

Statens forsøgsstation, Askov (A. Dam Kofoed)

## Virkning af flydende ammoniak nedfældet med forskellige nedfældertyper til korn, bederoer og kartofler

*Effect of anhydrous ammonia applied by different field applicators for cereals, fodder beets and potatoes*

Hans Th. Fogh

### Resumé

Flydende ammoniak nedfældet med forskellige nedfældertyper i markforsøg med vårsæd bevirkede, når nedfældningsdybden var 7 cm, og ammoniakken nedfældedes umiddelbart før, men uafhængig af afgrødens såning, at der opstod spiringsskade med reduceret plantebestand til følge. Dette var ikke tilfældet, hvor ammoniak nedfældedes til 12-14 cm dybde. Udbyttet reduceredes kun lidt som følge af spiringsskaderne. Når ammoniak blev nedfældet i konstant afstand fra kornrækkerne (ca. 7 cm) med kombineret såmaskine-nedfælder, var der ingen spiringsskader selv efter 7 cm nedfældningsdybde.

I roer var der kun svage og i kartofler ingen spiringsskader (nedfældningsretning vinkelret på planterækkerne), og tørstofudbyttet var det samme efter ca. 7 cm og 12-14 cm nedfældningsdybde.

Fordampningstab af ammoniak fra jorden efter nedfældning af 120 eller 240 kg N/ha til ovennævnte dybder fandtes at være ubetydeligt.

### Summary

Using different types of injectors, anhydrous ammonia was applied in a series of field experiments with spring cereals. These experiments showed germination damage and consequently reduced number of plants when injection depth was 7 cm and the ammonia was injected just before but independently of the sowing of the crop.

This was not the case when the anhydrous ammonia was injected to a depth of 12 - 14 cm. The damage to germination caused only small yield reductions. There was no damage to germination when anhydrous ammonia was applied at a constant distance (about 7 cm) from the seed rows by means of a combined seed driller-injector – not even after an injection depth of 7 cm.

In the row crop the anhydrous ammonia was applied at a right angle direction to the plant rows and the damage to germination was faint in fodder beets and absent in potatoes. The yield of dry matter in these two crops was not different at the two depths of injection (7 and 12-14 cm).

The loss of ammonia by volatilization from the soil after injection of an amount corresponding to 120 or 240 kg N/ha to the above mentioned depths was found to be negligible.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Summary .. .. .	167
Indledning .. .. .	168
Kalibrering af doseringsudstyr og valg af fordelere for flydende ammoniak..	169
Forsøgsplan .. .. .	170
Forsøgenes anlæg og gennemførelse .. .. .	170
Spiringsskade forårsaget af ammoniak .. .. .	172
Ammoniakfordampning .. .. .	177
Udbytteresultater:	
Byg (lerjord) .. .. .	180
Byg (sandjord) .. .. .	180
Havre .. .. .	180
Vårhvede .. .. .	180
Bederøer .. .. .	180
Kartofler .. .. .	180
Konklusion .. .. .	181
Litteraturliste .. .. .	182

### Indledning

Nedfældning af flydende ammoniak blev indtil slutningen af 60'erne udelukkende udført med ammoniaknedfældere, der var fremstillet alene til det formål at anbringe ammoniakken i »streng« i passende dybde og med passende afstand (se fig. 1). Sådanne nedfældere er udstyret med harvetandslignende smalle nedfælderskær med en indbyrdes afstand på 25-30 cm og er derudover ofte udstyret med en eller anden form for efterharve til jævning af jordoverfladen. Nedfældning af ammoniak med en sådan nedfælder medfører en vis jordbehandling, som dog sjældent kan erstatte normal forårsjordbehandling, hverken helt eller delvis.

De øgede rationaliseringsbestrebelse i landbruget må betragtes som årsag til, at der i slutningen af 60'erne blev sendt 2 nye typer af ammoniaknedfældere på markedet. Begge disse typer kombinerer ammoniaknedfældning med andet markarbejde, henholdsvis såbedstilberedning og såning. I fig. 2 ses således en såbedsharve med påmonteret ammoniaknedfældningsudstyr bestående af fordeler og slanger samt rør og muldskrabere monteret på bageste række harvetænder. Denne kombinerede harve og ammoniaknedfælder er ikke egnet for nedfældning af flydende ammoniak til den på grundlag af

tidligere gennemførte forsøg anbefalede nedfældningsdybde på ca. 14 cm (*Kofoed et al* 1967), men nedfælder ammoniakken i harvedybde ca. 5-7 cm. På grund af faren for tab af ammoniak som følge af denne lille nedfældningsdybde er nedfældertænderne forsynet med specielle muldskrabere, hvis formål er at holde løs jord tæt omkring tænderne, hvorved tab af ammoniak på grund af fordampning søges undgået.

Fig. 3 viser en kombineret såmaskine og ammoniaknedfælder. Som det ses på billedet er kombinationen foretaget på den måde, at der bag på en såmaskine er monteret en til formålet specielt konstrueret ammoniaknedfælder. Der er eet ammoniaknedfælderskær for hver to såskær, og ammoniakken nedfældes midt i hvert andet planterækkemellemrum, således at samtlige planter får fuldstændig samme afstand til ammoniak (ca. 7 cm). Ved nedfældning af ammoniak til korn uafhængig af såningen vil afstanden mellem planter og ammoniak variere fra 0 til  $\frac{1}{2}$  nedfælderskærafstand, eller fra 0 til 13-15 cm. – Såmaskinenedfælder er delt i sektioner, og nedfældedybden indstilles uafhængigt for de enkelte sektioner.

Med det formål at sammenligne virkningen af flydende ammoniak nedfældet med de tre

her nævnte nedfældertyper er der i årene 1970-72 gennemført markforsøg i forskellige afgrøder ved statens forsøgsstationer Askov, Jyndevad, Lundgaard, Rønhave og Ødum. På forhånd måtte det forventes, at nedfældning af ammoniak med såbedsharvenedfælderen ville forårsage skade på afgrøderne på grund af den lille nedfældningsdybde, og at nedfældning med såmaskinenedfælderen kunne bevirke bedre virkning af ammoniakken på grund af ammoniakkens konstante og nøjagtige placering i forhold til planterne.

De i forsøgene benyttede ammoniaknedfældere, der blev stillet til rådighed af fabrikanterne, var følgende (se også fig. 1-3):

9 tands Marsk Stig m. efterharve, 27 cm skærafstand, 2,43 m arbejdsbredde (A/S Maskinfabriken Marsk Stig, Slagelse).

Prela toledet såbedsharve med 9 ammoniakudløb anbragt med 26 cm afstand på bageste række harvetænder, 2,34 m arbejdsbredde. (Maskinfabriken Prela, Præstø).

9 tands treledet ammoniaknedfælder med efterharve og 27,7 cm skærafstand (Jens Lübeck A/S, Hadsund) monteret på Nordsten Lift-o-matic 2,50 m radsåmaskine med 18 såskær (P. Nordsten A/S, Hillerød).

(1971). Hvert år forud for forsøgenes anlæg blev doseringsudstyret kalibreret. Dette skete på følgende måde:

Fem 50 l beholdere ifyldtes 40-45 l vand, hvorefter de blev vejte. Der blev i disse beholdere opsamlet ammoniak ved henholdsvis 20, 40, 60, 80 og 100 pct. af doseringsudstyrets maksimale kapacitet. Opsamlingstiden var mellem 60 og 120 sek., og den opsamlede mængde bestemt ved vejning varierede fra ca. 500 til ca. 4500 g. For at undersøge, om man ved denne opsamlingsmetode fik opsamlet hele den mængde ammoniak, der passerede doseringsudstyret, blev der foretaget en serie kontrolopsamlinger, hvorunder ammoniaktanken var anbragt på en vægt, således at tanken kunne vejes før og efter opsamlingen. Kontrolopsamlingerne viste, at de udstrømmende mængder ammoniak kun afveg 0,3 pct. fra de i vandet opsamlede mængder.

