

Kvælstofgødningens indflydelse på spirende frø

The effect of nitrate fertilizer on germinating seeds

SØREN THORUP¹⁾ og KIRSTEN YATES²⁾

Resumé

Kalkammonsalpeter (kas) (26 pct. NH_4NO_3) har vist sig at formindske bestanden af frøukrudt ved udbringning efter såning af vårbyg. Stigende kalkmængder i bearbejdningsforsøg ved fem af statens forsøgsstationer reducerede således antallet af ukrudtsplanter (gns. af 81 arter) i maj 1980-82 med indtil 60 pct.

I 1979, hvor nedbøren i april var væsentlig større, og hvor jordoverfladen var konstant fugtig, var N-effekten kun godt halvt så stor. Forsøgene viste endvidere, at arterne var uens N-følsomme, og at rækkefølgen i følsomhedsgrad ikke var syn-derlig påvirket af vejrforholdene under spiringen.

Resultater fra kortvarige forsøg i 1983-87 be-

kræftede sammenhængen mellem jordfugtighed og N-virkning. De understregede desuden forskellen i arternes reaktion over for N-gødning.

Blandt de mest følsomme var alm. fuglegræs, ager-stedmoder, alm. spergel, kamille- og æren-prisarter. Mere modstandsdygtige var ager-sen-nep, hvidmelet gåsefod og pileurt-arter. Inden for græsserne blev enårig rapgræs og alm. rapgræs be-tydelig reduceret, mens alm. kvik og flyvehavre var helt upåvirket. Spiring i små beholdere i væksthuse bekræftede yderligere arternes forskel-lige N-følsomhed og godtgjorde desuden, at kas kan trænge gennem et 5 mm tyndt jordlag og svække spiringen hos byg.

Nøgleord: Ukrudt, byg, kalkammonsalpeter, spiring.

Summary

Ammonium nitrate (26% NH_4NO_3) has shown to reduce the quantity of weed seeds when applied after sowing spring barley. Increasing amounts of ammonium nitrate in cultivation trials, at five of the governments research stations, reduced the number of weed plants, (av. of 81 species) in May 1980-82, by up to 60 %.

In 1979, where April's precipitation was considerably larger and the soil surfaces were constantly damp, the N-effect was only around half as much. The trials also showed that species sensitivity to N varied and that the order of degree of sensitivity was not especially affected by weather conditions during germination.

Results from short term trials in 1983-87 confirmed the connection between soil moisture and N-effect. In addition, they emphasized the species' different reactions to N-fertilizer.

Nuværende adresser:

1) Rosenvænget 9, 4261 Dalmose.

2) Hørkærhaven 11a, 4490 Jerslev.

Among the most sensitive species were *Stellaria media*, *Viola arvensis*, *Spergula arvensis*, chamomile and speedwell species. More resistant were *Sinapis arvensis*, *Chenopodium album* and *Polygonum* species. For grass species, *Poa annua* and *Poa trivialis* were considerably reduced, while *Elytrigia repens* and *Avena fatua* were totally unaffected.

Key words: Weeds, barley, ammonium nitrate, germination.

Germination in small containers in a glasshouse, further confirmed the varying sensitivity of the species to N and substantiated that ammonium nitrate can penetrate a 5 mm thin soil layer and weaken germination of barley.

Indledning

Nitraters stimulerende virkning på spiringen af frø blev påvist af Gassner (2). Siden har litteraturen jævnlig indeholdt beskrivelser af denne positive spiringseffekt. Der imod foreligger der kun lidt om nitraters spirehæmmende virkning, som ikke er ukendt i praksis.

I årenes løb har erfaringer fra land- og havebrug vist, at udstrøning af N-gødning omkring såtidspunktet eller ved begyndende fremspiring kan udtynde plantebestanden. Henriksen (4, 5) har således i forsøg påvist spireskader på grønsagsfrø, specielt porre og kepaløg. Ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse er der i forsøg og praksis konstateret beskadigelser eller/og reduktion af planteantallet af både afgrøde og frøukrudt.

Udbringning af N-gødning før fremspiring har bl.a. skadet asie, rødbede, såløg og græsser og har navnlig udtyndet spinat og bederoer. Af frøukrudtsarterne er især alm. fuglegræs, lugtløs kamille og rød arve formindsket i antal. Visse år er også agerstedmoder, ærenpris-arter, enårig rapgræs, alm. spergel og enårig knavel betydelig reduceret, mens de samme arter andre år kun har været beskadiget.

Denne mindre påagtede virkning på ukrudtet viste sig også i 1979-83 i flerårige bearbejdningsforsøg, hvor der blev benyttet stigende N-doseringer. Effekten, der var ulige kraftig de enkelte år, varierede også med ukrudtsarten og med jordtypen (8).

Disse første erfaringer er baggrunden for fortsatte undersøgelser i 1983-87 af kalkkammonsalters virkning på

- aktuelle frøukrudtsarters spiring
- spiring under forskellige fugtighedsforhold og på ekstemte forskellige jordtyper
- planter under fremspiring og i kimbladstadiet

I følgende uddybes resultater fra de nævnte bearbejdningsforsøg til sammenligning med resultater fra de senere udførte markforsøg og forsøg i kar og væksthuse.

Forsøgsplaner og resultater

Flerårige jordbearbejdningsforsøg i 1974-82 på fem af statens forsøgsstationer (7) blev bl.a. kombineret med fire mængder af kalkkammonsalter:

	Jordtype	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Højer	JB7	0	30	60	90 kg N pr. ha
Rønhave	JB6	60	90	120	150 kg N pr. ha
Roskilde	JB4	30	60	90	120 kg N pr. ha
Tylstrup	JB2	60	90	120	150 kg N pr. ha
Jyndevad	JB1	60	90	120	150 kg N pr. ha

