vid svansroten och i ljumskvecket. Djuren graderades sedan efter en 6-gradig skala där 0 innebar mycket mager och 5 mycket fet.

Statistisk bearbetning

Tjurarnas foderkonsumtion har analyserats enligt Pattersson och Lucas (1962). Övriga resultat redovisas som okorrigerade medeltal.

RESULTAT

Halmsens fodervärde

Resultat från analyser av obehandlad och ammoniakbehandlad halms under de tre försöksåren redovisas i tabell 9. Värdena anges som medeltal för hela utfodringsperioden under respektive försök. I figurerna 1-5 redovisas förändringarna i halmen under försökens gång.

Tabell 9. Innehåll av torrsubstans, råprotein, smältbart råprotein och omsättbar energi in vitro respektive in vivo samt smältbarhet för organisk substans in vitro (V.O.S.) respektive in vivo i obehandlad och ammoniakbehandlad korn- och havrehalm. Medeltal för hela utfodringsperioderna

År/ Foder- medel	Ts (%)	Råprotein (% av ts)	Smältbarhet för organisk subst.(%)		Omsättbar energi(MJ/kg ts)		Smältbart råprotein (g/kg ts)
			<u>in vitro</u>	<u>in vivo</u>	<u>in vitro</u>	<u>in vivo</u>	
<u>1978-79</u>							
Kornhalm							
Obeh.	86	4,1	56	48	6,2	6,6	10
NH ₃ -beh.	76	6,8	64	54	7,2	7,6	34
<u>1979-80</u>							
Havrehalm							
Obeh.	86	4,5	58	38	6,6	5,2	11
NH ₃ -beh.	81	10,3	79	59	8,8	8,3	52
Kornhalm							
Obeh.	84	6,0	49	45	5,5	5,7	15
NH ₃ -beh.	78	11,0	74	62	8,2	8,3	55
<u>1980-81</u>							
Kornhalm							
Obeh.	76	4,5	47	-	5,4	-	11
NH ₃ -beh.	73	7,8	57	45	6,5	6,1	39
Havrehalm							
Obeh.	89	3,3	53	41	6,0	5,7	8
NH ₃ -beh.	80	7,1	64	51	7,1	6,8	36

I samtliga försök var innehållet av råprotein, smältbart råprotein och omsättbar energi samt smältbarheten för organisk substans högre i den behandlade halmen. Efter ammoniakbehandling av halmen ökade råproteinhalten (Nx6,25) med 2,7-5,8 %-enheter, smältbarheten för den organiska substansen med 6-21 %-enheter in vivo och 8-25 %-enheter in vitro samt innehållet av

omsättbar energi med 1,0-3,1 MJ/kg ts in vivo och 1,0-2,7 MJ/kg ts in vitro.

Det gjordes ingen objektiv undersökning av halmens hygieniska kvalitet. Subjektiva bedömningar kunde dock inte påvisa någon förekomst av bakterier eller mögelsvampar.

Djurhälsa

I försöken med ungtjurar, rekryteringskvigor och äldre kor har samtliga djur, som ingick vid respektive försöksstart, genomgått hela försöksperioden. I försöket med förstakalvare, nödslaktades däremot två av djuren i gruppen som utfodrades med ammoniakbehandlad halm p.g.a. kalvningsproblem.

Foderkonsumtion och viktsförändring

Ungtjurar

Resultat från försöket med ungtjurar redovisas i tabell 10. Tjurarna konsumerade mer halmtorrsubstans per 100 kg levande vikt om halmen var ammoniakbehandlad. Jämfört med obehandlad halm blev konsumtionen av ammoniakbehandlad halm 27 % större då kraftfodergivan var 1,5 kg och 9 % större då kraftfodergivan var 3,0 kg. Vid försökets start var genomsnittsvikten för tjurarna 264 kg och vid försökets slut 357 kg. Detta ger en tillväxt på 598 g per dag under hela försöksperioden. Den kalkylerade tillväxten, dvs beräknad tillväxt utifrån foderkonsumtionen enligt Norrman (1977), var vid båda kraftfodergivorna betydligt högre under de perioder då tjurarna utfodrades med ammoniakbehandlad halm än under de perioder då de utfodrades med obehandlad halm. Skillnaden var större vid den lägre kraftfodergivan.

Tabell 10. Resultat från utfodringsförsök med obehandlad och ammoniak (NH₃) behandlad kornhalm till ungtjurar. Medeltal

Försök (1978-79)	A (1,5 kg kraftfoder)		B (3,0 kg kraftfoder)	
	Obeh.halm	NH ₃ -halm	Obeh.halm	NH ₃ -halm
Antal djur	12	12	12	12
Antal försöksdagar	28	28	28	28
Konsumerad mängd (kg/dag)				
kraftfoder	1,5	1,5	3,0	3,0
halm	4,0	5,7	3,9	4,9
Konsumerad mängd torr- substans från halm (kg/100 kg levande vikt och dag)	1,1	1,4	1,1	1,2
Kalkylerad tillväxt (g/dag)	160	490	610	760

Kalkylerad tillväxt = beräknad tillväxt utifrån foderkonsumtionen enligt Norman (1977)

Rekryteringskvigor

Resultat från försöken med rekryteringskvigor redovisas i tabell 11. I försök I minskade konsumtionen av halmtorrsubstans per 100 kg levande vikt med 12 % när kvigorna erhöll tillskott i form av ensilage. I försök II ökade däremot motsvarande konsumtion med 36 % när kvigorna fick kraftfoder. Kvigornas viktökning var 400 g per dag då de utfodrades med ammoniakbehandlad halm med tillskott av ensilage eller kraftfoder. Då kvigorna utfodrades med enbart ammoniakbehandlad halm ökade vikten däremot med endast 220 g per dag i försök I medan den minskade med 120 g per dag i försök II.

Tabell 11. Resultat från utfodringsförsök med ammoniak (NH_3) behandlad havrehalm (I) respektive kornhalm (II) till rekryteringskvigor. Medeltal

Försök	I (1979-80)		II (1980-81)	
	halm	halm+ensilage	halm	halm+kraftfoder
Antal djur	14	14	14	14
Antal försöksdagar	36	73	42	118
Konsumerad mängd (kg/dag)				
kraftfoder	-	-	-	1,5
ensilage (kg ts)	-	1,8	-	-
NH_3 -halm	5,7	5,4	3,8	5,5
Konsumerad mängd torrsubstans från halm (kg/100 kg levande vikt och dag)				
	1,7	1,5	1,1	1,5
Startvikt	266	274	267	262
Slutvikt	274	303	262	309
Viktsförändring (kg)	8	29	-5	47
- " - (g/dag)	(220)	400	-120	400

Förstakalvare och äldre kor

Konsumtionen av halm samt ensilage respektive kraftfoder redovisas i tabell 12. I samma tabell redovisas även djurens levande vikter vid försökets start och slut, viktsförändring under försökets gång samt konditionspoäng.

