

Kvælstofvirkning af mekanisk separeret gylle

Nitrogen effect of mechanically separated slurry

V. KJELLERUP

Resumé

N-virkning af fiber- og væskefraktionen fra mekanisk separeret gylle blev undersøgt i markforsøg på grov sandblandet lerjord, (JB 5) og grovsandet jord (vandet JB 1). N-virkning af væske- og fiberfraktion blev sammenlignet ved forårsudbringning før såning af vårbyg og roer, samt i vårbyg ved delt udbringning af væskefraktionen i vækstperioden. I græs blev sammenlignet N-virkning af bredspredt, slangeudlagt og nedfældet væskefraktion. Tørstof- og N-udbyttet blev sammenholdt med virkning af kalkammonsalpeter.

For vårbyg tilført 60 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha var der ikke statistisk sikker forskel i virkning af væske- og fiberfraktion. Derimod var der på jordtype JB 5 bedst virkning af væskefraktionen ved 120 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha. Værdital for tilført ammoniumkvælstof var 88 og 118 for henholdsvis fiber- og væskefraktion. På vandet JB 1 var der ikke sikker forskel mellem virkningen af væske- og fiberfraktion. Den største N-virkning på kerneudbyttet er fundet på JB 5 efter udbringning af hele væskefraktionen før såning, (værdital 118 beregnet på tilført $\text{NH}_4\text{-N}$). Delt

udbringning gav værdital 88 for tilført $\text{NH}_4\text{-N}$, mens udbringning af hele væskefraktionen ved plantehøjde 10-15 cm kun gav et værdital på ca. 20 uanset jordtype.

For roer var der alene udslag for stigende N-tilførsel på N-udbyttet, og det største udbytte blev målt for tildeling af halvdelen af væskefraktion før såning og resten efter udtynding. I tilfælde af højt tørstofindhold og lavt $\text{NH}_4\text{-N}$ -indhold i fiberfraktion kan der forventes en dårligere virkning end af væskefraktion for tilførsel af samme mængde $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha.

For græs blev der for væskefraktionen opnået størst tørstofudbytte efter *nedfældning* sammenholdt med *bredspredning* eller *slangeudlægning*. Værdital af $\text{NH}_4\text{-N}$ ved nedfældning på JB 5 og JB 1 var henholdsvis 53 og 62.

Færdiggødsning med $\text{NH}_4\text{-N}$ i fiberfraktion resulterer i overskudstilførsel af P og K på henholdsvis 6 og 2 gange planternes behov. Med væskefraktion tilførtes ca. dobbelt så meget P og K som nødvendigt.

Nøgleord: Gylle, mekanisk separeret gylle, kvæg- og svinegylle, fiber- og væskefraktion, udbringningstid, vårbyg, roer, græs, tørstofudbytte, N-optagelse, værdital.

Summary

The crop response to inorganic nitrogen in the fibrous- and liquid fraction of mechanically separated slurry was studied in field experiments on an irri-

gated coarse sandy soil and a loamy sand. The 2 fractions were applied to spring barley and *fodder beet* and the N-effect was compared to that of

CAN. The separated slurry was incorporated into the soil before sowing in spring. The effect of split application of the liquid fraction was also examined in spring barley. In grass the effect of the liquid fraction from cattle slurry was tested after surface spreading band application (trail-hose) and direct injection. Dry matter yield and nitrogen uptake were determined for all crops.

A significantly higher yield of dry matter was found of liquid than in the fibrous fraction on loamy sand following dressings of 120 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ and 240 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ per ha to spring barley and fodder beet, respectively. In spring barley, the utilization ratio of $\text{NH}_4\text{-N}$ was 118 and 88 respectively.

No significant differences between the effect of the

2 fractions were found on irrigated coarse sand.

Under non-irrigated conditions fibrous fractions with relatively high dry matter contents and low $\text{NH}_4\text{-N}$ contents may lead to low yield in fodder beet.

For grass the highest N-response on dry matter yields was achieved after direct injection. The utilization ratio of $\text{NH}_4\text{-N}$ was 53 and 62 on sandy loam and coarse sand, respectively.

When crop N demands are met solely with $\text{NH}_4\text{-N}$ in fibrous fractions the amounts of P and K added are nearly 6 and 2 times higher than crop requirements, respectively. The liquid fraction adds nearly twice the amounts of P and K taken up by the crops.

Key words: Cattle- and pig slurry, mechanical separation, fibrous and liquid fraction, time of application, spring barley, fodder beet, grass, dry matter, N-uptake, utilization ratio.

Indledning

På grund af gyllens relativt lave koncentration af tørstof og plantenæringsstoffer er der interesse for at separere gylle i en tørstofrig fiberfraktion og en flydende fiberfri fraktion, der lettere kan håndteres ved udbringning til voksende afgrøder. Den flydende fiberfri fraktion kan eventuelt viderebehandles ved en opkoncentreringsproces, hvorved vandindholdet reduceres. Den fiberholdige fraktion med ca. 20 pct. tørstof kan eventuelt komposteres for at mindske fraktionens rumfang.

Mekanisk separering har især interesse ved store husdyrhold, hvor eget jordtilliggende ikke muliggør overholdelse af harmonikravet, medmindre en del af gyllen formidles til andre ejendomme.

Desuden kan separering af gylle finde anvendelse i forbindelse med biogasfællesanlæg.

Ved iværksættelse af nærværende projekt var interessen især samlet om mekaniske separatorer, der på bedriftsniveau kunne adskille gylle i en fiberfraktion og en fiberfri flydende fraktion, der lettere kunne udbringes i vækstperioden.

Projektet er gennemført i samarbejde med Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm, som i forbindelse med afprøvning af forskellige separatorer, producerede de 2 gyllefraktioner til anvendelse i markforsøg.

Metode

Ved separering af gylle blev afprøvet 4 forskellige separatorer (tabel 1).

En nærmere beskrivelse af de forskellige separatorer er meddelt i Prøverapporterne 680, 737

Tabel 1. Anvendte separatorer, *used separators*.

År. Year	Separator Seperator	Beretning nr.	Fiberfraktions vægt i % af rågyllens vægt Weight of fibrous fraction in % of raw slurry		
			kvæggylle cattle slurry	svinegylle pig slurry	blandet gylle mixed slurry
1988	Reko, bue si med pressesnegl	680	5-9%	3-9%	
1989	Farrow - separator	737	20-25%	10-15%	ca. 10%
1990	SCS - separator	783	ca. 20%	ca. 15%	ca. 10%
1991	Swca - pressesnegl (1. udg.)		5-10%	5-10%	5-10%

Table 2. Forsøgsplan for vårbyg, bederoer og græs, *experimental design, spring barley, fodder beet and grass.*Forsøgsplan I, *experiment I.*Afgroder, *crops.*Vårbyg og roer, *spring barley and beets*

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Gødning <i>Fertilization</i>	Udspredding <i>Application</i>
1 0 N		
2 ½ N i kas., CAN		
3 1 N i kas., CAN*)		
4 ½ N	Fiberfraktion	Udbragt før såning,
5 1 N	<i>Fibrous fraction</i>	<i>Applied before sowing</i>
6 ½ N	Væskefraktion	Udbragt før såning,
7 1 N	<i>Liquid fraction</i>	<i>Applied before sowing</i>
8 ½ N	Væskefraktion	50% før såning, 50% before sowing
9 1 N	<i>Liquid fraction</i>	50% sent**), 50% late**)
10 ½ N	Væskefraktion	Udbragt sent,
11 1 N	<i>Liquid fraction</i>	<i>Applied late**)</i>