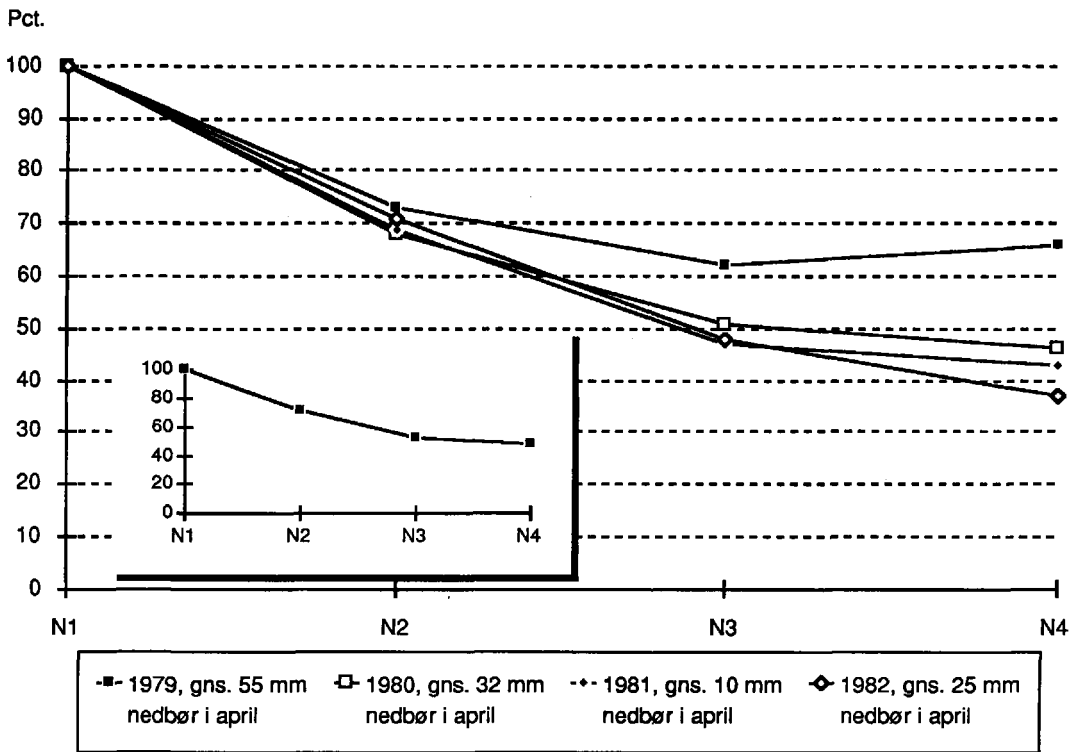


Fig. 1. Sammenhæng mellem relativ forekomst af frøkrudsplanter i maj 1979-82 og stigende N-mængder samt forskellig nedbørsmængde i april. Indsat: gns. af alle år.
Connection between the relative presence of weed seed plants in May 1979-82 and increasing N-amounts plus different amounts of precipitation for April. Inserted: average of all years.

Ved Tylstrup blev N-gødningen i nogle af årene harvet ned før såning af byg, mens den på de øvrige forsøgssteder blev strøet ud umiddelbart efter såning.

I de sidste fire år af forsøgsperioden, i 1979-82, blev ukrudtet på de fem forsøgssteder optalt før sprøjtning i maj/juni og igen før høst. Formålet var at undersøge de forskellige bearbejdnings indflydelse på artssammensætning og planteantal (8). Resultaterne af optællingerne viste, at antallet af frøkrudsplanter i byggenes 4-5 bladstadium varierede med årene. De viste endvidere, at den totale frøkrudtsmængde aftog med stigende N-tilførsel, men også at N-effekten var ulige stor i de fire år (fig. 1). I 1979 med den større nedbør i april, var saltkoncentrationen og dermed den spirehæmmende virkning mindre end i de følgende tre år.

Som anført var forsøgene placeret på fem jordtyper, hvor N-effekten på sandjorden (JB1) var

næsten dobbelt så stor som på lerjorden (JB7). Af fig. 2 ses, at den næststørste virkning er opnået på sandblandet lermuld (JB4), mens den er noget mindre på JB2, hvilket kan skyldes nedharvningen af N-gødningen.

Da N-virkningen må betragtes som et samspil mellem jordbund og gødning, er der i fig. 3 skitseret den procentiske reduktion efter de forskellige gødningsmængder til fire af jordtyperne. Heraf ses, at 60 kg N til den svære lerjord (JB7) har reduceret frøkrudtsbestanden mindre og 90 kg betydelig mindre end de samme mængder til den sandblandede lermuld (JB4). Det samme gælder den anden, men mindre bekvemme lerjord (JB6), der ved samme tre N-mængder som tilført sandjorden (JB1), har reduceret bestanden 17, 28 og 22 pct. mindre end denne.

En tredje og væsentlig faktor for størrelsen af N-gødningens reduktion af frøkrudtsbestanden er artssammensætningen. Af de 81 arter, der i alt