Flowratorens maksimale kapacitet blev fra leverandøren opgivet til 237,72 l  $\text{NH}_3$ /time (vægtfylde for  $\text{NH}_3 = 0,63$ ), hvilket svarer til 123,1 kg N/time. I tabel 1 er vist de ved opsamlingerne fundne kapaciteter sammenlignet med de opgivne, og der ses at være god overensstemmelse mellem disse.

De tre nedfældere blev leveret med ammo-

Tabel 1. Kapacitet (kg N/time) af doseringsudstyr ved forskellige indstillinger

flowrator-indstilling	1970		1971		1972 1 op-samling	Opgivet fra fabrik
	gns. af 4 opsamlinger	variation	gns. af 2 opsamlinger	I II		
20	23,0	(21,8-23,4)	23,8	(23,3-24,3)	22,7	24,6
40	48,9	(48,6-49,4)	48,7	(48,6-48,7)	47,6	49,2
60	74,4	(73,3-75,6)	74,1	(73,8-74,4)	73,2	73,9
80	100,8	(100,2-100,9)	99,2	(99,2-99,2)	99,7	98,5
100	128,8	(127,7-129,9)	123,3	(123,2-123,4)	127,2	123,1

### Kalibrering af doseringsudstyr og valg af fordelere for flydende ammoniak

I samarbejde med A/S maskinfabriken Marsk Stig, Slagelse blev der 1969-70 udviklet og fremstillet et ammoniakdoseringsudstyr til montering på en alm. landbrugstraktor. Dette udstyr består af tank, varmeveksler, flowrator og trykreguleringsventil og er beskrevet af Fogh

niakfordelere af fabrikanterne Marsk Stig, Prela og Agrodan. Disses fordelingsnøjagtighed blev undersøgt ved stationære opsamlinger af ammoniakvæsken fra de enkelte nedfælderskær (fig. 4). Der var ikke vand i de benyttede plasticbeholdere, hvorfor der kun opsamledes den del af ammoniakken, der forlod nedfælderen i form af væske, mens ammoniakgassen

(10-20 pct.) gik tabt. Forholdet mellem de udstrømmede mængder ammoniakvæske fra de forskellige skær er dog det samme som forholdet mellem de totale mængder ammoniak (væske + gas). Resultatet af opsamlingerne var, at ingen af fordelerne var tilfredsstillende, idet ammoniakmængderne fra enkeltskær ofte afveg 10-20 pct. eller mere fra gennemsnitsmængden pr. skær. Agrodan-fordeleren, som bestod af et fordelarhus, hvori der var en af ammoniakstrømmen drevet rotor, var uegnet, da rotoren på grund af den i forhold til praksis lille ammoniakmængde pr. tidsenhed ikke kunne rotere. Fordeleren gav derfor en meget dårlig fordeling. Prela-fordeleren gav en særdeles uens fordeling af ammoniakken, hvis dens stilling ikke var helt vandret, idet de lavest placerede udløb gav mest og de højeste gav mindst, og noget tilsvarende gjaldt for Marsk Stig fordeleren, dog i mindre udpræget grad. Disse to fordelertyper indeholdt ingen bevægelige dele.

For at undgå, at forskel i fordelertype gennem forskel i fordelingsøjagtighed skulle få mulighed for at påvirke markforsøgenes resultater, blev alle tre nedfældertyper forsynet med Marsk Stig fordelere vel vidende, at dette ikke kunne sikre, at ammoniakken blev fordelt på ensartet måde med de forskellige nedfældere. Det kan dog formodes, at fordelingen ved kørsel i marken er mere ensartet på grund af konstante rystelser, end den er under stationære prøver.

#### Forsøgsplan

Forsøgene blev anlagt efter følgende plan:

1.  $\text{NH}_3$  nedfældet med alm. nedfælder, 12-14 cm dybde
2.  $\text{NH}_3$  nedfældet med alm. nedfælder, ca. 7 cm dybde
3.  $\text{NH}_3$  nedfældet med såbedsharvenedfælder, ca. 7 cm dybde
4.  $\text{NH}_3$  nedfældet med nedfælder på såmaskine, 12-14 cm dybde
5.  $\text{NH}_3$  nedfældet med nedfælder på såmaskine, ca. 7 cm dybde
6. Kalksalpeter nedbragt med såmaskine.

Leddene 1-6 blev kombineret med:

- A. Ingen kvælstoftilførsel
- B. 1 N
- C. 2 N
- D. 3 N

hvor 1 N var 40 kg kvælstof pr. ha til korn og kartofler og 80 kg kvælstof pr. ha til roer. I forsøgene med kartofler og roer blev leddene 4 og 5 udeladt, da det i praksis ikke vil være hensigtsmæssigt at nedfælde ammoniak til disse afgrøder med en nedfælder monteret på såmaskine. I de fleste af forsøgene var der 4 fællesparceller, i enkelte kun 2. Den anvendte parcellfordeling gjorde alle forsøgsled ensstilte ved tilstedeværelse af enhver form for jævnt aftagende frugtbarhed på de valgte forsøgsarealer.

#### Forsøgenes anlæg og gennemførelse

På grundlag af de ved doseringsudstyrets kalibrering fundne resultater samt nedfældernes arbejdsbredde og kørehastighed beregnedes det, hvilken flowratorindstilling, der skulle køres med i de enkelte parceller. Endvidere beregnedes ud fra kørehastighed og parcellængde, hvor lang køretiden skulle være pr. parcel. For hver nedfældertype og nedfældningsdybde blev foretaget indstilling af traktorens motoromdrejningstal ved kørsel over en afmålt strækning uden for forsøgene, indtil kørehastigheden fandtes at være den ved anlæg af forsøget ønskede.

Under nedfældningen af ammoniak i de enkelte parceller blev doseringsudstyret og dermed gennemstrømningsmængden af ammoniak holdt under konstant kontrol, og det blev ved hjælp af stopur kontrolleret, at den beregnede køretid pr. parcel blev overholdt. Ved hjælp af de målte køretider pr. forsøgsled blev der foretaget kontrolberegning af de nedfældede ammoniakmængder pr. forsøgsled, og det viste sig, at den planlagte dosering var opnået med afvigelser på 0-4 pct.

Forud for forsøgenes anlæg blev der hvert år udtaget 2-4 jordprøver på hvert forsøgsareal

til analyse for pH, Kt og Ft. Gennemsnit af disse resultater for de enkelte forsøg er sammen med parcelstørrelse og datoer for anlæg og høst vist i tabel 2.

Forsøgene blev anlagt med 2 eller 4 parcelrækker. Parcellernes bruttbredde var 2,50 m (i kartofler ved Jynde vad 1971 og 72 dog 5,0

m) og bruttolængden 8,4 til 12 m. Bruttoparcellernes størrelse var 21,3-50,0 m<sup>2</sup>. Parcellernes nettobredde var 1,50-1,53 m (i kartofler ved Jynde vad 1970 dog 1,20 m og i 1971 og 72 3,66 m) og nettolængden var 6,0-11,0 m.

