

STATENS PLANTEAVLSFORSØG
BERETNING NR. S 1444

NEDFÆLDNING AF FLYDENDE AMMONIAK I FORSKELLIGE
AFSTANDE FRA PLANTERØDDER

HANS TH. FOGH
STATENS FORSØGSSTATION, ASKOV
6600 VEJEN

1979

TIDSSKRIFT FOR PLANTEAVLS SPECIALSERIE

Nedfældning af flydende ammoniak i
forskellige afstande fra planterækker

Injection of anhydrous ammonia at different distances from plant rows of barley and fodder beet.

Hans Th. Fogh

Resume

I årene 1968-73 blev der på statens forsøgsstationer Askov (lerjord) og Lundgård (sandjord) gennemført markforsøg med forskellige afstande mellem ammoniakstriber og planterækker. Forsøgene blev gennemført i byg og bederoer, og formålet var at undersøge planternes fremspiring, vækst og udbytte afhængig af afstanden til ammoniak.

Ammoniakken blev nedfældet i 10-15 cm dybde, og korn og roer blev sået i henholdsvis ca. 4 og ca. 2 cm dybde.

Der blev ikke konstateret skadevirkning af ammoniakken på planternes fremspiring, men der var meget stor forskel på bygplanter, enten de voksede tæt ved/lige over en ammoniakstribе, eller de voksede midt mellem to ammoniakstriber. De planter, der voksede tæt ved eller lige over ammoniak, var kraftige af vækst og gav 2-3 gange så stort udbytte, som de planter, der voksede midt mellem to ammoniakstriber. Det gennemsnitlige udbytte af kærne og halm pr. parcel var dog af samme størrelse, uanset om alle planter havde samme afstand til ammoniak (nedfældning midt i hvert andet kornrækkemellemrum), eller om planterækkernes afstand til ammoniak var skiftevis 3 cm og 10 cm.

I bederoer opnåedes det mindste udbytte af rod- + toptørstof, når ammoniak var nedfældet midt mellem roerækkerne (31 cm mellem planter og ammoniak). Der var kun små og usikre forskelle i udbytte, når afstanden til ammoniak var 5-15 cm.

Planterne var i stand til at udnytte ammoniakkvælstoffet tidligst, når ammoniakken var placeret tæt ved roerækkerne. Planterne i disse rækker voksede derfor betydeligt hurtigere i den første del af vækstperioden, end de planter, der voksede i længere afstand fra ammoniak. Dette var især tilfældet på sandjord, og man bør derfor på sådanne jordtyper, hvor man til roer ønsker at bruge flydende ammoniak nedfældet uafhængig af såningen, udså ca. 30 kg N pr. ha i fast gødning ved

såning eller senest ved fremspiring. Herved sikres bedst muligt en hurtig og ensartet vækst af roeplanterne til trods for indtil ca. 15 cm afstand mellem planter og ammoniak.

Nøgleord: Flydende ammoniak, byg, bederoer.

Summary

During the years 1968-73 field experiments were carried out at the state experimental stations Askov (sandy loam) and Lundgård (sandy soil). The object was to investigate growth and yield of barley and fodder beet when anhydrous ammonia was injected at different distances from plant rows and in the normal depth for ammonia injection (10-15 cm).

In barley there was the highest yield of grain and straw from plant rows sown just over or only a few cm from an ammonia string compared to plant rows growing at a distance of 10-15 cm from injected ammonia. In average the grain yield was the same whatever the ammonia was injected just below every second plant row or in distance of 7 cm from every plant row. In both cases, the distance between the injection times was 28 cm.

In fodder beet the best yield of dry matter was obtained when anhydrous ammonia was injected 5, 10 or 15 cm from the plant rows, while the yield was lower, when the distance was 31 cm. Fertilizer nitrogen uptake of the plants started very early after emergence when the distance between plants and ammonia was little, but when the distance was 31 cm N-uptake started 1-2 months later.

Key words: Anhydrous ammonia, barley, fodder beet.

Indledning

I forbindelse med brugen af flydende ammoniak som kvælstofgødning blev der i en del tilfælde i slutningen af 1960'erne iagttaget utilfredsstillende og unormal plantevækst i såvel korn- som roemarken. Årsagen til den unormale plantevækst kunne ikke umiddelbart påpeges, men man formodede, at ammoniakken på en eller anden måde virkede skadelig på spiring og vækst, idet der ofte var tale om unormal vækst i striber med samme afstand som afstanden mellem nedfældeskærene.