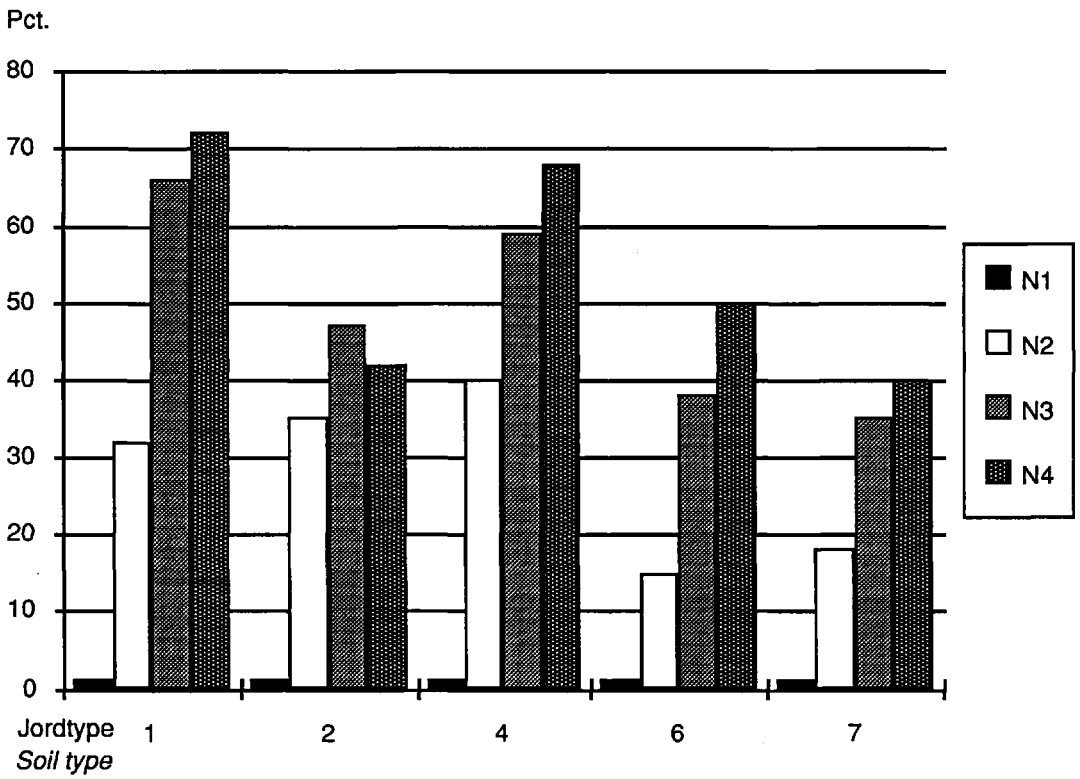


Fig. 2. Pct. reduktion af antal ukrudtsplanter efter N₂, N₃ og N₄ på fem jordtyper.
 % reduction of number of weed seeds following N₂, N₃ and N₄ on five soil types.

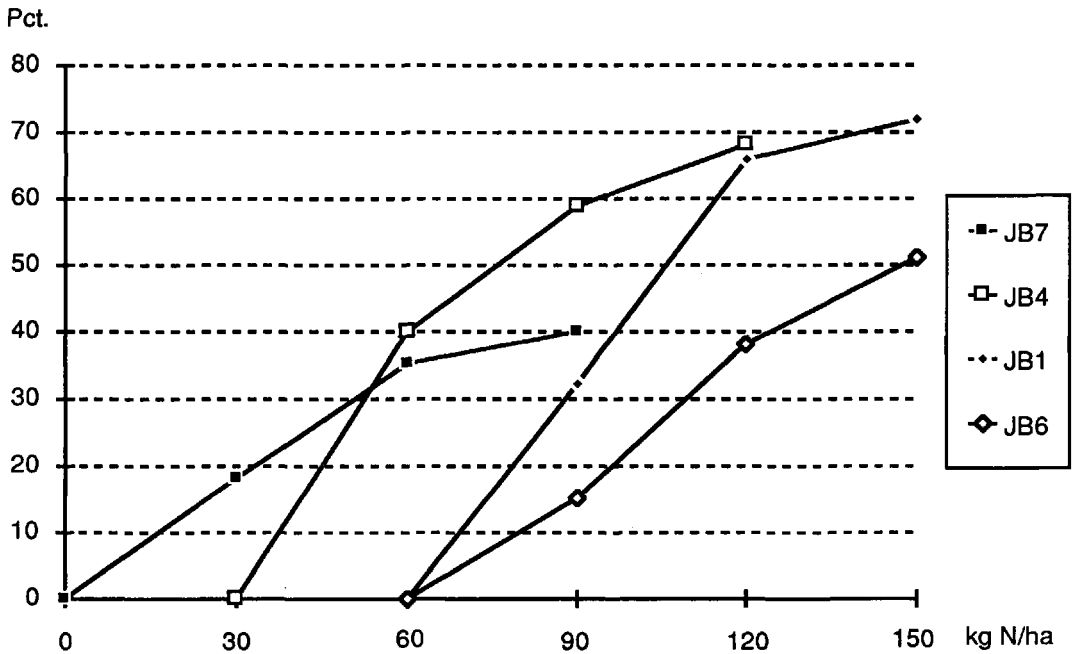


Fig. 3. Pct. reduktion af antal ukrudtsplanter efter ulige mængder N-gødning på fire jordtyper.
 % reduction of the number of weed seeds following unequal amounts of N fertilizer on four soil types.

Tabel 1. Relativ forekomst af 13 arter i maj efter stigende N-mængder. Ni arter (3-11) gns. af fem forsøgssteder i 3-4 år. Samt fire arter (1, 2, 12 og 13) gns. af 1-3 forsøgssteder i 2-4 år.

The relative presence of 13 species in May, after increasing N amounts. Nine species (3-11) av. of five trial sites for 3-4 years. Plus four species (1, 2, 12 and 13), av. of 1-3 trial sites for 2-4 years.

	I alt Total	Jordtype (Soil types)			
		N1	N2	N3	N4
1 Alm. spergel (<i>Spergula arvensis</i>)	13	100	74	41	24
2 Gul okseøjce (<i>Chrysanthemum segetum</i>)	3	100	59	44	37
3 Mark-ærenpris (<i>Veronica arvensis</i>)	14	100	73	45	27
4 Storkronet ærenpris (<i>Veronica persica</i>)	15	100	80	55	46
5 Lugtløs kamille (<i>Tripleurospermum inodorum</i>)	18	100	77	61	44
6 Ager-stedmoder (<i>Viola arvensis</i>)	20	100	73	56	57
7 Enårig rapgræs (<i>Poa annua</i>)	20	100	78	66	60
8 Alm. fuglegræs (<i>Stellaria media</i>)	20	100	84	66	61
9 Snerle-pileurt (<i>Polygonum convolvulus</i>)	20	100	88	74	64
10 Hvidmelet gåsefod (<i>Chenopodium album</i>)	20	100	87	71	70
11 Bleg pileurt (<i>Polygonum lapathifolium</i>)	19	100	88	78	68
12 Hundepersille (<i>Aethusa cynapium</i>)	4	100	93	89	88
13 Sort natskygge (<i>Solanum nigrum</i>)	3	100	97	96	94

forekom på de fem stationer, kan næsten halvdele betegnes som N-følsomme, ca. en tredjedel som let følsomme og resten som meget lidt påvirkelige selv af store N-doser.

Blandt de tilstedeværende arter er der i tabel 1 vist ni, som forekom i samtlige forsøg. Andre fire arter – de to førstnævnte og de to sidstnævnte – var henholdsvis mere eller mindre følsomme. De to største N-mængder har hos de førstnævnte otte arter formindsket antallet af levedygtige planter med gns. 50 pct. De følgende tre arter har været mere tolerante og de sidste to temmelig modstandsdygtige.

