

Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van *Rhizobium phaseoli* bij stamslaboon (*Phaseolus vulgaris* L.)

Investigations in order to reduce nitrogen fertilization
of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by inoculation
with Rhizobia bacteria

ing. J. J. Neuvel
ing. H. W. G. Floot
ing. S. Postma
ir. M. A. A. Evers

verslag nr. 168
maart 1994



Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad,
tel. 03200-91111, fax 03200-30479



JSN:55 7047
JSNserie: 57053

INHOUD

SAMENVATTING	6
SUMMARY	8
1. INLEIDING EN DOEL VAN HET ONDERZOEK	9
2. LITERATUUR	11
2.1 Biologische stikstofbinding	11
2.2 Rhizobium-bacteriën	13
2.3 Onderzoekstechnieken	14
2.4 Inoculatie	15
2.5 Effecten van fungiciden en/of insecticiden op Rhizobium	16
2.6 Effecten van pH, N en P op de symbiose stamslaboon/Rhizobium en de opbrengst	16
2.7 Effecten van het ras op de symbiose stamslaboon/Rhizobium	17
3. PROEFOPZET EN WAARNEMINGEN	18
3.1 Veldproeven met betrekking tot Rhizobium-entstoffen en stikstofhoeveelheden	18
3.1.1 Objecten	18
3.1.2 Percelen	19
3.1.3 Uitvoering	19
3.1.4 Waarnemingen	21
3.2 Praktijkproeven	23
3.2.1 Objecten	23
3.2.2 Percelen	23
3.2.3 Waarnemingen in de praktijkproeven	26
3.3 Laboratoriumproef met betrekking tot indrogen van entstof	27
3.4 Laboratoriumproef met betrekking tot gevoeligheid voor fungiciden	28

3.5	Kasproef met betrekking tot gevoeligheid voor fungici- den/insekticiden	29
3.6	Kasproeven met betrekking tot stikstof- en fosfaathoeveel- heden	29
4.	RESULTATEN	32
4.1	Resultaten veldproeven	32
4.1.1	Opbrengst	32
4.1.2	Zaadpercentage	34
4.1.3	Fijnheid van de peulen	35
4.1.4	Gewasproductie	37
4.1.5	Drogestofproductie	43
4.1.6	Percentage drogestof	47
4.1.7	Stikstofgehalten in bladschijven en stelen	50
4.1.8	Nitraat- en ureidegehalte in het xylemsap	50
4.1.9	Gealten en opname van stikstof, fosfaat en kali	51
4.1.10	Kleur van het blad	54
4.1.11	Kleur van de peulen	55
4.1.12	Kwaliteit van de peulen	56
4.1.13	Hoeveelheid wortelknolletjes	56
4.1.14	Hoeveelheid stikstof in de grond	58
4.1.15	Percentage stelen, bladeren en te kleine peulen in de bruto-opbrengst	61
4.2	Resultaten van proeven op praktijkschaal	62
4.2.1	Opbrengst	62
4.2.2	Gewasproductie	64
4.2.3	Hoeveelheid wortelknolletjes	66
4.2.4	Hoeveelheid stikstof in de grond	66
4.2.5	Rassenproef met enkele stikstofniveaus	67
4.2.6	Oogstresultaten van de praktijkproef met diverse entstoffen	68
4.3	Resultaten laboratorium proef met betrekking tot indrogen entstof	70
4.4	Resultaten laboratorium proef met betrekking tot gevoelig-	

	heid voor fungiciden	70
4.5	Resultaten kasproef met betrekking tot fungiciden/insektici- den	71
4.6	Resultaten kasproeven met betrekking tot stikstof- en fos- faathoeveelheden	72
4.6.1	Proef in Lelystad	73
4.6.2	Proef te Leeuwarden	75
5.	DISCUSSIE	78
6.	CONCLUSIE	79
6.1	Rhizobium	79
6.2	Stikstofbemestingsniveau	80
7.	HERKOMST BEPROEFDE RHIZOBIUM-ENTSTOFFEN	81
8.	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	82

SAMENVATTING

In de periode 1990-1992 is onderzoek uitgevoerd naar het perspectief van het enten met specifieke Rhizobiumstammen bij stamslaboon om zo op de stikstofbemesting te kunnen besparen. Het onderzoek is uitgevoerd met vier entstoffen: NPPL van AGC te Cambridge (UK), Nitragin van LiphaTech te Milwaukee (USA), entstof van de vakgroep Microbiologie van de Landbouw-Universiteit Wageningen en van de Landbouw-Universiteit te Uppsala (S).

In veldproeven op de zavelgrond van het PAGV in 1990, 1991 en 1992 en op de zware kleigrond van het ROC te Nieuw-Beerta in 1991 zijn deze entstoffen vergeleken met een onbehandeld object bij vier stikstofbemestingsniveaus, namelijk: geen N-bemesting, en aanvulling van de hoeveelheid N-mineraal 2 weken voor het zaaien tot respectievelijk 50, 100 en 150 kg N per ha. In de proeven waren drie oogsttijdstippen opgenomen om eventueel op vroegheidsverschillen te kunnen corrigeren. Op praktijkpercelen in Oostelijk Flevoland op kleigrond zijn zes proeven uitgevoerd om het perspectief van de entstof NPPL ook op praktijkniveau te toetsen.

Geconcludeerd wordt dat geen van de beproefde Rhizobium-entstoffen een zodanig betere stikstofbinding liet zien dat op de stikstofbemesting kan worden bespaard. Het effect van Rhizobium-enting op de opbrengst kan geschat worden op maximaal 50 kg N per ha. Maar alleen bij minder dan 40 kg N-min. per ha vond er een duidelijke vorming van wortelknolletjes plaats. Dit resultaat werd bevestigd in de zes proeven op praktijkpercelen. In veel teelten werd een hogere stikstofvoorraad gevonden dan 40 kg N-mineraal en kwamen er weinig wortelknolletjes voor. De stamslabonen reageerden positief op de stikstofbemesting. Gecorrigeerd naar dezelfde rijpheid (16% zaad in de dikste peulen) was de opbrengst van het onbemeste object gemiddeld 12,9 ton per ha en van de objecten aangevuld tot 50, 100 en 150 kg N per ha respectievelijk 13,9, 15,0 en 15,8 ton per ha. De resultaten bevestigen het huidige stikstofbemestingsadvies.

In detailproeven bleek dat er geen verschillen waren tussen een aantal rassen voor

wat betreft de stikstofbinding. Een zaadbehandeling met een fungicide/insekticide (Aatifon) gaf geen nadelig effect op de vitaliteit van de entstof NPPL; verder bleek dat door het in lichte mate drogen van NPPL-granulaat de verstrooibaarheid ervan werd verbeterd zonder dat dit ten koste ging van de vitaliteit van de entstof. Een eenvoudige toetsmethode voor diverse entstoffen door middel van substraatteelt in de kas ter vervanging van veldproeven is beproefd en biedt praktische mogelijkheden.

SUMMARY

Field studies were conducted to determine the effect of adding four strains of *Rhizobium leguminosarum* bv phaseoli to snap beans (*Phaseolus vulgaris* L. cv Masai) on yield, in order to minimize nitrogen fertilization levels. None of the strains lead to sufficient nodulation because the mostly high level of N mineral content already present in the soil or present by mineralization. No nodulation took place when N level was higher than 40 kg N_{mineral} per ha. The effect of inoculation was estimated at 50 kg N per ha by comparing yields from four different N levels. Yields were higher with increasing N fertilization: without N 12,9 tons per ha, and gifts up to 50, 100 and 150 kg N per ha minus N_{min} at 0-30 cm two weeks before planting resulted in 13,9, 15,0 and 15,8 tons per ha respectively, compared at the same harvest criterium of 16 % seed/pod ratio by weight in the thickest pods. Twelve varieties commonly used in the Netherlands showed no differences in nodulation. A seed treatment with thiram+dichlofention was not harmful to Rhizobium.

keywords: nitrogen, *Phaseolus vulgaris*, nodulation, Rhizobium, varieties, seed treatment

1. INLEIDING EN DOEL VAN HET ONDERZOEK

Stamslaboon behoort plantkundig tot de familie van de vlinderbloemigen. Bij deze familie worden zogenaamde wortelknolletjes gevormd door *Rhizobium*-bacteriën. Deze binden stikstof uit de bodemlucht en leven van assimilaten van de plant. Bij erwten en tuinboon speelt *Rhizobium leguminosarum* een rol; deze komt veel voor en is zeer actief. Daardoor hoeven deze gewassen vrijwel geen stikstofbemesting te hebben. Bij stamslaboon daarentegen wordt stikstof vastgelegd door *Rhizobium phaseoli*; deze komt mogelijk minder vaak voor en/of is om de een of andere reden minder actief. Daarom worden stamslabonen bemest met stikstof.

Het huidige stikstofbemestingsadvies is om voor stamslabonen 150 kg per ha N te geven minus de hoeveelheid N-mineraal in de laag 0-30 cm bij het zaaien. Uitgangspunten zijn hierbij de stikstofopname door het gewas van ongeveer 125 kg N per ha, de geringe bewortelingsdiepte in veel teeltgebieden en de vrij geringe activiteit van wortelknolletjesbacteriën.

Door het meegeven bij het zaaien van een grote hoeveelheid *Rhizobium phaseoli*-entstof zou het mogelijk kunnen zijn om te besparen op de stikstofbemesting. Dit zou gunstig zijn voor het milieu.

Commerciële entstoffen worden onder andere geproduceerd door Agricultural Genetics Company Ltd, Cambridge (Engeland), LiphaTech, INC. Milwaukee (Verenigde Staten) en de Landbouwuniversiteiten van Wageningen, (Nederland) en Uppsala (Zweden).

Het doel van het onderzoek was om na te gaan welke *Rhizobium*-entstoffen het meest effectief zijn en hoeveel stikstofbemesting zou kunnen worden bespaard (*).

Het is van belang te weten of er invloeden zijn van het ras op de groei van de wortelknolletjes en of een toepassing van entstof NPPL op praktijkschaal voordelen oplevert (**).

Verder is onderzocht of de entstof NPPL enigszins kan worden gedroogd om een betere verstrooibaarheid te verkrijgen; of de entstof door een zaadbehandeling van

fungiciden/insekticiden zou kunnen worden benadeeld; of een toetsing van entstoffen ook op eenvoudige wijze op watercultures in de kas uitgevoerd zou kunnen worden (***). Een methode werd onderzocht om inzicht te krijgen in het aandeel stikstof dat door de Rhizobium-bacteriën aan de plant wordt gegeven in relatie tot de totale hoeveelheid opgenomen stikstof (****).

- (*) Dit onderzoek is mede uitgevoerd door ing H. Floot, R.O.C Ebelsheerd te Nieuw-Beerta.
- (**) Dit onderzoek is mede uitgevoerd door de bedrijven C.V.F te Dronten, Hak BV te Giessen, W.C.P. te Heusden, Fa P.J. Breure en Zn te Swifterbant, Maris BV te Dronten en de telers K. Dijkstra te Swifterbant, J.D. de Winter te Lelystad en H.H. ten Have te Biddinghuizen.
- (***). Dit onderzoek is uitgevoerd door S. Postma, student Agrarische Hogeschool Friesland te Leeuwarden.
- (****). Dit onderzoek is uitgevoerd door M.A.A. Evers, student Landbouwuniversiteit te Wageningen.

Veel dank ben ik verschuldigd aan de genoemde bedrijven, instellingen en personen. Met name wil ik noemen de heer A. Houwers van het Rhizobium- entcentrum van de Landbouwuniversiteit te Wageningen.

2. LITERATUUR

2.1 Biologische stikstofbinding

Lucht bestaat voor 78 % uit stikstof (N_2). Dit element vormt een hoofdbestanddeel voor de voeding van de plant. Het kan echter in deze vorm niet worden opgenomen: wel in de vorm van ammonium (NH_4^+) en nitraat (NO_3^-). Het vastleggen van luchtstikstof op biologische wijze vindt vrij algemeen plaats. Bij vlinderbloemigen en een aantal heestersoorten komen bacteriën voor die in symbiose met de plant leven. In de roze wortelknolletjes leven bacteriën van assimilaten van de plant in ruil voor stikstof in de vorm van ammonium. Ook blauw-groene algen werken op deze wijze samen met andere planten.

