

CODEN: IBBRAH (1-84) 1-45 (1984)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 1-84

NITRIFICATIEREMMERS IN SLA EN ANDIJVIE; OORZAKEN VAN GROEIAFWIJKINGEN EN
HET VOORKÓMEN VAN EEN TE HOOG NITRAATGEHALTE IN HET GEWAS

*With a summary: Nitrification inhibitors in lettuce and endive; causes
of growth abberations and the prevention of excessive nitrate levels in
the crop*

J. VAN DER BOON

1984

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 1-84 (1984) 45 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Verslag van de proeven	4
2.1. Invloed van de uitgangstoestand van de grond	4
2.1.1. Proef IB 6341	4
2.1.1.1. Inleiding	4
2.1.1.2. Opzet van de proef	4
2.1.1.3. Uitvoering van de proef	5
2.1.1.4. Resultaten	5
2.1.2. Proef IB 6372	8
2.1.2.1. Inleiding	8
2.1.2.2. Opzet van de proef	8
2.1.2.3. Uitvoering van de proef	9
2.1.2.4. Resultaten	9
2.1.3. Discussie over invloed van uitgangstoestand van de grond	14
2.2. Groeiafwijkingen door nitrificatieremmers	15
2.2.1. Proef IB 6377	15
2.2.1.1. Inleiding	15
2.2.1.2. Opzet van de proef	15
2.2.1.3. Uitvoering van de proef	16
2.2.1.4. Resultaten	17
2.2.2. Proef IB 6378	21
2.2.2.1. Inleiding	21
2.2.2.2. Opzet van de proef	21
2.2.2.3. Uitvoering van de proef	21
2.2.2.4. Resultaten	22
2.2.3. Discussie over groeiafwijkingen door nitrificatieremmer of/en stikstofsoort	27
3. Samenvatting	29
4. Summary	30
5. Literatuur	31
6. Bijlagen	33

1. INLEIDING

Het is mogelijk een te hoog nitraatgehalte in groenten te voorkomen door een ammoniumhoudende meststof te gebruiken, waarbij door toepassing van een nitrificatieremmer de omzetting van ammonium in nitraat wordt verhinderd. Inderdaad verkreeg Roorda van Eysinga (1984) op deze wijze lagere gehalten, maar soms was het effect matig, in andere gevallen trad verbranding van het gewas op en werd zelfs een lagere opbrengst verkregen.

Een slechts matige daling van het nitraatgehalte in het gewas zou veroorzaakt kunnen zijn doordat bij de aanvang van de teelt al nitraat in de grond aanwezig is. In twee potproeven met sla, IB 6341 en IB 6372, werd gepoogd vast te stellen hoeveel bodemnitraat nog toelaatbaar is als de toe te voegen hoeveelheid stikstof om de behoefte van het gewas te dekken bestaat uit een ammoniumhoudende meststof, gecombineerd met een nitrificatieremmer. Een zekere hoeveelheid nitraat kan zelfs gewenst zijn, daar opbrengst en/of kwaliteit van sommige gewassen niet optimaal zijn bij uitsluitend ammoniumvoeding.

Schade aan het gewas zou enerzijds kunnen ontstaan door een te hoog ammoniumgehalte in de grond en anderzijds door de remmer zelf als deze in een te hoge concentratie wordt toegediend. Ook zou de verbranding van het gewas zijn oorzaak kunnen hebben in een gecombineerde werking van remmersoort, remmerhoeveelheid en te hoog ammoniumgehalte van de grond. In twee proeven, IB 6377 en IB 6378, respectievelijk met andijvie en sla, werd nagegaan wat ammonium en remmer betekenen voor opbrengst en kwaliteit.

2. VERSLAG VAN DE PROEVEN

2.1. Invloed van de uitgangstoestand van de grond

2.1.1. Proef IB 6341

2.1.1.1. *Inleiding.* In de proef werd getracht vast te stellen welk nitraatgehalte in de grond bij de aanvang van de teelt nog toelaatbaar is zonder dat een te hoog nitraatgehalte in de sla ontstaat. De resterende behoefte aan stikstof wordt daarbij gedekt door bemesting met een ammoniumhoudende meststof, al of niet gecombineerd met een nitrificatieremmer.

2.1.1.2. *Opzet van de proef.* Van 16 januari tot en met 25 maart 1980 werd een potproef met sla, cv. Amanda Plus, uitgevoerd in een kas van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. In de proef werden drie factoren gevarieerd, te weten de basisbemesting bij de aanvang van de proef, de bijbemesting met twee verschillende meststofsoorten, en het al of niet toepassen van een nitrificatieremmer. De basisbemesting bestond uit vijf trappen calciumnitraat: 0,10 - 0,25 - 0,40 - 0,55 en 0,70 g N per pot (code eerste cijfer 1 t/m 5). Deze stikstof werd voor het planten door de grond gemengd. Met de overbemesting werd de stikstof aangevuld tot 0,7 g N/pot. Dit gebeurde met nitraat (code tweede cijfer .1.) dan wel met ammonium (code .2.). De overbemesting werd wekelijks toegediend over een periode van zes weken, beginnend één week na het planten. De ammonium werd toegediend in de vorm van ammoniumsulfaat, het nitraat als calciumnitraat. De derde factor was toepassing van een nitrificatieremmer (code derde cijfer ..1) of weglating er van (..0). De gebruikte nitrificatieremmer was N-Serve 24E en de dosis per tijdstip van overbemesting was 0,25 mg per pot. N-Serve 24E bevat 240 g actieve stof (nitrapyrin (2-chloor-6-(trichloormethyl)pyridine)) per liter. In een randproef werd nagegaan of hoge giften N-Serve remmend werken op de groei. De 8 giften waren in totaal 0,25 - 0,50 - 1,00 - 2,00 - 4,00 - 8,00 - 16,00 en 32,00 mg N-Serve per pot. Er werd uitgegaan van 0,4 g N/pot in de vorm van nitraat als basisbemesting. De N-Serve werd tegelijkertijd met de aanvullende stikstofmeststof in de vorm van ammoniumsulfaat tot een totaal van 0,7 g N/pot gegeven.

Het proefschema van de hoofdproef was een Youden Square met 8 herhalingen. De randproef werd in tweevoud aangelegd.

2.1.1.3. *Uitvoering van de proef.* De proef werd uitgevoerd in plastic potten met een inhoud van 6,6 l op schotels, waarin het water werd gegeven. Als potgrond werd zandgrond van de proefboerderij van het instituut gebruikt, verschaald met geel zand en turfmoel in een volumeverhouding van 10:4:6,4. Aan het mengsel van laatstgenoemde twee materialen werden eerst per m³ 3 kg Dolokal en 0,6 kg P₂O₅ als tripelsuperfosfaat (44% P₂O₅) toegevoegd, aan het uiteindelijke mengsel nog eens 2,5 kg Dolokal/m³. De basisbemesting bestond uit 2,0 g P₂O₅, 0,4 g K₂O en 0,25 g MgO per pot als resp. tripelsuperfosfaat, kaliumsulfaat en magnesiumsulfaat. De potgrond werd na het mengen bemonsterd en onderzocht op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk volgens de 1:1,5 volume-extract-methode (Sonneveld *et al.* 1974; zie bijlage I). In de grond was 0,1 mmol ammonium en 2,1 mmol nitraat per liter extract aanwezig.

De sla werd als perspotplant op 16 januari gepoot. Het bijmesten werd wekelijks uitgevoerd van 23 januari tot en met 27 februari. Op 20 februari werd de ontwikkeling van het gewas geschat. Bij het oogsten van de sla werden vers gewicht, drogestofgehalte en drooggewicht bepaald. Het gewas werd onderzocht op N-totaal en nitraat. Ook werd een grondonderzoek uitgevoerd naar ammonium en nitraat in het 1:1,5 volume-extract volgens de methode van Naaldwijk.

2.1.1.4. *Resultaten.* In de randproef werd geen groeiremming waargenomen tot een gift van 32 mg N-Serve per plant (zie bijlage II: geen statistisch betrouwbaar effect). Bij de hoogste gift was $0,24 \times 32 \text{ mg} / 300 \text{ mg N} = 2,56\%$ nitrapyrine op de hoeveelheid zuivere stikstof toegediend.

Bij gebruik van 1,50 mg N-Serve per pot werd aan het einde van de hoofdproef geen ammonium in de potgrond aangetroffen. De oorzaak kan zijn dat het ammonium als zodanig door de plant is opgenomen of dat de nitrificatie onvoldoende geremd is geweest. De voor alle behandelingen vrijwel gelijke nitraatcijfers wijzen op de laatste mogelijkheid.