Foruden jordens bonitet, struktur og fugtighed synes også plantetætheden at have indflydelse på N-virkningen. Tætte bestande, især af de småfrøede arter, der spirer fra det allerøverste jordlag, fx alm. fuglegræs (tabel 2), er ofte mindre N-følsomme end enkeltplanter.

Orienterende forsøg i 1983-87

Gul sennep og hvidmelet gåsefod

Ved Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse blev de to ovennævnte arter udsået sammen 17. maj 1983 i 40 m² parceller i fugtig lermuld (JB5). I parcellernes ene halvdel blev der inden såning nedharvet kalkammonsalpeter (kas) i mængder svarende til 30, 60, 90, 120 og 150 kg N pr. ha. I den anden halvdel blev tilsvarende mængder udstrøet efter såning.

Tabel 2. Alm. fuglegræs på to lokaliteter, hvor bestanden øgedes over to år. Antal planter pr. m² efter stigende N-dosering samt forholdstal, der viser aftagende effekt ved øget planteantal.

Stellaria media at two sites where the population increased over two years. Number of plants/m² after increasing N dosages and the decreasing effect with increasing number of plants shown proportionally.

	kg N/ha	Jordtype (Soil types)			
		JB6		JB7	
		pl./m ²	rel.	pl./m ²	rel.
1980	N1	12	100	18	100
	N2	9	75	13	72
	N3	5	42	8	44
	N4	6	50	7	38
1981	N1	36	100	93	100
	N2	29	80	57	61
	N3	22	61	52	56
	N4	19	53	41	44
1982	N1	98	100	139	100
	N2	88	90	147	106
	N3	62	63	128	92
	N4	55	56	119	86

Fortsat daglig regn, i alt 71 mm, gjorde jorden næsten ufarbar i to uger.

Efter 12 dage var gul sennep fuldt fremspiret i samtlige parceller. Planterne var uskadte selv ef-

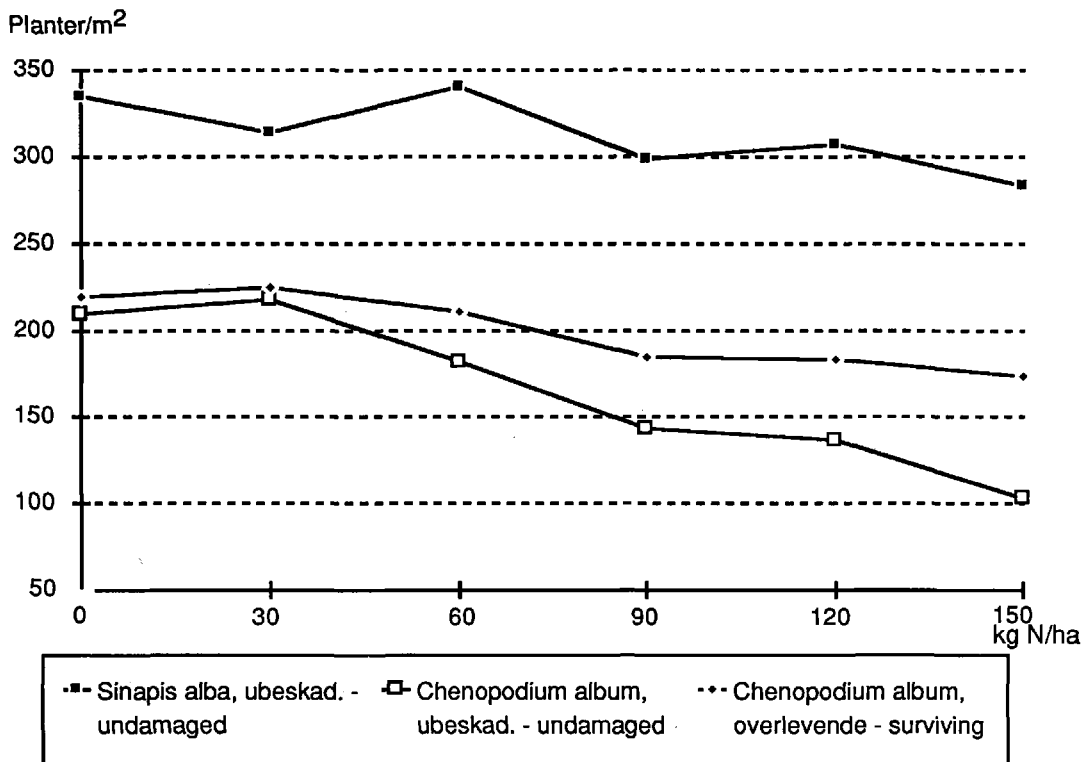


Fig. 4. Gul sennep og hvidmelet gåsefod sået sammen og tilført kas forud for 71 mm nedbør. *Sinapis alba* and *Chenopodium album* sown together with ammonium nitrate added prior to 71 mm precipitation.

ter 150 kg N pr. ha og ikke formindsket i antal. Hvidmelet gåsefod sået sammen med sennepen spirende derimod langsomt på den meget våde jord. Fremspiringen var først afsluttet efter næsten otte uger. I fig. 4 er der vist antal normalt udviklede planter og planter i alt, hvoraf de lave og forkrøblede udgjorde en stigende pct.-del efter de største N-doser. Medregnes alle overlevende hvidmelet gåsefod, er bestanden reduceret med en halv snes pct. efter 90-150 kg N pr. ha. Den noget svagere effekt end i bearbejdningsforsøgene må bero på den kraftigere fortynding eller udvaskning af N-gødningen i forening med direkte vandskade.

Ager-stedmoder

Ved Hyllested (6 km fra Flakkebjerg) blev der samtidig og på tilsvarende jordtype med mange ager-stedmoder udstrøet den samme mængde kas som til ager-sennep og hvidmelet gåsefod. Behandlingen skete på fugtig jord lige efter såning og umiddelbart før regnperiodens begyndelse.

Året efter blev forsøget gentaget på helt samme område, men på tør jord og uden nedbør under fremspiringen.

Resultaterne i de to år var højst forskellige (fig. 5). I det våde forår formindskedes antallet af stedmoder maks. 20 pct. Under de tørre betingelser var der derimod indtil 60 pct. færre planter efter 120-150 kg N pr. ha.