Forsøgsplan II, *experiment II.*Afgroder, *crops.*Græs, *grass*

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Gødning <i>Fertilization</i>	Udspredding <i>Application</i>
1 0 N		
2 ½ N i kas., CAN		
3 1 N i kas., CAN*)		
4 ½ N	Væskefraktion	Bredspredt
5 1 N	<i>Liquid fraction</i>	<i>Overall application</i>
		N i kas. og væskefraktion udbragt med 50% før såning og 25% efter 1. og 2. slæt
6 ½ N	Væskefraktion	Stribe udbragt
7 1 N	<i>Liquid fraction</i>	<i>Strip application</i>
		N in CAN and liquid fraction applied with 50% before sowing and 25% after 1. and 2. cut
8 ½ N	Væskefraktion	Nedfældet
9 1 N	<i>Liquid fraction</i>	<i>Injection</i>

- *) Græs 1 N = 300 kg N/ha og 300 kg NH₄-N i kvæggylle.
Grass 1 N = 300 kg N/ha and 300 kg NH₄-N in cattle slurry.
 Vårbyg 1 N = 120 kg N/ha i kas. og 120 kg NH₄-N i svinegylle.
Spring barley 1 N = 120 kg N/ha in CAN and 120 kg NH₄-N in pig slurry.
 Roer 1 N = 240 kg N/ha i kas. og 240 kg NH₄-N i kvæggylle.
Beets 1 N = 240 kg N/ha in CAN and 240 kg NH₄-N in cattle slurry.

- **) Sen udbringning: Vårbyg plantehøjde 10-15 cm, roer efter udtynding.
Late application: Spring barley the height of plants 10-15 cm, beets after thinning.

Tabel 3. Indhold af plantenæringsstoffer i fiber- og væskefraktion, % af foreliggende stof.
Plant nutrients in fibrous fraction and liquid fraction, % of fresh material.

	Væskefraktion <i>Liquid fraction</i>				Svin <i>Pig</i>	Fiberfraktion <i>Fibrous fraction</i>			
	1988	1989	1990	1991		1988	1989	1990	1991
Tørstof, <i>DM</i>	2,12	1,86	2,80	4,12		21,21	21,30	19,15	18,73
Total-N	0,48	0,36	0,34	0,30		0,48	0,60	0,50	0,37
NH ₄ -N	0,21	0,28	0,23	0,17		0,21	0,34	0,18	0,17
P	0,07	0,06	0,08	0,05		0,33	0,27	0,27	0,28
K	0,23	0,19	0,21	0,32		0,23	0,24	0,18	0,18
					Kvæg <i>Cattle</i>				
	1988*)	1989	1990	1991		1988*)	1989	1990	1991
Tørstof, <i>DM</i>	3,40	3,49	3,68	4,25		20,00	15,45	17,16	22,31
Total-N	0,29	0,32	0,30	0,31		0,39	0,38	0,43	0,41
NH ₄ -N	0,18	0,20	0,18	0,18		0,15	0,14	0,14	0,09**)
P	0,05	0,06	0,05	0,06		0,13	0,13	0,11	0,13
K	0,29	0,28	0,29	0,34		0,29	0,25	0,28	0,28

*) Blandet 60% kvæggylle 40% svingylle, *mixed 60% cattle slurry, 40% pig slurry.*

***) Lavt NH₄-N indhold, *low content of NH₄-N.*

og 783 fra Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm.

Som det fremgår af tabel 1, er der nogen variation i materialet, som fremkommer ved separering af gyllen (udtrykt ved fiberfraktionens vægt i pct. af rågyllens vægt). Denne variation er afhængig af tørstofindholdet i rågylle, samt af presningsgraden af fiber materialet, hvilket vil sige tørstofindholdet i fiberfraktionen.

Den tørstofrige fiberfraktion er alene anvendt før såning af afgrøden og blev efter udspreddning iblandt de øverste 5-10 cm jordlag ved fræsning.

Undersøgelsen er gennemført i årene 1988-1991 som etårige markforsøg med vårbyg, roer og græs på Lundgård (JB 1) og Askov (JB 5) forsøgsstation. Tabel 2 viser en oversigt over forsøgsplaner.

De 2 gyllefraktioner blev tildelt efter indhold af ammoniumkvælstof og blev ved hver udbringning analyseret for indhold af plantenæringsstoffer (tabel 3).

For såvel kvæg- som svinegyille viste væskefraktionen relativ lille variation mellem årene for de målte parametre. For begge typer udgjorde ammonium-N 60 pct. af total-N. Derimod var der

meget stor variation med hensyn til sammensætningen af fiberfraktionen, specielt fra kvæggylle. Eksempelvis varierede tørstofprocenten mellem 15,5 og 22,3.

Denne variation skyldes dels forskel mellem de enkelte separatorers evne til at separere gyllen, dels tørstofindholdet i rågyllen.

Der var lavere ammoniumindhold i fiberfraktionen end i væskefraktionen. Andelen af ammonium-N i fiberfraktionen fra kvæg- og svinegyille udgjorde i gennemsnit henholdsvis 32 og 46 pct. af total-N indholdet.

Da der med fiber- og væskefraktionen, blev tilført samme mængde ammoniumkvælstof, blev der med fiberfraktionen tilført større mængder af de øvrige plantenæringsstoffer end med væskefraktionen. Dette skyldes dels det højere procentiske indhold af næringsstofferne i fiberfraktionen og dels den lavere ammonium-N andel.

Tabel 4 viser de aktuelt tilførte mængder gødning og plantenæringsstoffer.

Det ses, at der gennemsnitlig er tilført 3-4 gange så meget P med fiberfraktionen som med væskefraktionen.

Tabel 4. Næringsstofftilførsel med fiber- og væskefraktion, (1 N).
Supply of nutrients in fibrous fraction and liquid fraction (1 N).

Fraktion <i>Fraction</i>	1988		1989		1990		1991	
	Fiber <i>Fibrous</i>	Væske <i>Liquid</i>	Fiber <i>Fibrous</i>	Væske <i>Liquid</i>	Fiber <i>Fibrous</i>	Væske <i>Liquid</i>	Fiber <i>Fibrous</i>	Væske <i>Liquid</i>
Kvæggylle, roer <i>Cattle slurry, beets</i>								
Ton pr. ha	181	128	152	136	184	137	245*)	133
Total-N, kg/ha	682	567	582	399	787	401	997	430
NH ₄ -N, kg/ha	267	225	213	248	258	232	240	239
P, kg/ha	218	68	198	79	204	66	326	75
K, kg/ha	552	370	372	328	524	384	686	469
Svinegylle, byg <i>Pig slurry, barley</i>								
Ton pr. ha	48	45	36	42	65	52	66	74
Total-N, kg/ha	228	165	219	155	324	178	262	219
NH ₄ -N, kg/ha	100	121	124	120	120	121	118	127
P, kg/ha	160	34	96	26	178	40	180	35
K, kg/ha	112	156	85	82	120	109	149	239
Kvæggylle, græs <i>Cattle slurry, grass</i>								
Ton pr. ha		129		151		169		171
Total-N, kg/ha		373		485		518		524
NH ₄ -N, kg/ha		232		300		302		300
P, kg/ha		73		91		88		91
K, kg/ha		374		418		593		591

*) Pga. særligt lavt NH₄-N indhold, due to particularly low content of NH₄-N.

Vækstbetingelser

Tabel 5 giver en oversigt over nedbør og beregnet vandbalance ved Askov for tidsrummet 1. april-31. august.

Generelt var der alle årene nedbørsunderskud i maj måned. Endvidere fremgår det af tabellen, at der i 1988 var et relativt stort nedbørsoverskud i juli-august.

Lundgård, ligger ca. 5 km fra Askov, hvorfor nedbørsforholdene bestemt ved Askov antages at være gældende også for Lundgård. Ved Lundgård blev der vandet med 40 mm ved nedbørsunderskud på 30 mm.