Kornforsøgene blev anlagt på følgende måde: Efter harvning til normal dybde forud for så-

Tabel 2. Jordanalyseresultater, parcelstørrelse samt dato for anlæg og høst

Byg		pH(H <sub>2</sub> O)	Ft	Kt	Parcelstørrelse (m <sup>2</sup> )		Dato for			
					brutto	netto	udbringning af NH <sub>3</sub>	ks.	såning/lægning	høst
Askov	1970	6,5	6,0	11,7	22,5	13,0	6/5	6/5 <sup>2)</sup>	6/5	25/8
	71	6,4	6,9	9,7	25,0	15,3	16/4	16/4	16/4	19/8
	72	6,4	5,5	8,2	27,5	16,8	22/4	22/4	22/4	18/8
Jynde vad	70	6,3	6,6	4,8	25,0	13,8	28/4	28/4	28/4	24/8
	71	6,3	5,2	3,7	25,0	13,0	31/3	7/4 <sup>1)</sup>	31/3	23/8
	72	6,1	6,7	6,0	22,5	9,2	23/3	29/3 <sup>1)</sup>	23/3	5/8
Lundgaard	70	5,9	7,5	6,0	25,0	15,3	27/4	27/4	27/4	31/8
	71	6,0	7,0	6,1	25,0	14,5	30/3	30/3	30/3	4/8
	72	6,5	6,6	8,0	25,0	15,3	21/3	21/3	21/3	4/8
Rønhave	70	7,2	6,3	11,8	25,0	12,2	8/5	8/5	8/5	27/8
	71	6,5	5,4	10,1	25,0	12,2	21/4	21/4	21/4	19/8
	72	7,3	5,5	9,9	21,3	9,6	24/3	25/3	24/3	10/8
Ødum	70	6,7	6,8	14,8	30,0	15,3	11/5	11/5 <sup>2)</sup>	11/5	7/9
<i>Havre</i>										
Askov	1970	6,4	5,3	7,1	22,5	13,0	5/5	5/5	5/5	7/9
Ødum	70	6,8	7,3	17,2	30,0	15,3	11/5	11/5 <sup>2)</sup>	11/5	18/9
	71	6,9	8,4	15,2	30,0	15,3	5/5	6/5 <sup>2)</sup>	5/5	6/9
<i>Vårhvede</i>										
Askov	1971	6,4	9,9	19,4	24,8	15,2	17/4	17/4	17/4	6/9
	72	6,3	8,1	15,1	25,0	15,3	25/4	25/4	25/4	1/9
Ødum	71	6,8	8,2	13,2	30,0	15,3	5/5	5/5 <sup>2)</sup>	5/5	22/9
	72	6,7	9,5	14,0	25,0	13,8	3/5	3/5 <sup>2)</sup>	3/5	13/9
<i>Bederoer</i>										
Askov	1970	6,4	7,3	16,2	30,0	15,0	12/5	12/5	13/5	5/10
	71	ingen jordprøver			30,0	15,0	22/4	22/4	24/4	15/10
	72	6,3	7,1	13,9	30,0	15,0	27/4	27/4	27/4	18/10
<i>Kartofler</i>										
Jynde vad	1970	6,4	6,7	3,0	25,0	9,2	28/4	28/4	4/5	1/10
	71	6,4	5,7	3,8	50,0	25,6	31/3	19/4	20/4	6/10
	72	6,1	4,6	5,3	42,0	23,1	23/3	20/4	25/4	10/10

<sup>1)</sup> Kalkammonsalpeter anvendt i stedet for kalksalpeter.

<sup>2)</sup> Kalksalpeter er udbragt oven på jorden.

ning udmåltes og afmærkedes parcelgrænserne. Herefter blev der ved at køre en gang på langs gennem parcellerne nedfældet ammoniak i leddene 1, 2 og 3, hvorefter der blev sået korn og nedfældet ammoniak i leddene 4 og 5. Herefter blev såmaskine og nedfælder adskilt, og der blev sået korn i leddene 1, 2, 3 og 6. Det blev ved henholdsvis ammoniaknedfældning og kornsåning i leddene 1, 2 og 3 tilstræbt at køre gennem parcellerne på en sådan måde, at ammoniakstreng og kornrækker ikke blev fuldstændig parallelle. Udbringningen af kvælstofgødning i led 6 er i de fleste tilfælde sket samme dag, som det øvrige anlægsarbejde er foretaget. I forsøgene ved Ødum og i korn ved Askov 1970 blev gødningen bredsået oven på jorden. I de øvrige forsøg blev den nedbragt med specialsåmaskine.

Afmærkningen af nettoparcelbredde skete ved under kornsåningen at lukke to såudløb på såmaskinen, hvorved en nøjagtig afmærkning blev opnået. Anvendelse af samme såmaskine til såning af alle parceller sikrede ensartet rækkeafstand og udsædsmængde i alle parceller. Af praktiske grunde blev der under anlægsarbejdet kørt fra en parcel i den ene parcellække gennem den modstående parcel i den anden parcellække. Af denne grund var der i forsøgene et bælte mellem parcellækkerne på 6,0-10,0 m, således at det ved konstant kørsel med nedfælder fra den ene parcellække til den anden kunne sikres, at ændring af ammoniakdoseringen med sikkerhed var sket, når nedfælder havde passeret mellembæltet. I de tilfælde, hvor der skulle køres fra en parcel, der skulle have ammoniak, til en, der ikke skulle have ammoniak, blev der gjort holdt i mellembæltet, og nedfælderne blev løftet af jorden, så det visuelt kunne kontrolleres, at ammoniakudstrømningen var hørt op.

Udbytteresultaterne viser dog, at der er høstet større udbytte i de parceller, hvori der er kørt med ammoniaknedfælder uden at tilføre ammoniak, end der er høstet i led 6 A, der var ubehandlet, og da det efter et tilfældigt stop i en 3 A parcel i et vårhvedeforsøg 1972, hvorunder nedfælder holdt stille i ca. ½ minut i par-

cellen, i vækstperioden blev iagttaget en stribe kraftige grønne planter på tværs af denne parcel, der hvor nedfælder havde holdt, må det antages, at den anvendte teknik ikke i alle tilfælde har sikret, at der ikke blev tilført ammoniak til 0 N parceller. Udbytteresultaterne fra disse led er derfor ikke medtaget i den følgende opgørelse, og kun led 6 A repræsenterer derfor ikke-kvælstofgødet.

I roe- og kartoffelforsøgene, der med hensyn til ammoniaknedfældningen blev anlagt på tilsvarende måde som kornforsøgene, blev planterækkerne henholdsvis sået og lagt på tværs af parcellerne og dermed nedfældningsretningen.

I alle forsøg blev nedfældningen af ammoniak foretaget med 3,5-4,0 km/time.