Andre aktuelle frøkrudsarter

I 1984-87 gennemførtes i alt ni forsøg i nysået og/eller nyfremspiret byg i Vest- og Midtsjælland. Der er oftest sammenlignet 50, 100 og 150 kg N pr. ha i 1-3 fællesparceller a 2m². Behandlingen er sket på flere jordtyper og under forskellige vejrforhold. Virkningen har generelt været aftagende, når N-gødningen er udstrøet omkring kornets fremspiring. Det gælder navnlig for tidligt spirende arter som alm. fuglegræs, pileurt- og kamillearter, hvidmelet gåsefod, rød tvetand og til dels også ager-stedmoder. Mod senere fremspirende arter som liden nælde, hanekro og frøplanter af

ager-svinemælk var virkningen derimod ens, uanset om behandlingen skete lige efter såning eller 10-12 dage senere.

I to af disse forsøg blev der efter en tørperiode i 1984 fundet beskadigede og korte, opsvulmede rødder hos bygkerner, der kun var dækket med få mm jord. I et forsøg i 1986 på at fremprovokere N-beskadigelser hos spirende byg på tør sandmuld blev der lige efter såning fordelt 150 kg N pr. ha. Forinden udstrøningen blev henholdsvis halvdele og ca. firefemtedele af dækjorden fjernet fra nogle af sårækkerne. Afscrabning af halvdele af jordlaget fik ingen indflydelse på spiring og den første vækst, hvorimod der under det mm-tynde dæklag forekom kerner med korte og halvmåneformede spirer og opsvulmede rødder.

Jordbundens og nedbørens indflydelse

Umiddelbart efter såning af byg i 1986 blev der fordelt 100, 150 og 200 kg N pr. ha i 4 m² parceller på tre jordtyper i samme mark med en forventet stor bestand af alm. fuglegræs. I de følgende timer blev halvdele af parcellerne vandet med en mængde svarende til 18 mm nedbør.

Ved optællingen udgjorde alm. fuglegræs ca. 80 pct. af hele bestanden på alle tre jordtyper. Af tabel 3 ses, at navnlig jordtypen men også vandingen har haft indflydelse på planteantallet. De stigende N-mængder har reduceret fuglegræsset lidt mere på sandjorden end på de øvrige to jorde. Endelig viser tallene, at vandingen – trods en efterfølgende tørperiode – har mindsket N-gødnin-gens spirehæmmende virkning.

Tabel 3. Alm. fuglegræs i ubehandlet og relativ forekomst af planter efter stigende N-mængder på tre jordtyper, henholdsvis uvandet og vandet.

*Number of *Stellaria media* in untreated, and the relative presence of plants, after increasing N amounts on three soil types. No irrigation and irrigation.*

		Planter/m ² (Plants/m ²)	kg N pr. ha			
			0	100	150	200
Uvandet						
(No irrigation)	Svær lerjord (Clay)	27	100	78	63	52
	Sandjord (Coarse sand)	49	100	65	51	43
	Humusjord (Humus)	162	100	69	62	57
	Gns. (Av.)			71	59	51
Vandet						
(Irrigation)	Svær lerjord (Clay)	39	100	90	79	69
18 mm	Sandjord (Coarse sand)	73	100	71	62	55
	Humusjord (Humus)	191	100	83	74	68
	Gns. (Av.)			81	72	64

Mindre regnbyer i dagene efter udstrøning af kas har ikke berørt resultatet, mens store nedbørsmængder bl.a. på ikke-plastdækkede parceller formindskede N-virkningen. Det samme skete på konstant våd jord (fig. 5) og i et forsøg i 1987. I dette blev der efter fordeling af 150 kg N pr. ha på fugtig jord lige efter kornsåning i løbet af ét døgn vandet med 15 og 30 mm. Vandingen forøgede planteantallet og med stigende vandmængde aftog N-effekten (tabel 4).

Tabel 4 Antal arter og planter samt mg tørstof pr. m² efter 150 kg pr. ha, ± vanding.

Number of species and plants, plus mg dry matter per m², after 150 kg N per ha, ± irrigation.

kg N pr. ha	Vand, mm (Water, mm)	Arter (Species)	Planter (Plants)	Tørstof (Dry matter)
0	+	0	13	117
0	+	15	12	136
0	+	30	14	121
150	+	0	8	63
150	+	15	9	83
150	+	30	11	103

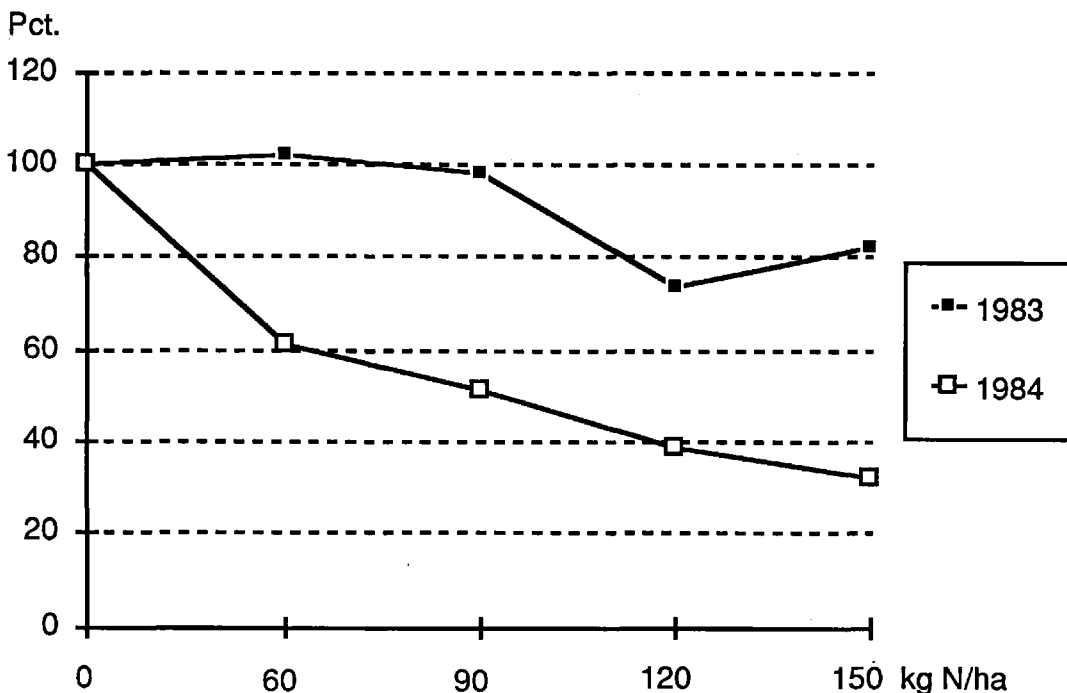


Fig. 5. Relativ forekomst af ager-stedmoder efter N-gødning udstrøet lige efter såning på våd jord i 1983 og på tør jord i 1984.