Resultater

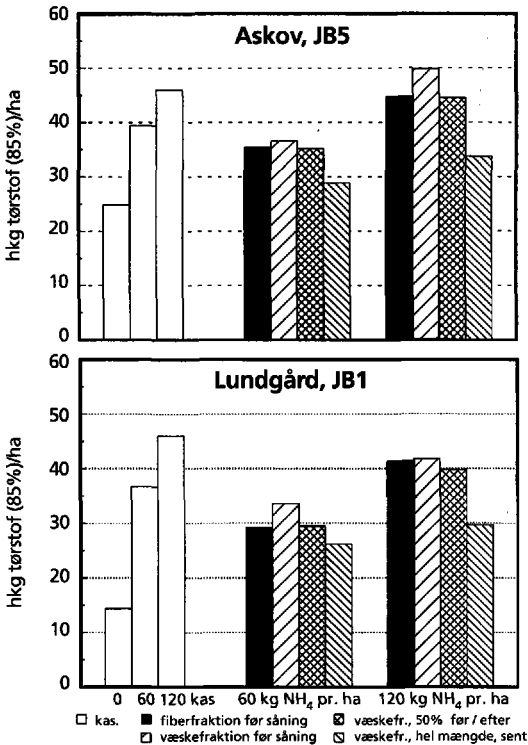
Vårbyg

Askov (JB 5)

Generelt har der ved stigende tilførsel af N været

Tabel 5. Nedbør og vandbalance ved Askov 1988-91, mm.
Precipitation and water balance at Askov 1988-91, mm.

År <i>year</i>	April <i>April</i>	Maj <i>May</i>	Juni <i>June</i>	Juli <i>July</i>	August <i>August</i>
Nedbør, precipitation					
1988	23	55	33	205	108
1989	51	11	34	52	31
1990	38	10	118	47	92
1991	51	16	85	47	43
Vandbalance (nedbør-potentiel fordampning) <i>Water balance (precipitation-potential evaporation)</i>					
1988	1	-28	-35	132	39
1989	-1	-97	-84	-51	-43
1990	-26	-92	40	-51	3
1991	-3	-71	8	-55	-41



Figur 1. Kerneudbyttet i vårbyg (hkg/ha) efter tilførsel af kas. og separeret svinegylle. Gns. 4 år.
Grain yield in spring barley (dt/ha) after application of CAN and separated pig slurry. Average 4 years.

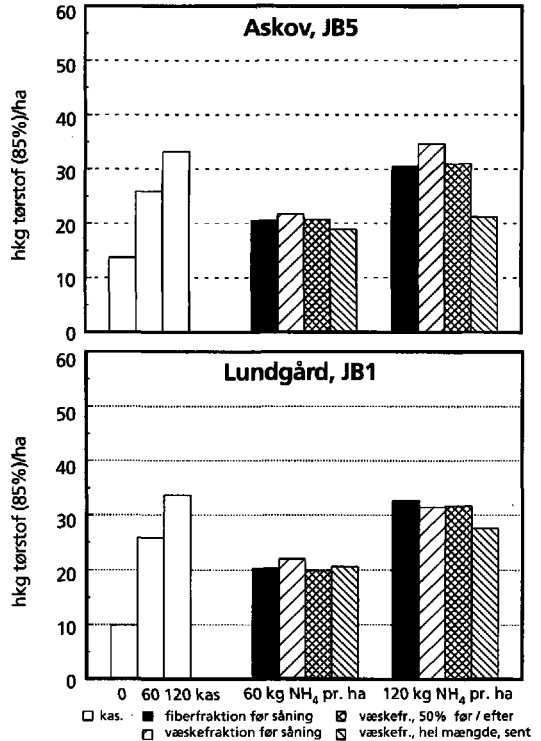
stigende kerneudbytte i vårbyg. Det gælder såvel efter tilførsel af fiber og væskefraktion (fig. 1 øverst).

Ved at øge N-tilførslen fra 60 kg NH₄-N pr. ha til 120 kg NH₄-N pr. ha er der i gennemsnit af 4 år opnået ca. 50 pct. større merudbytte.

Ved 60 kg NH₄-N pr. ha var kerneudbyttet ikke signifikant forskelligt efter tilførsel af fiber- og væskefraktion før såning. Ligeledes var der ikke forskel mellem udbringning af hele væskefraktionen før såning eller deling af tilførslen med halvdelen før såning og resten ved 10-15 cm plantehøjde.

Derimod gav engangstilførsel ved 10-15 cm plantehøjde et lavere udbytte end de øvrige gødsningsstrategier.

Ved 120 kg NH₄-N pr. ha var det fordelagtigt at udbringe og nedharve hele væskefraktionen før såning, idet der her blev opnået et større udbytte end i de øvrige led. I gennemsnit af 4 år gav tilførsel af hele væskefraktionen før såning ca. 4 hkg kerne



Figur 2. Halmudbytte i vårbyg (hkg/ha) efter tilførsel af kas. og separeret svinegylle. Gns. 4 år.
Straw yield in spring barley (dt/ha) after application of CAN and separated pig slurry. Average 4 years.

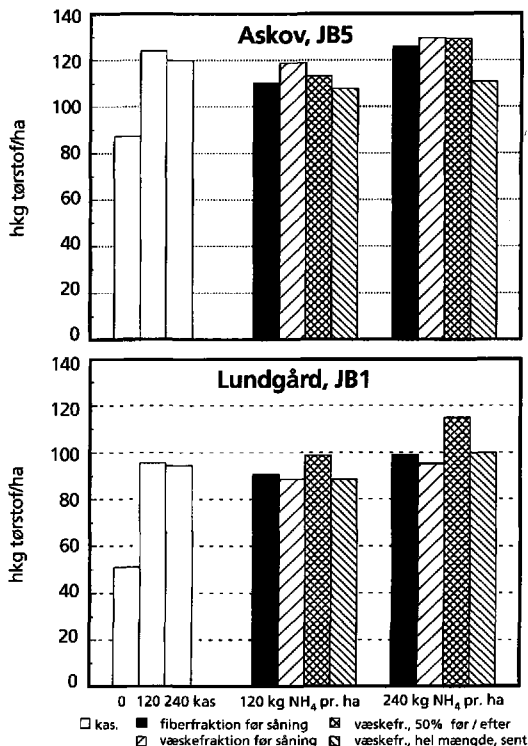
pr. ha mere end tilsvarende N-mængde tilført med handelsgødning.

Ved 120 kg NH₄-N pr. ha, var der ikke sikker forskel i kerneudbyttet efter udbringning og nedharvning af fiberfraktionen før såning og efter tildeling af væskefraktionen med halvdelen før såning og resten ved 10-15 cm plantehøjde.

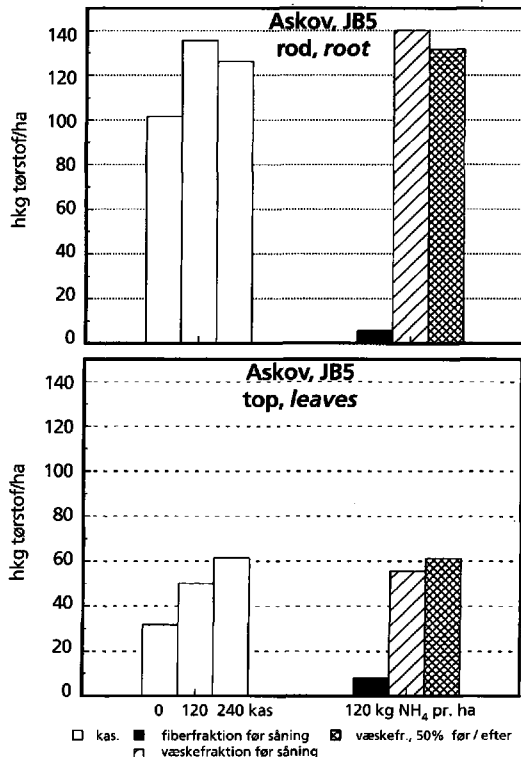
Lundgård (JB 1)

I modsætning til sandblandet lerjord blev der på den grovsandede jord ved 120 kg N pr. ha opnået signifikant større kerneudbytte efter tilførsel af kalkammonsalpeter (fig 1 nederst).