#### **Spiringsskade forårsaget af ammoniak**

Som ventet forårsagede ammoniak nedfældet til ca. 7 cm dybde tydelig spiringsskade i kornafgrøderne, undtagen når ammoniak var nedfældet med kombineret såmaskine og nedfælder, hvorved ammoniakken var placeret midt i kornrækkemellemrum og dermed i sikker afstand fra udsæden. Spiringsskaderne øgedes med stigende kvælstofmængde. De var ubetydelige i 40 N parceller, mens de ved 120 N ofte resulterede i en reduktion af plantebestanden med 5-20 pct. Skadevirkninger fandtes i alle forskellige grader mellem uspirede kærner og fremspirede, helt sunde planter (se figur 5-14). Som det fremgår af fig. 6, var hver anden planterække ofte manglende over kortere eller længere afstand, dels fordi ammoniakken var nedfældet med en skærafstand på nedfælderne på 26-27 cm (ca. det dobbelte af kornrækkeafstanden) og i nogenlunde samme retning som såretningen, og fordi den lille nedfældningsdybde under disse forhold betingede, at bygkærner ved såningen ofte blev placeret i den jord, hvori ammoniakken var placeret ved nedfældningen. I de rækker, hvor planter manglede, kunne der findes uspirede brunlige kærner i jorden. Lindhard (1968) har i laboratorieforsøg vist, at tørre bygkærner mister spireevnen, når de anbringes



Fig. 1. Den benyttede ammoniaknedfælder af alm. type (Marsk Stig).

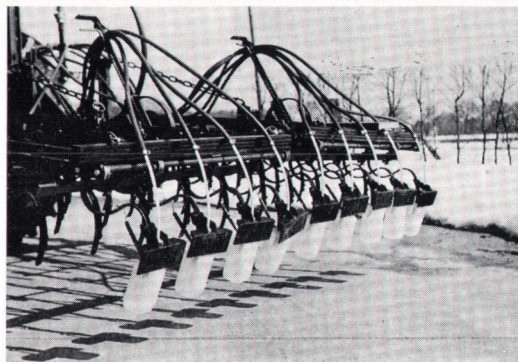


Fig. 4. Ammoniakfordelerens evne til fordeling af ammoniakken blev undersøgt ved opsamling af den udstømmende ammoniakvæske i plasticbeholdere.

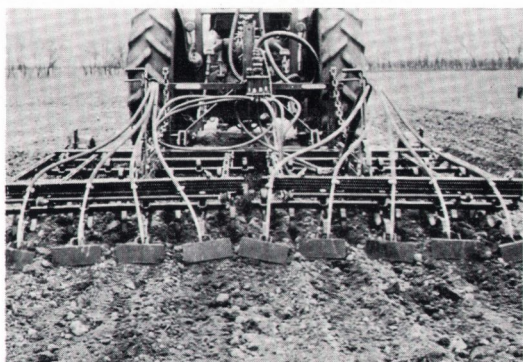


Fig. 2. Den benyttede såbedsharve med udstyr for nedfældning af flydende ammoniak (Prela).

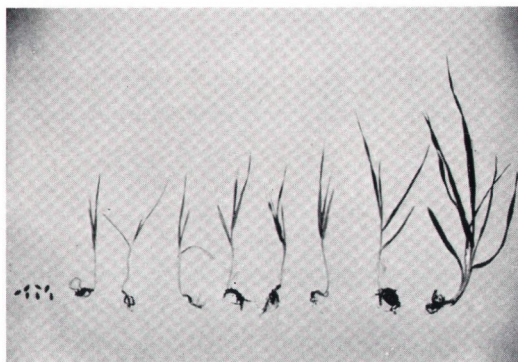


Fig. 5. Fra venstre: Uspirede bygkærner, hæmmede bygplanter samt yderst til højre sund bygplante fra parcel hvor flydende ammoniak var nedfældet i ca. 7 cm dybde uafhængig af såningen.

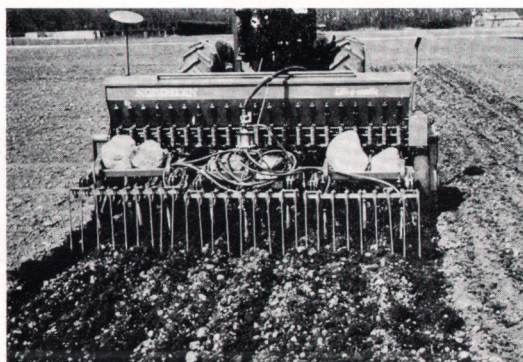


Fig. 3. Den benyttede ammoniaknedfælder monteret på radsåmaskine. Som det ses var ekstra vægt nødvendig ved nedfældning i 12-14 cm dybde.



Fig. 6. Bygmark, der er tilført flydende ammoniak (120 kg N/ha) med såbedsharvedefælder umiddelbart før såning. Nedfældningsretning = såretning har medført lange spring i hveranden kornrække som følge af kontakt mellem ammoniak og udsæd.



Fig. 7. Til venstre sunde, til højre ammoniakskadede bygplanter. Let sandjord, Lundgaard 7/5-73, nedfældnings- og sådato 20/3.



Fig. 10. Ammoniakskadede bygplanter. Lermuld, Askov 15/5-73. Nedfældnings- og sådato 19/3.



Fig. 8. Ammoniakskadede bygplanter omgivet af kraftige sunde planter. Let sandjord, Lundgaard 21/5-73, nedfældnings- og sådato 20/3.



Fig. 11. Ammoniakskadede bygplanter. Lermuld, Askov 15/5-73. Nedfældnings- og sådato 19/3.



Fig. 9. Nærbillede af de på fig. 8 viste ammoniakskadede bygplanter. Sådanne planter går oftest til grunde.



Fig. 12. Ammoniakskadede bygplanter. Lermuld, Askov 15/5-73. Nedfældnings- og sådato 19/3. Bemærk tydelige symptomer på magnesiummangel.





Fig. 13. Sunde bygplanter fotograferet samme dag og i samme parcel som planterne i fig. 10-12.



Fig. 14. (Tekst findes side 176).



Fig. 15. Tilstopning af to naboskær på såmaskinenedfælder har her bevirket, at 4 planterækker lider af kvælstofmangel (byg, Askov 1971).



Fig. 16. Vårhvede gødet med 120 N/ha i flydende ammoniak nedfældet i ca. 7 cm dybde med såmaskinenedfælder. Ødum 1972.



Fig. 17. Vårhvede gødet med 120 N/ha i flydende ammoniak nedfældet med alm. nedfælder i 12-14 cm dybde. Ødum 1972.



Fig. 18. Vårhvede gødet med 120 N/ha i flydende ammoniak nedfældet i ca. 7 cm dybde med såbedsharvenefælder. Ødum 1972.

Fig. 14. Havreplanter angrebet af havrenematoder. Flydende ammoniak er nedfældet med såbedsharvednfælder i samme retning som såretningen og i ca. 7 cm dybde. De gule mærkepinde viser nogle af ammoniakstrengenes placering (26 cm afstand). I højre halvdel af billedet mangler 2 kornrækker på grund af kontakt mellem udsæd og ammoniak (brunlige, uspirede kærner fandtes i jorden). I venstre halvdel af billedet vokser der kraftige planter i de rækker, hvor udsæden er sået nær ammoniakstrengene. Der er her lige netop tilstrækkelig afstand mellem ammoniak og planter til at undgå skadevirkning, og planterne kan derfor udnytte tilført kvælstof. Rækkerne med de gulligrønne planter vokser i mellemrummene mellem ammoniakstrengene og kan på grund af hæmmet rodvækst ikke optage noget af det tilførte kvælstof. De lyse planter var af samme udseende som planterne i de parceller, der ingen kvælstof var tilført og nåede tilsyneladende heller ikke senere i vækstperioden at optage af tilført kvælstof.

i ammoniakholdig luft i 6 timer, mens fugtige kærner mister spireevnen allerede efter 30 minutter. Det kunne tænkes, at skadevirkning kun ville forekomme, når såning som i disse forsøg finder sted ret umiddelbart efter nedfældning af ammoniak. Observationer i andre forsøg ved Askov og Lundgaard forsøgsstationer, hvor ammoniak (150 kg N/ha) nedfældes i ca. 7 cm dybde til byg på tværs af såretningen, og hvor nedfældning blev foretaget på forskellige tidspunkter i forhold til såning fra 11 dage før såning til 11 dage efter såning, viste, at der ingen planter voksede i kornrækkerne lige over ammoniakstrengene, selv om der var tidsafstand mellem ammoniaknedfældning og såning. Det må derfor formodes, at skadevirkning er ret uafhængig af afstanden i tid mellem nedfældning af ammoniak og såning.