Relative presence of Viola arvensis after application of N fertilizer, immediately after sowing, on wet soil in 1983, and dry soil in 1984.

Karforsøg på friland

Som supplement til markforsøgene er der benyttet 15 l cylindriske plastbeholdere. I disse er bl.a. påfyldt soltørret lermuld, som er tilført 6, 10 og 14 vægtprocent vand og tilsæt med lugtløs kamille i 0,5 cm's dybde. Efter udstrøning af kas er beholderne stillet under plastskærm, og jorden er holdt let fugtig indtil fuld fremspiring.

Fig. 6 viser planteantal i relation til N-mængde og jordfugtighed. 90 kg N/ha sammen med 6, 10 og 14 pct. vand har givet 38, 27 og 6 pct. færre lugtløs kamille, mens 180 kg N/ha og de samme vandmængder har formindsket bestanden med 61, 46 og 13 pct. Et forsøg under samme betingelser, men med ager-stedmoder gav næsten tilsvarende resultat.

I et andet forsøg er nedharvning af 120 kg N/ha i indtil 2 cm's dybde før frøenes såning sammenlignet med udstrøning efter såning. Udsædsmængden var desværre for stor. Planterne fra fire arter a 50 frø pr. beholder med en overflade på 600 cm² stod så tæt, at optælling måtte erstattes

med grønvægtsbestemmelse. Den samlede vægt i g af alm. fuglegræs, lugtløs kamille, storkronet ærenpris og hvidmelet gåsefod i de tre fælleskar var: efter nedharvning før såning 73, 86, 90, gns. 83 g, efter udstrøning efter såning 68, 69, 74, gns. 70 g. Den procentiske forskel er af samme størrelsesorden som i et markforsøg med de samme arter, hvor N-virkningen blev målt på planteantallet. Mens dette forsøg foregik på lermuld, blev et andet samtidig afviklet på sandmuld. I sidstnævnte spirede der imidlertid lige mange planter af både de udsåede og de tilstedeværende arter i nedharvet og udstrøet kas.

Endelig er der to år i træk i september-oktober udsået frø af 5-6 frøkrudsarter indsamlet på forskellige jordtyper. I to af karrene er kas fordelt efter såningen og i de andre to er det først sket i marts.

Lidt imod forventning spirede frø af samme art bogstaveligt talt ens uanset deres herkomst. Forsøgene viste også, at alm. fuglegræs og hyrdetaske

Planter/600 cm²

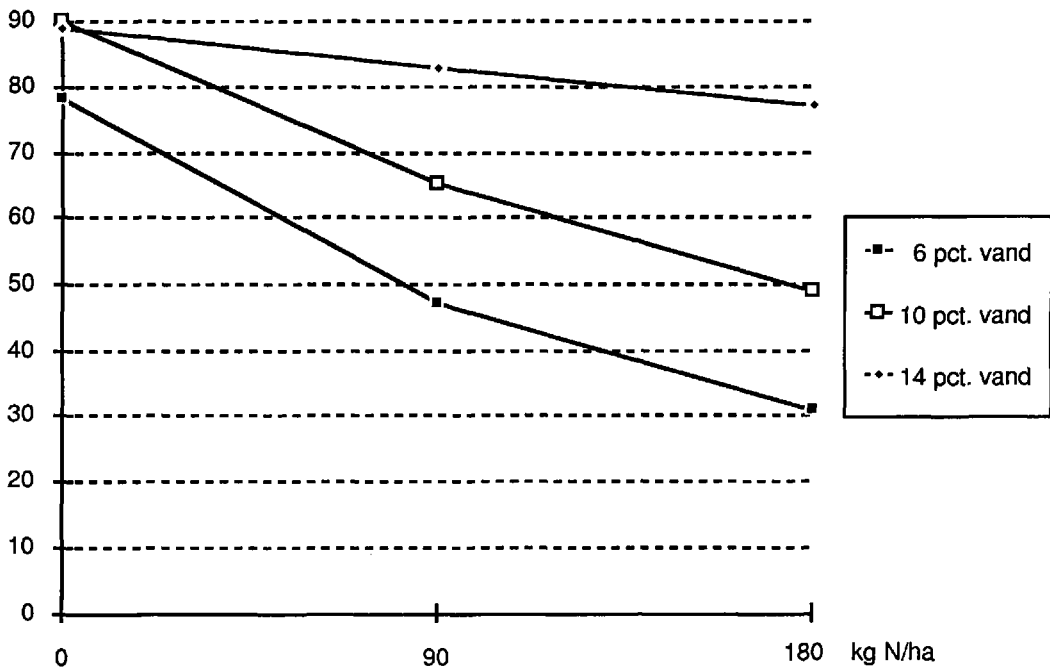


Fig. 6. Antal lugtløs kamille efter stigende N-mængder til jord med 6, 10 og 14 pct. vand.
Number of Tripleurospermum inodora after increasing amounts of N on soil with 6, 10 and 14% water.

var væsentlig mindre N-følsomme ved efterårsspiring end efter spiring om foråret. Endvidere at kas udbragt om efteråret var uvirksom over for forårsspirende arter som hvidmelet gåsefod, fersken-pileurt og snerle-pileurt.

Spiring i væksthushus

Formålet med forsøgene, der blev udført i marts-april 1983, var at sammenligne de enkelte arters N-følsomhed med resultaterne fra de flerårige bearbejdningsforsøg (tabel 1).