I båda försöken konsumerade djuren betydligt mer av den ammoniakbehandlade halmen än av den obehandlade halmen. I försök I (förstakalvare) krävdes det därför mer ensilage till den grupp som utfodrades med obehandlad halm för att grupperna skulle erhålla en likartad viktsförändring. I försök II (äldre kor), konsumerade korna så mycket som 1,8 kg torrsubstans per 100 kg levande vikt och dag av den ammoniakbehandlade halmen. Under högräktighetsperioden och digivningen då de två grupperna erhöll samma mängd kraftfoder var konsumtionen ca 20-30 % större av den ammoniakbehandlade än av den obehandlade halmen.

Skillnaderna i konsumtion resulterade i motsvarande förändringar av vikt och kondition (hull).

Tabell 12. Resultat från utfodringsförsök med obehandlad och ammoniak (NH₃) behandlad kornhalm till förstakalvare (I) respektive havrehalm till äldre kor (II). Medeltal

Försök	I (1979-80)		II (1980-81)	
	Obeh.halm	NH ₃ -halm	Obeh.halm	NH ₃ -halm
Antal djur	15	13	15	15
Antal försöksdagar	149	149	155	155
Konsumerad mängd (kg/dag)				
Lågdräktighet:				
kraftfoder	-	-	1,0	-
ensilage (kg ts)	3,6	-	-	-
halm	3,7	9,5	7,6	13,1
Högdräktighet:				
kraftfoder	-	-	1,5	1,5
ensilage (kg ts)	3,8	1,0	-	-
halm	3,6	8,2	8,6	12,5
Digivning:				
kraftfoder	-	-	3,1	3,1
ensilage (kg ts)	6,8	3,6	-	-
halm	3,6	8,2	9,1	12,8
Konsumerad mängd torrsubstans från halm (kg/100 kg levande vikt och dag)				
Lågdräktighet	0,7	1,6	1,2	1,8
Högdräktighet	0,7	1,4	1,4	1,8
Digivning	0,7	1,4	1,5	1,8
Startvikt (kg)	457	459	567	563
Slutvikt (kg)	444	450	546	576
Viktsförändring (kg)	-13	-9	-21	13
- " - (g/dag)	-87	-60	-136	84
Konditionspoäng				
försöksstart	3,4	3,5	3,9	3,9
försöksslut	1,9	1,9	1,8	2,3

DISKUSSION

Ammoniak har i många undersökningar visat sig ha både fodervärdesförbättrande och konserverande egenskaper vid behandling av lågkvalitativa stråfoder, exempelvis halm. I norra och västra Sverige är ofta möjligheterna till torkning av halm på slag begränsade. Ammoniakbehandling blir därför åtminstone i dessa områden främst ett sätt att konservera fuktig halm. Metoden har förutom i föreliggande undersökning även tidigare visat sig vara pålitlig under besvärliga skördeförhållanden. I denna undersökning kunde ingen anmärkning riktas mot den ammoniakbehandlade halmens hygieniska kvalitet. Den ökade råproteinhalten och förbättrade smältbarheten samt det ökade energiinnehållet som uppkommer efter ammoniakbehandling kan således ses som en sekundär och mycket positiv effekt.

I den här presenterade studien behandlades korn- och havrehalm, med 3-4 % ammoniak (NH_3) per kg halmtorrsubstans, under minst 8 veckor. Vid behandlingstidpunkten var halmens vattenhalt mellan 15 och 35 %. Denna tillsats av ammoniak visade sig tillräcklig för att göra halmen lagringsduglig i flera månader.

I medeltal ökade råproteinhalten i halmen med 4,1 %-enheter efter ammoniakbehandling.

Både in vivo och in vitro bestämningarna visade att smältbarheten för den organiska substansen var högre i den ammoniakbehandlade halmen än i den obehandlade halmen. I medeltal ökade smältbarheten med 15 %-enheter in vivo och med 14 %-enheter in vitro. Halmens innehåll av omsättbar energi ökade också. Vid in vivo bestämningarna ökade innehållet med 1,9 MJ/kg ts och vid in vitro bestämningarna med 1,6 MJ/kg ts i medeltal eller 35 % respektive 27 %.

De erhållna resultaten, när det gäller fodervärdesförbättring var entydiga även om variationen kan tyckas ganska stor. Resultatet stämmer också väl överens med tidigare undersökningar (se tabell 1 och 2). Variation i behandlingsresultat beror med stor sannolikhet på olikheter i utgångsmaterial, vattenhalt samt temperatur under behandlingsprocessen. Vidare kan tätningen av stackarna ha varit mer eller mindre fullständig.

De genomförda smältbarhetsstudierna och produktionsförsöken visade god överensstämmelse. Förbättrat näringsvärde och eventuellt även förbättrad smaklighet medförde en ökning av torrsbstanskonsumtionen av den ammoniakbehandlade halmen jämfört med den obehandlade. Konsumtionsökningen låg mellan 10-30 % beroende på foderstatens övriga delar och aktuell djurkategori.

Efter ammoniakbehandling av halmen ökade ungtjurarna sin konsumtion av halmtorrsbstans med 10-30 % beroende på kraftfodergivans storlek. Resultatet ligger i nivå med vad som tidigare framkommit (tabell 5). Tjurarna konsumerade ca 6 kg ammoniakbehandlad halm då de fick 1,5 kg kraftfoder per dag och ca 5 kg halm då de fick 3,0 kg kraftfoder per dag. Detta motsvaras av 1,4 respektive 1,2 kg halmtorrsbstans per 100 kg levande vikt och dag. Motsvarande värde för obehandlad halm var 1,1 kg vid båda kraftfodergivorna. Denna konsumtion av ammoniakbehandlad halm bör enligt (Norman, 1977) resultera i tillväxter mellan 500-800 g per dag. Detta är något lägre än preliminära resultat redovisade av Sundstøl och Matre (1980). Den kalkylerade tillväxtökningen vid de två kraftfodergivorna var 300 g respektive 150 g större vid utfodring med ammoniakbehandlad halm jämfört med obehandlad halm. Den minsta skillnaden i både konsumtion och kalkylerad tillväxt mellan grupperna, som utfodrades med ammoniakbehandlad respektive obehandlad halm, uppkom vid den högre kraftfodergivan. I försök med tjurar kunde Horton (1978) inte påvisa någon ökning i konsumtion av ammoniakbehandlad halm jämfört med obehandlad halm om djuren fick ett tillskott av 4 kg kraftfoder per dag. Höga kraftfodergivor resulterar således i en mindre skillnad i konsumtion av ammoniakbehandlad jämfört med obehandlad halm. Detta avspeglas även i mindre tillväxtskillnader. Resultatet från försöket tyder på att ammoniakbehandlad halm kan utfodras som enda grovfoder till ungtjurar. För tillväxter upp till 800 g per dag kan foderstaten bestå av ca 60 % ammoniakbehandlad halm. Ammoniakbehandlad halm kan således anses som ett lämpligt fodermedel speciellt vid extensiva former av ungtjursuppfödning. Den kan då användas som enda grovfodermedel under stallperioden eftersom den kraftigaste tillväxten hos djuren förväntas ske under betesperioden.