Op 20 februari, een week na de vierde overbemesting, werden schattingscijfers gegeven voor de ontwikkeling van het gewas. Er waren geen duidelijke verschillen aanwezig, zodat bij de laagste basisgift met nitraat en

vier maal bijbemesting het gewas op dat moment al over voldoende stikstof (totaal 0,5 g N per pot) naast de beginvoorraad van 2,1 mmol NO₃ per liter extract in de potgrond beschikte.

De hoogste opbrengst aan vers gewicht, gemiddeld voor de vijf ammonium/nitraatverhoudingen, werd gevonden bij 0,4 g N als nitraat in de basisbemesting en 0,3 g als bijbemesting (tabel 1, zie bijlage II voor statistisch betrouwbare effecten, ook voor de volgende gewasreacties). Ammonium als bijbemesting bij aanwezigheid van N-Serve gaf een hoger vers gewicht dan nitraat met de remmer. Niet en wel remmer bij overbemesting met een ammoniumhoudende meststof gaf geen verschillen te zien.

TABEL 1. Vers gewicht van sla onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium, met of zonder N-Serve.

TABLE 1. Fresh weight of lettuce (g) as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld
	Code	g/plant	Code	g/plant	Code	g/plant	
0,10	120	219	111	215	121	230	221
0,25	220	227	211	223	221	225	225
0,40	320	241	311	232	321	241	238
0,55	420	237	411	228	421	239	235
0,70	520	239	511	229	521	238	236
gemiddeld		232		226		235	

Het percentage drogestof was hoger als meer stikstof via de bijbemesting was toegediend. Ammonium met N-Serve verlaagde het drogestofgehalte vergeleken met nitraat in de bijbemesting, gecombineerd met N-Serve (tabel 2).

Het drooggewicht aan sla was lager na bijbemesting met nitraat ten opzichte van ammonium in aanwezigheid van de remmer.

Het totaal-stikstofgehalte van het gewas was lager als minder nitraat in de basisbemesting was gegeven (tabel 3). Het gehalte was het laagst bij ammoniumbijbemesting zonder N-Serve en het hoogst bij deze bemesting

gecombineerd met N-Serve. Het nitraatgehalte van het gewas was eveneens verlaagd als in de basisbemesting minder nitraat was gegeven (tabel 4).

TABEL 2. Percentage drogestof van sla onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium, met of zonder N-Serve.

TABLE 2. Dry-matter content of lettuce (%) as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld
	Code	%	Code	%	Code	%	
0,10	120	6,30	111	6,28	121	6,20	6,26
0,25	220	6,06	211	6,06	221	6,03	6,05
0,40	320	5,89	311	5,95	321	5,94	5,93
0,55	420	5,93	411	5,94	421	5,81	5,89
0,70	520	5,83	511	5,88	521	5,73	5,81
gemiddeld		6,00		6,02		5,94	

TABEL 3. Totaal-stikstofgehalte van sla (% van drogestof), onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium, met of zonder N-Serve.

TABLE 3. Total-N content of lettuce (% d.m.) as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld
	Code	N %	Code	N %	Code	N %	
0,10	120	5,10	111	4,74	121	4,92	4,92
0,20	220	4,87	211	4,87	221	5,45	5,06
0,40	320	5,17	311	5,15	321	5,50	5,27
0,55	420	5,22	411	5,45	421	5,71	5,46
0,70	520	5,32	511	5,80	521	5,87	5,66
gemiddeld		5,13		5,20		5,49	

TABEL 4. Nitraatgehalte van sla onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium, met of zonder N-Serve.

TABLE 4. Nitrate content of lettuce (mg/kg fresh weight) as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld
	Code	mg/kg vers	Code	mg/kg vers	Code	mg/kg vers	
0,10	120	1834	111	1955	121	1773	1854
0,25	220	1976	211	1994	221	2054	2008
0,40	320	2162	311	2258	321	2133	2184
0,55	420	2337	411	2373	421	2330	2346
0,70	520	2443	511	2455	521	2515	2471
gemiddeld		2150		2207		2161	

Vergeleken met alle nitraat in de basisgift was de daling bij het nitraatgehalte van het gewas sterker dan die bij het stikstof-totaalgehalte. Dit effect van een lager nitraatgehalte van het gewas kwam ook voor als de gedeelde stikstofbemesting in de vorm van nitraat gegeven werd. Een laag nitraatgehalte van de grond bij het begin van de teelt lijkt dus gunstig te zijn om een lager nitraatgehalte in het gewas te krijgen. Er werd een 25% lager nitraatgehalte door bereikt. In deze proef werd geen effect van N-Serve gevonden op het nitraatgehalte bij toediening van een ammoniummeststof in de bijbemesting. De hoeveelheid N-Serve was blijkbaar onvoldoende om de nitrificatie af te remmen.

2.1.2. Proef IB 6372

2.1.2.1. *Inleiding.* Het doel van de proef was gelijk aan dat van IB 6341, namelijk vast te stellen welk nitraatgehalte in de grond bij de aanvang van de teelt nog toelaatbaar is om een te hoog nitraatgehalte in het gewas te voorkomen wanneer de nitrificatie in de loop van de groeiperiode wordt geremd.

2.1.2.2. *Opzet van de proef.* De opzet van de proef was gelijk aan die van IB 6341. De giften aan N-Serve waren nu echter drastisch verhoogd: tot

8 mg N-Serve per pot. In de randproef waren de giften als volgt: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32 en 64 mg N-Serve per pot. De nitrificatieremmer werd nu echter in één keer gegeven, tezamen met de basisbemesting door de potgrond gemengd.

2.1.2.3. Uitvoering van de proef. De potgrond werd nu samengesteld met een verhouding van 10 volumedelen zandgrond van de proefboerderij, 2 volumedelen geel zand en 3,2 volumedelen turfmoel. De bemesting was dezelfde als bij de sla van IB 6341, behalve de bekalking. Aan het totale mengsel werd nu geen extra Dolokal toegevoegd.

Op 3 oktober 1980 werden slaplanten, ras Ravel op perspot, uitgeplant. Bij het onderzoek van de potgrond (zie bijlage I) werd 0,1 mmol ammonium en 3,7 mmol nitraat per liter extract gevonden. De zes wekelijkse bijbemestingen werden uitgevoerd tussen 10 oktober en 14 november. Aan het einde van de proef werden de stevigheid van het gewas en de mate van kropvorming in een schattingscijfer vastgelegd. Ook werd genoteerd of er rand in de krop aanwezig was of niet. De sla werd geoogst op 2 december 1980. Er werden toen per object grondmonsters genomen welke op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas in Naaldwijk werden geanalyseerd.

2.1.2.4. Resultaten. Geen effect op groei, gewicht en kwaliteit van de sla van toenemende giften aan N-Serve werd waargenomen in de randproef (zie bijlage III). Bij de hoogste gift van 64 mg N-Serve per pot betekent dit 5,12% zuivere nitrapyrin op de stikstofgift.

Aan het eind van de proef werd meer nitraat in de grond gevonden, naarmate meer was bijbemest. In de combinatie van ammoniummeststof met N-Serve was ook nog ammonium aantoonbaar in het extract met water (tabel 5). Met zwakke electrolytoplossing zou nog meer gevonden zijn.

Bij de oogst werd voor de vijf ammonium/nitraatverhoudingen gemiddeld de hoogste opbrengst gevonden bij 0,4 g nitraat-N als basisgift (tabel 6). Ammoniummeststof met N-Serve gaf een hogere opbrengst dan ammonium zonder en nitraat met deze remmer. Voor beide laatste was de opbrengst praktisch gelijk. Het percentage drogestof was het hoogst als de stikstof frequent was bijbemest. Van de drie combinaties van stikstofsoort en remmer had die van nitraat met N-Serve het laagste drogestofgehalte van de sla ten gevolge (tabel 7).

Naarmate de basisgift groter was geweest en het aantal keren bijbemesting lager, trad minder rand in de krop op (tabel 8). Het meeste rand

TABEL 5. Stikstofconcentratie in de grond onder invloed van nitraat- en ammoniumbemesting met of zonder N-Serve na afloop van de proef (in mmol extract/l). Onderzoek lab. Naaldwijk.