For at undersøge virkningen af flydende ammoniak på spiring, vækst og udbytte af korn og roer blev der derfor i årene 1968-73 gennemført

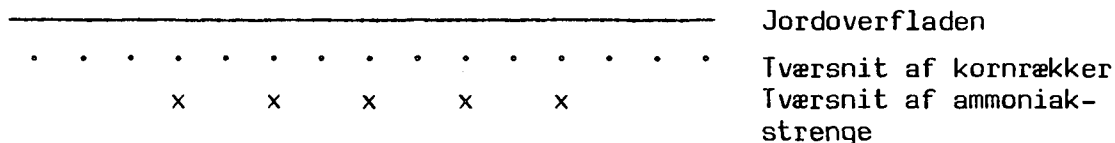
markforsøg på statens forsøgsstationer Askov og Lundgård. Udsæden blev i forsøgene sået med forskellige afstande til ammoniakstrengene, som det ses af forsøgsplanerne i følgende afsnit.

Forsøg i byg

Forsøgsplan

I 1968 og 1969 blev forsøgene i byg anlagt på følgende måde:

Der blev nedfældet ammoniak i 5 striber med en alm. nedfælder med 5 skær. Skærafstanden var 30 cm og nedfældningsdybden 10-15 cm. Derefter blev der sået byg med en radsåmaskine med 15 cm skærafstand parallelt med ammoniakstriberne, således at 5 kornrækker blev sået lige over ammoniakstriberne, 4 kornrækker blev sået midt i mellemrummene mellem ammoniakstriberne, og 2-3 kornrækker blev sået i afstande på 15, 30 og 45 cm fra hver af de yderste ammoniakstrengene. Byggen blev høstet rækkevis. Følgende skitse anskueliggør anlægsmetoden:



I 1970 og 1971 blev forsøgene anlagt som normale parcellforsøg med en sammenbygget såmaskine og ammoniaknedfælder efter følgende forsøgsplan:

- Flydende ammoniak nedfældet midt i hvert andet kornrækkel mellemrum
- Flydende ammoniak nedfældet i 3-5 cm afstand fra hver anden kornrække.

Forsøgene blev gennemført med to N-niveauer, 50 og 100 kg N pr. ha. Parcelstørrelsen var brutto 2,50 m x 11,0 m og netto 1,50 m x 10,0 m.

I 1970 blev nogle parceller høstet rækkevis, iøvrigt høstedes parcellerne på normal vis.

Resultater

Der var på intet tidspunkt i vækstperioden tegn på, at planterne var skadeligt påvirket af ammoniakken, heller ikke hvor udsæden var sået lige over en ammoniakstreng. Tværtimod voksede planterne, der var sået nærmest ammoniakstrengene, betydeligt kraftigere til end de planter, der havde længere afstand til ammoniakken. Dette gjaldt især på den lette sandjord ved Lundgård. Der er ingen tvivl om, at dette skyldes, at ammoniakken blev nedfældet i 10-15 cm dybde og kornet sået i normal sådybde (ca. 5 cm).

Den nævnte forskel i planteudvikling varede ved i hele vækstperioden og resulterede i meget større udbytter af kærne, halm og total-N i kærne i de rækker, der voksede lige over ammoniakken, end i de rækker, der havde længere afstand til ammoniakken, hvilket fremgår af tabel 1.

I tabel 2 ses det, at en sådan kraftig udvikling af planterne i hver anden kornrække og en svag udvikling i de øvrige kornrækker (forsøgsled b), har medført meget nær samme kærne- og halmudbytte, som der er opnået, hvor alle planter havde samme afstand til ammoniakken (forsøgsled a). Dette resultat gælder ved såvel 50 som 100 N-niveauet.

Forsøg i bederoer

Forsøgsplan

I 1968 og 69 blev der anlagt forsøg efter en plan, hvor ammoniak og roer blev henholdsvis nedfældet og sået i parallelle rækker i separate arbejds gange.