Daarnaast zijn er vrij levende stikstofbindende bacteriën; deze hebben dus geen specifieke waardplant. Een zeer beknopt overzicht van planten en bacteriën die bij biologische stikstofbinding betrokken zijn geeft afb. 1.

BIOLOGISCHE N-FIXATIE (BNF)

A1: BIJ PEULVRUCHTEN: Rhizobium / Bradyrhizobium

tuinboon	<i>Vicia faba</i>	<i>R. leguminosarum</i>
erwt	<i>Pisum sativum</i>	<i>R. leguminosarum</i>
linzen	<i>Lens culinaris</i>	<i>R. leguminosarum</i>
boon	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>R. phaseoli</i>
lucerne	<i>Medicago sativa</i>	<i>R. meliloti</i>
klaver	<i>Trifolium spp</i>	<i>R. trifolii</i>
sojaboon	<i>Glycine max</i>	<i>B. japonicum</i>
lupine	<i>Lupinus albus</i>	<i>B. lupini</i>

A2: BIJ ZAADPLANTEN (HEESTERS) MAAR GEEN PEULVRUCHTEN:

els	<i>Alnus</i>	<i>Frankia spp; Klebsiella spp</i>
	<i>Coriaria</i>	
	<i>Myrica</i>	
	<i>Casuarina</i>	
	<i>Hippophae</i>	
	<i>Elaeagnus</i>	
	<i>Shepherdia</i>	
	<i>Ceanothus</i>	
	<i>Discaria</i>	
	<i>Dryas</i>	
	<i>Purshia</i>	
	<i>Cercocarpus</i>	
	<i>Arctostaphylos</i>	

A3: BIJ BLAUW-GROENE ALGEN:

heterocysten:	<i>Nostoc punctiforme</i>
	<i>Anabaena azollae</i>
non-heterocysten:	<i>Plectonema</i>
	<i>Lyngbya</i>
eencelligen	<i>Anacystis</i>
	<i>Coccochloris</i>

B: VRIJ LEVENDE STIKSTOFBINDENDE BACTERIEN

Azotobacter spp	<i>A. chroococcum</i>
	<i>A. vinelandii</i>
	<i>A. paspali</i>

Clostridia spp
Azospirillum
Bacillus radicola
Paspalum notatum
Derxia
Rhodopseudomonas capsicatus

Afb. 1. Planten en bacteriën die betrokken zijn bij de biologische stikstofbinding.

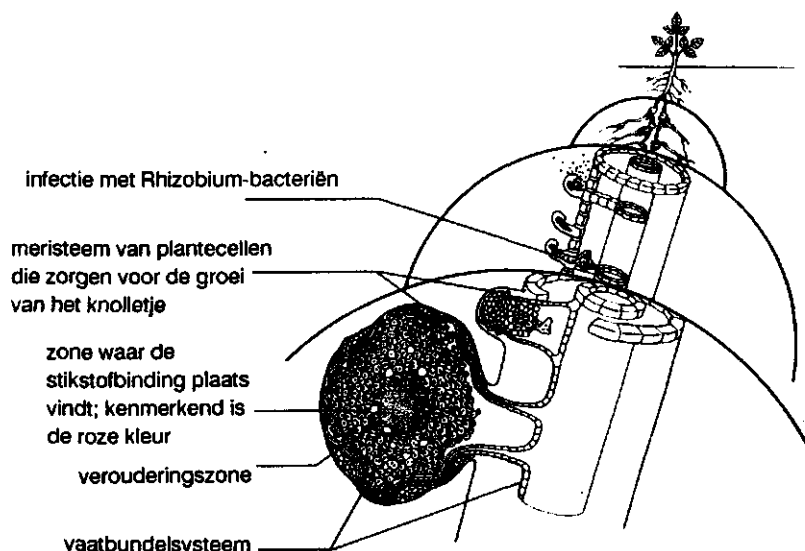
Naast de symbiose tussen vlinderbloemigen en Rhizobium-bacteriën zijn vlinderbloemigen ook in staat om met bepaalde schimmels in wortelsymbiose te leven. Deze schimmels worden mycorrhiza genoemd. Vijf typen mycorrhiza kunnen worden onderscheiden, maar het zogenaamde VAM-type komt het meest voor. Veel vlinderbloemigen zijn afhankelijk van mycorrhiza voor de opname van fosfaat. VAM spelen een rol bij het verminderen van droogtestress en zelfs bij stikstoftransport tussen planten. Een voorbeeld hiervan is de schimmel *Glomus mossae* (Rolf, et al. 1987).

2.2 Rhizobium-bacteriën

Bij vlinderbloemigen spelen bij de biologische stikstofbinding bacteriën van het geslacht Rhizobium een rol. Deze bacteriën behoren evenals de Agrobacterium en Chromobacterium tot de familie Rhizobiaceae en de order Eubacteriales. De Rhizobium-bacteriën zijn gram-negatief en kunnen worden onderverdeeld in snelle groeiers met een generatieduur van 2-4 uur en langzame groeiers met een generatieduur van 6-8 uur. De laatste groep worden ook wel Bradyrhizobium genoemd. Naast deze indeling op groeisnelheid zijn uiteraard ook andere indelingen mogelijk. Veel vlinderbloemigen zijn gastheer-specifiek voor de Rhizobium-species, maar er zijn ook uitzonderingen.

Veel studie is verricht naar de wijze van stikstofbinding tussen vlinderbloemigen en Rhizobium-bacteriën. Hierop kan slechts zeer beperkt worden ingegaan en het is in het kader van het onderzoek minder relevant. Toch wordt enig inzicht gegeven. Algemeen worden in de wortelknol-ontwikkeling vier stadia onderkend: de pre-infectie, de infectie en knolformatie, de knolfunctie en instandhouding, en tenslotte de knolveroudering (afb. 2). De herkenning tussen gastheer en bacterie vindt plaats door middel van specifieke exudaten van de plant (flavoniden, luteoline, hesperitine) en sacchariden van de bacterie (lypopolysacchariden, oligosacchariden) (Lie, 1964). Bij de infectie en knolformatie zijn de zogenaamde nod-genen van de bacterie betrokken. Deze 10 à 11 genen zijn gelegen op de Sym-symplast, een buiten de kern gelegen cirkelvormig stukje DNA. De zogenaamde nif- en fix-genen zorgen

onder andere voor de aanmaak van de enzymen nitrogenase en hydrogenase die een rol spelen bij de stikstofbinding. Onder invloed van nitrogenase wordt N_2 met H^+ gevormd tot NH_4^+ en H_2 . Onder invloed van hydrogenase wordt H_2 met O_2 gevormd tot water. Er zijn bacteriestammen die reeds hydrogenase bevatten.



Afb. 2. Infectieproces en ontwikkeling van wortelknolletjes op een wortel van sojaboon (bron: FAO)

2.3 Onderzoekstechnieken

Er zijn verscheidene onderzoekstechnieken om biologische stikstofbinding te meten: verschillen in gewasproductie en opname van totaal-N, observatie van knolletjes, onderzoek van xyleemsap, ^{15}N -methodieken (Hardarson en Danso, 1993). Bij het aantonen van Rhizobium-bacteriën worden gebruikt: het uitplaten op selectieve media, serologische methodieken, antibiotische technieken, DNA patroon en locatie van nif-genen, fluorescerende anti-lichamen-techniek, NMR techniek, etc.

Het aantal en gewicht van de knolletjes zijn vaak gecorreleerd met de hoeveelheid vastgelegde N_2 (Hardarson en Danso, 1993).

In het xyleemsap wordt onder andere stikstof van de wortels naar diverse delen van de plant getransporteerd. Bij stamslaboon kan deze stikstof naast opname via de plantenwortels ook afkomstig zijn van wortelknolletjes. Nitraat en ook wel ammonium

zijn de belangrijkste vormen van stikstof die door de plant worden getransporteerd; daarnaast kan de stikstof ook in organische vorm voorkomen. Bij Phaseolus-bonen kunnen deze stikstofrijke moleculen de ureïden, allantoïne en allantoïnezuur zijn. Deze ontstaan door activiteit van Rhizobium-bacteriën. De mate van aanwezig zijn van deze ureïden in het xyleemsap van de plant kan duiden op de activiteit van de Rhizobium-bacteriën (Peoples et al., 1989; Herridge et al., 1984; Norhayati et al., 1988; Rerkasem et al., 1988). Andere vlinderbloemigen (bijvoorbeeld *Vicia faba*) vervoeren de vastgelegde stikstof hoofdzakelijk als aminozuren, asparagine en glutamine (Hardarson en Danso, 1993). Deze stoffen worden ook op andere wijze aangemaakt en zijn daarom niet onderscheidend voor Rhizobium-bacteriën.

2.4 Inoculatie

Er zijn verscheidene entstoffen met biologische stikstofbinding commercieel verkrijgbaar. Deze kunnen zijn op basis van specifieke Rhizobium-soorten, vrijlevende stikstofbindende bacteriën, etc. Entstof van VAM-schimmels was in Engeland in 1987 nog niet in de handel verkrijgbaar (Arias et al., 1987). Genetisch gemanipuleerde Rhizobia zullen in de nabije toekomst worden geproduceerd (Spokes et al., 1987; Wacek, 1991; Catt, 1989).

De draagstof van de Rhizobium-bacteriën kan onder andere potgrond zijn, maar ook op basis van olie (Kremer en Peterson, 1982).

Inoculatie met Rhizobium-bacteriën is gunstig in gebieden waar nog nooit de specifieke peulvrucht is geteeld. Ook op gronden die met ineffektieve stammen zijn geïnfecteerd kan inoculatie nuttig zijn; deze ineffektieve stammen benadelen de plant door het onttrekken van assimilaten en het leveren van weinig stikstof.

Inoculatie als zaadbehandeling komt het meeste voor. Hierbij wordt het zaaizaad behandeld met een hoeveelheid entstof (meestal via de slurry-methode samen met behangplaksel, maar het kan ook droog in de zaadbunker, als gepelletiseerd zaad of als gecoat zaad) FAO, 1984. Ook kan de grond worden behandeld (vloeibare concentraten, granulaten). De granulaten worden meestal bij het zaaien toegepast (Williams et al., 1987; Williams, 1989).

2.5 Effecten van fungiciden en/of insecticiden op *Rhizobium*

De vraag doet zich voor of de zaadbehandeling met *Rhizobium*-bacteriën zich laat verdragen met andere zaadbehandelingen zoals met fungiciden en/of insecticiden. In een beperkt aantal proeven is dit bij enkele peulvruchten bestudeerd. Thiram is een veel gebruikt fungicide. Er werden geen nadelige effecten van thiram op de knolvorming geconstateerd bij erwt (Stovold en Evens, 1980); bij kikkererwt (Welty et al., 1988); bij sojaboon (Stovold en Evens, 1980; Singh en Srivastava, 1984; Curley en Burton, 1975); bij *Vigna radiata* (Patel et al., 1985; Saraswathi et al., 1988). Een negatief effect van thiram is gevonden bij sojabonen. Ridomil en Benlate bleken nadelig te zijn bij stambonen (Ramos en Ribeiro, 1993). Ook andere fungiciden werden door genoemde onderzoekers onderzocht, maar deze zijn onder de huidige Nederlandse omstandigheden niet van belang. In verscheidene studies wordt melding gemaakt van verschillende reacties al naar gelang de gebruikte bacteriestam. Niet bekend is of het insecticide dichlofention dat in Nederland wordt gebruikt ter bestrijding van de made van de bonevlieg nadelige effecten heeft op de knolvorming door *Rhizobium phaseoli*.