De planter, der spirede frem og var tydeligt væksthæmmede, havde for byggens vedkommende klorotiske blade og/eller lyse-hvide længdestriber eller pletter på bladene. Rodsystemet var dårligt udviklet og brunligt. Som regel nåede sådanne planter aldrig at udvikle aks og kærner, men gik i stedet til grunde – bl.a. fordi planterne i naborækkerne buskede sig kraftigt og dermed konkurrerede dem ud.

Havre og vårhvede viste tilsvarende symptomer som byg, dog var der hos disse ingen klorotisering af bladene.

Den egentlige årsag til de iagttagne spirings- og væksthæmninger må antages at skyldes flere forhold, bl.a. øget ammoniakkoncentration i jordluften samt højt pH og øget ammoniumkoncentration i jordvæsken i den zone i jor-

den, hvori ammoniakken nedfældes. Disse forhold indtræder umiddelbart efter ammoniakens nedfældning og aftager i løbet af de følgende uger (Nömmik og Nilsson 1963, Kofoed et al. 1967). Som vist af Lindhard (1968) kan ammoniakholdig luft ødelægge bygkærners spireevne, og en stigning i jordens pH til 8 eller mere kan udøve drastiske ændringer i bl.a. næringsstofftilgængeligheden, hvilket sammen med den betydelige koncentration af ammoniumioner kan bevirke, at der i jorden bliver et for planterne ugunstigt forhold mellem mængderne af de nødvendige næringsstoffer. I de gennemførte forsøg er der således ofte iagttaget magnesiummangelsymptomer på bygplanter, som var hæmmede på grund af lille afstand til ammoniak (fig. 12). Også mangel på næringsstoffer som kalium og calcium kan tænkes at have medvirket til den dårlige vækst.

Under ammoniakens nitrificering dannes nitrit, som er giftigt for planter. Dette nitrit omdannes videre til nitrat. Under visse forhold kan nitratdannelsen være langsommere end nitritdannelsen, dvs. at der ophobes nitrit i jorden. Således fandt Nömmik og Nilsson (1963) i laboratorieforsøg med flydende, vandfri ammoniak indtil 27 ppm nitrit i ammoniakzonen. Larsen (1970) konkluderer dog på grundlag af laboratorieundersøgelser, at der ved gødskning med flydende ammoniak ikke er fare for nitritophobning og dermed nitritforgiftning af planter. Det kan dog ikke udelukkes på grundlag af sidstnævnte undersøgelser, at nitrit kan være en medvirkende faktor ved væksthæmning som følge af ammoniak anvendelse.

Reduktionen i plantebestand i byg blev ofte

fulgt af en uens udvikling og dermed uens modning af de tilbageblevne planter, således at der i de partier af parcellerne, hvor hveranden planterække manglede, og hvor de resterende planter derfor havde mere kvælstof, vand og andre næringsstoffer til rådighed pr. plante, var tale om forsinkelse i udvikling i forhold til i de partier af parcellerne, hvor plantebestanden var normal.

Der var ingen skadelige virkninger af ammoniak i leddene 1, 4 og 5. Tværtimod var der ofte en meget ensartet udviklet plantebestand i led 4 og 5, hvor ammoniakken var placeret i konstant og kort afstand fra planterne. Dette forhold var mest iøjnefaldende i forsøgene med vårhvede ved Ødum 1971 og 72, hvor der var tydelige angreb af havrenematoder, og planternes rodvækst derfor – og måske i 1972 også på grund af rigelig nedbør i maj-juni – var tydeligt hæmmet. I disse forsøg var der tæt og ensartet plantebestand i led 5, mens bestandens ensartethed og tæthed i de øvrige ammoniakgødde led var aftagende efter rækkefølgen led 4, 1, 2 og 3 (se figur 16-18).

Et forsøg i havre ved Ødum 1972 blev kasseret på grund af kraftigt angreb af havrenematoder. Fig. 14 viser et udsnit af en 3D parcel i dette forsøg, og det ses, at under disse betingelser har gødskning med flydende ammoniak bevirket en meget uensartet udviklet plantebestand. Denne uensartethed varede ved til modenhed (se endvidere teksten til fig. 14).

Planterødders vækst i horisontal retning er undersøgt af bl.a. *Haahr et al.* (1966) og *Nilsen* (1967). De fandt, at en kornplante optager hovedparten af næringsstof inden for en radius af 10-20 cm. I fig. 15 ses en bygparcel, hvor ammoniak er nedfældet med såmaskine-nedfælderen. 2 nedfælderskær ved siden af hinanden har været tilstoppet med det resultat, at 4 kornrækker tilsyneladende ikke har kunnet optage kvælstof fra den tilførte ammoniak til trods for, at der kun var ca. 20 cm mellem de yderste af de kvælstofmanglende planterækker og nærmeste ammoniakstreng.

I forsøget med vårhvede ved Askov 1972 var der også spiringskade efter anvendelse af

største mængde kalksalpeter nedbragt i jorden med såmaskine. En medvirkende årsag til dette forhold menes at være, at gødningen ved udbringningen i dette tilfælde utilsigtet er anbragt for tæt på udsæden.

I forsøgene med roer og kartofler, hvor den kombinerede såmaskine og nedfælder var udeladt, blev ammoniakken nedfældet på tværs af planterækkerne (før såning/lægning). I kartoflerne kunne der ikke ses nogen forskel i virkning af de forskellige nedfældningsmetoder for ammoniak, og der var ingen skadevirkninger. Tilsvarende gjaldt for roer, dog med den modifikation, at der i forsøget 1970 før udtynding var en antydning af dårligere bestand over end mellem ammoniakstrengene. Nedfældersporene kunne i form af spring ses på tværs af roerækkerne, når ammoniakken var nedfældet til kun ca. 7 cm dybde.

#### Ammoniakfordampning

Undersøgelser over mængden af fordampet ammoniak fra parceller tilført flydende ammoniak blev gennemført ved Askov i 1970 i leddene 1 D og 3 D (120 kg N/ha) og i 1971 i leddene 1 D, 2 D og 3 D (240 kg N/ha). Undersøgelserne gennemførtes på følgende måde:

Umiddelbart efter nedfældning af ammoniak anbragtes pr. forsøgsled 5-6 med jordoverfladen tætsluttende metalklokker. Under hver klokke anbragtes en petriskål indeholdende en kendt mængde saltsyre eller svovlsyre til absorption af eventuelle ammoniakdampe. Klokkerne var 30 cm i diameter og anbragtes midt over et af nedfældersporene, hvor de stod i 16-20 timer. Ved titreringsanalyse bestemtes derefter mængden af absorberet ammoniak, der i leddene 1 D og 2 D fandtes at være 0 og i led 3 D maksimalt 0,2 pct. af tilført mængde. (Metodens anvendelighed blev demonstreret ved at anbringe en klokke på et sted, hvor flydende ammoniak fra et nedfældeskær havde dryppet på jorden. Her fandtes en fordampning svarende til ca. 125 kg N/ha). Det skal anføres, at der i den tid, der gik fra ammoniaknedfældning og indtil klokkerne blev placeret (1-2 sekunder), teoretisk kan have fundet fordamp-