Försöken med rekryteringskvigor visade att dessa har god förmåga att konsumera stora mängder ammoniakbehandlad halm. Tillväxten blir dock låg om halmen utfodras som enda fodermedel. Kvigorna konsumerade 5-6 kg ammoniak-

behandlad halm per dag tillsammans med antingen 1,8 kg ts ensilage eller 1,5 kg kraftfoder. Detta motsvaras av omkring 1,5 kg halmtorrsubstans per 100 kg levande vikt och dag och överensstämmer med tidigare försök (Homb et al., 1975; Andersen, 1977; Foldager, 1978). På dessa fodergivor växte kvigorerna omkring 400 g per dag. Ammoniakbehandlad halm kan således utfodras som enda grovfoder och utgöra mer än 70 % av torrsubstansen i foderstaten till rekryteringskvigor. Foldager (1978) har tidigare konstaterat att foderstaten till rekryteringskvigor kunde utgöras av minst 70 % ammoniakbehandlad halm. En tillväxt på ca 600-700 g per dag borde då kunna uppnås. Sundstøl och Matre (1980) var av liknande åsikt eftersom kravet på tillväxt inte behöver vara så stort.

Under slutet av dräktigheten och under digivningen kunde de äldre korna öka sin konsumtion med 20-30 % sedan halmen ammoniakbehandlats. Vid den tillämpade kraftfodernivån 1,5-3,1 kg motsvarade utfodring med obehandlad halm 85 % och utfodring med ammoniakbehandlad halm 115 % av beräknat energibehov (Eriksson et al., 1976). Detta är förklaringen till att gruppen som utfodrades med obehandlad halm har minskat i vikt under försökets gång.

Liksom försök av Coxworth et al. (1977) tyder även denna undersökning på att ammoniakbehandlad halm inte kan utfodras som enda fodermedel till köttkor om målet är att korna skall bibehålla sin levande vikt under stallperioden. Foderstaten till köttkor kan dock utgöras av minst 80 % ammoniakbehandlad halm om den kompletteras med kraftfoder eller ensilage. Andelen halm kan vara störst under lågdräktighet för att minska succesivt fram till kalvning och digivning.

I försöket med förstakalvare är det inte möjligt att göra en direkt jämförelse mellan konsumtionen av obehandlad respektive ammoniakbehandlad halm eftersom ensilagegivan justerats för att erhålla samma viktsförändring hos djuren i de två grupperna. Tendensen är dock densamma som för de äldre korna. Resultatet visar tydligt att djuren förmår täcka en större del av

sitt näringsbehov med ammoniakbehandlad halm än med obehandlad halm. Efter kalvningen bör foderstaten till förstakalvare inte bestå av mer än 70 % ammoniakbehandlad halm eftersom utfodringen måste anpassas till denna djurkategoris behov av egen tillväxt. Under lågdräktighet och högdräktighet kan andelen ammoniakbehandlad halm dock vara större än 70 % i foderstaten.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Andersen, P.E. 1977. Nye forsøg med halm till opdraet. Årsmøde 18 okt. Statens Husdyrbrugsforsøg, Köpenhamn, Danmark. Stencil 1 s.
- Arnason, J. 1976. Foringsforsök med ammoniakbehandlat halm. Norsk Landbruk 15, 12-13, 48.
- Arnason, J. & Mo, M. 1977. Ammonia treatment of straw. The third Straw Utilization Conference, Oxford, Feb. 24-25. Stenciltryck nr. 72. Institutt for husdyrernaering og föringslaere, NLH.
- Axelsson, J. 1941. Der Gehalt des Futters an umsetzbarer Energie. Züchtungsk. 16, 335-347.
- Becker, K. & Pfeffer, E. 1977. Untersuchungen über den Aufschluss von Stroh mit Ammoniak. Das wirtschaftseigene Futter. 23, (2), 83-87.
- Bentholm, B.R. 1978. Flydende ammoniak til halm under praktiske forhold. Forsøg og undersøgelser 1976-77. NJF halmseminar, 28-31 mars, Middelfart, Danmark. Stencil 8 s.
- Campling, R.C., Freer, M. & Balch, C.C. 1962. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 3. The effect of urea on the voluntary intake of oat straw. Br. J. Nutr. 16, 115-124.
- Coxworth, E., Kernan, J., Nicholson, H. & Chaplin, R. 1977. Improving the feeding value of straw for ruminant animals. Chapter in onfarm waste utilization for feed-opportunities and profits for livestock producers. Published by Agr. Econ. Res. Council of Canada.
- Coxworth, E., Kernan, J., Nicholson, H., Chaplin, R. & Manns, J. 1976. A report on a search for economical farm scale methods of improving the feeding value of straws of the Canadian prairies... use of ammonia and other bases. Proceedings of the 12 th Annual Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Toronto, Canada.
- Eriksson, S., Sanne, S. & Thomke, S. 1976. Fodermedelstabeller och utfodringsrekommendationer till idisslare, hästar och svin. LT, Stockholm.
- Foldager, J. 1978. Halm till opdraet. NJF halmseminar, 28-31 mars, Middelfart, Danmark. Stencil 6 s.
- Fyreleiv, E. & Ulvesli, O. 1958. Fordøyeligheten av ammoniakbehandlat halm 1956-1958. Upubliserte resultater. Institutt for husdyrernaering og föringslaere, NLH.