TABLE 5. N-concentrations of the soil (mmol/l extract) at the conclusion of the experiment as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve			NO ₃ met N-Serve			NH ₄ met N-Serve		
	Code	NH ₄	NO ₃	Code	NH ₄	NO ₃	Code	NH ₄	NO ₃
0,10	120	0,1	6,7	111	0,0	4,2	121	0,5	5,0
0,25	220	0,1	4,1	211	0,0	3,5	221	0,2	4,2
0,40	320	0,1	4,5	311	0,1	3,8	321	0,2	4,3
0,55	420	0,1	4,5	411	0,0	3,9	421	0,1	3,9
0,70	520	0,0	4,4	511	0,0	3,7	521	0,0	3,7

TABEL 6. Vers gewicht van sla onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium met of zonder N-Serve.

TABLE 6. Fresh weight of lettuce (g) as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld g/plant
	Code	g/plant	Code	g/plant	Code	g/plant	
0,10	120	224	111	222	121	236	227
0,25	220	240	211	233	221	249	241
0,40	320	246	311	241	321	243	243
0,55	420	231	411	236	421	238	235
0,70	520	226	511	232	521	243	234
gemiddeld		233		233		242	

werd verder gevonden bij ammoniumbemesting met N-Serve en het minste bij nitraat met N-Serve, een gevolg van de stikstofsoort, maar niet een invloed van de remmer.

TABEL 7. Percentage drogestof onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium met of zonder N-Serve.

TABLE 7. Dry-matter content of lettuce (%) as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld %
	Code	%	Code	%	Code	%	
0,10	120	4,27	111	4,17	121	4,25	4,23
0,25	220	4,14	211	4,10	221	4,19	4,14
0,40	320	4,18	311	4,10	321	4,13	4,14
0,55	420	4,09	411	4,06	421	4,15	4,10
0,70	520	4,16	511	4,12	521	4,13	4,13
gemiddeld		4,17		4,11		4,17	

TABEL 8. Rand onder invloed van de bijbemesting met nitraat of ammonium met of zonder N-Serve (0 = geen rand, 1 = plant heeft rand; cijfer is gemiddelde van 8 kroppen).

TABLE 8. Tipburn in lettuce as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve (0 = no tipburn; 1 = plant has tipburn).

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld
	Code	aantal/acht	Code	aantal/acht	Code	aantal/acht	
0,10	120	0,63	111	0,13	121	0,75	0,50
0,25	220	0,75	211	0	221	0,50	0,42
0,40	320	0,38	311	0,25	321	0,38	0,34
0,55	420	0,13	411	0,13	421	0,50	0,25
0,70	520	0	511	0,25	521	0,13	0,13
gemiddeld		0,38		0,15		0,45	

De stevigheid van de krop leek iets minder bij hoge basisgift en lage frequentie van overbemesting (niet statistisch betrouwbaar). Met ammonium en N-Serve werd de stevigste krop verkregen en met nitraat en remmer de minst stevige (tabel 9). De mate van kropvorming reageerde als die voor de stevigheid van de krop, maar nu was het verschil tussen wel of geen N-Serve bij ammoniumvoeding geringer (tabel 10). De voor de laatste kenmerken geconstateerde invloeden lijken te kunnen worden teruggevoerd op de invloed van ammonium, dat een wat steviger, meer gekroesd en wat meer rechtopstaand blad om de krop kan geven.

TABEL 9. Stevigheid van de krop onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium met of zonder N-Serve (schaal 1 t/m 5).

TABLE 9. Firmness of lettuce head as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve (score 1-5).

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld
	Code	waardering	Code	waardering	Code	waardering	
0,10	120	1,75	111	2,00	121	2,75	2,17
0,25	220	2,75	211	1,50	221	3,00	2,42
0,40	320	2,38	311	1,75	321	2,00	2,04
0,55	420	1,63	411	2,25	421	2,50	2,13
0,70	520	1,75	511	1,88	521	2,00	1,88
gemiddeld		2,05		1,88		2,45	

Het N-totaalgehalte in de krop was lager als meer stikstof als basisgift was gegeven. Ammonium met N-Serve lijkt een hoger stikstofgehalte te hebben gegeven dan de beide andere combinaties van stikstofsoort en remmer (tabel 11). Het verschil met nitraat en N-Serve was statistisch bijna significant. Het nitraatgehalte in de krop op basis van vers gewicht was lager naarmate minder nitraat als basisgift aanwezig was en meer werd bijgemest in de vorm van ammonium (tabel 12). Zelfs ammonium zonder N-Serve verlaagde het nitraatgehalte van de slakrop in vergelijking

TABEL 10. Mate van kropvorming onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium met of zonder N-Serve (schaal 1 t/m 5).

TABLE 10. Degree of heading of lettuce as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve (score 1-5).

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld
	Code	waardering	Code	waardering	Code	waardering	
0,10	120	2,13	111	1,75	121	2,50	2,13
0,25	220	2,38	211	1,63	221	2,50	2,17
0,40	320	2,50	311	1,88	321	2,25	2,21
0,55	420	1,88	411	1,75	421	2,13	1,92
0,70	520	1,63	511	2,00	521	1,88	1,84
gemiddeld		2,10		1,80		2,25	

TABEL 11. Percentage drogestof onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium met of zonder N-Serve.

TABLE 11. Dry-matter content of lettuce (%) as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld
	Code	% dr.stof	Code	% dr.stof	Code	% dr.stof	
0,10	120	5,77	111	5,41	121	5,89	5,69
0,25	220	5,84	211	5,59	221	5,81	5,74
0,40	320	5,62	311	5,55	321	5,89	5,69
0,55	420	5,58	411	5,79	421	5,54	5,64
0,70	520	5,42	511	5,67	521	5,37	5,49
gemiddeld		5,64		5,60		5,70	

TABEL 12. Nitraatgehalte in de krop onder invloed van bijbemesting met nitraat of ammonium met of zonder N-Serve.

TABLE 12. Nitrate content of lettuce (mg/kg fresh weight) as affected by topdressing with nitrate or ammonium with or without N-Serve.

Basisgift nitraat, g N/pot	NH ₄ zonder N-Serve		NO ₃ met N-Serve		NH ₄ met N-Serve		Gemiddeld mg/kg vers
	Code	mg/kg vers	Code	mg/kg vers	Code	mg/kg vers	
0,10	120	4302	111	4752	121	4103	4386
0,25	220	4384	211	4620	221	4075	4360
0,40	320	4473	311	4594	321	4273	4446
0,55	420	4503	411	4467	421	4373	4447
0,70	520	4536	511	4540	521	4610	4562
gemiddeld		4440		4594		4287	

met nitraat in de bijbemesting. In tegenstelling met de vorige proef gaf verdeling van de bemesting met nitraat over basisgift en bijbemesting geen daling van het nitraatgehalte in het gewas in vergelijking met nitraat in één basisgift, maar eerder een verhoging.

2.1.3. Discussie over invloed van uitgangstoestand van de grond

Uit de gegevens van de proeven IB 6341 en IB 6372 blijkt dat N-Serve onvoldoende heeft gewerkt, zeker in de eerstgenoemde proef. In de twee proeven werd resp. 1,50 en 8,0 mg N-Serve per pot gegeven, in de eerste proef gecombineerd met deelgiften aan stikstof welke uiteenliepen van 0,025 tot 0,1 g N per pot. Dit betekent 1 tot 0,25% N-Serve op de zuivere stikstof in elke deelgift. In de tweede proef met N-Serve in één gift was dit 1,14% op de totale N-gift. Volgens de literatuur is 0,125% van de gegeven stikstof als N-Serve een norm bij rijenbemesting en één van 2% bij breedwerpige toediening (Van der Boon en Niers, 1980). De laatste norm werd niet gehaald. Onvoldoende werking in de hier genomen proeven zou ook kunnen worden toegeschreven aan een sterkere vervluchtiging, gezien de hogere temperatuur in de kas dan gewoonlijk in het veld.

Het nitraatgehalte in de sla werd statistisch betrouwbaar verlaagd door

verdeling van de stikstofgift over basis- en bijbemesting. In de eerste proef was de reductie van het gehalte vrij aanzienlijk en wel ongeveer 25%. In de tweede proef was de daling veel minder aanzienlijk, ongeveer 4% over het geheel en 11% als ammoniumstikstof met N-Serve in de bijbemesting was gebruikt. In de voorjaarsproef met een gehalte in de grond van 2,1 mmol nitraat per liter extract als uitgangstoestand was het nitraatgehalte in de sla, bij een lage basisgift van 0,1 g N per pot in de vorm van nitraat en een bijbemesting van 0,6 g stikstof in 6 weken, 1855 mg/kg vers gewicht. Dit is een redelijk aanvaardbaar gehalte. Bij de najaarsteelt was de uitgangstoestand van de grond 3,7 mmol nitraat per liter extract. Nu kwam bij de hiervoor genoemde combinatie van basis- en bijbemesting het nitraatgehalte in de sla op 4385 mg/kg vers gewicht. Dit gehalte moet als te hoog worden beschouwd. De verlaging bij gebruik van ammonium in de bijbemesting met N-Serve is ook nog onvoldoende. Het hogere nitraatgehalte in IB 6372 kan deels ook een gevolg geweest zijn van het groeien van de sla in het najaar met de verder voortgaande afneming van het zonlicht.