Tabel 3. Kærneudbytte, hkg/ha (85% tørstof), udbytte af tørstof i rod + top samt udbytte af tørstof i knolde, hkg/ha

Byg		0 N						B						C						D					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Askov	1970	22,8	29,3	31,3	29,1	34,5	32,2	30,7	34,7	33,3	34,5	34,7	35,1	31,3	34,7	32,8	30,9	32,9	34,0	30,3					
	71	20,1	35,5	31,2	33,1	35,2	31,1	36,0	47,7	42,2	43,6	46,6	40,6	47,5	52,7	51,4	49,9	49,9	51,3	51,1					
	72	28,1	40,2	38,3	39,5	41,0	41,6	42,6	50,3	50,8	47,2	49,5	45,4	51,8	50,1	45,8	48,5	44,1	48,7	39,9					
Rønhave	1970	32,6	43,9	40,8	40,9	45,5	44,5	44,7	48,0	47,2	44,9	50,0	48,8	46,8	49,0	46,9	47,7	50,5	49,6	47,7					
	71	53,9	59,3	57,9	57,5	58,6	59,3	59,4	61,3	60,5	58,3	57,6	61,8	59,9	58,6	57,0	56,5	57,0	58,2	52,6					
	72	38,6	48,7	51,2	50,5	49,1	49,5	50,6	56,5	57,8	55,0	58,3	54,8	57,4	56,3	59,8	58,9	54,8	57,3	57,0					
Ødum	1970	24,6	36,2	38,4	36,6	34,9	34,3	36,1	40,8	40,9	42,0	40,7	40,2	38,5	44,5	42,8	43,0	42,3	42,8	37,5					
	Jynde vad 1970	6,5	13,1	12,6	12,6	12,8	13,1	13,3	18,1	17,2	17,6	17,8	17,8	17,9	20,9	20,3	20,4	20,2	20,4	20,1					
	71	18,5	30,2	30,0	29,8	30,8	28,9	28,9	39,3	39,9	38,9	37,6	37,3	39,2	43,3	43,9	41,5	42,5	41,2	42,1					
Lundgaard	72	23,4	37,8	37,1	32,5	35,1	35,4	38,7	48,5	49,1	49,1	48,1	48,2	51,0	48,4	51,1	48,7	42,6	44,3	53,4					
	1970	11,4	18,1	18,7	18,1	20,3	18,3	17,1	22,5	23,4	24,9	26,0	21,4	21,2	27,1	28,7	27,5	28,9	25,0	24,9					
	71	20,6	30,2	31,3	31,6	31,7	30,0	31,0	33,5	33,9	34,2	34,5	32,8	34,6	33,7	33,7	33,5	34,7	33,5	33,7					
72	26,5	38,1	36,3	38,5	37,0	36,0	35,2	51,0	49,9	49,2	49,9	46,8	48,1	48,6	49,4	48,9	45,6	47,9	49,6						
<i>Havre</i>																									
Askov	1970	27,8	35,8	38,3	39,2	38,0	37,3	36,6	45,3	44,1	41,7	44,7	41,0	45,6	43,8	43,6	44,0	45,1	43,8	39,7					
	Ødum 1970	15,0	22,5	23,2	22,0	20,1	21,1	22,9	30,9	27,4	23,8	28,7	25,8	26,5	32,0	32,0	27,8	24,2	30,1	27,7					
	71	24,7	29,1	32,5	28,5	26,5	30,1	29,5	33,7	35,8	35,6	29,6	32,3	33,3	34,9	31,8	31,0	29,8	34,5	32,6					
<i>Vårhvede</i>																									
Askov	1971	24,9	29,3	30,7	33,3	34,7	37,4	36,7	38,1	38,9	30,0	43,7	45,3	43,2	41,4	44,2	38,2	38,7	41,9	38,4					
	72	31,5	35,9	37,2	38,1	37,1	35,1	39,6	40,3	40,4	40,4	41,3	40,2	39,1	41,9	42,3	41,4	40,0	40,0	38,4					
	Ødum 71	25,2	27,5	31,2	31,1	28,9	32,2	30,9	30,1	34,1	31,8	28,0	31,8	31,6	30,2	27,8	30,2	30,4	32,6	31,4					
72	25,7	29,6	31,5	31,2	33,2	36,6	29,6	33,3	33,1	33,7	36,4	39,4	38,3	34,0	35,2	32,9	36,6	38,7	37,0						
<i>Bederoer, Askov</i>																									
Rod	1970	38,1	73,3	77,4	72,3			75,7	84,6	89,1	84,6			91,9	92,4	82,0	92,7			89,9					
	71	93,1	126,0	118,5	109,7			112,7	117,6	117,1	119,6			124,9	122,0	118,5	122,6			117,6					
	72	71,8	117,6	118,9	117,3			118,5	110,1	121,4	118,2			119,9	115,5	115,6	115,1			120,7					
Top	1970	12,7	22,8	24,9	24,2			27,9	33,2	37,4	35,0			38,8	45,1	36,1	41,7			45,3					
	71	22,3	36,1	34,8	32,7			36,8	47,0	44,2	44,3			47,5	54,4	54,8	51,2			56,4					
	72	19,4	31,3	26,1	28,5			27,1	35,9	36,6	36,5			31,8	41,6	40,3	37,7			38,5					
Rod + top	1970	50,8	96,1	102,3	96,5			103,6	117,8	126,5	119,6			130,7	137,5	118,1	134,4			135,2					
	71	115,4	162,1	153,3	142,4			149,5	164,6	161,3	163,9			172,4	176,4	173,3	173,8			174,0					
	72	91,2	148,9	145,0	145,8			145,6	146,0	158,0	154,7			151,7	157,1	155,9	152,8			159,2					
<i>Kartofler</i>																									
Jynde vad	1970	68,8	—	—	—			95,7	114,0	110,8	112,8			113,5	—	—	—			108,3					
	71	32,7	54,0	59,1	50,0			62,0	68,6	67,6	71,8			69,2	76,0	77,8	76,4			67,4					
	72	52,3	84,5	87,8	80,8			98,7	108,9	114,8	111,6			113,8	121,4	123,8	132,6			125,2					

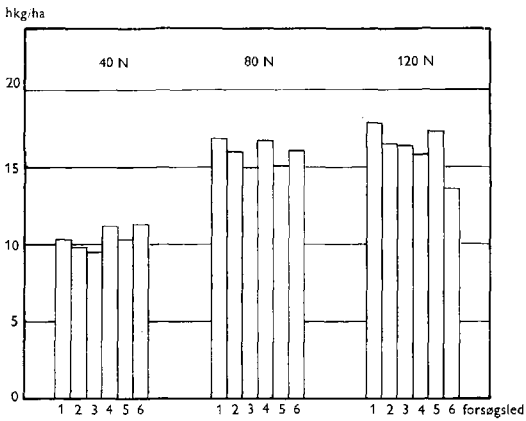


Fig. 19. Merudbytte i kærne efter stigende mængde N i flydende ammoniak og kalksalpeter. Gennemsnit af 7 forsøg i byg på lerjord.