- Garino, T. & Arnason, J. 1980. Beckmannluta, ammoniakkbehandlad og tørrluta (NaOH) halin somi f6r till mj6lkekyr. Husdyrfors6ksm6tet 1980. Aktuell fra Landbruksdepartementets opplysningstjenste nr. 1. 405-410.
- Garrett, W.N., Walker, H.G., Kohler, G.O. & Hart, M.R. 1979. Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. *J. Anim. Sci.* 48, (1), 92-103.
- Garrett, W.N., Walker, H.G., Kohler, G.O., Waiss, A.C., Grahem, R.P., East, N.E. & Hart, M.R. 1974. Nutritive value of NaOH and NH₃ treated rice straw. *Proc. West Sect., Amer. Soc. Anim. Sci.* 25, 317-320.
- Herland, P.J. 1978. Ammoniakbehandling av halin. *Husdjur* 5, 26-27.
- Herrera-Saldana, R., Church, D.C. & Kellems, R.O. 1982. The effect of ammoniation treatment on intake and nutritive value of wheat straw. *J. Anim. Sci.* 54, (3), 603-608.
- Homb, T., Matre, T., Berg, N. & Kvåle, S.E. 1975. T6rrbehandlat halin somi f6r till okser og kviger. Bilag 33, Utvalget for f6ringsfors6k.
- Horton, G.M.J. 1978. The intake and digestibility of ammoniated cereal straws by cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 58, 471-478.
- Horton, G.M.J. 1979. Feeding value of rations containing nonprotein nitrogen or natural protein and of ammoniated straw for beef cattle. *J. Anim. Sci.* 48, (1), 38-44.
- Horton, G.M.J. 1981. Composition and digestibility of cell wall components in cereal straws after treatment with anhydrous ammonia. *Can. J. Anim. Sci.* 61, 1059-1062.
- Horton, G.M.J. & Steacy, G.M. 1979. Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straws by steers. *J. Anim. Sci.* 48, 1239-1249.
- Horton, G.M.J., Nicholson, H.H. & Christensen, D.A. 1982. Ammonia and sodium hydroxide treatment of wheat straw in diets for fattening steers. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 7, 1-10.
- Jakobsen, P.E. 1957. Proteinbehov og proteinsyntese vid foster hos dr6vtyggere. 299. Beretning fra fors6gslaboratoriet. K6benhavn. Danmark.
- Junker, F. 1960. Norsk patent No. 97581.
- Kaufmann, W. 1979. Protein utilization. In: Feeding strategy for the high yielding dairy cow (ed. Broster, W.H. and Swan, H), pp. 90-113. Granada Publishing, London.
- Kernan, J., Coxworth, E., Nicholson, H. & Chaplin, R. 1977. Ammoniation of straw to improve its nutritional value as a feed for ruminant animals. *Agric. Sci. Bulletin, Univ. Saskatchewan, Coll. Agric. Extension Public.* 329.

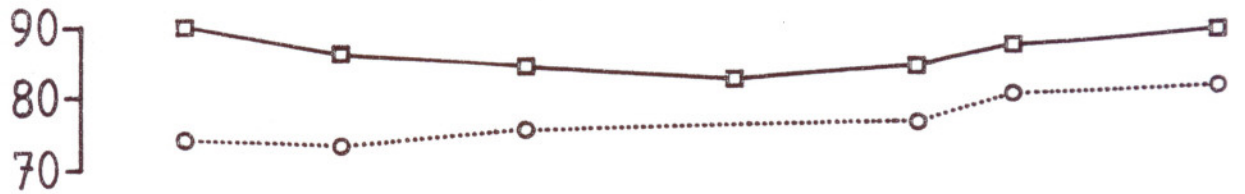
- Kernan, J.A., Crowle, W.L., Spurr, D.T. & Coxworth, E.C. 1979. Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous ammonia. *Can. J. Anim. Sci.* 59, 511-517.
- Kristensen, V. Friis. 1978. Halm til melkekøer. Foderoptagelse, foder-sammensætning of mælkeproduktion. NJF halmseminar, 28-31 mars, Middelfart, Danmark. Stencil 18 s.
- Küntzel, U. & Pahlow, G. 1980. Wasserfreies Ammoniak zur Konservierung von "Feuchthens". *Das wirtschaftseigene Futter.* 26, (1), 39-52.
- Kvåle, S.E. 1978. Oppdrettsforsøk med avfall fra potetindustrien som fôr till okser. Bilag II B/10, Utvalget for fôringsforsøk.
- Kvåle, S.E. & Homb, T. 1976. Forsøk med halm og drank til okser. Bilag 28, Utvalget for fôringsforsøk.
- Kvåle, S.E. & Homb, T. 1977. Produksjonsforsøk med avfall fra potetindustrien, Bilag 31, Utvalget for fôringsforsøk.
- Lawlor, M.J. & O'Shea, J. 1979. The effect of ammoniation on the intake and nutritive value of straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 4, 169-175.
- Lehmann, F. 1895. Über die Möglichkeit Stroh höher verdaulich zu machen. *Landw. Jahrb.* 24, Ergänzungsband 1, 118.
- Lie, O. 1975. Rapport gitt NLVF's utredning om utnyttelse av halm som fôr.
- Lindberg, E. & Lingvall, P. 1978. Utredning om halmens framtida roll i animalieproduktionen. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, 750 07 Uppsala. Stencil 82 s.
- Lindgren, E. 1979. The nutritional value of roughages determined in vivo and by laboratory methods. *Swedish Univ, Agric. Sci. Dept. Anim. Nutr. Report* 45.
- Lindgren, E. 1983. Personligt meddelande.
- Matre, T. 1978. Halm i oppdrett og kjøttproduksjon. NJF halmseminar 28-31 mars. Middelfart, Danmark. Stencil 18 s.
- Mo, M. 1976. Maursyresurfôr av svakt fortørket gras i sammenlikning med maursyresurfôr av friskt gras i fôrresjoner med og uten NH₃-behandlet halm till melkekyr. Opublicerad. Dept. Anim. Nutr., Agric. Univ. Norway.
- Mo, M. 1977. Ammoniakk-behandlet halm brukt i N-balanseforsøk med okser. Bilag 80, Utvalget for fôringsforsøk.
- Mo, M. 1978. Ammoniakkbehandlet halm i fôrresjonen til melkekyr. NJF halmseminar, 28-31 mars, Middelfart, Danmark. Stencil 4 s.
- Morris, P.J. & Mowat, D.N. 1980. Nutritive value of ground and/or ammoniated corn stover. *Can. J. Anim. Sci.* 60, 327-336.