Ved tilførsel af 60 kg NH₄-N pr. ha i separeret gylle var der en tendens til, at udbringning af hele væskefraktionen før såning gav højere udbytte sammenlignet med tilførsel af fiberfraktion og delt udbringning af væskefraktionen. De 2 sidstnævnte forsøgsbehandlinger medførte samme kerneudbytte.



Figur 3. Rodudbytte i bederoer (hkg tørstof/ha) efter tilførsel af kas. og separeret kvæggylle. Gns. 3 år.
Root yield in fodder beets (dt dry matter/ha) after application of CAN and separated cattle slurry. Average 3 years.



Figur 4. Udbytte i bederoer (hkg tørstof/ha) efter tilførsel af kas. og separeret kvæggylle. 1991.
Yield in fodder beets (dt dry matter/ha) after application of CAN and separated cattle slurry. 1991.

Ved tilførsel af 120 kg NH₄-N pr. ha blev der opnået samme kerneudbytte for fiberfraktion og væskefraktion, uanset om hele væskefraktionen er udbragt ad en gang ved såning eller med halvdelen før såning og resten ved 10-15 cm plantehøjde.

Sen udbringning af hele væskefraktionen på den grovsandede jord gav i lighed med JB 5-jord lavest udbytte.

Ved samme gødskningsniveau var der ingen betydende forskelle i halmudbytte fra de forskellige forsøgsbehandlinger. Dog var der ved 120 kg N pr. ha lavere udbytte ved sen udbringning af hele væskefraktionen (fig. 2).

Roer

Askov (JB 5)

I forhold til 120 kg N pr. ha, har tilførsel af 240 kg N pr. ha i alle 4 år givet samme merudbytte i rod-tørstof (fig. 3).

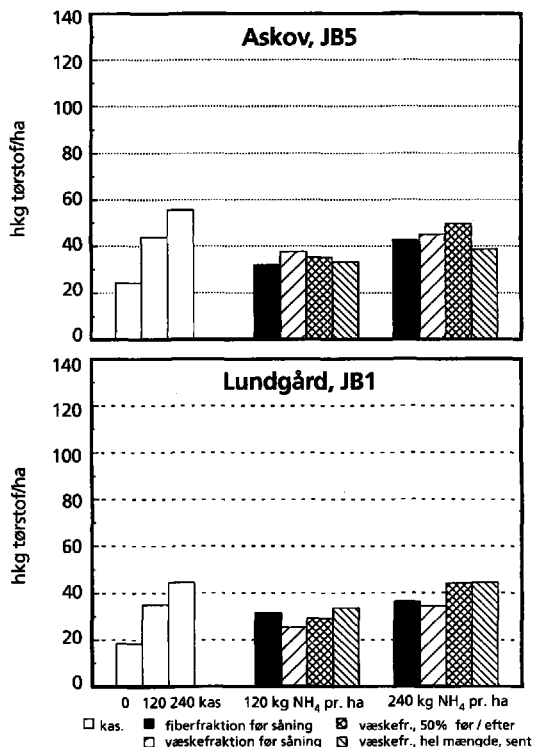
Som gennemsnit af de 3 første år er der for

tilførsel af 120 kg NH₄-N pr. ha i væskefraktionen før såning, opnået samme rodudbytte, som for tilsvarende mængder N i kalkammonsalpeter. Ved de øvrige led var udbyttet lavere og uden statistisk sikre forskelle mellem leddene. D.v.s. der var ingen forskel i udbytte mellem tilførsel af fiber- og væskefraktion, uanset om væskefraktionen blev tildelt med halvdelen før såning og resten senere, eller om hele væskefraktionen blev tilført efter udytning.

Ved 240 kg NH₄-N pr. ha var udbyttene det samme som for tilførsel af 120 kg N pr. ha i kalkammonsalpeter. Dog var udbyttet i rod-tørstof ved tilførsel af hele væskefraktionen efter udytning 25 hkg pr. ha mindre end de øvrige forsøgsled.

I fjerde forsøgsår (1991) var der misvækst efter tilførsel af fiberfraktion, og udbyttet var lavere end uden gødningstilførsel (fig. 4).

Den negative virkning af fiberfraktionen skyldes sammenfald af flere faktorer. På grund af et lavt am-



Figur 5. Topudbytte i bederoer (hkg tørstof/ha) efter tilførsel af kas. og separeret kvæggylle. Gns. 4 år.
Leaves yield in fodder beets (dt DM/ha) after application of CAN and separated cattle slurry. Average 4 years.

moniumindhold og et relativt højt tørstofindhold (tabel 3) skulle der ved 240 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ tilføres 245 t fiberfraktion pr. ha (tabel 4). Det var ikke muligt at indarbejde hele fiberfraktionen tilfredsstillende og dermed få et optimalt såbed. Endvidere indtraf der efter såning en relativ lang tørkeperiode (tabel 5), som bevirkede, at fiberfraktion udtørrede i overfladen, og roernes fremspiring derved blev hæmmet stærkt. Endelig har ammoniakfordampningen fra den store stofmængde sandsynligvis været stor.

Virkning af væskefraktion var i 1991 derimod stort set den samme som for de 3 første forsøgsår. Det bemærkes, at i 1991 blev forsøget alene gennemført ved 240 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha, samt at forsøgsleddet med udbringning af hele væskefraktionen på én gang efter roernes udytning blev udeladt.

Lundgård (JB 1)

På den grovsandede jord blev der som gennemsnit

Tabel 6. Dato for gylleudbringning, slæt og vanding ved Lundgård, JB 1.

Date of application of slurry, cut of grass and irrigation at Lundgård, JB 1.

		1989			
1.- 3. gylleudbringning	25/04	30/05	04/07		
Application					
Slæt 1.- 4.	29/05	03/07	10/08	20/10	
Cut of grass					
Vanding à 40 mm	22/05	16/06	05/07		
Irrigation à 40 mm					
		1990			
1.- 3. gylleudbringning	27/03	18/05	27/06		
Application					
Slæt 1.- 4.	16/05	27/06	27/08	18/10	
Cut of grass					
Vanding à 40 mm	30/05	20/07	01/08		
Irrigation à 40 mm					
		1991			
1.- 4. gylleudbringning	04/04	30/05	04/07		
Application					
Slæt 1.- 4.	29/05	03/07	26/08	28/10	
Cut of grass					
Vanding à 40 mm	21/05	05/07			
Irrigation à 40 mm					

af 4 år opnået størst udbytte for deling af væskefraktionen med 50 pct. før såning og resten efter udytning. Det gælder ved begge kvælstofniveauer (fig. 3 nederst).

I modsætning til JB 5 var der på JB 1 i 1991 kun en lille nedgang i udbyttet efter tilførsel af fiberfraktionen sammenlignet med virkningen af væskefraktionen. Vanding har bidraget til en større udnyttelse af fiberfraktionens indhold af ammonium.

Ved tilførsel af N i handelsgødning var der merudbytte i toptørstof for tilførsel af 240 kg N pr. ha i handelsgødning (fig. 5).