2.6 Effecten van pH, N en P op de symbiose stamslaboon/*Rhizobium* en de opbrengst

Een pH van de grond lager dan 5,0 vermindert de knolvorming sterk (FAO, 1984). Het pelletteren van het zaad met kalk heeft een positief effect op *Rhizobium* bij lucerne (Pijnenborg et al., 1990).

Algemeen is bekend dat een hoge stikstofvoorraad in de grond de knolvorming verhindert. Wanneer de plant de keuze heeft tussen minerale stikstof en stikstof via de symbiontische stikstofbinding dan wordt meestal de eerstgenoemde stikstof gekozen omdat deze minder energie kost. Dit is afhankelijk van het ras. Bij sommige bonerassen is de knolvorming ook bij een hoog stikstofniveau van betekenis (Muller et al., 1993). Bij lage stikstofniveaus is enige stikstof nodig om de bacterie-activiteit

op gang te brengen (Tsai et al., 1993).

In enkele proeven op stikstofarme grond werd een hogere opbrengst van stambonen verkregen als men inoculatie met *Rhizobium*-bacteriën toepaste. De inoculatie komt overeen met een hoeveelheid van 0-70 kg N per ha (FAO, 1984; Hardarson et al, 1993). De besparing met entstof NPPL van AGC zou 120 kg N per ha zijn (Williams, 1989). Dit werd bevestigd door Birds Eye Foods Ltd (UK) (persoonlijke mededeling, 1992) Er zijn echter ook twijfels. Stikstof is niet de beperkende factor voor de opbrengst in Mexico (Martinez en Palacios, 1984).

Het effect van inoculatie op de opbrengst zou kunnen worden voorspeld uit proeven met verschillende hoeveelheden stikstofbemesting. Bij een gift van 100 kg N per ha aan stamslabonen werd de hoogst opbrengst verkregen (Dekker, 1978).

Deling van de stikstofbemesting gaf geen hogere opbrengst. Een goed gewas nam ongeveer 125 kg N per ha op. Er is een geringe invloed van de stikstofbemesting bij hoge stikstofniveaus in de grond (Neuvel en Floot, 1990). De hoogst opbrengsten kwamen voor op lichte klei bij 150 kg N per ha en op zware klei bij 195 kg N per ha. Een deling van de stikstofbemesting was gunstig.

Er is een interactie tussen stikstof- en fosfaatbemesting met betrekking tot de opbrengst van stamslaboon. Als weinig fosfaat wordt gegeven dan geeft een zwaardere stikstofbemesting geen hogere opbrengst en omgekeerd (Delver, 1952). Een verhoging van het P-niveau gaf een hogere produktie van het gewas en van *Rhizobium*-knolletjes bij stamboon (Pereira en Bliss, 1987; Pereira en Bliss, 1989).

2.7 Effecten van het ras op de symbiose stamboon/*Rhizobium*

Er zijn grote rasverschillen in biologische stikstofbinding bij stambonen bij droge oogst (Hardarson et al, 1993). Het percentage opgenomen stikstof dat uit lucht werd gebonden varieerde van 35 tot 70 % (via de ^{15}N -techniek).

Bij stamslaboon zijn geen rasverschillen met betrekking tot de biologische stikstofbinding bekend.

3. PROEFOPZET EN WAARNEMINGEN

3.1 Veldproeven met betrekking tot Rhizobium-entstoffen en stikstofhoeveelheden

3.1.1 Objecten

In vier veldproeven zijn effecten nagegaan van vier Rhizobium-entstoffen en onbehandeld in combinatie met vier stikstofbestedingshoeveelheden (tabel 1). De belangrijkste effecten hebben betrekking op opbrengst van de peulen, fijnheid van de peulen, gewichtspercentage zaad in de dikste peulen en gewasproductie. De hoogste hoeveelheid stikstof voor onbehandeld was de voor de praktijk geadviseerde hoeveelheid 150 kg/ha onder aftrek van de hoeveelheid N-mineraal in de laag 0-30 cm enkele weken voor het zaaien, daarnaast is 100-N-min. of 50-N-min. gegeven en was er een onbemest object. De hoeveelheid N-mineraal was voor de proeven te Lelystad achtereenvolgens 30, 15, en 40 kg N-min. per ha en voor de proef te Nieuw-Beerta 26 kg N-min. per ha.

Tabel 1. Vier beproefde Rhizobium-entstoffen met onbehandeld en vier stikstofhoeveelheden (PAGV Lelystad, 1990, 1991 en 1992; ROC Nieuw-Beerta 1991).

entstof	toegepaste dosering	kg N per ha			
		onbemest	50-N-min.	100-N-min.	150-N-min.
onbehandeld		+	+-	+	+
NPPL, AGC "Cambridge"	20-25 kg/ha	+	+	+	+-
Nitragin Liphatech "Milwaukee"	1 kg/ha	+	+	+	+-
universiteit "Wageningen"	1 kg/ha	+	+	+	+-
universiteit "Uppsala"	1 kg/ha	+	+	+	+-

+- niet onderzocht in 1990;

De toegepaste doseringen komen uit op ruim het dubbele van de aanbevolen doseringen. Dit is bewust gedaan om toch maar vooral effecten te zien. Er werden

geen nadelen verwacht van een hoge dosering. De hoeveelheid *Rhizobium*-bacteriën is door LU Wageningen bepaald op minimaal 5×10^7 kolonievormende eenheden (c.f.u.) per gram entstof.

De twintig objecten (tabel 1) zijn aangelegd in viervoud met stikstofbemesting als splitplot en oogsttijd als split-splitplot. In 1992 lag de oogsttijd als splitplot en entstof als split-splitplot. Het aantal veldjes voor de proef in 1990 was 180 en voor de andere proeven 240.

3.1.2 *Percelen*

De proeven in Lelystad zijn uitgevoerd op een zavelgrond met 28% afslibbare delen en 1,9% organische stof. De pH was 7,7 en het CaCO_3 -gehalte was 6,3%. De voorvrucht was steeds wintertarwe. In het najaar is de fosfaat- en kalibemesting gegeven en daarna is geploegd. Voor de proeven in Lelystad is bemest met 160 à 180 kg/ha P_2O_5 , 400 kg/ha K_2O en in 1992 bovendien met 100 kg/ha MgO. Op 30 augustus 1989 is na de oogst van wintertarwe de laag 0-25 cm onderzocht op fosfaat en kali. Pw-getal bleek 26, het Kaligetel 20 en het KHC1-gehalte 19 te zijn. Het Pw-getal in de laag 0-30 cm was op 30 mei 1990 43 en 3 juni 1991 41.

De proef te Nieuw-Beerta is genomen op een zware kleigrond met 68 % afslibbare delen en 4,5 % organische stof. De pH was 7,5 en het CaCO_3 -gehalte was 1,7 %. De voorvrucht was wintertarwe. In de herfst is na het ploegen 75 kg/ha P_2O_5 en 75 kg/ha K_2O gegeven. Het Pw-getal in de laag 0-30 cm was 89 op 3 juni 1991.

3.1.3 *Uitvoering*

Er is gebruik gemaakt van het zeer fijnpeulige ras Masai afkomstig van S & G Seeds te Enkhuizen. Het zaad was behandeld met Aatifon (thiram+dichlofention) tegen kiemschimmels en bonevlieg.

De zaaidatum voor de proeven te Lelystad was 30 mei 1990, 30 mei 1991 en 16 juni 1992 en voor de proef in Nieuw-Beerta 28 mei 1991. Vlak voor het zaaien is de grond geëgd.

Er is gezaaid met een Nodet pneumasem zaaimachine met zes zaai-elementen op

50 cm. De zaai diepte was circa 5 cm, aansluitend op de vochtige ondergrond. Er zijn schijven gebruikt die voorzien waren van 48 gaten van 3,5 mm. De machine-afstelling kwam neer op 35 zaden per m². Het gemiddeld aantal opgekomen planten voor de vier proeven varieerde van 33 à 35 planten per m².

De zaaimachine was voorzien van een granulaatpijp per element die uitkwam in de zaaivoor. Door middel van omgekeerd opgehangen flesjes gevuld met entstof met een gat in het deksel kon entstof per zaaielement worden gedoseerd in 1990 en 1991. Met de entstoffen NPPL als granulaat en Nitragin als poeder, ging het doseren redelijk. Het poeder werd gemengd met droog zilverzand vlak voor het zaaien. Met de entstoffen van de Landbouw-universiteiten te Wageningen en Uppsala, beide op veenbasis (of potgrond) was het doseren zeer moeilijk. Deze zijn kort voor het zaaien extra gezeefd en gemengd met droog zilverzand (70 gram zand met 10 gram entstof), maar ondanks deze werkwijze traden toch verstoppingen op door vezelrestjes en het snel vochtig wordende zand. In 1992 is de hoeveelheid afgemeten in een reageerbuisje en bij het zaaien per zaaielement door een aantal mensen verdeeld.

Onbehandelde veldjes zijn het eerst gezaaid om ongewenste Rhizobium-besmetting te voorkomen. Proeftechnisch was het moeilijk om met een praktijk-zaaimachine de slangen tot in de zaaivoor bacteriezuiver te houden. Getracht is om de valafstand zo gering mogelijk te houden (circa 30 cm) en de slangen regelmatig inwendig schoon te borstelen. De overmaat aan entstof van een bepaalde herkomst zou ervoor moeten zorgen dat de effecten van deze entstof op een bepaald veldje ook konden worden waargenomen. Het bleek in de praktijk niet uitvoerbaar om af te zien van het lopen op een bepaald veldje of van het schoffelen om daarmee ongewenste Rhizobium-besmetting te voorkomen. Op de scheidingen is dwars op de trekkersporen een hoeveelheid grond aangebracht om het regenwater en Rhizobium-bacteriën geen kans te geven zich in de trekkersporen te verspreiden naar andere veldjes.

Na opkomst is een stikstofbemesting gegeven in de vorm van kalkammonsalpeter. Dit was proeftechnisch gezien de meest geschikte methode. Bij een bemesting voorafgaand aan de groundbewerking en zaaien zoals in de praktijk gebruikelijk is,

zouden bemeste veldjes door de grondbewerking en versleping moeilijk zijn op te sporen. Kalkammonsalpeter is een veel gebruikte stikstofmeststof bij aanvang van een teelt.

Het begin van de bloei was voor de proeven te Lelystad omstreeks 23 juli 1990, 24 juli 1991, 29 juli 1992 en voor de proef in Nieuw-Beerta 28 juli 1991. Er waren geen verschillen tussen de objecten wat betreft het begin van de bloei. In de bloeiperiode was het in 1990 droog en zeer warm weer.

Er is geoogst in Lelystad op 13, 16 en 20 augustus 1990; op 16, 20 en 23 augustus 1991; 26 augustus en 1 en 7 september 1992; in Nieuw-Beerta op 19, 22 en 26 augustus 1991.

3.1.4 Waarnemingen

Bij begin bloei en bij de oogst zijn planten geanalyseerd op productie aan wortels, stengels, bladeren en eventueel peulen, zowel op basis van vers gewicht als na drogen gedurende minimaal 2 x 24 uur bij 70 °C. Na berekening van het perceel zijn de wortels zo goed mogelijk opgerooid, zeer zorgvuldig gewassen en gedroogd bij 70°C. De wortelknolletjes zijn eraf gehaald en gedroogd bij 70°C. De geanalyseerde hoeveelheid planten kwam van 4 rijen à 0,5 m per veldje (bij begin bloei) en van 4 rijen à 1 m per veldje (bij de oogst).

Eveneens bij begin bloei en bij de oogst zijn grondmonsters genomen ter bepaling van de hoeveelheid N-mineraal. Dit gebeurde in de lagen 0-30 en 30-60 cm bij begin bloei met 3 prikken per veldje. In 1990 zijn bij de oogst grondmonsters systematisch genomen van 2 prikken per veldje tussen de planten en 2 prikken per veldje in het midden tussen de rijen. Er zijn mengmonsters gemaakt per object en daarna zijn ze gekoeld bij 3°C voor verdere analyse gedurende maximaal 2 weken en gekoeld naar het BLGG te Oosterbeek gebracht.