- Nedkvitne, J.J. & Maurtvedt, A. 1980. Ammoniakbehandla, tørrluta (NaOH) og resirkulasjonsluta halm som fôr till sauer. Husdyrforsøksmøtet 1980. Aktuelt fra Lantbruksdepartementets opplysningstjeneste Nr 1, 411-416.
- Nicholson, H.H., Chaplin, R., Coxworth, E. & Kernan, J.A. 1977. Unpublished.
- Nikolaeva, L.I. 1938. Ammonium hydroxide treatment of straw. Chem. Abstr. 35, 817, 1941.
- NOFO. 1976. Ammoniakbehandling av halm. A/S Norsk Førkonservering. Drammensvn. 40, Oslo, 2, Norway. Hæfte 14 s.
- Norrman, E. 1977. Normer for ungnöt, tabell 183, 214-216. I: Nötköttproduktion och ekonomi. Ed. Helmenius, A. LT, Stockholm.
- Oji, U.I., Mowat, D.N. & Winch, J.E. 1977. Alkali treatments of corn stover to increase nutritive value. J. Anim. Sci. 44, (5), 798-802.
- O'Shea, J., Lawlor, M.J. & Hopkins, J.P. 1981. A note on the ammoniation of large cylindrical straw bales. Irish Journal of Agricultural Research. 20, (1), 101-103.
- Paterson, J.A., Klopfenstein, T.J. & Britton, R.A. 1981. Ammonia treatment of corn plant residues: digestibilities and growth rates. J. Anim. Sci. 53, 1592-1600.
- Pattersson, H.D. & Lucas, H.L. 1962. Change-over designs. N. Carolina Agricultural Experimental Station and the United States Department of Agriculture, Tech. bull. 147.
- Pestalozzi, M. & Matre, T. 1976. Forsøk med ammoniakbehandlet halm till kastrater, Bilag 29, Utvalget for föringsforsøk.
- Pestalozzi, M. & Matre, T. 1977. Forsøk med ammoniakbehandlet halm till kastrater. Bilag 32, Utvalget for föringsforsøk.
- Rexen, F.P. 1977. Ammoniakbehandling af strå. Bioteknisk institut, Kolding, Denmark. Beretning nr. 78, 72 s.
- Rexen, F.P. 1978. Kemisk behandling af halm till foderformål. NJF halmseminar, mars 28-31, 1978, Middelfart, Denmark.
- Richter, W.I.F., Baranowski, A. & Koch, G. 1980. Zum Futterwert von aufgeschlossenen Strohh. 2. Mitteilung: Untersuchungen zur Aufschlusswirkung von Ammoniak. Das wirtschaftseigene Futter. 26, (3), 165-172.
- Rissanen, H. & Kossila, V. 1977. Untreated and ammonized straw with or without silage to dairy cows. In: Quality of Forage, NJF seminar 20-22 april, Dept. Anim. Husbandry, Swedish Univ. Agric. Sci. S-750 07 Uppsala Sweden. Report 54, 177-180.

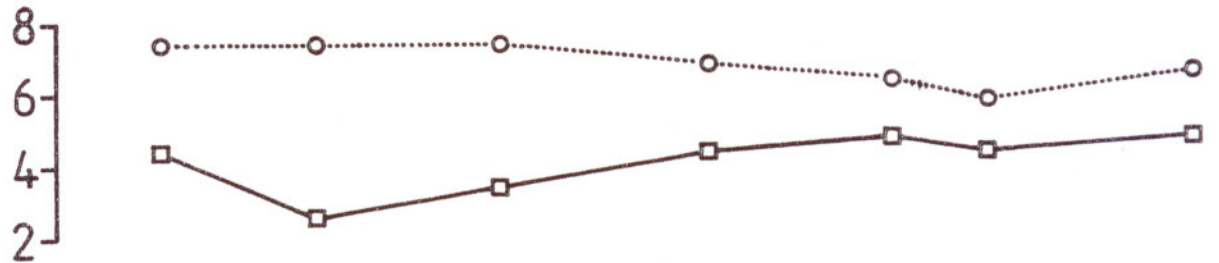
- Rissanen, H., Kossila, V., Kommeri, M. & Lampila, M. 1981. Ammonia treated straw in the feeding of dairy cow and growing cattle. *Agriculture and environment*. 6, 267-271.
- Saenger, P.F., Lemenager, R.P. & Hendrix, K.S. 1982. Anhydrous ammonia treatment of corn stover and its effects on digestibility, intake and performance of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 54, (2), 419-425.
- Solaiman, S.G., Horn, G.W. & Owens, F.N. 1979. Ammonium hydroxide treatment on wheat straw. *J. Anim. Sci.* 49, (3), 802-808.
- Srivastava, V.K. & Mowat, D.N. 1980. Preservation and processing of whole high moisture shelled corn with ammonia. *Can. J. Anim. Sci.* 60, 683-688.
- Streeter, C.L., Horn, G.W. & Batchelder, D.G. 1980. Performance of steers fed wheat straw ammoniated during baling of large round bales. *J. Anim. Sci.* 51, (suppl 1), 83.
- Sundstøl, F. 1977. Opplysningsblad (cit Sundstøl et al. 1978).
- Sundstøl, F. & Matre, T. 1979. Forsøk med ubehandla og NH₃ behandla halin till kastrater (upublisert).
- Sundstøl, F. & Matre, T. 1980. Bruk av ammoniakkbehandla halin i storfe-kjøttproduksjonen. *Husdyrforsøksmøtet 1980. Aktuell fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste Nr 1*, 399-404.
- Sundstøl, F., Coxworth, E. & Mowat, D.N. 1978. Improving the nutritive value of straw and other low-quality roughages by treatment with ammonia. *World Anim. Rev.* 26, 13-21.
- Tejada, R., Murillo, B. & Cabezas, M.T. 1979. Ammonia treated wheat straw as a substitute for maize silage for growing lambs. *Tropical Animal Production*. 4, 172-176.
- Waagepetersen, J. & Vestergaard Thomsen, K. 1977. Effect on digestibility and nitrogen content of barley straw of different ammonia treatments. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2, 131-142.
- Waiss Jr., A.C., Guggolz, J., Kohler, G.O., Walker Jr., H.G. & Garrett, W.N. 1972. Improving digestibility of straws for ruminant feed by aqueous ammonia. *J. Anim. Sci.* 35, (1), 109-112.
- Zadrazil, F. 1977. The conversion of straw into feed by Basidiomycetes. *European J. Appl. Microbiol.* 4, 273-281.

Torrsubstans (%)

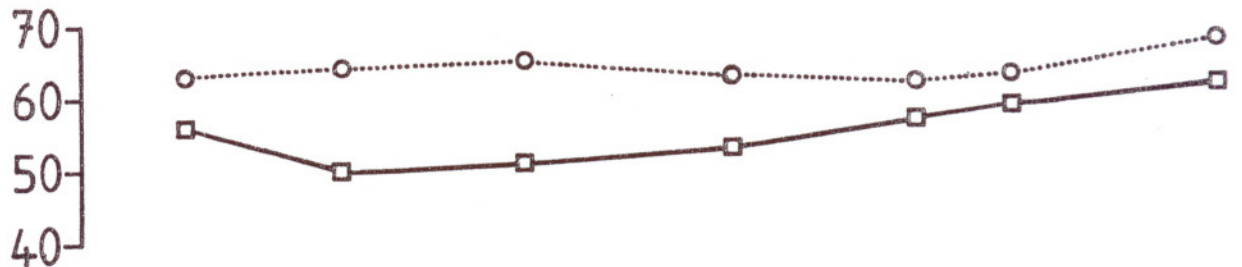
KORNHALM 1978-79



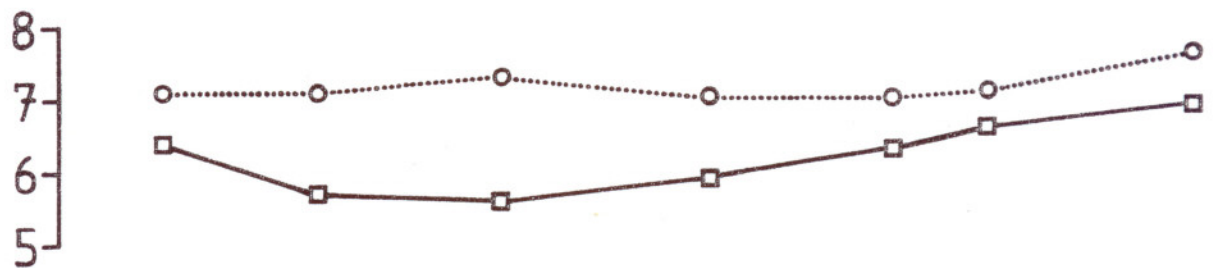
Råprotein (% av ts)