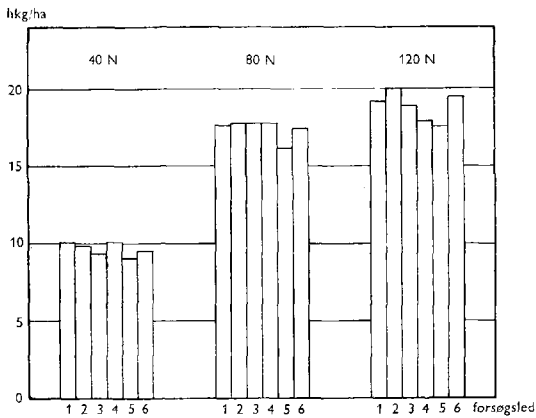


Fig. 20. Merudbytte i kærne efter stigende mængde N i flydende ammoniak og kalksalpeter. Gennemsnit af 6 forsøg i byg på sandjord.

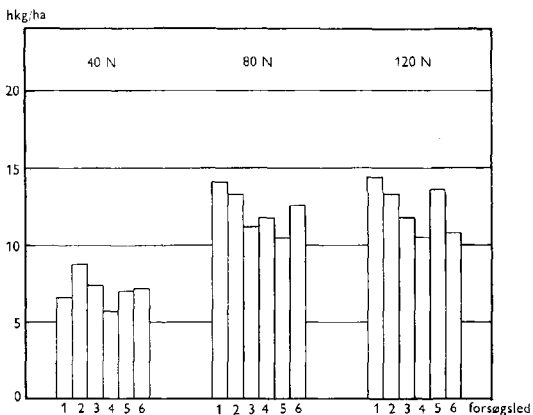


Fig. 21. Merudbytte i kærne efter stigende mængde N i flydende ammoniak og kalksalpeter. Gennemsnit af 3 forsøg i havre.

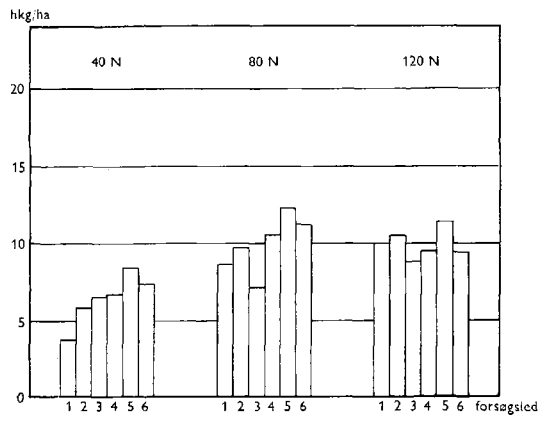


Fig. 22. Merudbytte i kærne efter stigende mængde N i flydende ammoniak og kalksalpeter. Gennemsnit af 4 forsøg i vårhvede.

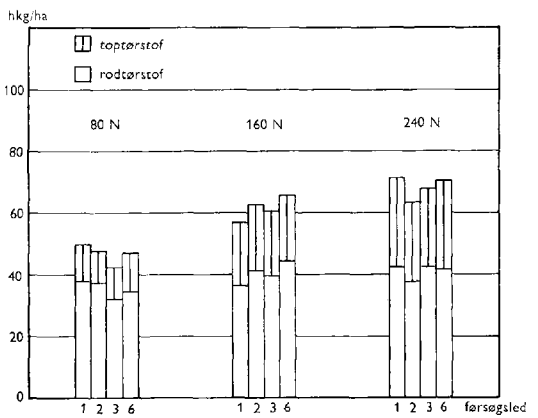


Fig. 23. Merudbytte af rod- og toptørstof i bederoer efter stigende mængde N i flydende ammoniak og kalksalpeter. Gennemsnit af 3 forsøg.

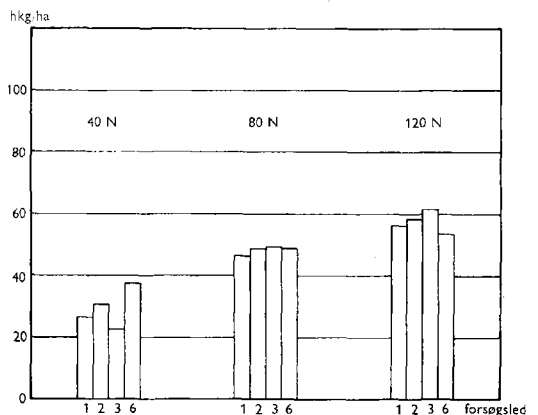


Fig. 24. Merudbytte af knoldtørstof i kartofler efter stigende mængde N i flydende ammoniak og kalksalpeter. Gennemsnit af 2 forsøg.

ning sted, således at den faktiske fordampning er større end den målte. Dette menes dog ikke at være tilfældet, idet skærsporene i alle tilfælde lukkede umiddelbart efter nedfælderne, og der iagttoges ingen synlig (fortættede vand-dampe) eller lugtbar fordampning, efter at nedfældning var foretaget.

#### Udbytteresultater

I tabel 3 side 179 er angivet alle enkeltforsøgenes resultater.

#### Byg (7 forsøg på lerjord)

Som det fremgår af fig. 19 har merudbytterne for tilførsel af 80 og 120 kg N/ha været størst efter nedfældning med alm. nedfælder til 12-14 cm dybde (led 1). Nedfældning til ca. 7 cm dybde med alm. nedfælder og såbedsharvenedfælder (led 2 og 3) har ved alle tre N-mængder givet lavere udbytte, hvilket også måtte forventes på grund af de omtalte spiringskader. Udbytteforskellene mellem leddene 1-5 er dog ikke signifikante ( $LSD_{95} = 3,3$  hkg/ha). Merudbyttet for 120 kg N/ha i kalksalpeter (13,6 hkg/ha) er signifikant mindre end merudbyttet for samme kvælstofmængde i flydende ammoniak nedfældet til 12-14 cm dybde med alm. nedfælder (17,9 hkg/ha). Såvel optimal kvælstofmængde som maksimalt udbytte er fundet at være lavere ved anvendelse af kalksalpeter end ved anvendelse af flydende ammoniak.

#### Byg (6 forsøg på sandjord)

I fig. 20 ses det, at der på let sandjord ved Jyndeved og Lundgaard har været stigende udbytte for alle tillæg af kvælstof. I disse forsøg er der ingen sikker forskel på udbyttet enten kvælstof er givet i form af flydende ammoniak og nedfældet på forskellig måde, eller det er givet i form af kalksalpeter ( $LSD_{95} = 2,9$  hkg/ha) – dette til trods for, at der også i disse forsøg var betydelige reduktioner i plantebestanden som følge af spiringskade fremkaldt af ammoniak i leddene 2 og 3.

#### Havre (3 forsøg)

I fig. 21 ses det, at nedfældning af ammoniak

med alm. nedfælder til 12-14 cm dybde har givet det største merudbytte ved såvel 80 som 120 kg N/ha.  $LSD_{95}$  er beregnet til 3,4 hkg kærne/ha, hvilket betyder, at der kun ved 80 og 120 kg N/ha er målt signifikante udbytteforskelle og da kun mellem henholdsvis leddene 1 og 5 og leddene 1 og 4.