Op een aantal tijdstippen is de kleur van het blad op het veld beoordeeld.

Bij de oogst in Lelystad in 1990 en 1991 zijn de planten van 4 rijen à 1 m (=2 m²) per

veldje opgerooid en naar een stationaire proefveldplukmachine Borga gebracht. Daar zijn ze gewogen en geplukt. In Lelystad zijn in 1992 de bonen geplukt met een 1 rijige Pixall plukmachine. De grootte van de veldjes was toen 2 rijen à 7 m (= 7 m²). In Nieuw-Beerta is met de hand geplukt: 4 rijen à 1 m (= 2 m²) per veldje. De peulen zijn gesorteerd met behulp van een Perfect schoksorteermachine met platen voorzien van spijlen op 5, 6, 7, 8, 9 en 10 mm. Ter bepaling van het gewichtsperscentage zaad uit de dikste sortering zijn 20 peulen per veldje genomen bij de proef in 1990 en bij de andere proeven 10 peulen per veldje.

Op elke oogstdatum in 1990 zijn uit de sorteringen 6-7 en 7-8 mm monsters van ca 1 kg genomen, bewaard in een plastic zak bij 3 °C. Deze peulen zijn op een gelijke dag beoordeeld op kleur: lichtgroen/donkergroen. De kleur van de peulen bij de andere proeven is beoordeeld op de oogstdatum zelf.

In 1992 zijn monsters van ongeveer 1 kg peulen van de sortering 7-8 mm op houdbaarheid getest. Ze zijn gedurende een week bewaard bij 15°C onder zeer vochtige omstandigheden onder folie. Daarna is beoordeeld op peulen aangetast door de schimmel *Botrytis cinerea* en op bruinverkleuring van de peulen.

Bij het begin van de bloei van de proef in Lelystad in 1991 zijn monsters genomen van het xylemsap voor ureide- en nitraatanalyse. Er is gekozen voor dit tijdstip, omdat dit een duidelijk zichtbaar fysiologisch stadium van de plant is. Twee planten per veldje zijn bij stengelvoet afgesneden (bij de kiemlobben). Hierop is een plastic slangetje gezet waarin het xylemsap gedurende een uur kon opstijgen. Het sap is met behulp van injectienaalden opgezogen en in plastic cupjes gedaan. Het sap dat de eerste 5 minuten in het slangetje kwam is weggegooid; dit kan afkomstig zijn uit stukgesneden cellen. De cupjes zijn ingevroren tot -15°C en bewaard totdat de bepaling van ureïde in het sap kon plaats vinden (2 maanden later).

Eveneens zijn drie planten per veldje geoogst voor een N-totaal-analyse van de plant. Hiervoor zijn de planten eerst gesplitst in bladschijven en stelen, gedurende 48 uur gedroogd bij 70°C en daarna gemalen en geanalyseerd.

Voor de verdere analyse van ureïde en nitraat in het xylemsap is de procedure gevolgd van Peoples et al, 1989. Deze is uitvoerig beschreven in het verslag van Evers, 1992.

3.2 Praktijkproeven

3.2.1 Objecten

Op enkele percelen bij telers van stamslaboon zijn demonstratie-proeven aangelegd om in praktijksituaties na te gaan of een toepassing van Rhizobium-entstof NPPL afkomstig van AGC te Cambridge, zonder aanvullende stikstofbemesting, voordelen biedt ten opzichte van een stikstofbemesting volgens het advies. In 1991 en 1992 waren er ook geheel onbemeste en onbehandelde proefpercelen.

3.2.2 Percelen

De percelen lagen hemelsbreed circa 25 km van elkaar. Het betrof in alle gevallen kleigrond. Het % afslibbaar liep uiteen van 39 tot 47. De pH was circa 7,2 en het organische-stofgehalte 3,2%. Het Pw-getal varieerde van 30 tot 40. Er is circa 100 kg P_2O_5 gegeven. Bij Dijkstra is na de oogst van de wintertarwe in 1990 gele mosterd als groenbemester geteeld. Verder is er geen organische bemesting toegepast.

Twee tot vier weken voor de geplande zaaidatum is een grondmonster genomen ter bepaling van de hoeveelheid N-mineraal in de laag 0-30 cm (en in 1990 bovendien 30-60 cm). De ene helft van het perceel is bemest met een hoeveelheid aangevuld tot 150 kg N per ha in de laag 0-30 cm (in 1990 0-60 cm). Dit betekende voor het perceel van De Winter 70 kg N per ha, voor die van Ten Have en Dijkstra 40 kg N per ha. In 1991 en 1992 is de laag 0-30 cm aangehouden; dit betekende voor De Winter 1991 een gift van 79 kg N per ha en voor Dijkstra in 1991 en 1992 een gift van respectievelijk 59 en 48 kg N per ha.

De stikstof is voorafgaande aan het zaaien in de vorm van kalkammonsalpeter gegeven.

Tabel 2. Overzicht van de hoeveelheid N-mineraal in de grond, de stikstofbemesting, de zaaidatum, de datum van begin bloei en de oogst (praktijkproeven slaboos 1990, 1991, 1992).

bedrijf		datum	N-min.		stikstof- bemesting kgN/ha	zaai datum	datum begin bloei	oogst- datum
			0-30 cm	30-60 cm				
1990	De Winter	24-4	37	42	70	22-5	13-7	09-08*
1990	Ten Have	17-5	53	54	54	31-5	23-7	23-08
1990	Dijkstra	1-6	56	55	40	26-6	6-8	11-09
1991	De Winter	5-6	71	84	79	8-7	19-8	16-09
1991	Dijkstra	12-6	59	34	59	11-7	22-8	23-09
1992	Dijkstra		92	.	48	2-7	21-8	23-09

* Bij De Winter 1990 is op 9 augustus het perceel bemonsterd en is op 13 augustus het perceel geoogst.

Het zaaien is over vrijwel een heel seizoen gebeurd: van 22 mei tot 11 juli (tabel 2). Gezaaid is met een Monosern precisiezaaimachine met 12 elementen op een afstand van 50 cm. De zaaidiepte was 3 à 4 cm op vochtige ondergrond. De rijsnelheid was circa 5 km per uur.

Met het zaaien is begonnen op het bemeste deel van het proefveld om ongewenste Rhizobium-besmetting te voorkomen. De proeven zijn uitgevoerd met het ras Masai uitgezonderd De Winter in 1991 met het ras Odessa. De gebruikte rassen waren behandeld met Aatifon (thiram+dichlofenthion) tegen kiemschimmels en de bonevlieg.

De zaaimachine had een granulaatstrooier waarbij een bak twee zaai-elementen bediende. De pijp van de granulaatstrooier mondde uit in de zaaivoor. Rhizobium-entstof is in de bakken gedaan en daarna is het onbemeste deel van het proefveld gezaaid. Bij het eerste perceel was de Rhizobium-entstof iets vochtig zodat deze niet goed doorstroomde. Van de geplande hoeveelheid van 10 kg Rhizobium-entstof per ha is daar iets afgeweken: gemiddeld 8 kg per ha. Bij de overige percelen is een andere partij Rhizobium-entstof gebruikt die droger aanvoelde en die dit probleem niet had.

In 1991 is bij Dijkstra een extra proef aangelegd met 12 rassen op elk van de drie

proefpercelen: het bemeste, het behandelde en het onbehandelde (tabel 3). Het doel hiervan was om na te gaan of er bij het vormen van de stikstofknolletjes ook rasverschillen zouden zijn. Verder is deze proef niet bespoten met een fungicide tijdens de bloei zodat rasverschillen in gevoeligheid voor de schimmel *Botrytis cinerea* zouden kunnen optreden. Ook stikstofniveaus zouden invloed kunnen hebben op gevoeligheid voor Botrytis. Deze proef is gezaaid met een handzaaimachine op 22 juli. De proef was in drievoud met een veldgrootte van 3 rijen à 9 m (108 veldjes). Gemiddeld waren er minder planten per m² bij het gedeelte dat bemest is met stikstof. De zaaitechniek liet te wensen over. De objecten zijn vanwege tijdsgebrek niet naar een ongeveer gelijk niveau teruggedund.

Tabel 3. Overzicht en herkomst van de deelnemende rassen en aantal planten per m² voor de drie proefpercelen: geent met 10 kg NPPL per ha; niet met stikstof bemest; bemest met 91 kg N per ha, (praktijkproeven met slaboon bij Dijkstra in 1991).

ras	herkomst	aantal planten per m ²		
		NPPL 10 kg per ha	onbemest	91 kg N per ha
Nun 9271	Nunhem's zaden	29	25	21
89 RS 1234	Royal Sluis	23	17	19
Swing	Pop Vriend	34	24	23
Cantare	Pop Vriend	29	25	23
Linera	Pop Vriend	33	26	20
Lasso	S & G Seeds	28	21	15
Astrel	Vilmorin	28	23	33
Trian	Nunhem's zaden	32	27	24
Odessa	Holland Select	25	18	16
Pluto	S & G Seeds	29	23	23
Masai	S & G Seeds	29	27	24
Niki	Royal Sluis	38	36	31
gemiddeld		30	24	23

In 1992 is bij Dijkstra een extra proef aangelegd met diverse entstoffen die in de

zaaibak van de zaaimachine aan het zaad zijn toegevoegd. Met name met de toepassing van HiStick, en de entstof van S & G Seeds zou ervaring kunnen worden opgedaan. Enkele objecten zijn uitgevoerd met zaad dat niet is behandeld met Aatfon (thiram + dichlofention) tabel 4. De proef is in tweevoud aangelegd met een veldgrootte van 6 x 50 m.

Helaas begon het te motregen en halverwege het zaaien van de proef zodat het wisselen van zaad en entstof moeilijk verliep. Door de lengte van het veldje en de relatief grote hoeveelheid zaad, werd verwacht dat de objecten elkaar niet zouden beïnvloeden.

Tabel 4. Overzicht van de gebruikte Rhizobium-entstoffen, herkomst daarvan, en al of niet met Aatfon behandeld zaad (praktijkproef met slaboön, ras Masai bij Dijkstra, in 1992).

entstof	herkomst	zaad- behandeling
onbehandeld		ja
NPPL	AGC Cambridge	ja
HiStick	AGC Cambridge	ja
Nitragin	LiphaTech Milwaukee	ja
	Lu Wageningen	ja
	Lu Uppsala	ja
	S & G Seeds	ja
	S & G Seeds	nee
onbehandeld		nee

3.2.3 Waarnemingen in de praktijkproeven

Voor het starten van de proef, bij begin bloei en ook bij de oogst zijn grondmonsters genomen ter bepaling van de hoeveelheid N-mineraal (4 prikken per object).

Bij begin bloei en bij de oogst zijn ook gewasmonsters genomen (4 plekken à 1 m per object). Hiervan zijn de peulen geplukt en is de opbrengst, sorteringsverhouding en het gewichtsperscentage zaad bepaald. Op de in tabel 3 genoemde oogstdatum zijn de gewasanalyses uitgevoerd. De praktijk- oogstdatum was bij De Winter op 13

augustus en bij de andere bedrijven op de genoemde oogstdatum.

Bij de proef met enkele rassen bij Dijkstra in 1991 is van 3 rijen à 1 m het aantal peulen en het aantal door *Botrytis* aangetaste peulen bepaald op 26 september en 3 oktober. Van het proefperceel met *Rhizobium*-entstof zijn de wortels opgerooid van 1 m per veldje. Deze wortels zijn voorzichtig schoon gespoeld en de wortelknolletjes zijn eraf gehaald. Ze zijn gedroogd gedurende minimaal 48 uur bij 70°C.