V.O.S. (%)



Omsättbar energi (MJ/kg ts)



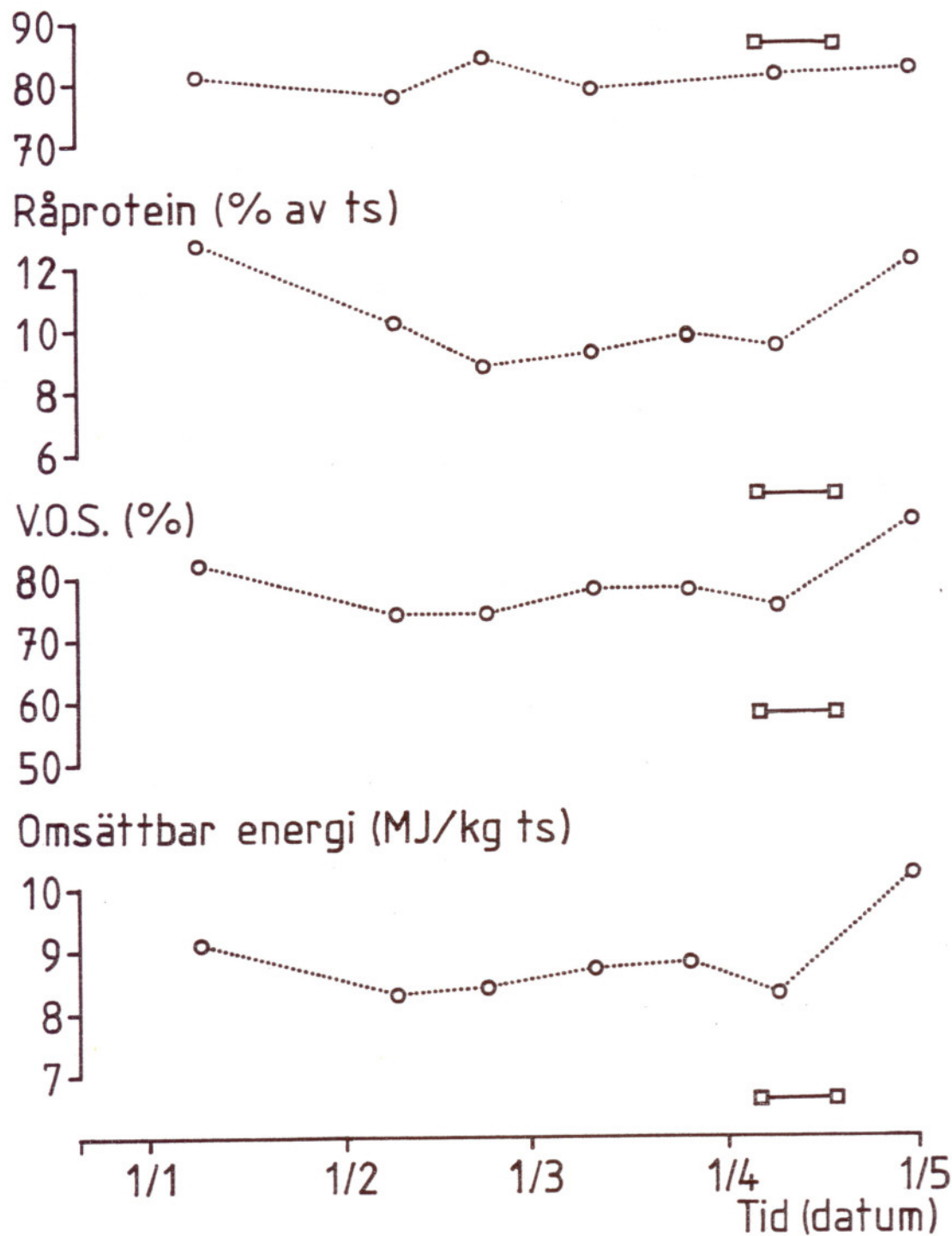
1/1 1/2 1/3 1/4 1/5 1
Tid (datum)

Figur 1. Halmens innehåll av torrsubstans, råprotein och omsättbar energi samt halmens smältbarhet (V.O.S.) under hela utfodringsperioden (1978-79). Halmen har använts i försök med ungtjurar.

□ = obehandlad kornhalm, ○ = NH₃-behandlad kornhalm

Torrsubstans (%)