Frøene blev sået i beholdere, der rummer 300 g standardjord (12 pct. ler, 22 pct. silt, 38 pct. finsand, 26 pct. grovsand og 2 pct. humus) med 16 pct. vand. Daglig kontrolvanding og omgruppering. Fjerde dag efter såning blev der udstrøet kas i en ensartet korntørrelse.

I forsøgsperioden, der varede 19 dage (ager-sennep) til 42 dage (snerle-pileurt), vekslede temperaturen i 1 cm's dybde mellem 8 og 15° C. Af-skæring af planterne ved jordoverfladen og tørstofbestemmelse 5-6 dage efter afsluttet fremspiring (tabel 5).

Frøene, der var opbevaret i glas, spirede generelt for dårligt, også under de forudgående og samtidige kontrolspiring i petriskåle. Rækkefølgen i arternes N-følsomhed er dog ret ens i tabel 1 og 5. Det gælder også mark-ærenpris, lugtløs kamille og snerlepileurt, som spirede med knap 50 pct.

Under samme betingelser, men i standardjord tørret til konstant vægt og derefter tilført 8, 10 og 12 vægtprocent vand, er der sået ager-sennep og alm. spergel og derpå udstrøet kas (tabel 6).

Efter afslutning af forsøget 12. dag efter såning, blev vandingen fortsat i tre uger. I denne periodes sidste halvdel spirede der yderligere en del frø fra de N-behandlede beholdere. Fælles for disse planter var en kraftig vækst, men også lettere beskadigelser efter de tre mindste N-doseringer og større beskadigelser, såsom vanddrukkent udseende, efter 120 og 150 kg N pr. ha. Lignende, men mindre udtalte abnormiteter, forekom også blandt de tidligst fremspirede planter i tabel 6.

Tilsvarende beskadigelser kunne også findes hos byg på friland efter overlappning eller spild af

Table 5. Pct. spiring og mg tørstof, gns. af tre beholdere a 50 frø.
% germination and mg dry matter, av. of three pots of 50 seeds each.

kg N/ha	Alm. fugle- græs (<i>Stellaria media</i>)	Ager- stedmoder (<i>Viola arvensis</i>)	Storkronet ærenpris (<i>Veronica persica</i>)	Hvidmelet gåsefod (<i>Chenopodium album</i>)	Ager- sennep (<i>Sinapis arvensis</i>)	Enårig rapgræs (<i>Poa annua</i>)
	pct. spirende (% germinated)					
0	65	45	85	61	72	93
30	41	26	55	57	76	77
60	24	15	23	41	55	43
90	13	5	6	33	51	23
120	2	0	0	18	35	6
150	3	0	1	12	33	0
mg tørstof (mg dry matter)						
0	56	28	53	43	135	33
30	41	18	33	38	128	26
60	22	6	15	24	100	15
90	13	3	3	18	94	7
120	3	0	0	11	55	3
150	4	0	2	8	46	0

Table 6. Pct. spiring og mg tørstof ved forskelligt vandindhold og stigende N-mængder. Gns. af 3 beholdere a 50 frø.
% germination and dry matter at different water capacity and increasing N-amounts. Av. of 3 pots of 50 seeds each.

Pct. vand (% water)	Ager-sennep (<i>Sinapis arvensis</i>)			Alm. spergel (<i>Spargula arvensis</i>)		
	8	10	12	8	10	12
kg N/ha	pct. spirende (% germinated)					
0	85	87	82	75	77	81
30	29	63	65	33	70	79
60	8	35	47	11	36	56
90	1	12	21	2	17	34
120	1	6	16	1	2	23
150	1	3	8	1	1	8
mg tørstof (mg dry matter)						
0	105	95	114	30	31	32
30	54	98	109	19	32	40
60	34	72	96	8	20	22
90	9	42	57	2	15	27
120	2	16	45	2	6	21
150	3	11	31	1	3	12

N-gødning. Symptomerne var dog kortvarige og havde tilsyneladende ingen eftervirkning.

I bearbejdningsforsøgene blev der ligesom i de efterfølgende markforsøg fundet bygkerner med spire- og vækstbeskadigelser. Da disse kun forekom under et tyndt jordlag i forbindelse med de

største N-doser, blev den samme kombination prøvet i væksthuse. Beholdere med standardjord blev tilsæt i april med hver 10 afsvampede kerner af sorten Gunhild og dækket med henholdsvis 5 og 25 mm jord og derefter tilført kas (tabel 7, øverst). Til sammenligning blev en serie behol-

Tabel 7. Byg, pct. spiring og mg tørstof. N-gødning fordelt på dækjorden (A) og opblandet i dækjorden (B). Gns. af tre beholdere a 10 kerner.

Barley, % germinating and mg dry matter. N-fertilizer spread out on the covering soil (A) and incorporated into the covering soil (B). Av. of three pots of 10 grains each.

	kg N/ha	5 mm dækjord 5 mm covering soil		25 mm dækjord 25 mm covering soil	
		pct. spirede % <i>germinated</i>	mg tørstof mg <i>dry matter</i>	pct. spirede % <i>germinated</i>	mg tørstof mg <i>dry matter</i>
A.	0	97	244	97	150
	30	93	180	100	179
	90	77	100	96	135
	150	63	86	97	160
B.	0	93	175	99	120
	30	92	147	98	137
	90	70	71	90	122
	150	67	84	100	124

dere tilsæt og dækket med de tilsvarende jordlag, hvori kas var opblandet (tabel 7, nederst).

Forsøg A, der blev afsluttet efter 18 dage, blev vandet i yderligere 24 dage, hvor de afskårne spirer genudvikledes, og kun i alt to nye spirede frem. N-gødningen i forening med det tynde jorddække har formindsket spireevnen og reduceret tørstofudbyttet i alt og pr. plante. I forsøg B med kas opblandet i dækjorden, er spiringen under det tynde jordlag af samme størrelsesorden som i A. Den noget mindre tørstofvægt skyldes to døgn kortere spiretid. Fælles for begge forsøg var gns. 12 pct. unormal spiring efter 90 kg N og næsten 40 pct. efter 150 kg N pr. ha. Symptomerne var senere fremspiring af fortykkede, indtil halvmåneformede spirer og korte, let misfarvede rødder.