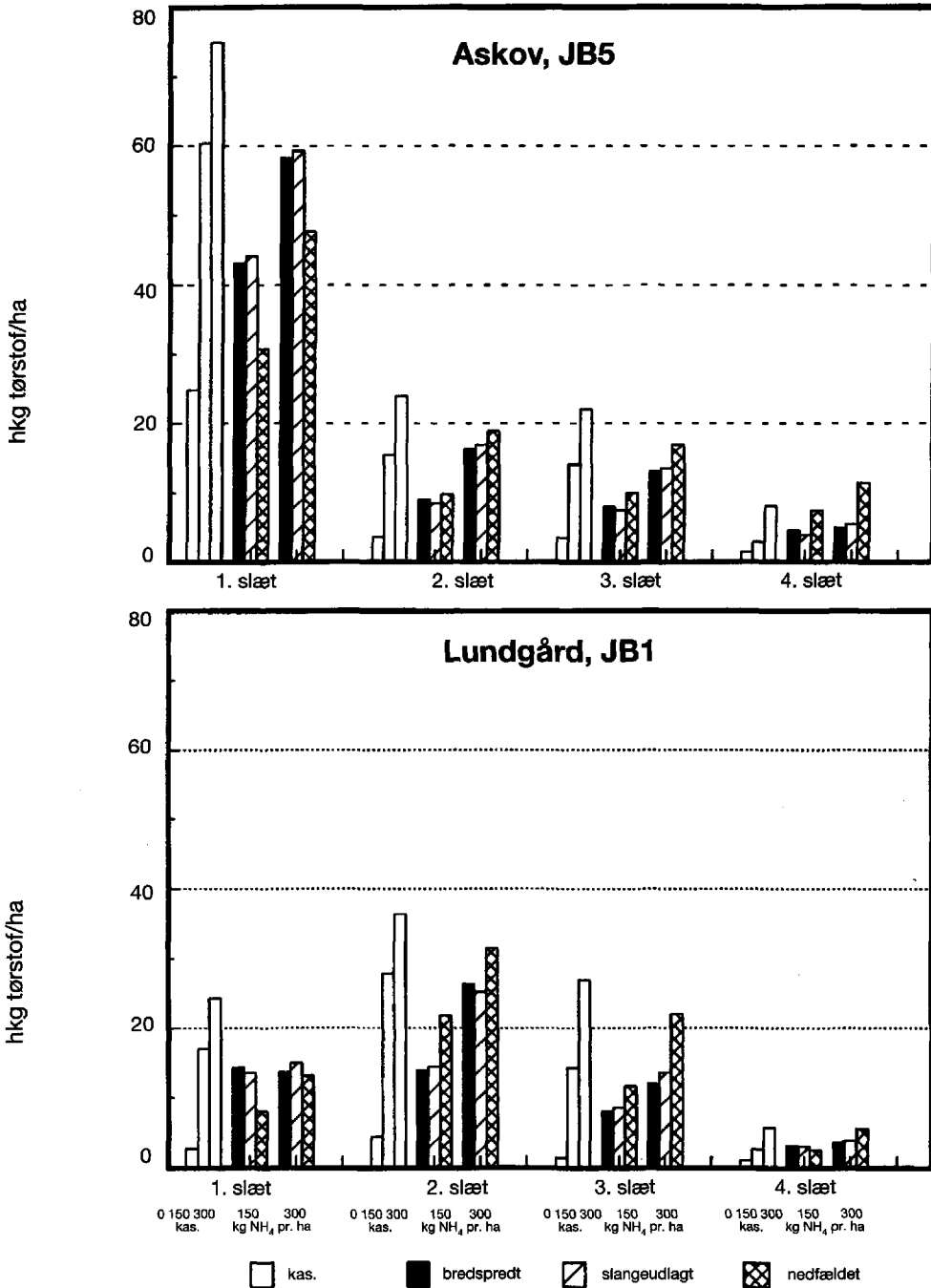
Udbytterelationerne for roetop og rod var stort set de samme.

Græs

Askov (JB 5)

Forsøgene er hvert år gennemført i græs, som er etableret året før.

Der blev for græs høstet stigende tørstofudbytte med stigende tilførsel af kvælstof med kalkammonsalpeter. Ligeledes er der også udslag for stigende tilførsel af væskefraktion (fig. 6 øverst).



Figur 6. Græsudbytte (hkg tørstof/ha) efter tilførsel af kas. og separeret kvæggylle. Gns. 3 år. *Grass yield (dt DM/ha) after application of CAN and separated cattle slurry. Average 3 years.*

Der blev ved Askov høstet størst udbytte i første slæt. Udbytte i andet og tredje slæt var mindre, og de 2 slæt gav stort set samme gennemsnitlige udbytte. Det mindste udbytte blev høstet i fjerde slæt. Slættens andel af det samlede udbytte var fra første til fjerde slæt henholdsvis 63, 16, 14 og 7 pct.

De gennemførte forsøg (**Forsøgsplan II**) viser, at uanset udbringningstidspunkt og gyllemængde blev der ikke opnået sikre forskelle i tørstofudbytte efter *bredspredt* og *slangeudlagt* væskefraktion. Derimod gav *nedfældning om foråret* før første slæt et signifikant mindre udbytte end de 2 andre udbringningsmåder. Det mindre tab af ammoniak ved nedfældning af gylle i forhold til overfladeudbringning har ikke kunnet kompensere for den mekaniske skadevirkning, nedfældningen havde på græsset. Samtidig er forskellen i ammoniaktab mellem nedfældning og overfladeudbringning i en etableret græsafgrøde ved forårsudbringning sandsynligvis relativ mindre end ved udbringning lige efter slæt på de korte stubbe.

Denne antagelse støttes af, at efter anden og tredje udbringning er der opnået størst tørstofudbytte for nedfældning. Skadevirkningen ved nedfældning antages også at være mindre end ved første udbringning.

Ved fjerde slæt, som afspejler eftervirkningen af den forudgående gødningstildeling, var der ved 450 kg NH₄-N pr. ha ca. dobbelt så stort udbytte efter nedfældning sammenlignet med overfladeudbringning (fig. 6 øverst). Det bemærkes dog, at udbyttet kun udgjorde 7 pct. af vækstperiodens samlede tørstofudbytte.

Lundgård (JB 1)

I modsætning til JB 5 blev der på vandet JB 1 i gennemsnit høstet størst tørstofudbytte ved andet slæt (fig. 6 nederst).

Slættens andel af det samlede udbytte var fra første til fjerde slæt henholdsvis 26, 43, 24 og 7 pct. Andet slæt gav således næsten dobbelt så stort udbytte som såvel første som tredje slæt. Det bemærkes, at der i ingen af de 3 år er vandet før første slæt (jf. tabel 6), og at græsset på den grovsandede jord med lille vandholdende evne formodentlig ikke har været optimalt forsynet med vand i perioden indtil første slæt.

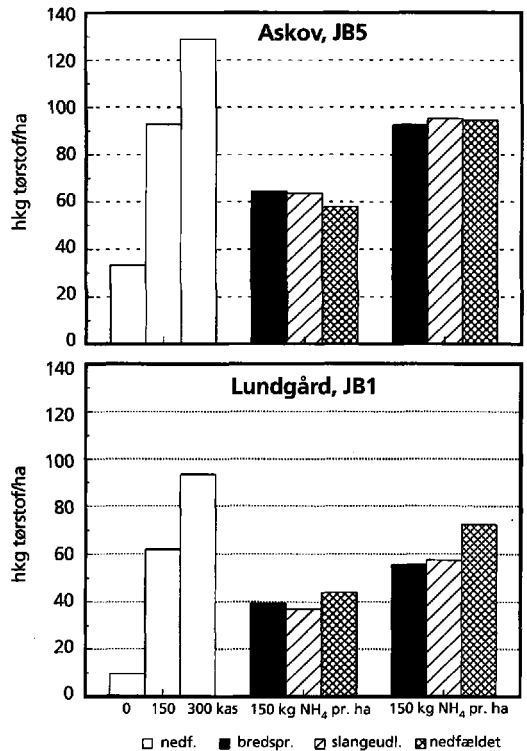
Det høje udbytte ved andet slæt, hvor der blev vandet efter gylleudbringning, skyldes antagelig både en virkning af anden udbringning af gødning, samt eftervirkning af første udbringning, hvor halvdelen af den totale mængde gødning blev udbragt.