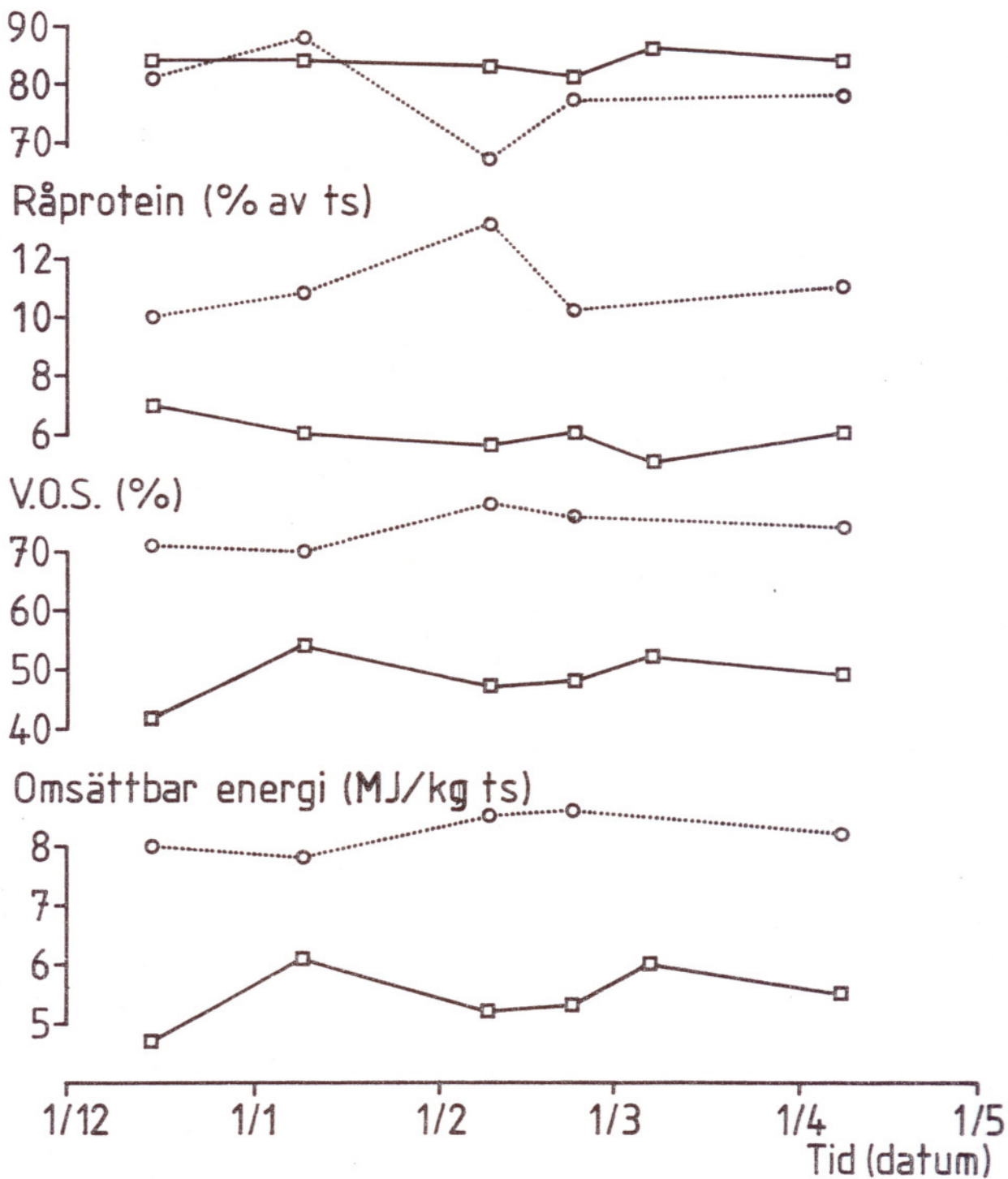
HAVREHALM 1979-80



Figur 2. Halmens innehåll av torrsubstans, råprotein och omsättbar energi samt halmens smältbarhet (V.O.S.) under hela utfodringsperioden (1979-80). Halmen har använts i försök med rekryteringskvigor. Resultat från obehandlad halm har lagts in som jämförelse och utgör medeltal från analyser efter 6 månaders lagring. \square = obehandlad havrehalm
 \circ = NH₃-behandlad havrehalm

Torrsubstans (%)

KORNHALM 1979-80



Figur 3. Halms innehåll av torrsubstans, råprotein och omsättbar energi samt halms smältbarhet (V.O.S.) under hela utfodringsperioden (1979-80). Halmen har använts i försök med förstakalvare.

□ = obehandlad kornhalm, ○ = NH₃behandlad kornhalm

Torrsubstans (%)

KORNHALM 1980 - 81

90
80
70

Råprotein (% av ts)

10
8
6
4

V.O.S. (%)

70
60
50
40

Omsättbar energi (MJ/kg ts)