I forsøgene var der følgende afstande mellem roerækker og ammoniakstreng: 0 cm (ammoniak lige under roerækker), 16 cm, 31 cm og 47 cm.

I 1970-73 blev forsøgene anlagt som almindelige parcellforsøg efter følgende plan:

1. ca. 5 cm mellem ammoniakstreng og roerække
2. - 10 - - - - -
3. - 15 - - - - -
4. - 31 - - - - -
5. 0-13½ - - - - -

Led 5 er kun medtaget i 1972 og 73 og blev anlagt ved først at nedfælde ammoniak med alm. nedfælder med 27 cm skærafstand, hvorefter roerne blev sået på skrå af nedfældningsretningen (nedfældningsretning og såretning dannede en vinkel på ca. 10^0).

Leddene 1-4 blev anlagt med en radsåmaskine med ammoniaknedfælder monteret bagpå, og der blev kun nedfældet ammoniak med ét skær pr. roerække. I alle forsøgsled var roerækkeafstanden 62,5 cm, og roerne blev sået til tæt bestand til senere udtynding. Der blev i hver parcel á 4 rækker (dog 8 rækker i led 5) brugt to rækker á 10 m til udbyttebestemmelse.

Resultater

Forsøgene i 1968 og 69 var ikke egnede til udbyttebestemmelse på grund af den specielle forsøgsplan. Iagttagelserne over fremspiring af roeplanter viste dog, at fremspiringen var udmærket, både når frøene var sået lige over, og når de var sået i afstand fra ammoniakstriberne. Et sådant resultat har været muligt, fordi nedfældningsdybden for ammoniak var 10-15 cm og sådybden for roefrø ca. 2 cm. Fra andre forsøg med ammoniak ved man, at fremspiringen kan formindskes og helt forhindres (frøene dræbes), hvis frø sås i jord, der indeholder ammoniak svarende til de mængder, der normalt anvendes i landbruget.

I 1970-73 er der foretaget normale udbyttebestemmelser i roeforsøgene.

Der var i alle årene tydelige forskelle at se på roeplanterne, enten de voksede i lille eller stor afstand fra ammoniakken. Dette var især tilfældet på sandjorden på Lundgård, hvor de planter, der voksede højst 5 cm fra nedfældningssporet for ammoniak, voksede meget hurtigere end de planter, der voksede i længere afstand fra ammoniakken, og som derved i lang tid havde samme størrelse og farve som de planter, der ikke var tilført ammoniak. De planter, der voksede 31,5 cm fra ammoniakstriber, var ofte ude af stand til at udnytte kvælstof fra ammoniakken før i første halvdel af juli, til trods for at forsøgene blev anlagt fra sidst i april til først i maj. Ved Askov (lerjord) var de iagttagne forskelle som følge af forskelle i afstand mellem planterække og ammoniak betydeligt mindre, men dog tydelige.

Tabellerne 3 og 4 viser udbytterne af sandfrit rod- og toptørstof samt total-N i rod + top i de enkelte forsøg og i gennemsnit af forsøgene. Det ses, at udbyttet af rod- + toptørstof ved Askov i gennemsnit er øget

betydeligt ved tilførsel af 100 N, mens yderligere 100 N ikke i alle forsøgsled har øget tørstofudbyttet. Udbyttet af total-N er øget væsentligt både som følge af første og andet tillæg af 100 kg N pr. ha.

Ved Lundgård har der i gennemsnit været en stigning i såvel det totale tørstofudbytte som i udbyttet af total-N som følge af såvel første som andet tillæg af 100 kg N pr. ha.

Den største afstand mellem roerække og ammoniak (31 cm = ammoniak nedfældet midt mellem roerækkerne) har medført de laveste udbytter af rod- + toptørstof og af total-N. Forskellene i udbytte ved de andre afstande mellem ammoniak og roerække er ikke entydige og antyder, at der er vekselvirkning mellem N-mængde og afstande mellem planter og ammoniak. Således har ca. 5 cm afstand ved Askov 1971-73 ved 100 N medført det største udbytte, mens det ved 200 N er opnået ved 10 cm afstand, måske på grund af skadevirkning på frø og planter ved den lille afstand. Ved Lundgård har udbyttet af tørstof været næsten ens ved de to-tre mindste afstande (indtil 15 cm) mellem planter og ammoniak.