Der er i lighed med forsøg på JB 5 ikke fundet sikre forskelle i tørstofudbytte efter bredspredning eller slangeudlægning. Udbyttet efter nedfældning ved første udbringning er ligeledes lavere end for bredspredning eller slangeudlægning.

Ved de efterfølgende 2 udbringninger var udbyttet væsentlig højere efter nedfældning end efter bredspredning og slangeudlægning.

Den ringere virkning efter nedfældning ved første udbringning er fuldt ud kompenseret af et højere tørstofudbytte i de efterfølgende slæt, specielt på JB 1-jord.

Ved samme gødskningsniveau i væskefraktion var det samlede tørstofudbytte af alle slæt i gennemsnit af 3 år på JB 5-jord, ikke forskelligt efter nedfældning, bredspredning og slangeudlægning (fig. 7 øverst). Derimod blev der på vandet grovsandede jord målt størst samlet virkning efter nedfældning (fig. 7 nederst).



Figur 7. Samlet udbytte i græs (hkg tørstof/ha) efter tilførsel af kas. og separeret kvæggylle. Gns. 3 år. Sum of 4 cuts in grass (dt DM/ha) after application of CAN and separated cattle slurry. Average 3 years.

Total-N i afgrøder

Der er i alle afgrøder fundet stigende kvælstofindhold med stigende N-tilførsel. Det gælder for såvel handels- som husdyrgødning (tabel 7, 8 og 9).

Ved sammenligning af fiber- og væskefraktion ses det for kerneudbyttes vedkommende, at der ved 60 kg NH₄-N pr. ha var et lavere N-indhold i kerner efter tilførsel af væskefraktionen end efter tilførsel af fiberfraktion. Ved højt niveau 120 kg NH₄-N pr. ha var det omvendt.

Uanset N-niveau er der i kerne målt stigende kvælstofindhold, jo senere væskefraktionen er udbragt, idet der er målt størst indhold ved *sen* udbringning af hele væskefraktionen og mindst ved udbringning *før* såning. Det gælder såvel på JB 5 som på vandet JB 1 (tabel 7 og 8).

Der var generelt ingen forskel mellem væske- og fiberfraktion i N-indholdet i roer ved lavt N-gødsningsniveau, medens der ved højt niveau var ten-

dens til lavere indhold af N efter tilførsel af fiberfraktion (jf. tabel 7).

I græs var kvælstofindholdet efter direkte nedfældning generelt højere end efter de 2 andre udbringningsmetoder og af samme størrelse som efter anvendelse af handelsgødningskvælstof (tabel 9).

Kvælstofudbytte

På grundlag af afgrødernes kvælstofindhold og tørstofudbytte blev den indhøstede mængde kvælstof beregnet.

I forsøgsled uden N-gødsning blev der ved Askov indhøstet væsentligt mere kvælstof end ved Lundgård. Ved Askov blev der med kerne og halm (tabel 7 og 8) i alt høstet 43,6 kg N pr. ha, medens det tilsvarende udbytte ved Lundgård var 27,6. For græs indhøstedes henholdsvis 43,6 og 14,0 kg N pr. ha (tabel 9).

Tabel 7. Askov, JB 5. Vårbyg og roer, % N i tørstof, kg N/ha indhøstet samt N-udnyttelse og værdital. Gennemsnit 4 år. *Spring barley and beets, % N in DM, kg N/ha harvested N, N-utilization ratio, N-utilization %. Average 4 year.*

	% N i tørstof, % N in DM				Indhøstet N kg/ha Harvested N				N-udnyttelse % N-utilization %				Værdital N-utilization ratio
	kerne <i>grain</i>	halm <i>straw</i>	rod <i>root</i>	top <i>leaves</i>	kerne <i>grain</i>	halm <i>straw</i>	rod <i>root</i>	top <i>leaves</i>	vårbyg <i>spring barley</i> **)	roer <i>beets</i> **)	***)	***)	vårbyg <i>spring barley</i> **)
0 N control	1,69	0,63	0,66	1,99	36,1	7,5	57,8	48,5					
½ N i kas. <i>in CAN</i>	1,84	0,68	0,78	2,19	59,4	14,6	96,6	96,2	51			72	
1 N i kas. <i>in CAN*</i>)	2,11	0,82	1,06	2,49	82,7	22,5	127,5	138,0	51			66	
Separeret gylle, <i>slurry</i>	Før såning, <i>before sowing</i>												
Fiber, <i>fibrous</i>													
½ N	1,81	0,54	0,70	2,15	54,3	9,3	78,1	69,1	33	16		34	11
1 N	1,85	0,56	0,81	2,32	71,0	14,7	101,3	100,0	35	16		40	12
Væske, <i>liquid</i>													
½ N	1,67	0,53	0,72	2,22	51,5	10,2	85,5	83,1	30	20		52	28
1 N	1,95	0,64	0,91	2,39	83,0	19,0	118,1	107,8	49	32		50	27
Væske, <i>liquid</i>	Delt udbringning, <i>split application</i>												
½ N	1,81	0,62	0,73	2,27	54,3	11,4	83,0	80,1	37	24		47	25
1 N	2,02	0,75	0,93	2,40	76,1	19,7	119,8	118,8	44	29		55	29
Væske, <i>liquid</i>	Sen udbringning, <i>late application</i>												
½ N	2,06	0,87	0,72	2,21	51,4	13,7	77,7	73,3	36	24		37	20
1 N	2,03	0,98	0,83	2,98	59,4	16,0	92,0	91,5	27	18		32	17

*) 1 N i byg = 120 kg N/ha i kas., 120 kg NH₄-N i svinegylle, 1 N i roer = 240 kg/ha i kas., 240 kg NH₄-N i kvæggylle.

1 N in barley = 120 kg N/ha in CAN, 120 kg NH₄-N in pig slurry, 1N in beets = 240 kg/ha in CAN, 240 kg NH₄-N in cattle slurry.

***) Beregnet på tilført min.-N, *calculated on supplied min.-N.*

****) Beregnet på tilført total-N, *calculated on supplied total-N.*

Table 8. Lundgård, JB 1. Vårbyg og roer, % N i tørstof, kg N/ha indhøstet samt N-udnyttelse og værdital. Gennemsnit 4 år.

Spring barley and beets, % N in DM, kg N/ha harvested N, N-utilization ratio, N-utilization %. Average 4 year.