2.2. Groeiafwijkingen door nitrificatieremmers

2.2.1. Proef IB 6377

2.2.1.1. *Inleiding.* Een mogelijkheid om groenten met een laag nitraatgehalte te telen is het gebruik van een ammonium- of ureumhoudende stikstofmeststof met gelijktijdige toediening van een nitrificatieremmer. In proeven met N-Serve en dicyaandiamide (DCD) werden groeiafwijkingen bij sla en andijvie geconstateerd in proefnemingen door Roorda van Eysinga (1984).

In twee proeven met een veenhoudend potgrondmengsel, één met andijvie (IB 6377) en één met sla (IB 6378) werd gepoogd vast te stellen of de kwaliteitsachteruitgang van de groente is toe te schrijven aan de werking van de remmer zelf, aan ammoniumophoping ten gevolge van het uitblijven van nitrificatie, of aan de gezamenlijke werking van deze factoren.

2.2.1.2. *Opzet van de proef.* Met andijvie, ras no. 5, Malan, werd een proef genomen in een kas van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid van 6 februari t/m 13 april 1981.

De proef omvatte de combinaties van drie factoren met een code van drie cijfers:

1^e cijfer: 5 trappen N-Serve van 0, 32, 64, 128 en 256 mg per pot, of 5 trappen dicyaandiamide van 0, 190, 380, 570 en 760 mg per pot;

2^e cijfer: 3 verschillende NH_4/NO_3 -verhoudingen:

- .1. = 100% NH_4 -N als ammoniumsulfaat
- .2. = 50% NH_4 -N, 50% NO_3 -N als ammoniumnitraat
- .3. = 0% NH_4 -N, 100% NO_3 -N als calciumnitraat;

3^e cijfer: ..1 = N-Serve als nitrificatieremmer

..2 = DCD als nitrificatieremmer

De proef bestond dus uit 30 combinaties, aangelegd in 8 herhalingen met één plant (= één pot) per behandeling. Het proefschema was een Youden Square met split-plot.

2.2.1.3. *Vitvoering van de proef.* Als potgrond werd het volgende mengsel samengesteld: 60 volumedelen tuinturf en 40 volumedelen turfstrooisel, waaraan per m^3 50 liter zand werd toegevoegd, 7 kg Dolokal, 360 g P_2O_5 als superfosfaat, 120 g K_2O als kaliumsulfaat, 500 g Sporumix PG en 25 g Fe-138. De proef werd uitgevoerd in 6,6-l plastic potten, gevuld met 1,55 kg aan droge grond.

De stikstofbemesting van 0,8 g N per pot werd verdeeld, de helft werd als basisgift toegediend, de rest in vier keer gegeven. De eerste bijbemesting had plaats 18 dagen na het planten op 24 februari, de volgende op 3 maart, 10 maart en 17 maart.

De potgrond met de basisbemesting aan stikstof werd op 21 januari 1981 in een daarvoor geoutilleerd bedrijf te Ede gesteriliseerd met gamma-straling om omzettingen van ammonium in nitraat te voorkomen. De chemische samenstelling van de potgrond na de menging, maar nog zonder basisbemesting met stikstof, maar wel met toevoeging van de andere hoofdvoedings-elementen, werd op het laboratorium van het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas in Naaldwijk bepaald (bijlage I). De potgrond bevatte 0,3 mmol NH_4 -N en 0,3 mmol NO_3 -N per liter extract. Op 9 en 17 maart werden schattingscijfers gegeven voor bladrandverbranding van de eerste bladeren, op 3 april voor de kleur, de stand en de verbranding van de bladrand. Bij de oogst op 13 april werd de verbranding van de rand van de buitenste bladeren en ook die van de binnenste in schattingscijfers vastgelegd.

Het gewicht van de geogoste andijvie werd bepaald. Per behandeling werden grondmonsters genomen ter bepaling van NH_4 en NO_3 en gewasmonsters voor analyse op N-totaal en nitraat.

2.2.1.4. *Resultaten.* Aan het eind van de proef werd de grond bemonsterd en onderzocht op ammonium en nitraat in het verse monster, geëxtraheerd met 1 n NaCl-oplossing (Vierveijzer *et al.*, 1979; tabel 13 en 14; voor statistische analyse zie bijlage IV). Bij het begin van de proef met

TABEL 13. Nitraat-N gehalte van de grond (mg/kg droge grond) aan het eind van de proef. Onderzoek laboratorium Haren.
TABLE 13. NO_3 -N concentration of the soil (mg/kg dry soil) at the conclusion of the experiment.

Toenemende gift remmer	100% NH_4				50% NH_4				0% NH_4				Gemiddeld
	Code	N-Serve	Code	DCD	Code	N-Serve	Code	DCD	Code	N-Serve	Code	DCD	
1.	111	31	112	44	121	172	122	154	131	351	132	468	203
2.	211	34	212	14	221	159	222	133	231	343	232	385	178
3.	311	25	312	25	321	177	322	160	331	394	332	579	227
4.	411	26	412	13	421	179	422	149	431	397	432	388	192
5.	511	24	512	19	521	119	522	160	531	367	532	519	201
gemiddeld		28		23		161		151		370		468	

TABEL 14. Ammonium-N gehalte van de grond (mg/kg droge grond) aan het eind van de proef. Onderzoek laboratorium Haren.
TABLE 14. NH_4 -N concentration of the soil (mg/kg dry soil) at the conclusion of the experiment.

Toenemende gift remmer	100% NH_4				50% NH_4				0% NH_4				Gemiddeld
	Code	N-Serve	Code	DCD	Code	N-Serve	Code	DCD	Code	N-Serve	Code	DCD	
1.	111	155	112	158	121	93	122	100	131	15	132	9	88
2.	211	143	212	219	221	84	222	108	231	13	232	11	96
3.	311	158	312	329	321	99	322	129	331	13	332	15	124
4.	411	157	412	227	421	106	422	122	431	13	432	11	106
5.	511	175	512	281	521	75	522	130	531	16	532	17	116
gemiddeld		158		243		91		118		14		13	

alleen de halve basisgift aan stikstof van 0,4 g N per pot waren de gemiddelde gehalten 66 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ en 37 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ per kg grond. Aan het eind van de proef, na nog eens een totale gift van 0,4 g N per pot, maar na onttrekking door het gewas, waren de gehalten toch gestegen tot gemiddeld resp. 106 en 200 mg/kg. Het gewas zou dus minder dan 0,4 g N opgenomen hebben, maar uit berekening van het N-totaalgehalte van het gewas blijkt de opgenomen stikstofhoeveelheid hoger te liggen, zodat stikstof uit de organische stof in de potten vrijgekomen moet zijn. Bij ammoniumbemesting werd nog veel ammonium in de grond aangetroffen, ook als geen nitrificatieremmer was toegediend. De sterilisatie heeft nog lang doorgewerkt en een herinfectie van betekenis met nitrificerende bacteriën vanuit de perspot heeft niet of nauwelijks plaats gehad. De nitrificatieremmers hebben effectief de nitrificatie geremd. Het ammoniumgehalte is bij DCD hoger dan bij N-Serve. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een betere nitrificatieremming door DCD, maar ook van het vrijkomen van ammonium uit DCD, dat veel stikstof bevat (67%). Het laatste wordt niet bevestigd door het uitblijven van een verschil in ammonium tussen de twee remmers, als uitsluitend nitraat was toegediend. Als stikstof uitsluitend in de vorm van nitraat werd gegeven was het nitraatgehalte van de grond bij DCD vaak hoger dan bij N-Serve. Het is niet duidelijk wat de oorzaak is van het hogere gehalte, want dit werd ook gevonden bij de behandeling zonder remmertoeiening, bij code 131 en 132.