De praktijkopbrengst is eveneens bepaald op grotere schaal. Bij De Winter 1990 is dit gebeurd door de twee gedeelten van het perceel geheel apart te oogsten en de bonen te wegen. Bij Ten Have is de bepaling uitgevoerd door enkele meters links en rechts naast de scheiding een lange baan te oogsten totdat de bunker op de pluk-machine vol was (naar schatting 1400 kg bonen). Door omrekening van het aantal geoogste m² kon de opbrengst in ton/ha worden uitgedrukt. Deze wijze is ook gevolgd bij de proef De Winter in 1991. Bij Dijkstra 1990 en 1991 zijn eveneens twee lange banen geoogst, maar de bonen zijn apart in een aantal kuubskisten gestort naar een weegbrug gereden en gewogen. In 1992 zijn de velden apart in kuubskisten geoogst en bij de schuur gewogen.

Hieruit is een monster van ongeveer 5 kg genomen voor bepaling van de sorteerverhouding en het gewichtspercentage zaad van de dikste peulen.

3.3 Laboratoriumproef met betrekking tot indrogen van entstof

In een laboratoriumproef werd onderzocht in hoeverre indrogen van *Rhizobium*-granulaat NPPL afkomstig van AGC te Cambridge invloed had op de kolonievorming van de bacterie op voedingsbodem. Het granulaat kan met een granulaatstrooier bij het zaaien worden meegezaaid. Het granulaat is iets vochtig en kan daardoor in een enkel geval moeilijk verstrooibaar zijn. Het indrogen had tot doel de verstrooibaarheid te verbeteren. De vraag was in hoeverre door droging een daling van het aantal bacteriën teweeg zou worden gebracht. Het vochtpercentage van het granulaat bleek 21,6% te zijn na drogen gedurende 24 uur bij 105°C. Dit gaf een kluitig

moeilijk verstrooibaar produkt. Ten opzichte van een onbehandelde controle werd granulaat ingedroogd gedurende respectievelijk 30, 60 en 90 minuten bij 22°C. De ingedroogde hoeveelheid granulaat is in 10 ml gesteriliseerd water overgebracht en geschud. Na verdunnen in vijf trappen (0,1 ml uit 10 ml vloeistof) en beënten van de voedingsbodem werd het aantal kolonies geteld na 2 en 5 dagen bij 22°C. De voedingsbodem was een gist-mannitol agar (Vincent, 1970). De proef is in viervoud uitgevoerd à 1 petrischaal per veldje.

3.4 Laboratoriumproef met betrekking tot gevoeligheid voor fungiciden

Bij het zaaien kan het zaad behandeld zijn met een fungicide / insecticide. Bij stamslaboon in Nederland is dit meestal Aatifon (thiram+dichlofention). De vraag is of *Rhizobium*-bacteriën hiervan nadelen ondervinden. De gevoeligheid van *Rhizobium phaseoli* bacteriën voor enkele fungiciden en concentraties werd in het laboratorium nagegaan. Het middel Aatifon bleek echter bij het starten van het onderzoek niet aanwezig te zijn, wel enkele andere fungiciden die in resultaten van proeven (literatuur) worden vermeld. De fungiciden koperoxychloride 50%, iprodion 50%, thiram 50%, captan 83%, trichloronaat 20% en mancozeb 45% werden in drie concentraties (1,5, 15 en 150 ppm) met *Rhizobium*-bacteriën over een voedingsbodem uitgesmeerd. De voedingsbodem was een gist-mannitol agar (Vincent, 1970). De middelen werden opgelost in gesteriliseerd water. Er werd een hoofdoplossing gemaakt van 1,5 g actieve stof in 100 ml water. Vanuit deze hoofdoplossing werden drie verdunningen gemaakt, telkens 10 maal verdund door 1 ml oplossing over te brengen in 9 ml water. De voedingsbodem in petrischalen werd eerst beent met het betreffende middel en nadien met bacteriesuspensie. Deze hoeveelheden werden naast elkaar afzonderlijk aangebracht om direct contact te vermijden. Vervolgens werd de petrischaal op een draaibaar statief geplaatst en werd het middel en de bacteriesuspensie over de voedingsbodem gesmeerd. Na 6 dagen bij 22°C zijn de schalen op kolonievorming gecontroleerd. De behandelingen werden in zeven herhalingen uitgevoerd à 1 petrischaal per veldje.

3.5 Kasproef met betrekking tot gevoeligheid voor fungiciden/insecticiden

In een kasproef met stamslaboon op substraatcultuur werd het zaad behandeld met respectievelijk de middelen Aatifon (thiram + dichlofention), thiram en Phytosol (trichloronaat). De dosering was respectievelijk 4, 2 en 4 gram handelsprodukt per kg zaad. De proef is uitgevoerd met de rassen Minidor en Masai. Het aantal herhalingen was zes. Er is op 1 maart 1991 gezaaid, op 8 maart geplant en op 14/15 mei geoogst. De proefmethodiek was vrijwel gelijk aan die welke hierna wordt beschreven.

Er is onder andere gekeken naar de kleur van het blad, de ontwikkeling van de plant, peulopbrengst en nodulatie door *Rhizobium*-bacteriën. Tijdens de oogst is de drogestofproductie vastgesteld van bladeren en stengels, peulen, wortels en knolletjes, na drogen gedurende minimaal 48 uur bij 72°C.

3.6 Kasproeven met betrekking tot stikstof- en fosfaathoeveelheden

Om *Rhizobium*-entstoffen op eenvoudige wijze te screenen werd ervaring opgedaan met substraatcultuur zoals beschreven door Lie, 1964.

Bij de eerste proef is het ras Masai op 5 september 1990 gezaaid. Bij de tweede proef is het ras Minidor gezaaid op 1 maart 1991. Een hoeveelheid stamslabonen is gezaaid in een bak met vochtig potgrond (in 1990) of in vermiculite (in 1991). Toen de lengte van de wortel ongeveer 5 cm was zijn ze overgeplant in een koffiebekertje gevuld met perlite (in 1990) of met vermiculite (in 1991). De wortels zijn eerst schoon-gepoeld en vervolgens nagespoeld met gedemineraliseerd water. In de bodem van het koffiebekertje was een gat gesneden waarin een stuk filterpapier was gestoken. In 1990 werd de wortel heel voorzichtig langs het filterpapier naar buiten geleid; in 1991 zijn twee extra gaten gemaakt waardoorheen de wortels konden groeien; ze zijn er niet doorheen geleid. Het bekertje werd afgevuld met perlite (in 1990) of met vermiculite (in 1991) en op een glazen pot met voedingsoplossing gezet.

De glazen pot had een inhoud van 600 ml. Deze was eerst voorzien van een zwarte en vervolgens van een witte laag verf. De zwarte laag diende om intredend licht en daarmee algengroei te voorkomen en de witte laag diende ervoor te zorgen dat de temperatuur in de pot niet te hoog op liep. Ze werden gevuld met 500 ml voedingsoplossing volgens Lie, 1964. Deze voedingsoplossing bestond uit $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,25 g; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,32 g; Fe^{+++} -citraat, 30 mg; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,758 mg; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,25 mg; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,25 mg; H_3BO_3 , 0,25 mg; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,05 mg; 1000 ml gedemineraliseerd water. Lie, 1964 gebruikte bovendien K_2HPO_4 0,36 g en KH_2PO_4 0,12 g.

In de beide proeven is gevarieerd met stikstof- en fosfaathoeveelheden in de voedingsoplossing (tabel 5).

Tabel 5. Proefvarianten voor wat betreft de stikstof- en fosfaatvoorziening in de voedingsoplossing

proef	proef	KNO_3	KNO_3	K_2HPO_4	KH_2PO_4
1990	1991	g per	ppm	g per	g per
Lelystad	Leeuwarden	500 ml		500 ml	500 ml
	N0	0	0	0	0
	N1	0,033	0,093		
N1		0,04	0,111		
	N2	0,066	0,185		
N2		0,08	0,222		
	N3	0,10	0,278		
N3		0,12	0,333		
N4		0,16	0,444		
N5		0,20	0,555		
	P1			0,06	0,02
	P2			0,12	0,04
P1*	P3*			0,18	0,06
P2				0,36	0,12
P3				0,72	0,24

* Hoeveelheden overeenkomend met Lie, 1964.

In 1990 zijn bij het begin van de bloei de genoemde stikstofhoeveelheden nog eens

toegevoegd als proefvariant. De proef 1990 was aangelegd als een blokkenproef in viervoud (totaal 120 potten). In 1991 is als proefvariant wel of geen *Rhizobium*-entstof in de vorm van granulaat NPPL afkomstig van AGC te Cambridge toegediend. Een hoeveelheid 400 mg werd over de vermiculite gestrooid en lichtjes met een spatel ingewerkt. Vervolgens is de vermiculite overgoten met een kleine hoeveelheid gedemineraliseerd water om de bacteriën in te spoelen. De proef 1991 is uitgevoerd als een blokkenproef in viervoud (totaal 96 potten).

De planten groeiden redelijk goed. De potten werden 1 à 2 maal per week bijgevuld met gedemineraliseerd water; daar waar weinig gewasontwikkeling plaats vond hoefde ook weinig te worden bijgevuld. In de eerste proef in de herfst is bijbelichting gegeven.

Op enkele tijdstippen gedurende bloei en peulzetting zijn visuele indrukken vastgelegd over de kleur van de bladeren en de ontwikkeling van de planten. De oogst van de eerste proef vond plaats op 15 november en van de tweede proef op 10 mei. Bij de oogst zijn de planten bij de zaadlobben afgesneden. Van het gewas en de peulen is de geproduceerde hoeveelheid drogestof bepaald. Het drogen vond plaats gedurende minimaal 48 uur bij 70°C.

4. RESULTATEN

4.1 Resultaten veldproeven

4.1.1 *Opbrengst*

De opbrengst nam toe bij een later oogsttijdstip. Het opbrengstniveau bij het eerste, tweede en derde oogsttijdstip was voor de proeven te Lelystad respectievelijk 13, 16 en 17 ton per ha in 1990; 7, 10 en 13 ton per ha in 1991; 18, 19 en 20 ton per ha in 1992 en voor de proef te Nieuw-Beerta 11, 12 en 12 ton per ha. (zie ook bijlagen 1 t/m 4). De tweede en derde oogst van de proeven te Lelystad en de eerste en tweede oogst van de proef te Nieuw-Beerta zijn bij een vergelijkbaar oogstcriterium (zaadpercentage) uitgevoerd. In de daartussenliggende perioden nam de opbrengst toe met 630, 830, 330 en 400 kg per ha per dag voor respectievelijk de proeven te Lelystad in 1990, 1991 en 1992 en voor die te Nieuw-Beerta.

Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau nam de opbrengst in het algemeen toe. De toename was het sterkst in de proeven genomen in Lelystad in 1990 en 1991. In tabel 6 zijn de opbrengsten weergegeven bij een gelijk oogstcriterium: een zaadpercentage van 16 %. Gemiddeld over alle objecten was de opbrengst 13, 14, 15 en 16 ton per ha bij de stikstofbemestingsniveaus van respectievelijk onbemest, 50 kg N per ha -N-min., 100 kg N per ha -N-min. en 150 kg N per ha -N-min.

Tabel 6. Gemiddelde opbrengst (ton per ha) bij 16% zaad in de dikste peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van AGC Cambridge (NPPL), LiphaTech Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg per ha -N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990, 1991 en 1992 en ROC Nieuw-Beerta 1991).

entstof	stikstofbemesting (kg N per ha N-min.)				
	0	50	100	150	gem.
onbehandeld	13,05	13,81	14,90	15,60	14,34
NPPL	13,18	14,35	14,95	15,45	14,48
Nitragin	12,87	13,92	14,95	16,84	14,65
LU Wageningen	12,55	13,67	15,15	15,57	14,24
LU Uppsala	12,95	13,75	14,95	15,37	14,26
gem.	12,92	13,90	14,98	15,77	14,39

LSD (0,05) = 0.83 ↔

Er waren geen betrouwbare verschillen in opbrengst tussen de gebruikte Rhizobium-entstoffen en onbehandeld bij een vergelijkbaar oogstcriterium (zaadpercentage van 16%). Er kwamen ook weinig stikstofknolletjes voor, waarschijnlijk vanwege een hoge stikstofmineralisatie. Bij een laag stikstofbemestingsniveau leek de entstof NPPL (Cambridge) gemiddeld een iets hogere opbrengst te geven dan onbehandeld en bij een hoog stikstofbemestingsniveau de entstof Nitragin (Milwaukee), maar dit was niet betrouwbaar. In elk van de vier proeven werd de opbrengst sterk verhoogd door de stikstofbemesting ($p < 0,01$). Ook was er in elk van de vier proeven een sterke invloed van de oogstdatum ($p < 0,01$). Er waren geen interacties, uitgezonderd in de proef te Lelystad in 1991 bij stikstof * oogstdatum.