8
7
6
5

1/12

1/1

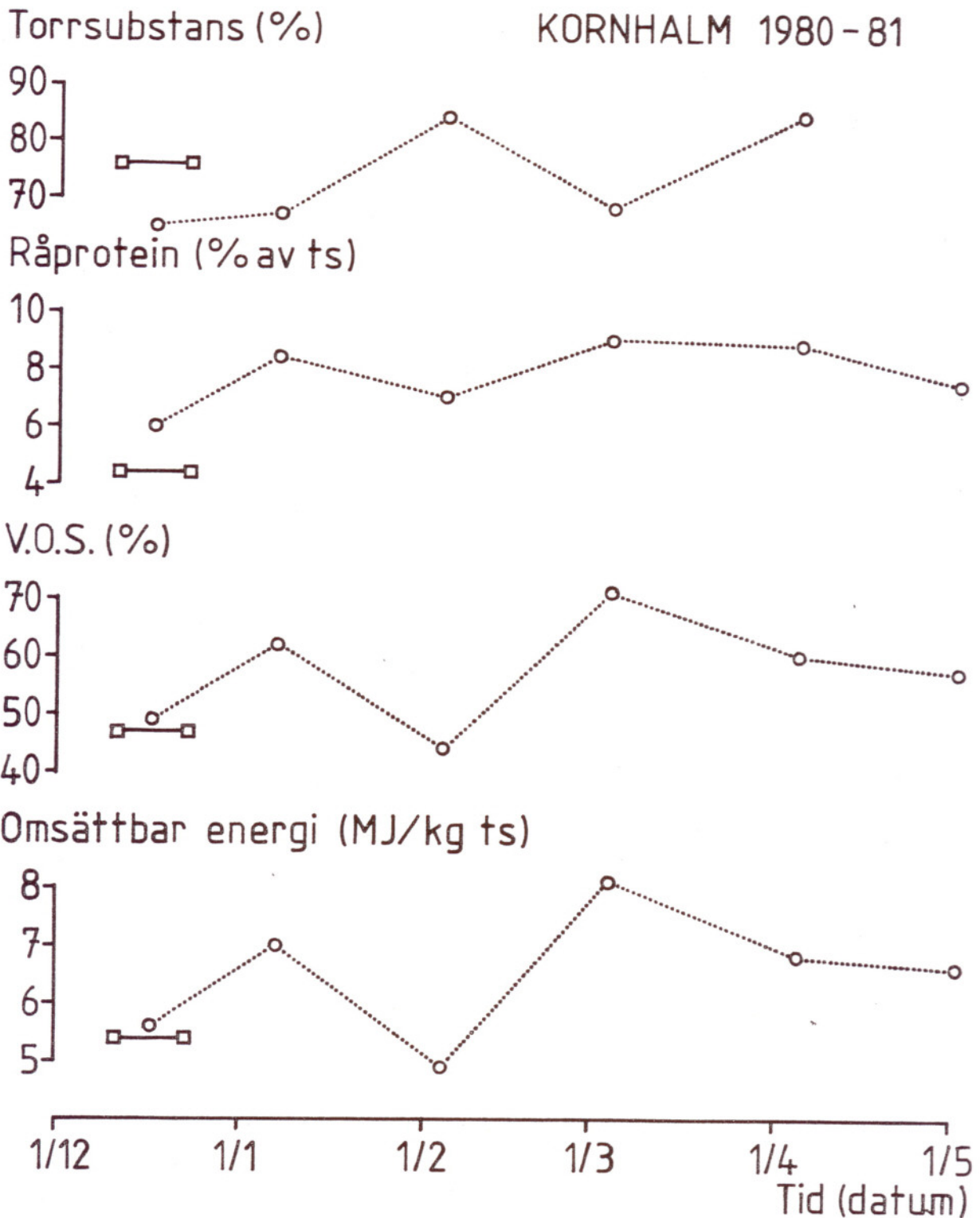
1/2

1/3

1/4

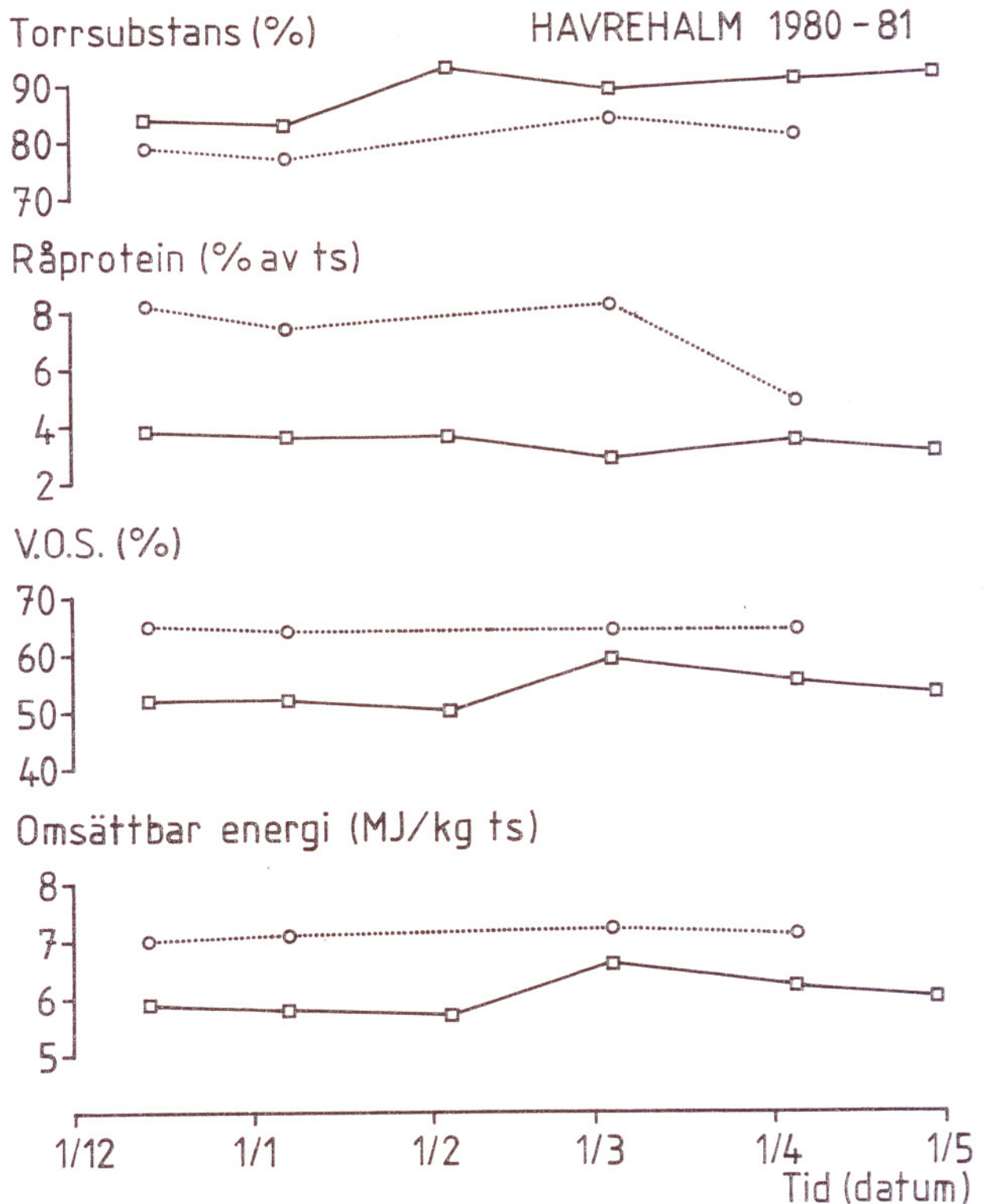
1/5

Tid (datum)



Figur 4. Halmens innehåll av torrsubstans, råprotein och omsättbar energi samt halmens smältbarhet (V.O.S.) under hela utfodringsperioden (1980-81). Halmen har använts i försök med rekryteringskvigor. Resultat från obehandlad halm har lagts in som jämförelse och utgör medeltal från analyser vid bärgningen.

□ = obehandlad kornhalm, ○ = NH₃-behandlad kornhalm



Figur 5. Halmens innehåll av torrsubstans, råprotein och omsättbar energi samt halmens smältbarhet (V.O.S.) under hela utfodringsperioden (1980-81). Halmen har använts i försök med äldre kor.

■ = obehandlad havrehalm,
 ○ = NH₃behandlad havrehalm

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

INSTITUTIONEN FÖR HUSDJURENS

UTFODRING OCH VÅRD

RAPPORTSERIE VID INSTITUTIONEN

7 - 129 Finns i arkiv

130. Andersson, Monica, 1984. Drinking water supply to housed dairy cows. The influence on performance and behaviour of flow rate, water temperature, number of bowls, restriction in availability and social rank.
ISSN 0347-9838 ISBN 91-576-2047-4 DISSERTATION
131. Olsson, Kristina., Olsson, Ingemar och Lindell, Lars, 1984. Effekt av grovfodergivans storlek under uppfödningen på kvigornas foderkonsumtion och mjölkavkastning under första laktationen.
Effect of the amount of roughage fed to heifers during the rearing period on feed consumption and milk production during the first lactation.
ISSN 0347-9838 ISBN 91-576-2048-2
132. Olsson, Ingemar and Gudmundsson, Barbro, 1984. Experiment comparing milk replacers containing an activated lactoperoxidase system with commercial Swedish milk replacers
ISSN 0347-9838 ISBN 91-576-2053-9
133. Herland, Per Johan, 1984. Styrning av fodret till mjölkkor i lösdrift. Effekten av individuell utfodring jämfört med grupputfodring.
Controlled feeding to dairy cows in loose housing systems. Effects on performance of individual feeding versus group feeding
ISSN 0347-9838 ISBN 91-576-2094-6 LICENTIATAVHANDLING
134. Follin, Eva, 1984. Faktorer som påverkar lammens tillväxt på bete - Enkätundersökning och en studie av tillväxten i åtta pälsfärbesättningar. Faktors affecting lamb growth on pasture - an inquiry and a study of lamb growth in eight Swedish pelt sheep flocks.
ISSN 0347-9838 ISBN 91-576-2117-9
135. Elwinger, Klas, och Svensson, Sven Allan, 1984. Värphönsens lysinbehov. Jämförande försök mellan olika djurmaterial.
Lysine requirements of laying hens. Comparison between different strains.
ISSN 0347-9838 ISBN 91-576-2121-7

I denna serie publiceras forskningsresultat vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Förteckning över tidigare utgivna rapporter i denna serie återfinns sist i häftet och kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

In this series research results from the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed at the end of this report and may be obtained from the department as long as supplies last.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

750 07 UPPSALA. Tel. 018-17 20 64