Schattingscijfers voor verbranding van de bladrand aan de buitenste bladeren werden gegeven op 9 en 17 maart en op 3 april. Naarmate het seizoen verder voortschreed werden de beelden duidelijker. Met N-Serve was aanvankelijk geen schade te bespeuren. Later was dit wel het geval bij toenemende ammonium/nitraatverhouding (tabel 15). Met DCD was de verbranding veel sterker; de schade nam toe met stijging van de gebruikte hoeveelheid remmer (tabel 16). Ook hier was op de laatste waarnemingsdatum de verbranding wat groter bij uitsluitend of voor de helft toediening van ammonium, maar de twee factoren versterkten hun kwaliteitbedervend effect niet (tabel 15).

Bij de oogst werden opnieuw schattingscijfers gegeven voor de bladverbranding. Die aan de buitenste bladeren, al op drie vroegere data beoordeeld, trad praktisch alleen op bij toediening van DCD, en wel sterker bij de hogere doseringen. De schattingscijfers bij toenemende hoeveelheid

TABEL 15. Invloed van stikstof- en remmersoort op bladverbranding bij andijvie*.

TABLE 15. Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon leaf burning in endive (score 0-3).

Verhouding NH_4/NO_3	Waarneming op:					
	9 maart		17 maart		3 april	
	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD
1:0	0	0,13	0	0,38	0,70	1,57
1:1	0	0,05	0	0,48	0,10	1,38
0:1	0	0,08	0	0,38	0,03	1,10
gemiddeld	0	0,08	0	0,41	0,28	1,33

*) schaal 0 t/m 3; 3 = vrij zware aantasting.

TABEL 16. Invloed van hoeveelheid remmer op bladverbranding van andijvie*
TABLE 16. Effect of quantity of inhibitor on leaf burning in endive (score 0-3).

Toenemende gift remmer	Waarneming op:					
	9 maart		17 maart		3 april	
	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD
1.	0	0	0	0	0,29	0,08
2.	0	0	0	0,21	0,17	0,88
3.	0	0,90	0	0,54	0,33	1,88
4.	0	0,70	0	0,76	0,42	1,82
5.	0	0,25	0	0,67	0,17	2,17

*) schaal 0 t/m 3. 3 = vrij zware aantasting

DCD waren resp. 0,3, 0,8, 1,4, 2,1 en 2,3. Bladrandverbranding in het hart van de plant, "rand", werd alleen gevonden in een iets te welig groeiend gewas met volledige nitraatvoeding.

Bij de beoordeling van de bladkleur op 3 april maakte de plant een

donkerder indruk als stikstof in de vorm van ammonium was gegeven en toonde ook iets donkerder, en wel statistisch betrouwbaar, na aanwending van DCD in vergelijking met N-Serve (tabel 17). Gezien de hogere ammoniumgehalten in de grond aan het eind van de proef zou de eerstgenoemde remmer door zijn betere werking via het grotere ammoniumaanbod de donkerder kleur veroorzaakt kunnen hebben.

Stand en gewicht bij de oogst werden nadelig beïnvloed door DCD vergeleken met N-Serve (tabel 18), het gewicht in toenemende mate door hogere dosering van DCD (tabel 19). Als de stikstof voor de helft in de vorm van nitraat en voor de helft als ammonium was toegediend, was de krop het zwaarst, met 100% ammoniumstikstof gemiddeld het lichtst en met het laagste percentage drogestof.

TABEL 17. Invloed van stikstof- en remmersoort op de bladkleur* van andijvie. Schattingscijfers van 3 april.

TABLE 17. Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon leaf colour of endive. Evaluation of 3 April (score 1-3).

Verhouding NH_4/NO_3	Remmersoort		Gemiddeld
	N-Serve	DCD	
1 : 0	2,23	2,35	2,33
1 : 1	1,85	1,85	1,85
0 : 1	1,15	1,45	1,30
gemiddeld	1,74	1,85	

*) 1 = licht van kleur; 3 = donker van kleur

Het nitraatgehalte van de andijvie was zeer laag gezien de tijd van het jaar (februari-april, van lichtarme maand naar meer licht in het voorjaar). Mogelijk heeft de ruime plantafstand, één plant per pot, bijgedragen aan een goede benutting van het aanwezige licht. Het nitraatgehalte werd door beide nitrificatieremmers nog verlaagd als ammonium als meststof werd gegeven (tabel 20). Bij 100% NH_4 gaf DCD een wat lager nitraatgehalte in

TABEL 18. Invloed van stikstof- en remmersoort op stand en gewicht van andijvie.

TABLE 18. Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon growth (score 0-10) and weight of endive (g).

Verhouding NH ₄ /NO ₃	Stand		Vers gewicht in g		Droog gewicht in g	
	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD
1 : 0	7,95	7,53	296	269	16,8	15,4
1 : 1	8,58	8,30	315	300	18,4	17,2
0 : 1	8,70	8,33	300	289	17,9	17,0
gemiddeld	8,41	8,09	304	287	17,7	16,6

*) schaal schattingscijfers 0 t/m 10

TABEL 19. Invloed van hoeveelheid remmer op gewicht van andijvie.

TABLE 19. Effect of inhibitor quantity upon weight of endive (g).

Toenemende gift remmer	Vers gewicht in g		Droog gewicht in g	
	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD
1.	306	305	17,8	17,8
2.	309	302	17,9	17,3
3.	304	277	17,9	16,1
4.	299	288	17,2	16,7
5.	302	263	17,8	15,3

de andijvie dan N-Serve. Als de gehele stikstofgift in de vorm van nitraat werd toegediend was het nitraatgehalte in het gewas met DCD wat hoger, mogelijk een gevolg van mindere groei en geringere "nitraatverdunding".

Het totaal-stikstofgehalte in de andijvie was hoger als de stikstof volledig als ammonium werd gegeven (tabel 21). Met grotere hoeveelheid remmer nam het gehalte ook toe als DCD werd gebruikt. Een gedeelte van deze effecten loopt parallel met de groeiremming en is als zodanig aan

TABEL 20. Invloed van stikstof- en remmersoort op het nitraatgehalte van andijvie.

TABLE 20. Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon the nitrate content of endive (mg/kg fresh weight).

Verhouding $\text{NH}_4 / \text{NO}_3$	Nitraat in mg/kg vers gewicht	
	N-Serve	DCD
1 : 0	154	136
1 : 1	316	355
0 : 1	404	450
gemiddeld	291	314

TABEL 21. Invloed van toenemende remmerhoeveelheid, remmersoort en stikstofmeststof op het N-totaalgehalte van andijvie.

TABLE 21. Effect of quantity and kind of inhibitor and of kind of nitrogen compound upon the total-N content (%) of endive.

Toenemende gift remmer	Soort remmer			$\text{NH}_4 / \text{NO}_3$ verhouding	Soort remmer		
	N-Serve	DCD	gem.		N-Serve	DCD	gem.
1.	3,90	3,78	3,84	1 : 0	4,01	4,40	4,20
2.	3,90	4,11	4,00	1 : 1	3,82	4,17	4,00
3.	3,82	4,26	4,04	0 : 1	3,70	4,01	3,86
4.	3,89	4,30	4,09	gemiddeld	3,85	4,19	
5.	3,75	4,52	4,13				
gemiddeld	3,85	4,19					

een verminderde groeiverdunning toe te schrijven, maar een stikstofleverantie van DCD is ook niet uitgesloten.

2.2.2. Proef IB 6378

2.2.2.1. *Inleiding.* Het doel van deze proef met sla was gelijk aan dat van IB 6377 met andijvie, namelijk om vast te stellen of groeiwijkingen door toepassing van een nitrificatieremmer zijn toe te schrijven aan de remmer zelf, aan de ammoniumophoping ten gevolge van het uitblijven van nitrificatie, of aan de gezamenlijke werking van deze twee factoren.

2.2.2.2. *Opzet van de proef.* De proefopzet met sla was gelijk aan die van IB 6377 met andijvie.

2.2.2.3. *Uitvoering van de proef.* De R.H.P.-potgrond met basisbemesting werd na sterilisatie en opslag tot begin maart, opnieuw onderzocht op het routinelaboratorium van het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk (bijlage I). Het stikstofgehalte van de potgrond was 1,1 mmol NH_4 en 1,0 mmol NO_3 per liter extract.

Voor de aanvang van de proef werd de potgrond voor de behandelingen zonder nitrificatieremmer maar met de drie ammoniumnitraatverhoudingen door het Centraal Laboratorium van het IB op minerale stikstof onderzocht (tabel 22). Duidelijke nitrificatie tijdens de opslag is inderdaad niet opgetreden. In de potgrond zonder ammoniumbemesting kwam zelfs nog een aanzienlijke hoeveelheid ammonium voor.