	% N i tørstof, % N in DM				Indhøstet N kg/ha, Harvested N				N-udnyttelse % N-utilization %				Værdital N-utilization ratio
	kerne <i>grain</i>	halm <i>straw</i>	rod <i>root</i>	top <i>leaves</i>	kerne <i>grain</i>	halm <i>straw</i>	rod <i>root</i>	top <i>leaves</i>	vårbyg <i>spring barley</i> (**)	roer <i>beets</i> (**)	vårbyg <i>spring barley</i> (**)		vårbyg <i>spring barley</i> (**)
0 N control	18,4	0,60	0,58	1,26	22,5	5,1	29,0	24,0					
½ N i kas. in CAN	1,68	0,57	0,76	1,34	53,2	12,7	72,3	51,0	64	59			
1 N i kas. in CAN*)	2,09	0,65	1,07	1,80	82,2	18,7	99,5	76,0	61	51			
Separeret gylle, slurry	Før såning, before sowing												
Fiber, fibrous													
½ N	1,78	0,51	0,55	1,11	44,2	8,7	50,0	38,7	42	20	30	9	42
1 N	1,21	0,54	0,75	1,55	62,5	15,3	73,5	57,5	41	19	33	10	71
Væske, liquid													
½ N	1,73	0,52	0,57	1,40	49,7	9,8	50,0	35,3	53	35	28	14	75
1 N	1,87	0,56	0,85	1,64	67,4	15,0	79,5	59,1	46	31	36	19	70
Væske, liquid	Delt udbringning, split application												
½ N	1,90	0,65	0,60	1,08	47,1	11,0	59,0	40,0	51	34	38	20	63
1 N	1,94	0,62	0,81	1,65	65,8	16,8	95,8	69,5	46	31	47	25	63
Væske, liquid	Sen udbringning, late application												
½ N	2,09	0,76	0,56	1,28	45,6	13,5	50,0	41,5	53	35	31	17	21
1 N	2,19	0,86	0,62	1,40	56,4	19,9	63,3	60,3	41	27	29	15	21

*) 1 N i byg = 120 kg N/ha i kas., 120 kg NH₄-N i svinegylle, 1 N i roer = 240 kg/ha i kas., 240 kg NH₄-N i kvæggylle.

1 N in barley = 120 kg N/ha in CAN, 120 kg NH₄-N in pig slurry, 1 N in beets = 240 kg/ha in CAN, 240 kg NH₄-N in cattle slurry.

**) Beregnet på tilført min.-N, calculated on supplied min.-N.

***) Beregnet på tilført total-N, calculated on supplied total-N.

På grund af stigende kvælstofindhold i afgrøder ved stigende kvælstoftilførsel i kalkammonsalpeter (tabel 7) blev der indhøstet relativt mere kvælstof med stigende gødskning sammenlignet med tørstof. Dette gælder specielt for roer, hvor der ikke er opnået merudbytte i tørstof for tilførsel af ekstra kvælstof med kalkammonsalpeter (jf. fig. 3).

Ved udbringning før såning af fiber- og væskefraktion (roer og byg) blev der generelt ved højt N-niveau indhøstet mere kvælstof efter tilførsel af væskefraktionen (tabel 7 og 8).

Delt tilførsel af væskefraktionen har resulteret i størst N-udbytte. Det gælder såvel roer som byg. Det lavere N-udbytte ved sen udbringning skyldes et lavt tørstofudbytte, da kvælstofindholdet generelt var

af samme størrelsesorden som ved de øvrige udbringningsmetoder (tabel 7).

Sammenlignet med bredspredning eller udlægning (tabel 9) gav direkte nedfældning af væskefraktionen i græs det største N-udbytte.

Kvælstofudnyttelse

Kvælstofudnyttelse er mængden af indhøstet kvælstof efter kvælstoftilførsel minus kvælstof i ugødet afgrøde i forhold til tilført mængde total-kvælstof eller mineralsk kvælstof. Mineralsk N betyder i dette tilfælde for kalkammonsalpeter tilført NH₄-N + NO₃-N og for husdyrgødning NH₄-N. Beregnet udnyttelse er angivet i tabel 7, 8 og 9.

Tabel 9. Græs. % N i tørstof, indhøstet N kg/ha. N-udnyttelse % og værdital. Gennemsnit 3 år.
Grass. % N in DM, harvested N kg/ha. N-utilization % N-utilization ratio. Average 3 year.

	% N i tørstof % N in DM	Indhøstet N Harvested N	N-udnyttelse % Utilization %	Værdital N-utilization ratio	% N i tørstof % N in DM	Indhøstet N Harvested N	N-udnyttelse % Utilization %	Værdital N- Utilization ratio
)	*)			**)	***)
		Askov, JB 5			Lundgård, JB 1			
0 N, control	1,33	43,6			1,40	14,0		
½ N i kas. in CAN	1,74	161,5	79		1,84	114,5	67	
1 N i kas. in CAN*)	2,51	324,1	94		2,57	239,0	75	
Væskefraktion								
<i>Liquid fraction</i>								
		Bredspredt, surface spreading						
½ N	1,46	94,9	34	22 40	1,67	64,5	34 21	38
1 N	1,83	168,3	42	14 50	1,74	100,0	29 18	37
		Stribe udbragt, stripe application						
½ N	1,39	88,6	30	19 39	1,59	64,5	34 21	37
1 N	1,85	175,6	44	28 53	1,80	103,0	30 19	41
		Nedfældet, injected						
½ N	1,75	102,0	39	25 27	1,93	85,1	47 30	49
1 N	2,25	213,8	57	36 53	2,20	153,1	46 29	62

*) 1 N = 300 kg N/ha i kas., 300 kg NH₄-N i kvæggylle. 1 N = 300 kg N/ha in CAN, 300 kg NH₄-N in cattle slurry.

**) Beregnet på tilført min.-N, calculated on supplied min.-N.

***) Beregnet på tilført total-N, calculated on supplied total-N.

Generelt var kvælstofudnyttelsen for roer på JB 5 størst efter tilførsel af væskefraktionen. På vandet JB 1 var udnyttelsen derimod størst i vårbyg hovedsagelig på grund af det relative store merudbytte som generelt blev opnået for gødningstilførsel (jf. fig. 1 og tabel 8). Sen udbringning af gødning har på begge jordtyper resulteret i en ringere N-udnyttelse end ved de øvrige udbringningstidspunkter.

Den største N-udnyttelse i græs er opnået efter nedfældning (tabel 9).

Værdital for tilført NH₄-N

For at få en vurdering af fiber- og væskefraktionens gødningsmæssige værdi er der beregnet værdital, som angiver hvor mange kg kvælstof i handelsgødning udbragt på normal gødskningsstidspunkt, 100 kg ammonium-N i gyllefraktionerne kan erstatte.

Da beregningen foretages på grundlag af merudbytte i tørstof efter tilførsel af stigende mængder kvælstof i handelsgødning (fig. 8 og 9), har det kun været muligt at udregne værdital for kerne og græs. Ved roer har der ikke været merudbytte i tørstof for stigende N-tilførsel (jf. fig. 3).

På JB 1 blev der opnået relativt store merudbytter i kerne sammenlignet med JB 5 (fig. 8).

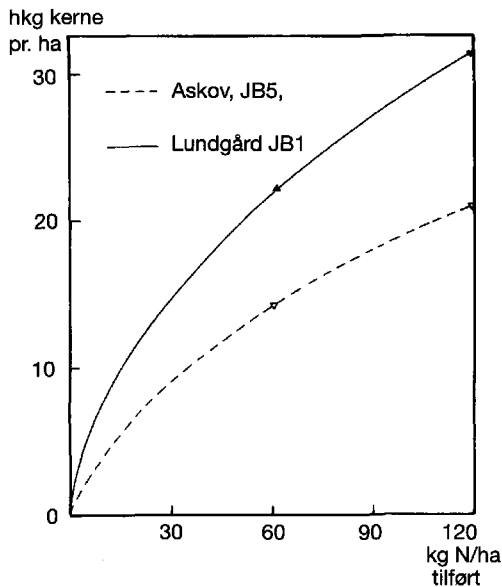
I græs er der derimod høstet lidt større merudbytte i tørstof på JB 5 end på JB 1 (fig. 9).