Udbyttet efter nedfældning af ammoniak med separat nedfælder på skrå af roerækkerne, hvorved afstanden mellem roer og ammoniak varierede fra 0-13½ cm, har i de få forsøg, hvor denne metode har været med, været på højde med eller næsten på højde med de bedste resultater i de øvrige led, hvor roer og ammoniak er sået/nedfældet samtidig og derfor parallelt.

Diskussion

Formålet med at gennemføre de omtalte forsøg var at undersøge planterets spiring, vækst og udbytte ved varierende afstande mellem planter og ammoniak.

I alle forsøgsleddene er ammoniakken nedfældet i dybder mellem 10 og 15 cm, og korn og roer er sået i betydeligt mindre dybder (ca. 4 og ca. 2 cm for henholdsvis korn og roer). Dette må være årsagen til, at spiring og vækst ikke blev forhindret, selv når afstanden mellem såspor og ammoniakspor var $\leq$ 5 cm. I andre forsøg har man konstateret betydelige spiringsskader og reduktioner i plantebestand, når udsæd og ammoniak var sået/nedfældet i samme jordvolumen, det vil sige, når sådybde og nedfældningsdybde var næsten ens (Fogh 1974).

Konklusion

På grundlag af forsøgenes resultater kan det konkluderes, at nedfældning af ammoniak til byg med en skærafstand på ammoniaknedfælderens på ca. 30

cm kan medføre indtil meget store forskelle i planteudvikling (buskning og strækning samt de enkelte planters udbytte af kærne og halm) alt efter hvor planterne vokser i forhold til ammoniakstriberne i jorden. På sandjord bliver planterne store og kraftige, når afstanden til ammoniak er lille, og små og spinkle når de vokser midt mellem to ammoniakstriber. På mere kvælstofrige jorder vil forskellen være mindre og på de bedste jorder næppe synlig. Kærne- og halmudbyttet pr. arealenhed synes dog ikke at blive påvirket af sådanne forskelle i planteudvikling.

En nedfældningsdybde på mindst 10 cm og en sådybde på ca. 4 cm giver sikkerhed for, at der ikke opstår spiringssskade eller væksthæmning som følge af ammoniak anvendelse.

Med hensyn til bederoer kan det konkluderes, at en nedfældningsdybde for ammoniak på 10 cm eller mere normalt ikke medfører spiringsvanskeligheder, uanset hvor roefrøene sås i forhold til ammoniakken, blot sådybden ikke er større end normalt (nogle få cm). Roernes væksthastighed i den første del af vækstperioden vil, hvor der kun er brugt flydende ammoniak som N-gødning være meget afhængig af afstanden mellem roeplanter og ammoniak. Roerne vokser hurtigst, når afstanden til ammoniak er lille, mens det kan vare indtil et par måneder efter såning, før roer sået mere end 15 cm fra ammoniakken er i stand til at udnytte denne. Også for roernes vedkommende aftager denne forskel, jo bedre jordtype det drejer sig om.

Hvis man ønsker at foretage roesåning samtidig med ammoniaknedfældning, bør der nedfældes mindst én ammoniakstribe pr. roerække i en afstand på 5-10 cm fra roerækken. De 5 cm bør vælges på sandjord, idet en større afstand her kan betyde langsom start på roernes vækst.

Nedfældning af ammoniak med alm. nedfælder med ca. 30 cm skærafstand uafhængigt af roesåningen betyder, at nogle planter kommer til at vokse ca. 15 cm fra ammoniak. På N-fattige jorder (sandjorde) vil det derfor være tilrådeligt at sprede en mindre mængde fast N-gødning som startgødning, f. eks. 30 kg N pr. ha ved såning eller senest ved fremspiring.

Litteratur

Fogh, Hans Th. 1974: Virkning af flydende ammoniak nedfældet med forskellige nedfældertyper til korn, bederoer og kartofler. Tidsskrift for Planteavl 78: 167-182.

Tabel 1. Forskellige afstande mellem ammoniak og kornrækker

1968 og 69: 15 cm kornrækkeafstand, 30 cm afstand mellem ammoniak-striber og 10 - 15 cm nedfældningsdybde for ammoniak
 1970: 13,9 cm kornrækkeafstand, 27,8 cm afstand mellem ammoniak-striber og 10 - 15 cm nedfældningsdybde for ammoniak.