Tabel 7. Relatieve opbrengst bij 16% zaad in de dikste peulen, 100% is de opbrengst bij 150 kg N per ha -N-min. (Rhizobium etc., zie tabel 6).

entstof	stikstofbemesting (kg N per ha - N-min.)			
	0	50	100	150
onbehandeld	84	89	96	100
NPPL	84	92	96	99
Nitragin	83	89	86	108
LU Wageningen	80	88	97	100
LU Uppsala	83	88	96	99

In tabel 7 is de relatieve opbrengst weergegeven, waarbij de opbrengst bij 150 kg N per ha op 100% werd. De opbrengst bij 100 kg N-Nmin per ha en 50 kg N per ha N-min. en onbemest was respectievelijk 96, 89 en 84%. Bij een iets later oogsttijdstip (18% zaad met een hoger opbrengstniveau) was dit respectievelijk 96, 82 en 76%. Kennelijk is bij een relatief laag opbrengstniveau een geringe hoeveelheid N voldoende en zijn effecten van hoge N hoeveelheden geringer.

4.1.2 Zaadpercentage

Het zaadpercentage nam toe bij een later oogsttijdstip. Bij het eerste, tweede en derde oogsttijdstip was het zaadpercentage voor de proeven te Lelystad respectievelijk 9,5, 15,7 en 22,1 in 1990; 9,5, 14,4 en 20,3 in 1991; 11,0, 15,5 en 18,6 in 1992 en voor de proef te Nieuw-Beerta 15,0, 21,1 en 32,5. (zie ook de bijlagen 5 t/m 8). Van het tweede naar het derde oogsttijdstip in de proeven te Lelystad was de stijging in zaadpercentage achtereenvolgens 1,6, 2,0 en 0,5 punt per dag. In de proef te Nieuw-Beerta was tussen het eerste en tweede oogsttijdstip de stijging in zaadpercentage 2,0 punt per dag.

Een lager zaadpercentage bij een bepaalde proefvariant duidt op een verlating. In de proeven in 1991 gaf een toename van het stikstofbemestingsniveau een lager zaadpercentage. In de proeven te Lelystad in 1990 en 1992 lieten de beproefde stikstofbemestingsniveaus een vergelijkbaar zaadpercentage zien. In 1992 verkreeg het tussenliggende niveau van 100 kg N per ha -N-min. een laag zaadpercentage bij alle

behandelingen; de oorzaak hiervan is niet duidelijk.

Bij gebruik van de beproefde Rhizobium-entstoffen was het zaadpercentage weinig of niet verschillend van dat van onbehandeld. In de proef te Lelystad in 1990 was het zaadpercentage lager indien de entstoffen Nitragin, NPPL en die van de Landbouwuniversiteit Wageningen werden gebruikt. In de proef van 1991 was het zaadpercentage lager bij gebruik van de entstoffen NPPL en van de Landbouwuniversiteit Uppsala. In de proef van 1992 was het zaadpercentage lager indien de entstoffen NPPL en die van de beide Landbouwuniversiteiten werden gebruikt. In de proef te Nieuw-Beerta was het zaadpercentage lager bij gebruik van de entstoffen NPPL en Nitragin. Zoals hierboven is vermeld zijn de opbrengsten door lineaire interpolatie gecorrigeerd naar een zaadpercentage van 16%. Daardoor konden vroegheidseffekten van de proefvarianten worden genivelleerd.

In elk van de vier proeven nam het zaadpercentage toe bij latere datum ($p < 0,01$), ook nam het zaadpercentage toe bij toename van de stikstofhoeveelheid in de beide proeven in 1991. De interactie entstof * oogstdatum was significant in de proef te Nieuw-Beerta 1991 en de interactie stikstof * oogstdatum in de proef te Lelystad in 1991.

4.1.3 *Fijnheid van de peulen*

Het onderzochte ras Masai kan zeer fijnpeulig worden genoemd. De sortering van de peulen kan in de proeven van 1990 en 1991 fijner zijn uitgevallen dan in de praktijk, vanwege meer breuk door de geringe afstellingsmogelijkheden van de stationaire proefveld-plukmachine. In 1992 is een eenrijige plukmachine gebruikt die ook in de praktijk gangbaar is bij teelt voor de verse markt.

Bij een later oogsttijdstip worden grovere peulen geoogst. Het percentage peulen groter dan 7 mm was bij de eerste, tweede en derde oogst van de proeven te Lelystad respectievelijk 29, 34 en 45 % in 1990; 29, 33 en 36 % in 1991; 21, 35 en 53 % in 1992; en voor de proef te Nieuw-Beerta 35, 40 en 47 % (zie ook bijlagen 9 t/m 12). Door oogsttijdstippen te kiezen met een vergelijkbaar oogstcriterium (een zaadpercentage van 16 %) kunnen de proeven goed met elkaar worden vergeleken. Dit betekende voor de proeven te Lelystad het tweede en derde oogsttijdstip en voor die te Nieuw-Beerta het eerste en tweede oogsttijdstip. De stijging in percentage

peulen groter dan 7 mm tussen deze tijdstippen was respectievelijk 3, 1, 3 en 2 punt per dag.

Gemiddeld over de overeenkomende tijdstippen was de sorteerverhouding van de peulen 12 % 5-6 mm, 49 % 6-7 mm, 34 % 7-8 mm en 5 % 8-9 mm. De beide proeven in 1991 toonden een hoger aandeel fijne peulen dan de andere proeven. Voor de afzonderlijke proeven was de sorteerverhouding voor genoemde oplopende maten als volgt. Voor de proeven te Lelystad was de sorteerverhouding respectievelijk 10, 51, 35 en 4 % in 1990; 18, 47, 28 en 7 % in 1991; 8, 48, 41 en 3 % in 1992; en voor de proef te Nieuw-Beerta 14, 48, 31 en 7 %. In de proeven te Lelystad in 1991 en 1992 en in die te Nieuw-Beerta is ook gesorteerd op de maat 6,5 mm. Het aandeel peulen van 6-6,5 mm was voor die proeven respectievelijk 23, 19 en 22 %.

Bij een stikstofbemestingsniveau van 100 of 150 kg N per ha -N-min. waren de peulen groter dan bij een lager stikstofbemestingsniveau. In tabel 8 is het percentage peulen groter dan 7 mm weergegeven dat bij een vergelijkbaar oogstcriterium (een zaadpercentage van 16 %) is behaald. Gemiddeld over alle objecten was het percentage peulen groter dan 7 mm 32, 33, 39 en 39 % bij de stikstofniveaus van respectievelijk onbemest, 50 kg N per ha -N-min., 100 kg N per ha -N-min. en 150 kg N per ha -N-min.

Tabel 8. Percentage peulen > 7 mm bij 16% zaad in de dikste peulen (Rhizobium etc., zie tabel 6).

entstof	stikstofbemesting (kg N per ha -N-min.)				
	0	50	100	150	gem.
onbehandeld	32	31	39	39	35
NPPL	35	34	41	39	37
Nitragin	33	34	39	42	37
LU Wageningen	29	34	39	40	36
LU Uppsala	31	31	38	38	35
gem.	32	33	39	39	36

LSD (0,05) = 1,53 ↔

Bij gebruik van de Rhizobium-entstof NPPL werden de peulen grover dan onbehandeld, met name bij onbemest en bij een stikstofbemestingsniveau van 100 kg N per ha -N-min. Bij de entstof Nitragin waren de peulen grover dan onbehandeld, met name bij 150 kg N per ha -N-min. Variantie-analyse op het percentage peulen > 7 mm in elk van de vier proeven gaf alleen significante verschillen bij het hoofdeffect Stikstof en bij het hoofdeffect Oogstdatum. De interacties waren niet significant.

4.1.4 Gewasproductie

Bij het begin van de bloei en bij de oogst zijn waarnemingen verricht ten aanzien van de gewasproductie. Dit gebeurde op basis van vers en droog gewicht van bladschijven, stelen, wortels en bij de oogst ook peulen. Het doel hiervan was om verklaringen voor opbrengstverschillen te kunnen geven. De resultaten zijn vastgelegd in de tabellen 9 t/m 12 en de bijlagen 13 t/m 16.

Tabel 9. Gewasproductie op basis van vers- en drogestof-gewicht en percentage drogestof van het bovengrondse gewas (Rhizobium etc., zie tabel 6).

proef	vers		droog		percentage	
	(ton per ha)		(ton per ha)		drogestof	
	bloei	oogst	bloei	oogst	bloei	oogst
Lelystad 1990	7,3	37,3	1,3	6,6	15,8	17,0
Lelystad 1991	5,5	30,0	1,0	-	16,9	-
Lelystad 1992	15,2	53,7	2,6	7,3	15,6	12,8
Nieuw-Beerta 1991	7,6	23,3	1,5	-	18,2	-

Tabel 10. Gewasproductie (ton per ha) op basis van vers gewicht (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	stikstofbemesting (kg N per ha - N-min.)				LSD 0,05	
		0	50	100	150		
bloei	L 1990	6,5	7,1	8,0	-	0,4	↔
	L 1991	3,3	5,5	6,6	6,4	0,5	↔
	L 1992	14,0	13,4	16,4	17,0	0,6	↔
	N 1991	6,6	-	-	8,7	-	
oogst	L 1990	35,7	36,2	39,6	-	1,8	↔
	L 1991	22,9	30,3	34,8	37,6	0,9	↔
	L 1992	50,4	48,2	57,0	59,0	1,9	↔
	N 1991	21,4	22,6	24,7	25,3	-	

Tabel 11. Gewasproductie (ton per ha) op basis van vers gewicht (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	Rhizobium-entstoffen					LSD 0,05	
		onbe- handeld	NPPL Cam- bridge	Nitragin Mil- waukee	LU Wage- ningen	LU Upp- sala		
bloei	L 1990	7,5	7,7	7,5	7,0	6,8	0,4	↔
	L 1991	5,6	5,5	5,3	5,4	5,5	0,65	↔
	L 1992	15,2	15,4	15,8	14,9	14,8	0,6	↔
	N 1991	6,6	6,5	8,1	6,6	6,4	-	
oogst	L 1990	35,9	38,1	39,7	35,7	37,0	3,1	↔
	L 1991	30,0	30,7	29,1	29,3	30,7	2,2	↔
	L 1992	54,6	53,2	52,7	52,7	54,0	2,0	↔
	N 1991	23,4	22,5	23,0	23,9	23,8	0,7	↔

Tabel 12. Gewasproductie op basis van vers gewicht; gewichtspercentage bladschijven, stelen en peulen (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd-	proef	percentage bladschijven	percentage stelen	percentage peulen
bloei	L 1990	57	43	-
	L 1991	64	36	-
	L 1992	52	48	-
	N 1991	56	44	-
oogst	L 1990	18	18	64
	L 1992	17	23	60

In de proeven in 1990 en 1991 is op meerdere tijdstippen bij de oogst de gewasproductie vastgelegd. De toename van de gewasproductie van het tweede naar het derde oogsttijdstip van de proeven te Lelystad was in 1990 en 1991 respectievelijk 740 en 700 kg per ha per dag, en van het eerste naar het tweede oogsttijdstip van de proef te Nieuw-Beerta 330 kg per ha per dag. In de navolgende tabellen wordt uitgegaan van de analyse van het gewas die op een tijdstip bij de oogst is uitgevoerd.