TABEL 22. Ammonium- en nitraatgehalten in de potgrond bij de aanvang van de proef. Onderzoek laboratorium Haren.

TABLE 22. NH_4 -N and NO_3 -N concentrations of the soil (mg/kg dry soil) at the start of the experiment.

Toegepaste basisbemesting	NH_4 -N, mg/kg	NO_3 -N, mg/kg
100% NH_4 0% NO_3	211	24
50% NH_4 50% NO_3	194	134
0% NH_4 100% NO_3	100	258

Op 23 april 1981 werd sla, ras Karma, op perspotje geplant. De bijbemesting had wegens de snelle groei binnen 14 dagen plaats, op 8, 12, 15 en 19 mei. Van de laatste bijbemestingen zal het gewas weinig hebben geprofiteerd daar de sla al op 20 mei moest worden geoogst.

Op 7 mei werden schattingscijfers gegeven voor bladverbranding en op 13 mei voor bladrandverbranding, aantasting van de bladrand in het hart van de plant (= rand) en kleur van het blad.

2.2.2.4. *Resultaten.* In de grond heeft geen of weinig nitrificatie plaatsgevonden, want bij de oogst werden hoge ammonium- of nitraatgehalten gevonden in afhankelijkheid van de soort van de toegediende meststof (tabel 23 en 24; voor statistische analyse zie Bijlage V).

TABEL 23. Nitraatgehalten (mg/kg) van de grond aan het eind van de proef. Onderzoek laboratorium Haren.
TABLE 23. $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration of the soil (mg/kg dry soil) at the conclusion of the experiment.

Toemende gift nummer	100% NH_4				50% NH_4				0% NH_4				Gemiddeld
	Code	N-Serve	Code	DCD	Code	N-Serve	Code	DCD	Code	N-Serve	Code	DCD	
1	111	0	112	9	121	90	122	102	131	300	132	349	142
2	211	3	212	4	221	137	222	134	231	349	232	306	156
3	311	0	312	3	321	117	322	139	331	352	332	373	164
4	411	0	412	3	421	103	422	141	431	377	432	384	168
5	511	2	512	4	521	110	522	149	531	378	532	437	180
gemiddeld		1		5		111		113		351		370	

TABEL 24. Ammoniumgehalten (mg/kg) van de grond aan het eind van de proef. Onderzoek laboratorium Haren.
TABLE 24. $\text{NH}_4\text{-}$ concentration of the soil (mg/kg dry soil) at the conclusion of the experiment.

Toemende gift nummer	100% NH_4				50% NH_4				0% NH_4				Gemiddeld
	Code	N-Serve	Code	DCD	Code	N-Serve	Code	DCD	Code	N-Serve	Code	DCD	
1.	111	202	112	180	121	56	122	68	131	4	132	7	86
2.	211	202	212	191	221	90	222	87	231	7	232	5	97
3.	311	150	312	261	321	73	322	117	331	7	332	8	103
4.	411	136	412	275	421	67	422	99	431	16	432	6	100
5.	511	235	512	341	521	76	522	105	531	15	532	9	130
gemiddeld		185		250		72		95		10		7	

Toenemende hoeveelheid remstof gaf een hoger nitraatgehalte van de grond, wat bij gebruik van DCD zou kunnen berusten op een geringere stikstofopname als gevolg van groeiremming. Na toepassing van N-Serve werd minder ammonium teruggevonden dan na gebruik van DCD, mogelijk een gevolg van een geringere nitrificatieremming door de eerstgenoemde remmer, en ook minder nitraat, wat zou kunnen wijzen op een snellere groei.

Op 7 mei werden schattingscijfers gegeven voor verbranding van de bladrand. Een lichtgele rand om het blad met soms lichte afsterving van het bladmoes ging later over in een duidelijk chlorotisch blad met schifting van het bladmoes op 13 mei. De bladrandverbranding en verkleuring van het bladmoes kwamen alleen voor in de potten met DCD en wel meer naarmate de dosis hoger was geweest (tabel 25). Er was geen aanwijzing dat de soort stikstofmeststof er een rol bij heeft gespeeld. Een dag

TABEL 25. Invloed van DCD op bladrandverbranding en schifting van bladmoes bij sla.

TABLE 25. Effect of DCD on leaf burning and discolouration of leaf tissue of lettuce (score 1-3 and 1-5, respectively).

Toenemende gift remmer	Schatting op 7 mei*	Schatting op 13 mei**
1.	0	0
2.	0,1	0,8
3.	0,6	1,8
4.	1,1	2,5
5.	1,7	3,2

*) 1 = lichte bladrandverbranding, 3 = zware bladrand aantasting

**) 1 = lichte aantasting, 5 = vrij zware aantasting, bladkleurschifting

voor de oogst werd rand, d.i. aantasting van de bladrand in het hart van de plant, geconstateerd en in een schattingscijfer vastgelegd. Geen van de aangebrachte factoren had een statistisch betrouwbare invloed op genoemd verschijnsel.

Net voor de oogst werd de bladkleur beoordeeld. De cijfers geven aan dat ammoniumvoeding tot een meer donkergroene kleur leidde (tabel 26). Dit ging samen met een harder en meer bobbelig blad.

TABEL 26. Invloed van stikstof- en remmersoort op bladkleur van sla.
 TABEL 26. *Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon leaf colour of lettuce (score 1-3).*

Verhouding NH ₄ / NO ₃	Remmersoort		Gemiddeld
	N-Serve	DCD	
1 : 0	2,6	2,6	2,6
1 : 1	2,0	2,1	2,0
0 : 1	1,6	1,7	1,6
gemiddeld	2,0	2,1	

*) 1 = licht en 3 = donker van kleur

Bij de oogst werd een algemeen kwaliteitscijfer gegeven, afgezien van wat een rol gespeeld heeft: schade door DCD of een minder goede vorm door ammonium. De uiterlijke kwaliteit was beter bij gebruik van DCD dan bij gebruik van N-Serve (tabel 27). Ook was de algemene kwaliteitswaardering hoger als alleen ammonium was gegeven in vergelijking met ammonium tezamen met nitraat. Dit wijst in de richting dat het gewas te snel en te welig is gegroeid met verhoogde gevoeligheid voor rand, zodat een niet al te sterke groeiremming of zelfs ammoniumvoeding een stevigere krop gaf met geringere groeiafwijkingen.

DCD gaf een lager gewicht bij de oogst. Het verschil nam toe bij hogere dosering, terwijl het nadelig effect van N-Serve zwak en onregelmatig was (tabel 28). Met ammonium was de opbrengst lager dan met nitraat, zowel het vers gewicht als het droog gewicht (tabel 29). Toevoeging van remmer was bij uitsluitend nitraatvoeding wat meer remmend op de opbrengst dan bij gebruik van ammoniumstikstof (tabel 28). Het drogestofgehalte was het laagste bij de hoogste gift van stikstof als nitraat.

TABEL 27. Invloed van stikstof- en remmersoort op de algemene kwaliteit van de krop.

TABLE 27. Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon market quality of lettuce head (score 1 = good, 3 = moderate quality).

Verhouding NH ₄ / NO ₃	Remmersoort		Gemiddeld
	N-Serve	DCD	
1 : 0	1,3	1,2	1,2
1 : 1	1,7	1,2	1,5
0 : 1	1,5	1,3	1,4
gemiddeld	1,5	1,2	

*) 1 = goed gevormde krop zonder afwijkingen, 3 = matige kwaliteit van krop

TABEL 28. Invloed van stikstof- en remmersoort en remmerhoeveelheid op vers gewicht van sla in grammen.

TABLE 28. Effect of kind of nitrogen compound and inhibitor and of amount of inhibitor on fresh weight (g) of lettuce.

Toenemende gift remmer	Remmersoort		Stikstofsoort		
	N-Serve	DCD	100% NH ₄	50% NH ₄	0% NH ₄
1.	209	208	173	224	230
2.	213	202	169	214	239
3.	207	195	164	212	227
4.	209	181	164	210	212
5.	207	178	158	209	210

Het nitraatgehalte van de sla was laag als ammonium als meststof was toegediend en hoog bij bemesting met nitraat (tabel 30). Bij toediening van DCD werd meer nitraat per eenheid vers gewicht en ook per kg drogestof gevonden dan na toediening van N-Serve. Als de totale hoeveelheid opgenomen en niet verwerkt nitraat wordt berekend als produkt van opbrengst

TABEL 29. Invloed van stikstof- en remmersoort op opbrengst en gehalte aan drogestof van sla.