Den bedste gødningsmæssige virkning i vårbyg er opnået ved udbringning af hele væskefraktionen før såning (led 6 og 7), hvor værditallet var 67 og 118 for tilførsel af henholdsvis 60 og 120 kg NH₄-N pr. ha på JB 5 jord. Overfladeudbringning af væskefraktionen ved 10-15 cm plantehøjde gav lavest værdital, idet 100 kg NH₄-N pr. ha i væskefraktionen i gennemsnit kunne erstattes af ca. 20 kg N pr. ha i handelsgødning. Værditallet efter tilførsel af fiberfraktion (led 4 og 5) til vårbyg var lavere end efter væskefraktionen.

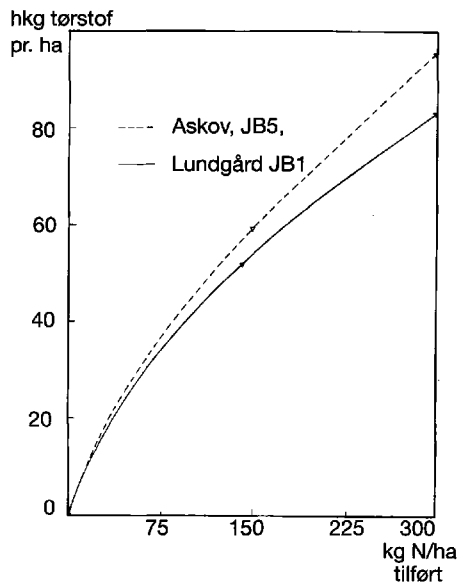
Nedfældning af væskefraktionen i græs (tabel 9) gav større gødningsmæssig virkning end ved bredspredning og slangeudlægning. Ved Lundgård kunne eksempelvis 63 kg N i kas. erstatte 100 kg NH₄-N pr. ha tilført med væskefraktionen.

Diskussion og konklusion

Vårbyg. Uanset tilført fraktion var der generelt lidt lavere gødningsvirkning på grovsandet jord (JB 1) end på grovsandblandet lerjord (JB 5). På den



Figur 8. Merudbytte i vårbyg (hkg kerne/ha) efter stigende tilførsel af N i kas. Gns. 4 år.
Yields increase in spring barley, dt grain/ha, after application of increased amount of N in CAN.



Figur 9. Merudbytte i græs (hkg tørstof/ha) efter stigende tilførsel af N i kas. Gns. 3 år.
Yields increase in grass (dt DM/ha) after application of increased amount of N in CAN.

grovсандede lerjord blev der opnået ca. 20 pct. større kerneudbytte efter tilførsel af væskefraktion i forhold til fiberfraktion. Den lavere virkning af fiberfraktionen ved 120 kg ammoniumkvælstof pr. ha kan skyldes større ammoniaktab ved udbringning og nedfræsning af den voluminøse fiberfraktion. Immobilisering af kvælstof i jord efter udbringning af fiberfraktion kan også være en medvirkende årsag til den dårligere virkning.

Hele væskefraktionen udbragt på en gang før såning har givet særdeles god gødningsvirkning med værdital på 118 beregnet på tilført ammoniumkvælstof på JB 5 jord. Ved delt tilførsel af væskefraktionen med 50 pct. før såning og resten ved 10-15 cm plantehøjde, var værditallet 88. Samme virkning fandtes ved tilførsel af hele fiberfraktionen før såning. Laveste gødningsvirkning af væskefraktionen blev målt efter overfladeudbringning af hele mængden (120 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha) ved 10-15 cm plantehøjde. Her var værditallet af ammoniumkvælstof ca. 20. På grovsandet jord var tendensen den samme, men generelt med lavere værdital.

De fundne værdier er højere end de resultater, der er opnået i forsøg gennemført af De Landøkonomiske Foreninger og i tidligere forsøg med

svinegylle ved Statens Planteavlsvforsøg (2). Ud fra disse undersøgelser er normværditallet for ammoniumkvælstof i svinegylle ansat til 90 for gylle udbragt før såning og 75 ved slangeudlægning i vækstperioden. Det bemærkes, at ovennævnte tal er gennemsnit for sand- og lerjord.

Beregnet på tilført ammoniumkvælstof var *kvælstofudnyttelsesprocenten* af væskefraktionen ca. 50 og af samme størrelsesorden som fundet af Larsen, (1). Ved fiberfraktionen var udnyttelsesprocenten ca. 35.

Ved færdiggødsning af vårbyg med kvælstof (120 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha) i fiber- og væskefraktion blev tilført henholdsvis ca. 150 kg P og 35 kg P pr. ha. Da behovet i vårbyg er 20-25 kg P pr. ha, tilføres således med fiberfraktionen ca. 6 gange så meget P. For K's vedkommende tilføres der gennemsnitlig med begge fraktioner ca. 2-3 gange så meget K som nødvendig til en vårbygafgrøde.

Roer. Generelt var der kun svag stigning i tørstofudbyttet ved at tilføre 240 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha med den separerede gylle i forhold til tilførsel af 120 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha. Der var stort set ingen forskel i gødningsvirkning mellem fiber- og væskefraktion.

På JB 1 var der en tendens til, at delt udbringning af 240 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha i væskefraktionen gav bedre gødningsvirkning end udbringning af hele mængden, før såning. Det lavere udbytte efter engangstilførsel før såning skyldes hovedsageligt en dårlig fremspiring og dermed færre antal planter pr. arealenhed.

Lignende forhold er iagttaget i praksis ved forsåudbringning af specielt kvæggylle lige før roe-såning.

På begge jordtyper har tilførsel af hele gødningsmængden efter udtynding resulteret i 15 pct. lavere udbytte i forhold til de to andre gødskningsmåder.

Ved anvendelse af tørstofrig fiberfraktion med lavt $\text{NH}_4\text{-N}$ -indhold er der under uvandede forhold risiko for meget dårlig gødningsvirkning ved færdiggødsning med ammonium-N. Dette skyldes stort ammoniaktab under og efter udbringning og dårlige spiringsbetingelser for roefrø.

Som følge af stigende N-indhold i rod og top er der indhøstet stigende mængder kvælstof med øget kvælstoftilførsel. I modsætning hertil øgedes tørstofudbyttet ikke yderligere ved N-tilførsel over 120 kg N pr. ha.

N-udnyttelsen af tilført ammoniumkvælstof med fiberfraktion var ca. 40 pct. For væskefraktion opnåedes op til 50 pct. udnyttelse.

Færdiggødsning med 240 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha med

fiberfraktionen har resulteret i, at der blev tilført ca. 6 gange så meget P og dobbelt så meget K, som planten har behov for. Med væskefraktion blev tilført ca. dobbelt så meget P og K som nødvendig.

Græs. Det samlede græsudbytte i vækstperioden var på JB 5-jord det samme efter bredspredning, slangeudlægning og nedfældning af væskefraktionen. På JB 1-jord blev der derimod opnået ca. 30 pct. bedre gødningsvirkning ved nedfældning i forhold til de 2 andre udbringningsmetoder. Værdital beregnet ud fra det samlede græsudbytte efter tilførsel af 300 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ pr. ha var for nedfældning på JB 5 og JB 1 henholdsvis 53 og 62.

Færdiggødsning med 300 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ til græs bevirkede en overskudstilførsel af P og K på ca. det dobbelte af afgrødens behov.

Litteratur

- Larsen, K. E. *et al.* 1991. Husdyrgødningens udnyttelse i planteproduktionen ved intensiv husdyrproduktion. Et fællesnordisk projekt. Tidsskrift for Planteavl 96, 97. Beretning nr. S 2127.
- Petersen, C. Å. 1991. Værdital for husdyrgødningskvælstof. Landskontoret for Planteavl. Planteavlsorientering, 07, nr. 226.

Manuskript modtaget d. 29. december 1992