De gewasproductie was zeer hoog in de proef te Lelystad in 1992. Dit kwam waarschijnlijk door een ongestoorde groei bij warm weer en een goede vochtvoorziening. Bij het begin van de bloei was er in deze proef reeds gemiddeld 15 ton per ha en deze hoeveelheid nam toe tot gemiddeld 54 ton per ha bij de oogst. In de andere proeven was dit ongeveer 7 ton per ha bij het begin van de bloei en ongeveer 30 ton per ha bij de oogst. In de peulzettingfase kwam er zeer veel gewasmassa bij met name door de groei van de peulen.

Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau nam de gewasproductie toe. Dit kwam niet alleen bij het begin van de bloei tot uiting, maar ook bij de oogst. Zeer opvallend was in de proef van 1992 dat onbemeste objecten zo'n hoge gewasproductie gaven. De groei-omstandigheden waren, zoals eerder is gezegd, zeer goed te noemen. In deze proef behaalde het tussenliggende object van 50 kg N per ha -

N-min. een iets lagere gewasproduktie dan het onbemeste object; hiervoor kon geen verklaring worden gegeven.

Voor wat betreft de gebruikte Rhizobium-entstoffen waren de verschillen niet erg consistent over de proefjaren. De Rhizobium-entstof NPPL gaf in de proef te Nieuw-Beerta bij de oogst een lagere gewasproduktie dan onbehandeld. De entstof Nitragin gaf in de proef te Nieuw-Beerta bij de bloei een hogere gewasproduktie dan onbehandeld. In de proef te Lelystad in 1992 gaf deze entstof bij de bloei een hogere en bij de oogst een lagere gewasproduktie dan onbehandeld. De entstof van de Landbouw-universiteit Wageningen gaf in de proef genomen in 1990 bij de bloei een lagere gewasproduktie evenals in die van 1992 bij de oogst. De entstof afkomstig van de Landbouw-universiteit Uppsala gaf een lagere gewasproduktie bij de bloei in de proef van 1990.

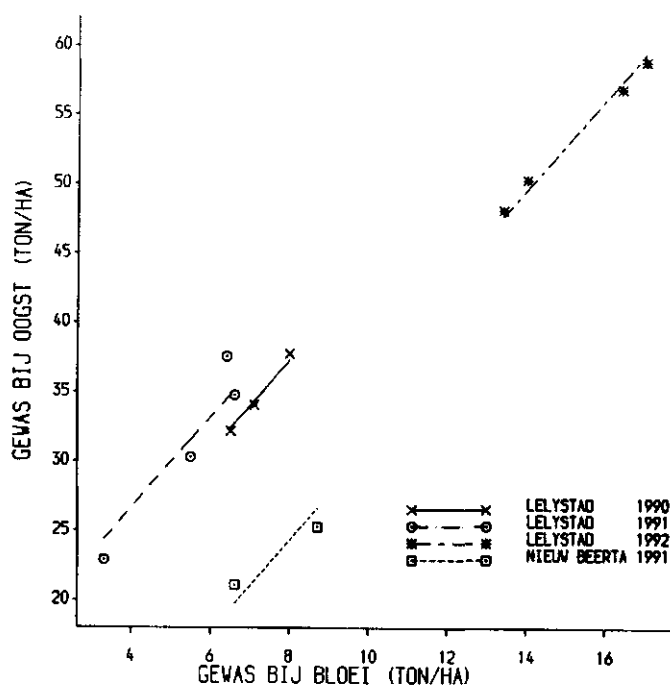
De gewasproduktie kan worden onderverdeeld in bladschijven, stelen, wortels en peulen tabel 13. Bij het begin van de bloei was er van het bovengrondse deel van de planten ongeveer 57 % bladschijven en 43 % stelen. De bloemen en bloemknoppen zijn steeds bij de stelen gevoegd. Bij de oogst werd ongeveer 18 % bladschijven, 20 % stelen en 62 % peulen gevonden. Met name de bladschijven van kiembladeren en het eerste drietallig blad zijn afgevallen waardoor er naar verhouding meer stelen achterblijven.

Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau werd bij het begin van de bloei een iets hoger gewichtspercentage bladschijven gevonden en een iets lager percentage stelen, maar de verschillen waren zeer gering. Bij de oogst waren de verschillen groter. Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau waren er naar verhouding minder bladschijven, meer stelen en minder peulen.

Bij gebruik van de beproefde entstoffen werden er geen verschillen geconstateerd ten aanzien van de gewichtsverhouding bladschijven, stelen, wortels en peulen.

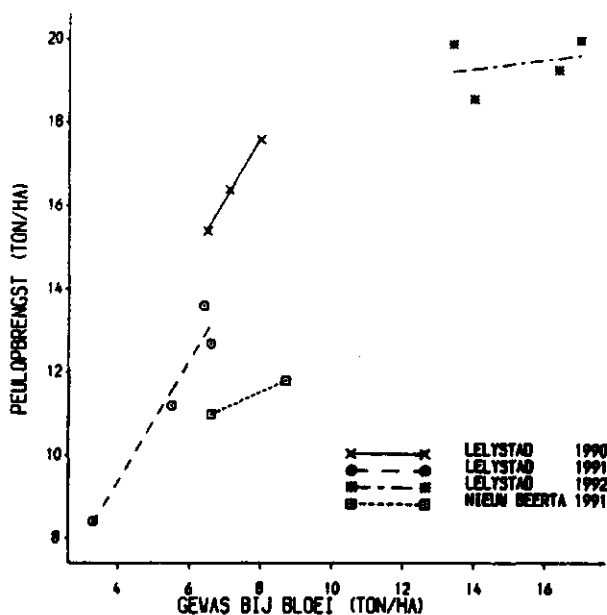
Tabel 13. Gewichtspercentage bladschijven, stelen en peulen op basis van vers gewicht (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	percentage bladschijven				percentage stelen				percentage peulen			
		kg N per ha - N-min.				kg N per ha - N-min.				kg N per ha - N-min.			
		0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
bloei	L 1990	57	57	57	-	43	43	43	-				
	L 1991	64	63	64	66	36	37	36	34				
	L 1992	51	51	53	52	49	49	47	48				
	N 1991	53	-	-	56	47	-	-	44				
oogst	L 1990	19	18	18	-	17	18	18	-	64	64	64	-
	L 1992	17	17	16	17	22	22	24	24	61	62	60	59



Afb. 3. Relatie tussen de gewasproductie bij de bloei en die bij de oogst.

In afb. 3 is de gewasproductie van de objecten met diverse stikstofbemestingsniveaus bij het begin van de bloei uitgezet tegen die bij de oogst. Er was een rechtlijnig positief verband. Een gewasproductie van 8 ton per ha bij het begin van de bloei was toegenomen tot 35 ton per ha bij de oogst. Van dezelfde objecten is ook de relatie tussen de gewasopbrengst bij het begin van de bloei uitgezet tegen de peulopbrengst (afb. 4). Bij een gewasproductie tot een niveau van 12 ton per ha bij het begin van de bloei nam de peulopbrengst nog sterk toe. Een nog hogere gewasproductie bij het begin van de bloei leverde geen hogere peulopbrengst meer op. In de proeven werd bij een gewasproductie van 8 ton per ha bij het begin van de bloei een peulopbrengst van 15 ton per ha verkregen en bij 12 à 16 ton per ha een peulopbrengst van 19 ton per ha. Een en ander betekende dat de stijging in gewasproductie in de peulzettingsfase van 12 naar 45 ton per ha en van 16 naar 55 ton per ha in beide gevallen een peulopbrengst van 19 ton per ha opleverde.



Afb. 4. Relatie tussen de gewasproductie bij de bloei en de peulopbrengst.

4.1.5 Drogestofproductie

Bij het begin van de bloei was de productie van drogestof 1 à 1,5 ton per ha; bij de proef in 1992 was dit al 2,6 ton per ha. Zoals eerder is vermeld waren in dat jaar de omstandigheden voor een ongestoorde groei ideaal. In de periode tussen het begin van de bloei en de oogst nam de drogestofproductie toe met ongeveer 5 ton per ha. Dit is ongeveer 185 kg droge stof per ha per dag. De drogestofproductie was hoger bij een toename van het stikstofbemestingsniveau. Dit viel vooral op bij de proeven te Lelystad in 1991 en 1992 (tabellen 14 t/m 17 en bijlagen 17 t/m 20).

Wat de Rhizobium-entstoffen betreft waren de verschillen niet spectaculair. De entstof Nitragin viel op door een hoge drogestofproductie bij de oogst in de proef van 1990, maar een lage drogestofproductie in die van 1992.

De hoeveelheid drogestof afkomstig van bladschijven was bij het begin van de bloei hoger dan die van de stelen. Bij de oogst was het aandeel stelen belangrijker. De drogestofproductie van de peulen was in 1990 en 1992 respectievelijk 3,6 en 3,1 ton per ha op een totale drogestofproductie van respectievelijk 6,5 en 7,2 ton per ha.

Tabel 14. Drogestofproductie (ton per ha) als gemiddelde over alle objecten bij de beproefde stikstofniveaus (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	stikstofbemesting (kg N per ha - N-min.)				LSD 0,05	
		0	50	100	150		
bloei	L 1990	1,2	1,3	1,4	-	0,1	↔
	L 1991	0,7	1,1	1,2	1,2	0,1	↔
	L 1992	2,5	2,4	2,8	2,7	0,1	↔
	N 1991	1,5	-	-	1,6	-	
oogst	L 1990	6,4	6,5	7,0	-	0,2	↔
	L 1992	6,8	6,7	7,7	8,0	0,2	↔

Tabel 15. Drogestofproductie (ton per ha) als gemiddelde over alle objecten bij de beproefde entstoffen (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	Rhizobium-entstoffen					LSD 0,05	
		onbe- handeld	NPPL Cam- bridge	Nitragin Mil- waukee	LU Wage- ningen	LU Upp- sala		
bloei	L 1990	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	0,2	↔
	L 1991	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	0,1	↔
	L 1992	2,6	2,6	2,7	2,6	2,5	0,1	↔
	N 1991	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	-	
oogst	L 1990	6,4	6,8	7,2	6,4	6,5	0,5	↔
	L 1992	7,4	7,3	7,0	7,1	7,5	0,2	↔

Tabel 16. Drogestofproduktie (ton per ha) van bladschijven, stelen, wortels, en peulen (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	drogestofproduktie (ton per ha)			
		bladschijven	stelen	wortels	peulen
bloei	L 1990	0,7	0,4	0,2	-
	L 1991	0,6	0,3	0,1	-
	L 1992	1,4	1,0	0,2	-
	N 1991	0,7	0,6	0,2	-
oogst	L 1990	1,2	1,4	0,3	3,6
	L 1992	1,4	2,3	0,4	3,1

Tabel 17. Drogestofproductie (ton per ha) van bladschijven, stelen en peulen als gemiddelde van alle objecten bij de beproefde stikstofbemestingsniveaus. (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	bladschijven				stelen				peulen			
		kg N per ha - N-min.				kg N per ha - N-min.				kg N per ha - N-min.			
		0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
bloei	L 1990	0,6	0,7	0,8	-	0,4	0,4	0,5	-	-	-	-	-
	L 1991	0,4	0,6	0,8	0,8	0,2	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-
	L 1992	1,3	1,3	1,6	1,5	0,9	0,9	1,0	1,0	-	-	-	-
	N 1991	0,7	-	-	0,8	0,6	-	-	0,6	-	-	-	-
oogst	L 1990	1,2	1,2	1,3	-	1,4	1,4	1,5	-	3,6	3,6	3,9	-
	L 1992	1,3	1,3	1,4	1,5	2,1	2,0	2,6	2,7	3,0	3,0	3,2	3,3

4.1.6 Percentage drogestof

Uit de gewas- en drogestofproductie kan het percentage drogestof worden berekend. Bij veel gewassen gaat een hoger stikstofbemestingsniveau samen met een lager percentage drogestof van het gewas. Effecten van Rhizobium-entstoffen op het percentage drogestof zouden de stikstofwerking kunnen ondersteunen.