TABLE 29. Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon yield (g) and dry-matter content (%) of lettuce.

Verhouding NH ₄ / NO ₃	Vers gewicht (g)		Droog gewicht (g)		Percentage drogestof	
	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD	N-Serve	DCD
1 : 0	172	159	9,1	8,6	5,3	5,4
1 : 1	221	206	10,7	10,2	4,9	4,9
0 : 1	234	213	10,9	10,0	4,7	4,7
gemiddeld	209	193	10,2	9,6	4,9	5,0

TABEL 30. Invloed van stikstof- en remmersoort op het nitraatgehalte van sla.

TABLE 30. Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon nitrate content of lettuce (mg/kg fresh weight and mmol/kg d.m.).

Verhouding NH ₄ / NO ₃	NO ₃ mg/kg vers gewicht			NO ₃ mmol/kg dr.stof		
	N-Serve	DCD	gem.	N-Serve	DCD	gem.
1 : 0	1577	1743	1660	213	230	221
1 : 1	5111	5405	5258	751	783	767
0 : 1	5833	6407	6120	892	972	932
gemiddeld	4174	4518		619	661	

aan gewicht en gehalte, dan blijkt bij DCD iets minder nitraat aanwezig dan bij N-Serve. Het hogere gehalte aan nitraat bij DCD lijkt een gevolg van mindere groei bij een vrijwel gelijke opname.

Het gehalte aan totaalstikstof was voor de drie NH₄/NO₃-verhoudingen het hoogst bij 50% ammonium en 50% nitraat, dan volgde 100% NH₄-toediening (tabel 31). Ook hier weer door dezelfde oorzaak als bij het nitraatgehalte lijkt het N-totaal-gehalte bij DCD verhoogd ten opzichte van de behandeling met N-Serve.

TABEL 31. Invloed van stikstof- en remmersoort op het N-totaalgehalte van sla.

TABLE 31. Effect of kind of nitrogen compound and of inhibitor upon total-N content of lettuce (% d.m.).

Verhouding NH ₄ / NO ₃	N-tot. % op dr.stof		
	N-Serve	DCD	gem.
1 : 0	4,92	5,00	4,96
1 : 1	5,00	5,12	5,06
0 : 1	4,66	4,87	4,76
gemiddeld	4,86	5,00	

Tijdens de proef ontstond de indruk dat er verschillen waren in het aantal wortels die zichtbaar aan de buitenkant van de perspotkluit doordrongen in de potgrond. Bij schattingscijfers op twee herhalingen werd inderdaad gevonden dat meer zichtbare wortels aanwezig waren in de potten waaraan meer nitraat was toegediend in verhouding tot de potten uitsluitend bemest met ammoniummeststof. Bijna statistisch betrouwbaar was het grotere aantal wortels bij toediening van N-Serve ten opzichte van DCD. Wat de betekenis is van de gevonden verschillen laat zich echter niet zonder meer inzicht verklaren.

2.2.3. Discussie over groeiafwijkingen door nitrificatieremmer en/of stikstofsoort

DCD gaf op zich zelf als remstof verbranding van de rand van de eerste bladeren. Bij sla nam bij de oudere plant de schade toe door schifting van het bladgroen. N-Serve in de gebruikte concentraties liet geen schadesymptomen zien. Bij andijvie werd ook een verhoogde bladrand aantasting geconstateerd als in de meststof meer ammonium aanwezig was. Dit werd niet bij sla gevonden. Het schadelijke effect van ammonium bij andijvie en dat van DCD versterkten elkaar echter niet.

Aan het eind van de teelt kwam ook bladrandverbranding voor aan de binnenste bladeren van de krop, een vorm van het zogenaamde rand. Bij andijvie was dit euvel aanwezig bij uitsluitend nitraatvoeding, mogelijk

als gevolg van een weligere en snellere groei. Bij sla was er geen duidelijk effect van de aangebrachte behandelingen, maar de algemene kwaliteit van de krop was wat beter na de wat stuggere groei met ammoniummeststof. DCD gaf een lager gewicht bij de oogst.

Uit de twee potproeven volgt dat aan de hoeveelheid DCD een grens moet worden gesteld voor gebruik in de praktijk, daar anders ontoelaatbare bladrandverbranding optreedt. Deze schade hangt niet samen met ammoniumophoping als resultaat van geremde nitrificatie.

3. SAMENVATTING

In twee potproeven met sla werd nagegaan wat het nitraatgehalte van de grond bij de aanvang van de teelt betekent voor het nitraatgehalte van het gewas bij de oogst als de hoeveelheid stikstof die het gewas ter aanvulling nog nodig heeft wordt gegeven in de vorm van een ammoniumhoudende meststof, gecombineerd met een nitrificatieremmer. In de proeven werkte het gebruikte N-Serve in de gegeven concentratie echter onvoldoende. In de eerste proef werd een lager nitraatgehalte in de sla gevonden als meer stikstof werd gegeven in de bijbemesting dan in de basisgift. Dit was zelfs het geval met nitraattoediening in de bijbemesting. In de tweede proef was het gehalte aan nitraat in het gewas verlaagd als in de bijbemesting ammoniumhoudende stikstof met N-Serve werd toegediend. Bij een uitgangstoestand van 2,1 mmol nitraat-N per l extract van de grond en een basisgift van 0,1 en 0,25 g N/pot als nitraat bleef in de eerste proef in het voorjaar het nitraatgehalte beneden 2000 mg/kg vers als met de overbemesting de stikstofhoeveelheid werd aangevuld tot een totale gift van 0,7 g N/pot. In de tweede proef in het najaar met afnemend licht was het nitraatgehalte in alle combinaties hoger dan 4000 mg/kg vers. De uitgangstoestand van de grond was toen 3,7 mmol $\text{NO}_3\text{-N/l}$ extract van de grond.

In twee andere potproeven, resp. met andijvie en sla, werd bepaald of groeifwijkingen in het gewas veroorzaakt worden door de remmer (DCD of N-Serve) zelf, door een ammoniumophoping in de grond, of door de gezamenlijke werking van beide. DCD bleek bij beide gewassen verbranding van de eerste bladeren te geven; de opbrengst was uiteindelijk verlaagd. Ook ammoniumtoediening veroorzaakte bij andijvie bladverbranding. Het schadelijk effect van ammonium werd niet versterkt door DCD. Geen schade werd geconstateerd bij toepassing van N-Serve.

4. SUMMARY

In two pot trials with lettuce the effect of soil nitrate content at the start of the growing period on the nitrate content of the head was investigated, the supplementary nitrogen needed for good plant growth being given as a topdressing with an ammonium fertilizer in combination with a nitrification inhibitor. The amounts of N-Serve used, however, inhibited nitrification insufficiently. In the first experiment the nitrate content of the crop was reduced when more nitrogen, whether nitrate or ammonium, was given as a topdressing than as a basal dressing. In the second trial the nitrate content of the lettuce head decreased, when ammonium nitrogen, together with N-Serve, was given. In the first experiment, carried out in the first months of the year, the soil initially contained 2,1 mmol N/l extract. When the basal dressing was 0,1 or 0,25 g N/pot as nitrate, the nitrate content of the lettuce did not exceed 2000 mg/kg fresh weight when the amount of nitrogen was supplemented with the topdressing up to 0,7 g N/pot. In the second experiment in the autumn, i.e. under conditions of decreasing light intensity, the nitrate content of the crop exceeded 4000 mg/kg fresh weight for all factorial combinations.

In two other pot trials with endive and lettuce, it was examined if aberrations in growth were a possible consequence of the application of a nitrification inhibitor (DCD or N-Serve), an accumulation of ammonium in the soil, or a combined effect of these two factors. DCD, dicyandiamide, gave burning of the first leaves in both crops; yield was ultimately reduced. Application of ammonium also caused necrosis of the leaf margin in endive. The injurious effect of ammonium was not aggravated by DCD. The use of N-Serve caused no damage.

5. LITERATUUR

- Boon, J. van der en H. Niers, 1980. Nitrificatieremmers (beperkte literatuurstudie). Inst. Bodemvruchtbaarheid, Nota 80, 23 pp.
- Roorda van Eysinga, J.P.N.L., 1984. Einige Erfahrungen mit Anwendung von Nitrifikationshemmern im Unterglasgemüsebau. Symposium Nitrifikationshemmstoffe, Oktober 1983, Weihenstephan (in druk).
- Sonneveld, C., J. van den Ende and P.A. van Dijk, 1974. Analysis of growing media by means of a 1:1½ volume extract. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 5: 183-202.
- Vierveijzer, H.C., A. Lepelaar en J. Dijkstra, 1979. Analysemethoden voor grond, rioolslib, gewas en vloeistof. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Haren.