Beskadigede spirer forekom derimod ikke, når kernerne var dækket med 25 mm jord. Fremspiringen var ensartet, men vægten igen mindst i forsøg B pga. kortere spiretid.

Diskussion

N-gødningens bladherbicide effekt kendes fra den tidligere udbredte kalkkvælstof og fra den lokalt benyttede, mættede chilesalpeteropløsning. Det er også kendt, at N-gødningen kan optræde som jordherbicid, når gødningskornene kommer for nær de spirende frø. Erfaringer fra praksis og resultater fra tidligere forsøg (5,6) viser, at rene

nitratgødninger er mest skadevoldende, men også at ammoniumholdige nitratgødninger kan forårsage spirehæmning (8).

I forsøgene, som omtales her, er der benyttet kalkkammonsalpeter (26 pct. $\text{NH}_4 \text{NO}_3$). På udstrøningstidspunktet, oftest lige efter såning af vårsæd, var de fleste frøkrudsarters frø udbulnet, og mange var i begyndende spiring. Få dage senere var det muligt at finde beskadigede spirer under gødningskornene eller tæt op ad disse.

Fælles for skudspirerne er vækststandsning eller væksthæmning og forkrøbling. Rodspirerne, der oftest er korte og fortykkede, var tilsyneladende endnu mere beskadigede end skudspirerne.

Spirehæmningen øgedes med stigende N-doser. Det samme skete i tidligere forsøg (4), hvor lednings- og nitratalt samtidig steg omtrent proportionalt med N-mængden. I små beholdere i væksthus (tabel 5) skete en lignende forøgelse af jordvæskens saltkoncentration. Som følge heraf (6) ændres jordvæskens osmotiske tryk, og hvis dette overstiger frøets osmotiske tryk, hæmmes eller hindres vandoptagelsen og spiringsprocessen standser. Formodningen om, at den nye spire sandsynligvis også skades ødelæggende, kan bekræftes fra de efterårsåede karforsøg. Her var enkelte frø under fremspiring, da N-tilførslen skete i marts. Disse netop synlige spirer blev afmærket, så det var muligt at genfinde dem og kon-

statere, at næsten halvdelen var stærkt N-skadede eller døde.

Virkningen af N-gødningen er sandsynligvis et kompleks, hvor den væsentligste faktor er gødningskornenes udtørring af jorden, således at frø og spirer dehydreres (*N. E. Nielsen*, pers.medd.). Jordens vandindhold på behandlingstidspunktet og i den følgende tid har derfor betydelig indflydelse på frøets og planternes N-følsomhed. Det fremgår af fig. 1,4,5,6 og af tabel 4 og 6. Det er også understreget i tidligere resultater (3,4,5).

I jordbearbejdningsforsøgene var spirehæmningen aftagende ved højt lerindhold (fig. 2 og 3). Dette gentager sig i tabel 3 på såvel uvandet som vandet jord, hvor N-virkningen på alm. fuglegræs er større på sandjord end på svær lerjord, men også større end på den tilsyneladende tørre humus.

N-virkningen, der er afhængig af gødningsmængde, af jordbunden og dens vandindhold er også betinget af artssammensætningen og planternes størrelse. At arterne reagerer forskelligt over for N-gødning kendes bl.a. fra roemarker, hvor roeplanter sammen med de mest N-følsomme frøukrudsarter er døde eller stærkt beskadigede under fremspiringen. Mellem disse er der arter, som kun er let beskadigede eller er helt upåvirkede.

Det samme var tilfældet i bearbejdningsforsøgene. Gns. af 3-4 års optællinger på fem lokaliteter viser, at arterne er forskelligt N-følsomme (tabel 1). Tallene i marken varierede dog ganske meget afhængig af året, jordens bonitet og struktur og det lokale vejr. Den væsentligt større effekt af N-gødningen i væksthuse (tabel 5,6) skyldes utvivlsomt den beskedne jordmængde.

I et senere forsøg med øgede jordmængder aftog virkningen af 150 kg N pr. ha betydeligt fra 0,5 til 1 og 5 l beholdere og forblev derefter uændret i større beholdere. Rækkefølgen i arternes N-følsomhed var derimod ret konstant og kun lidt afvigende fra tabel 1 og 5.

En af årsagerne til arternes forskellige reaktion over for N-gødning kan være frøstørrelse og dermed spiringsdybde. Mindst lige så sandsynligt er fremspiringstidspunktet, idet mange af de tidligst spirende arter også er blandt de mest N-følsomme. Ager-sennep, hvidmelet gåsefod og pileurtarterne er ganske vist lige så tidlige, men de fortsætter fremspiringen over en længere periode. De senere og sent spirende som hundepersille, burresnerre, gråbynke og sort natskygge var også i forsoegene mest modstandsdygtige.

Litteratur

1. *Clements, Harry F.* 1964. Interaction of factors affecting yield. *Ann. Rev. Pl. Phys.* 15, 409-440.
2. *Gassner, Gustav* 1915. Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. *Jb. wiss. Bot.* 55, 259-342.
3. *Hegarty, T. W.* 1976. Effects of fertilizer on the seedling emergence of vegetable crops. *J. Sci. Fd. Agric.* 27, 962-968.
4. *Henriksen, Kaj* 1978. Sådybdens og N-gødnings indflydelse på fremspiring, udbytte og kvalitet hos kepaløg. *Tidsskr. Planteavl* 83, 353-367.
5. *Henriksen, Kaj* 1979. Fremspiring af grønsagsfrø efter gødsning med stigende mængder kvælstof i porre kombineret med 3 sådybder. *Tidsskr. Planteavl* 83, 563-574.
6. *Page, E. R.* 1973. Fertilizers may increase yields but they can also decrease emergence. *The Grower*, Sept. 1., 393-395.
7. *Rasmussen, Karl J. & Olsen, Carl Chr.* 1983. Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. *Tidsskr. Planteavl* 87, 193-215.
8. *Thorup, Søren & Pinnerup, Søren Peter* 1983. Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 3. Indflydelse på ukrudtsbestanden. *Tidsskr. Planteavl* 87, 237-256.

Manuskript modtaget den 7. juni 1991.