Afstand fra kornrække til NH_3 -spor	hkg pr. ha		total-N i kærne	
	kærne	halm	%	kg pr. ha
<u>Lundgård 1968</u> x)				
0 cm	57,0	-	1,64	79,3
15 - til to sider	25,3	-	1,52	32,8
15 - - én side	18,4	-	1,50	23,4
30-45 - - - -	10,8	-	1,56	14,4
<u>Lundgård 1969</u> x)				
0 cm	40,0	39,5	-	-
15 - til to sider	14,5	15,8	-	-
15 - - én side	8,8	9,8	-	-
30-45 - - - -	7,0	7,8	-	-
<u>Lundgård 1970</u> xx)				
ca. 3 cm	34,5	34,0	1,90	55,7
- 10 -	20,8	23,4	1,78	31,5
<u>Askov 1969</u> x)				
0 cm	66,2	70,7	-	-
15 - til to sider	34,7	37,1	-	-
15 - - én side	26,3	25,8	-	-
30 - - - -	18,5	18,7	-	-
<u>Askov 1970</u> xx)				
ca. 3 cm	49,3	55,6	1,86	78,0
- 10 -	34,1	39,8	1,94	56,3

x) 80 N pr. ha

xx) 100 N pr. ha

Tabel 2. Flydende ammoniak til byg nedfældet samtidig med kornsåningen med nedfælder monteret bagpå såmaskine. Parcelbredde = 10 kornrækker med rækkeafstand = 13,9 cm. Parcellængde ca. 10 m. Afstand mellem nedfælderskær = 27,8 cm

Forsøgsled x)		50 N		100 N	
		a	b	a	b
<u>Kærne, hkg pr. ha</u>					
Askov	1970	32,1	34,1	45,3	45,9
-	1971	36,1	35,4	46,0	43,5
Lundgård	1970	19,1	20,7	31,5	30,7
-	1971	28,8	28,5	32,8	34,4
Gns. 4 forsøg		29,0	29,7	38,9	38,6
<u>Halm, hkg pr. ha</u>					
Askov	1970	30,6	31,5	51,5	52,8
-	1971	26,9	24,8	34,8	32,8
Lundgård	1970	17,8	19,6	28,6	25,4
-	1971	21,0	20,2	23,4	25,6
Gns. 4 forsøg		24,1	24,0	34,6	34,2
<u>Total-N i kærne, kg pr. ha</u>					
Askov	1970	42,5	46,1	74,1	74,5
-	1971	45,9	47,0	68,2	64,4
Lundgård	1970	25,0	29,0	48,2	50,5
-	1971	39,3	39,2	54,7	59,3
Gns. 4 forsøg		38,2	40,3	61,3	62,2

x) a = Ammoniak nedfældet midt i hvert andet kornrækkemellemrum

b = Ammoniak nedfældet ca. 3 cm til siden for hver anden kornrække

Tabel 3. Udbytte af rod- og toptørstof i foderbeder.