6. BIJLAGEN

Bijlage I.	Onderzoek van potgrond bij de aanvang van de teelt	37
Bijlage II.	Statistische betrouwbaarheid F-waarden in IB 6341	39
Bijlage III.	Statistische betrouwbaarheid F-waarden in IB 6372	41
Bijlage IV.	Statistische betrouwbaarheid F-waarden in IB 6377	43
Bijlage V.	Statistische betrouwbaarheid F-waarden in IB 6378	45

Bijlage I. Onderzoek van potgrond bij de aanvang van de teelt door het routinelaboratorium van het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk.

Proef	Kationen (mmol per liter extract)				Anionen (mmol per liter extract)		P mmol/l	EC mS/cm	pH KCl -(H ₂ O)	Organi sche- stof %	CaCO ₃ %
	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃					
IB 6341	0,1	1,0			2,2	2,1	6,8	1,0	6,5	4,9	0,2
IB 6372	0,1	1,3	0,8	2,5	1,1	3,7	0,66	0,9	5,9	3,9	0,0
IB 6377	0,3	1,1			1,2	0,3	1,2	0,9	(5,8)	46,-	1,1
IB 6378	1,1	1,2			1,8	1,0	1,15	1,3	(5,7)	49,-	1,2

Bijlage II. Statistische betrouwbaarheid* F-waarden in IB 6341.

Effecten	Hoofdproef				Randproef							
	stand- cijfer	vers gewicht	droog gewicht	% droge stof	N-totaal % dr.stof	nitraat mg/kg vers	nitraat % dr.stof	stand- cijfer	vers gewicht	droog gewicht	% droge stof	
NH ₄ /NO ₃ trappen	1,04	11,74 ⁺⁺	1,99	29,13 ⁺⁺⁺	11,68 ⁺⁺⁺	39,05 ⁺⁺⁺	46,32 ⁺⁺⁺					
niet/wel N-Serve	1,54	7,93 ⁺⁺⁺	4,10 ⁺	2,50	7,71 ⁺	0,95	0,49					
N-Serve trappen								0,57	3,60 ⁽⁺⁾	1,05	0,39	
<u>verdere uitsplitsing</u>												
niet/wel N-Serve bij ammoniumgift	0,89	0,99	0,01	2,59	13,60 ⁺⁺	1,12	0,41					
NH ₄ /NO ₃ met N-Serve	3,07	14,74 ⁺⁺⁺	6,38 ⁺	4,62 ⁺	9,06 ⁺⁺	0,06	0,11					
toevalsfout	0,42	10,57	0,64	0,16	0,22	97,63	0,19	0,25	8,46	0,82	0,27	
graden van vrijheid	98	98	98	98	14	14	14	7	7	7	7	
var. coëff.	5,87	4,58	4,66	2,61	4,19	4,49	5,07	3,51	3,48	5,79	4,65	

*) (+) = P < 0,10; + = P < 0,05; ++ = P < 0,01; +++ = P < 0,001

Bijlage III. Statistische betrouwbaarheid* F-waarden in IB 6372.

Effecten	Rand**	Stevig- heid krop	Mate van kropvor- ming	Vers gewicht	Droog gewicht	% droge stof	N-totaal %	Nitraat mg/kg vers	Nitraat % dr.stof
<u>Hoofdproef</u>									
NH ₄ /NO ₃ trappen	3,14 ⁺	1,80	1,20	4,60 ⁺⁺	3,74 ⁺⁺	7,55 ⁺⁺	5,18 ⁺⁺	3,03 ⁽⁺⁾	7,46 ⁺⁺
niet/wel N-Serve	6,02 ⁺	6,67 ⁺	3,85 ⁽⁺⁾	5,11 ⁺	10,24 ⁺⁺	6,69 ⁺	2,18	19,62 ⁺⁺⁺	37,26 ⁺⁺⁺
<u>verdere uitsplitsing</u>									
niet/wel N-Serve bij ammoniumgift	0,70	6,15 ⁺	0,83	6,96 ⁺⁺	8,98 ⁺⁺	0	1,36	39,24 ⁺⁺⁺	12,59 ⁺⁺
NH ₄ /NO ₃ met N-Serve	11,12 ⁺⁺	12,70 ⁺⁺	7,42 ⁺⁺	8,30 ⁺⁺	19,68 ⁺⁺	9,95 ⁺⁺	4,36 ⁽⁺⁾	9,68 ⁺⁺	73,67 ⁺⁺⁺
toevalsfout	0,40	0,72	0,74	14,13	0,53	0,08	0,11	109,84	0,23
graden van vrijheid	98	98	98	98	98	98	14	14	14
var. coëff.	123,81	33,96	36,03	5,99	5,39	2,03	1,85	2,47	2,18
<u>Randproef</u>									
N-Serve trappen	1,35	3,38	1,33	1,67	1,98	0,66			
toevalsfout	0,45	0,65	0,65	14,51	0,53	0,11			
graden van vrijheid	7	7	7	7	7	7			
var. coëff.	65,92	24,10	26,19	6,08	5,32	2,59			

*) zie bijlage II

**) discontinue-variabele variantie-analyse: beperkte geldigheid

Bijlage IV. Statistische betrouwbaarheid* F-waarden in IB 6377.

Effecten	NH ₄ in grond 15 apr.	NO ₃ in grond 15 apr.	Bladrandverbranding 9 mrt. 17 mrt. 3 apr. 3 apr.	Kleur- cijfer 3 apr.	Aantasting bladrand 13 apr. in 't hart 13 apr.	Stand- cijfer 13 apr.	Gewicht vers in g	Droog stof %	N-to- taal mmol/ kg.dr. stof	NO ₃ in gewas mg/kg mmol/kg vers dr.stof				
Hoofdeffecten														
hoeveelheid remmer	2,33	2,05	4,04 [†]	12,94 ⁺⁺⁺	27,81 ⁺⁺⁺	1,38	43,37 ⁺⁺⁺	3,93 ⁺⁺	1,23	18,95 ⁺⁺⁺	17,61 ⁺⁺⁺	0,66	10,73 ⁺⁺	1,04
NH ₄ /NO ₃ -verhouding	165,93 ⁺⁺⁺	432,23 ⁺⁺⁺	0,45	0,78	41,78 ⁺⁺⁺	134,16 ⁺⁺⁺	3,24 [†]	117,23 ⁺⁺⁺	33,69 ⁺⁺⁺	31,17 ⁺⁺⁺	38,01 ⁺⁺⁺	27,32 ⁺⁺⁺	42,08 ⁺⁺⁺	281,28 ⁺⁺⁺
N-Serve/DCD	19,22 ⁺⁺	6,09 [†]	12,06 ⁺⁺	140,25 ⁺⁺⁺	341,44 ⁺⁺⁺	10,62	287,00 ⁺⁺⁺	1,68	17,75 ⁺⁺⁺	47,55 ⁺⁺⁺	44,66 ⁺⁺⁺	1,09	124,49 ⁺⁺⁺	6,88 [†]
Interactie 1^e orde														
hh remmer x N-soort	1,37	1,61	0,82	0,80	1,69	1,45	1,02	0,79	0,67	1,35	1,55	0,90	2,74	2,45
hh remmer x soort remmer	1,85	1,98	4,62 [†]	15,55 ⁺⁺⁺	41,74 ⁺⁺⁺	0,33	29,41 ⁺⁺⁺	0,05	5,44 ⁺⁺	7,42 ⁺⁺⁺	7,37 ⁺⁺⁺	0,97	22,51 ⁺⁺⁺	1,93
N-soort x soort remmer	9,28 [†]	9,83 [†]	0,45	0,80	1,35	2,97 ⁽⁺⁾	0,48	0,66	0,27	2,89	0,38	4,37 [†]	0,97	5,65 [†]
Interactie 2^e orde														
hh remmersoort x remmer x N-soort			0,82	0,80	2,16	1,45	0,98	0,34	0,67	0,70	0,70	0,59		
toevalsfout	22,94	30,49	0,17	0,29	0,48	0,40	0,56	0,60	0,66	19,72	1,28	0,21	59,91	32,15
graden van vrijheid	8	7	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	8	8
var. coëff.	21,6	15,2	446,0	130,8	56,5	21,7	74,3	121,7	8,0	6,7	7,5	3,64	2,1	8,7

*) zie bijlage II