#### Vårhvede (4 forsøg)

Fig. 22 viser, at der ved alle N-trin i vårhvede i gennemsnit af forsøgene har været det største merudbytte, når kvælstof er tilført i form af flydende ammoniak nedfældet i lille dybde (ca. 7 cm) med nedfælder monteret på såmaskine (led 5). Der er dog kun ved 40 og 80 kg N/ha signifikant større merudbytte for denne behandling og da kun sammenlignet med henholdsvis led 1 og leddene 1 og 3 ( $LSD_{95} = 3,6$  hkg/ha). Som nærmere omtalt i afsnittet om skadevirkning var der – især i forsøget ved Ødum 1972 – iøjnefaldende synlige forskelle mellem virkningen af ammoniak nedfældet på forskellige måder. Nedfældning i lille dybde med nedfælder monteret på såmaskine (led 5) gav den tætteste og kraftigste plantebestand, og nedfældning med såbedsharve (led 3) gav den dårligste plantebestand (se fig. 14-16).

#### Bederoer (3 forsøg)

Som det ses af fig. 23 har udbyttet af rod- + toptørstof været stigende til og med 240 kg kvælstof pr. ha. Stigningen i udbyttet ved øgning af kvælstoftilførslen fra 160 til 240 kg pr. ha skyldes udelukkende en stigning i udbyttet af rodtørstof. Inden for de enkelte kvælstoftrin er der ikke målt signifikante udbytteforskelle mellem leddene, mens kalksalpeter som gennemsnit af de 3 kvælstofmængder har tenderet til at give større udbytte end ammoniak nedfældet til ca. 7 cm dybde med såbedsharvenedfælder (61,1 mod 56,9 hkg tørstof/ha,  $LSD_{95} = 4,3$  hkg tørstof/ha).

#### Kartofler

I gennemsnit af to forsøg (Dianella) er der fundet signifikant sikker forskel mellem virkningen af stigende mængder kvælstof i henholdsvis

kalksalpeter og flydende ammoniak således at forstå, at kalksalpeter har givet højere tørstofudbytte end flydende ammoniak ved 40 kg N/ha og lavere ved 120 kg N/ha (fig. 24). Flydende ammoniak nedfældet på forskellige måder har ikke medført signifikante udbytteforskelle ved nogen af kvælstofniveauerne ( $LSD_{95} = 14,7 \text{ hkg/ha}$ ).

### Konklusion

På grundlag af forsøgsresultaterne kan drages følgende konklusion:

1. Flydende ammoniak nedfældet til 12-14 cm dybde med almindelig nedfælder vil i næsten alle tilfælde sikre bedst mulig virkning af ammoniakken og dermed størst muligt udbytte. I de gennemførte forsøg er der kun i vårhvede opnået større udbytte efter anden nedfældningsmåde, nemlig efter nedfældning med kombineret ammoniaknedfælder og såmaskine.

2. Flydende ammoniak nedfældet til kun ca. 7 cm dybde vil medføre, at korn og frø, der ved såning placeres i eller i kort afstand fra den jord, hvori ammoniakken befinder sig, mister spireevnen eller i bedste fald kun udvikler svage planter. Når det drejer sig om korn – og især byg – vil de resterende planter i en vis grad kompensere for de manglende planter, men i mange tilfælde må der regnes med, at kærneudbyttet bliver mindre, end det ville være blevet, hvis nedfældningsdybden havde været 12-14 cm, eller hvis ammoniak og udsæd på anden måde var holdt adskilt i jorden. Endvidere vil planternes udvikling ofte påvirkes, således at denne bliver uens med uens modningstid til følge.

I roer og kartofler kan det, når nedfældningsretningen og såretningen er forskellige, forventes, at udbyttet bliver af samme størrelsesorden, uanset om nedfældningsdybden er ca. 7 eller 12-14 cm. Er nedfældningsretningen og såretningen den samme, vil lille nedfældningsdybde – i hvert fald i roer – resultere i mange lange spring i rækkerne som følge af ammo-

niakfremkaldt spiringsskade. Dette vil igen medføre reduceret udbytte.

3. Placering af ammoniak i konstant afstand fra udsæden, som det bl.a. opnås ved anvendelse af kombineret ammoniaknedfælder og såmaskine, hvormed ammoniakken nedfældes midt i hvert andet kornrækkemellemrum, sikrer uanset nedfældningsdybde, at spiringsskader som følge af ammoniak ikke opstår. Under forhold, hvor planternes rodvækst er hæmmet (nematodeangreb, vandfyldt jord m.v.) kan den nøjagtige placering samt det forhold, at ingen planter har mere end en halv kornrækkeafstand til ammoniak, forventes at resultere i en mere ensartet udvikling af plantebestanden samt højere udbytte. Under normale forhold må det – trods nogen variation i forsøgsresultaterne – forventes, at ammoniakvirkningen efter anvendelse af den kombinerede nedfælder og såmaskine vil være af samme størrelsesorden som efter nedfældning med almindelig nedfælder til 12-14 cm dybde.

4. Risikoen for tab af ammoniak fra jorden efter nedfældningen øges, når nedfældningsdybden mindskes. Selv en lille nedfældningsdybde (ca. 7 cm) vil dog, såfremt jorden er bekvem og løs i overfladen samt passende fugtig, hindre tab af ammoniak ved fordampning. Dette er fundet i forsøgene, men da der i praksis køres med bredere nedfældere og ofte på mere ujævne og uensartede marker, end det var tilfældet i forsøgene, bør nedfældningsdybden for ammoniak fortsat være 10-15 cm, hvorved også spiringsskader som følge af ammoniak kan undgås.

5. Valg af ammoniaknedfældertype bør foruden af deres indvirkning på udbyttets størrelse og kvalitet afhænge af det arbejdskraftforbrug og de omkostninger, som er forbundet med anvendelse af de enkelte typer. Den i disse forsøg afprøvede såbedsharvedefælder (Prela) er efter forsøgenes påbegyndelse udgået af produktion, og de øvrige på markedet værende typer synes på grundlag af de gennemførte forsøg under de fleste forhold at være lige egnede rent udbyttømæssigt (inklusive en af

Maskinfabriken Marsk Stig A/S, Slagelse konstrueret såbedsharve med ammoniaknedfældningsskær, der kan indstilles i dybden uafhængigt af selve harvens arbejdsdybde). Der bør derfor i det enkelte tilfælde principielt vælges den nedfældertype, der medfører de laveste omkostninger ved nedfældningsarbejdet.

#### Litteraturliste

*Fogh, Hans Th.:* Problemer vedrørende dosering af flydende ammoniak i markforsøg. Ugeskrift f. Agronomer 116, 7 : 128-133 (1971).

*Haahr, Vagner, Hardy Knudsen, Gunnar Nielsen og Jens Sandfær:* Nogle kulturplanters rodudvikling på let sandjord. Tidsskr. f. Planteavl 69 : 554-567 (1966).

*Kofoed, A. Dam, J. Lindhard og P. Søndergaard*

*Klausen:* Forsøg med flydende vandfri ammoniak. Tidsskr. f. Planteavl 71 : 145-225 (1967).

*Larsen, S.:* Nitrite accumulation during nitrification of ammonia and ammonium. Proceedings of an Anhydrous Ammonia Symposium 1970 (published by IPC Science and Technology Press Ltd., Guildford, Surrey, England): 86-87.

*Lindhard, J.:* Om Ammoniakforgiftning af byg. Ugeskrift f. Agronomer 113, 36 : 603-605 (1968).

*Nilsson, Lars Gunnar:* Inverkan av ojämn kväve-spridning och körskador på stråsådens avkastning och kvalitet. Licentiatfhandling, Uppsala (1967).

*Nömmik, Hans og Karl-Olof Nilsson:* Nitrification and Movement of Anhydrous Ammonia in Soil. Acta Agric. Scand. 13 : 205-219 (1963).

Manuskript modtaget den 24. september 1973