		0 N	100 N					200 N				
		cm afstand mellem roerække og ammoniakstribе										
			3-5	10	15	31½	0-13½	3-5	10	15	31½	0-13½
		<u>Rødtørstof, hkg pr. ha</u>										
Askov	1970	52,3	-	75,7	76,5	67,8	-	-	85,7	83,4	77,4	-
-	1971	88,3	116,9	103,2	104,9	103,3	-	92,8 ¹⁾	107,5	106,0	103,3	-
-	1972	89,6	115,5	116,0	111,8	108,0	113,8	114,9	115,9	113,3	106,5	115,8
-	1973	87,3	109,0	104,9	104,3	106,7	109,7	104,7	114,3	109,4	106,2	109,5
- gns.	1971-73	88,4	113,8	108,0	107,0	106,0	-	104,1	112,6	109,6	105,3	-
Lundgård	1970	42,4	96,4	98,7	106,0	92,6	-	106,1	112,2	112,6	107,2	-
-	1971	52,3	87,6	87,1	83,1	81,0	-	100,0	83,9	93,2	77,7	-
-	1972	41,4	73,2	74,0	66,7	67,6	-	77,1	76,1	70,6	64,8	-
-	1973	-	48,8	47,0	37,0	30,8	48,3	45,1	49,3	40,7	34,5	48,7
- gns.	1970-73	-	76,5	76,7	73,2	68,0	-	82,1	80,4	79,3	71,1	-
		<u>Toptørstof, hkg pr. ha</u>										
Askov	1970	22,2	-	37,8	37,5	32,1	-	-	50,8	45,7	44,6	-
-	1971	22,6	43,1	38,2	37,1	35,2	-	46,9	47,5	43,9	43,4	-
-	1972	21,6	31,1	33,4	31,6	31,4	32,5	41,2	38,2	42,8	35,5	35,9
-	1973	24,8	38,2	33,8	32,2	33,6	31,4	40,9	40,7	41,6	38,5	38,8
- gns.	1971-73	23,0	37,5	35,1	33,6	33,4	-	43,0	42,1	42,8	39,1	-
Lundgård	1970	8,9	25,0	25,1	26,3	25,4	-	42,6	37,0	40,6	36,8	-
-	1971	10,9	23,2	26,3	22,1	25,5	-	35,0	32,2	33,1	29,6	-
-	1972	11,8	23,7	23,3	24,1	29,0	-	32,6	33,1	33,8	30,0	-
-	1973	-	19,7	20,2	17,6	16,3	19,5	24,3	23,5	20,7	21,6	23,9
- gns.	1970-73	-	22,9	23,7	22,5	24,1	-	33,6	31,5	32,1	29,5	-

1) dårlig plantebestand

Tabel 4. Udbytte af rod- + toptørstof samt af total-N i foderbeder.

		0 N	100 N					200 N				
			cm afstand mellem roerække og ammoniakstribе									
			ca. 5	10	15	31½	0-13½	ca. 5	10	15	31½	0-13½
			<u>Rod- + toptørstof, hkq pr. ha</u>									
Askov	1970	74,5	-	113,5	114,0	99,0	-	-	136,5	129,1	122,0	-
-	1971	110,9	160,0	141,4	142,0	138,5	-	139,7	155,0	149,9	146,7	-
-	1972	111,2	146,6	149,4	143,4	139,4	146,3	156,1	154,1	156,0	142,0	151,7
-	1973	112,1	147,2	138,7	136,5	140,3	141,1	145,6	155,0	151,0	144,7	148,3
- gns.	1971-73	111,4	151,3	143,1	140,6	139,4	-	147,1	154,7	152,4	144,4	-
Lundgård	1970	51,3	121,4	123,8	132,3	118,0	-	148,7	149,2	153,2	144,0	-
-	1971	63,2	110,8	113,4	105,2	106,5	-	135,0	116,1	126,3	107,3	-
-	1972	53,2	96,9	97,3	90,8	96,6	-	109,7	109,2	104,4	94,8	-
-	1973	-	68,5	67,2	54,6	47,1	67,8	69,4	72,8	61,4	56,1	72,6
- gns.	1970-73	-	99,4	100,4	95,7	92,1	-	115,7	111,9	111,4	100,6	-
			<u>Total-N, kg pr. ha</u>									
Askov	1970	96,6	-	157,2	155,1	137,4	-	-	224,3	212,6	197,6	-
-	1971	109,0	208,1	187,1	174,4	174,9	-	235,2	242,2	243,8	223,1	-
-	1972	102,6	170,5	178,0	174,8	165,1	175,1	244,3	229,1	233,6	207,4	219,8
-	1973	121,5	201,8	185,9	176,3	181,5	180,5	234,9	240,7	238,4	215,4	234,2
- gns.	1971-73	111,0	193,5	183,7	175,2	173,8	-	238,1	237,3	238,6	215,3	-
Lundgård	1970	42,9	116,5	126,9	127,4	112,9	-	196,1	200,0	202,1	185,0	-
-	1971	53,3	109,4	125,9	112,1	115,7	-	191,2	176,1	183,3	155,6	-
-	1972	47,3	104,4	111,5	110,1	117,3	-	165,1	173,6	165,9	146,4	-
-	1973	-	105,1	110,9	94,2	82,2	107,0	134,8	139,9	115,3	111,7	145,7
- gns.	1970-73	-	108,9	118,8	111,0	107,0	-	171,8	172,4	166,7	149,7	-