Het percentage drogestof van het bovengrondse deel van de planten kwam bij het begin van de bloei uit op 16 à 18 %. Bij de oogst werd in de proef genomen in 1990 een hoger percentage drogestof gevonden, in die van 1992 echter een lager percentage. Bij de laatste proef hadden vooral de peulen een laag percentage drogestof (tabellen 18 t/m 21 en bijlagen 21 t/m 24).

Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau daalde het percentage drogestof. De afname was in de proef te Nieuw-Beerta het grootst en was in de andere proeven minder duidelijk. In de proef van 1992 werden lage percentages drogestof gevonden bij alle stikstofbemestingsniveaus.

Tabel 18. Percentage drogestof bij de beproefde stikstofbemestingsniveaus (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	stikstofbemesting kg N per ha - N-min.				LSD 0,05	
		0	50	100	150		
bloei	L 1990	16,1	15,9	15,7	-	0,2	↔
	L 1991	17,5	16,7	16,4	17,0	0,8	↔
	L 1992	15,9	16,2	15,6	14,9	0,2	↔
	N 1991	19,1	-	-	15,9	-	
oogst	L 1990	17,1	17,1	16,9	-	0,4	↔
	L 1992	12,8	13,0	12,7	12,8	0,2	↔

Tabel 19. Percentage drogestof bij de beproefde entstoffen (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	Rhizobium-entstoffen					LSD 0,05
		onbe- handeld	NPPL Cam- bridge	Nitragin Mil- waukee	LU Wage- ningen	LU Upp- sala	
bloei	L 1990	15,6	15,7	15,8	16,0	16,0	0,6 ↔
	L 1991	16,6	16,9	17,1	17,0	16,9	0,9 ↔
	L 1992	15,8	15,5	15,3	15,8	15,6	0,3 ↔
	N 1991	19,1	18,4	17,7	16,9	17,2	-
oogst	L 1990	17,1	17,0	17,0	17,1	16,7	1,0 ↔
	L 1992	12,8	12,9	12,6	12,8	12,9	0,2 ↔

Tabel 20. Percentage drogestof van bladschijven, stelen en peulen (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	percentage drogestof		
		bladschijven	stelen	peulen
bloei	L 1990	17,3	13,9	-
	L 1991	18,6	13,9	-
	L 1992	17,9	13,2	-
	N 1991	19,0	17,2	-
oogst	L 1990	17,9	21,7	15,4
	L 1992	15,6	18,9	9,7

Tabel 21. Percentage drogestof van bladschijven, stelen en peulen bij de beproefde stikstofniveaus (Rhizobium etc., zie tabel 6).

tijd- stip	proef	bladschijven				stelen				peulen			
		kg N per ha N-N-min.				kg N per ha N - N-min.				kg N per ha - N-min.			
		0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
bloei	L 1990	17,5	17,3	17,2	-	14,2	14,0	13,7	-				
	L 1991	19,5	18,4	18,1	18,5	14,1	13,9	13,5	14,2				
	L 1992	18,1	18,6	17,9	17,1	13,6	13,6	13,0	12,5				
	N 1991	19,0	-	-	15,8	19,2	-	-	16,0				
oogst	L 1990	17,7	18,2	18,0	-	21,7	21,7	21,6	-	15,6	15,6	15,3	-
	L 1992	15,6	15,9	15,8	14,9	18,6	18,7	19,1	19,2	9,9	10,1	9,4	9,6

De Rhizobium-entstoffen gaven geen consistent beeld te zien qua percentage drogestof. De entstof Nitragin gaf in de proef van 1992 een lager percentage drogestof dan onbehandeld. De entstoffen van de Landbouw-universiteiten Wageningen en Uppsala hadden een laag percentage drogestof ten opzichte van onbehandeld in de proef te Nieuw-Beerta bij de bloei.

Het percentage drogestof van bladschijven was bij de bloei hoger dan dat van de stelen: 17 à 19 % ten opzichte van 13 à 17 %. Bij de oogst was dit omgekeerd: 16 à 18 % bij de bladschijven en 19 à 21 % bij de stelen. Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau daalden veelal de percentages drogestof van de plant-onderdelen. In enkele gevallen was er echter gemiddeld een toename van het percentage drogestof: bij de bladschijven in de proef van 1990 en bij de stelen in de beide andere proeven te Lelystad.

4.1.7 Stikstofgehalten in bladschijven en stelen

Bij de proef genomen te Lelystad in 1991 is bij de bloei het totaal-stikstofgehalte in de drogestof van bladschijven en stelen bepaald (Evers, 1992) (bijlage 25). De bladschijven bleken meer stikstof te bevatten dan de stelen: respectievelijk 2,3 en 1,6 %. Een stikstofbemesting in het onderzochte traject van 0 tot 150 kg N per ha -N-min. gaf geen effect op het N-totaal gehalte van bladschijven. De stikstofbemestingsniveaus hadden echter wel effect op dat van de stelen: bij een hoger stikstofbemestingsniveau werd in de stelen een hoger N-totaal gehalte gevonden.

De onderzochte Rhizobium-entstoffen gaven geen betrouwbare verschillen in N-totaal gehalte van bladschijven en stelen.

4.1.8 Nitraat- en ureïdegehalte in het xyleemsap

Bij deze proef zijn bij de bloei ook waarnemingen gedaan met betrekking tot het nitraat- en allantoïnegehalte in het xyleemsap (bijlage 25). Hiermee kan een schatting worden gemaakt van het deel van de opgenomen stikstof dat door Rhizobium-bacteriën is aangemaakt. Door een grote variatie in de waarnemingsuitkomsten konden echter nauwelijks betrouwbare conclusies worden getrokken. Alleen tussen

de onbemeste en bemeste objecten was dit mogelijk. Onbemeste objecten gaven een betrouwbaar lager N-totaal gehalte in de drogestof van bladschijven en stelen, een lager nitraatgehalte in het sap, een hoger allantoïnegehalte in het sap en een hogere relatieve ureïde index dan onbemeste objecten. Gebruikmakend van de relatieve ureïde index en van een tabel met resultaten bij sojaboon (Peoples et al, 1989) is een schatting gemaakt van de procentuele stikstofbinding door Rhizobium-bacteriën. Dit zou neerkomen op 26 à 38 %. Gezien echter de zeer geringe aanwezigheid van Rhizobium-knolletjes bij begin bloei, (die 1 à 2 kg drogestof per ha bedroeg zoals later in tabel 26 te zien is), moet getwijfeld worden aan de juistheid om gebruik te mogen maken van de gegevens die bij sojaboon zijn gevonden.

4.1.9 *Gehalten en opname van stikstof, fosfaat en kali*

In de proef die genomen is te Lelystad in 1992, zijn gehalten van N, P en K bepaald van wortels, stelen, bladschijven en peulen. Bloemen en knoppen zijn bij de stelen gelaten. Bladeren en stelen die inmiddels waren afgevallen zijn niet in de analyses meegenomen. Gekozen is voor de twee extreme objecten: onbemest en bemest met 150 kg N per ha -N-min.

Uitgaande van de gevonden gehalten (tabel 22) en de drogestofproductie (tabel 14) is de opname van stikstof, fosfaat en kali berekend (tabel 23). Hierbij moet in oogen-schouw worden genomen dat de cijfers betrekking hebben op het zeer hoge produktiejaar 1992.

Tabel 22. Gehalten stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) in bladschijven, stelen, wortels, peulen en wortelknolletjes (in g per kg drogestof) bij het begin van de bloei en bij de oogst. Stikstofbestedingsniveaus 0 en 150 kg per ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1992).

element	stikstofbesteding	bloei			oogst				
		wortels	stelen	bladschijven	wortelknolletjes	wortels	stelen	bladschijven	peulen
N*	0	12	18	32	50	12	13	35	4
	150	18	26	45		9	17	36	35
P	0	2,1	3,5	3,0	3,7	2,0	2,6	3,4	2,1
	150	2,1	3,2	3,2		1,7	2,7	3,3	4,1
K	0	28,2	52,3	25,0	17,9	17,5	33,8	18,8	8,7
	150	26,9	52,6	27,7		18,3	35,3	22,5	36,5

N* = ruw eiwit/6,25.

De N-gehalten van wortels, stelen en bladschijven namen vrijwel steeds toe door een stikstofbesteding. Het N-gehalte van peulen nam zeer sterk toe (9x) onder invloed van de gegeven stikstofbesteding. In de periode tussen het begin van de bloei en de oogst namen de N-gehalten van wortels, stelen en bladschijven af, waarschijnlijk ten gunste van die van de peulen. Bij een stikstofbesteding van 150 kg N per ha -N-min. werd 3,5 % N in de drogestof van de peulen gevonden. Het N-gehalte van wortelknolletjes was zeer hoog: 5,0 % in de drogestof.

Tabel 23. Opname van stikstof (N), fosfaat (P_2O_5) en kali (K_2O) van bladschijven, stelen, wortels en peulen in kg per ha bij begin bloei en bij de oogst. Stikstofbemestingsniveaus 0 en 150 kg N per ha - N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1992).

element	stikstof- bemesting	bloei				oogst					
		wortels	stelen	bladschijven	toetaal	wortels	wortelknolletjes	stelen	bladschijven	peulen	toetaal
N	0	3	18	42	73	1,0	5	27	49	63	144
	150	4	26	67	97	0,5	4	45	54	120	223
P_2O_5	0	1	8	9	18	0,2	2	13	11	14	40
	150	1	7	11	19	0,1	2	17	11	32	62
K_2O	0	7	63	39	109	0,4	8	90	32	31	161
	150	6	63	50	119	0,2	9	115	41	150	315

Bij de bloei was de opname van stikstof door de plant 73 kg N per ha bij het onbemeste object en 97 kg N per ha bij een bemesting van 150 kg N per ha -N-min. Voor een groot deel zat dit in de bladschijven. Bij de oogst werd voor de twee stikstofbemestingsniveaus respectievelijk 144 en 223 kg N per ha in de planten gevonden. De opname in de periode van het begin van de bloei tot de oogst was respectievelijk 71 en 126 kg N per ha. Aan geoogst produkt (peulen) werd bij de betreffende stikstofniveaus respectievelijk 63 en 120 kg N per ha afgevoerd.

De P-gehalten van wortels, stelen en bladschijven werden niet of nauwelijks door de gegeven stikstofbemesting beïnvloed. Het P-gehalte van peulen verdubbelde daarentegen. In de periode tussen het begin van de bloei en de oogst nam het P-gehalte van wortels en stelen af en dat van bladschijven toe. Het P-gehalte van peulen was 0,41 % in de drogestof bij een stikstofbemesting van 150 kg N per ha -N-min. Het P-gehalte van wortelknolletjes was 0,37 %.

Bij de bloei was de opname van fosfaat 18 à 19 kg P_2O_5 per ha en bij de oogst 40 à 62 kg P_2O_5 per ha. Een hoge stikstofbemesting gaf een hoge fosfaatopname van de

peulen. Bij onbemest was de opname door de peulen 14 kg P_2O_5 per ha en een stikstofbemesting van 150 kg N per ha -N-min. 32 kg P_2O_5 per ha. Er was geen grote reactie van de stikstofbemesting op de fosfaatopname van wortels, stelen en bladschijven.

De K-gehalten van wortels, stelen en bladschijven namen iets toe onder invloed van de gegeven stikstofbemesting, uitgezonderd die van de wortels bij het begin van de bloei. Het K-gehalte van peulen werd 4x zo hoog. In de periode tussen het begin van de bloei en de oogst namen de K-gehalten van wortels, stelen en bladschijven sterk af. Het viel op dat het K-gehalte van stelen vrij hoog was. Het K-gehalte van peulen bedroeg 3,65 % in de drogestof bij een stikstofbemesting van 150 kg N per ha -N-min. Het K-gehalte van wortelknolletjes was 1,79 % in de drogestof.

De opname van kali door de planten was 109 à 119 kg K_2O per ha bij het begin van de bloei en 191 à 315 kg K_2O bij de oogst. De hoogste waarden werden gevonden bij het stikstofbemestingsniveau van 150 kg N per ha -N-min. De peulen en de stelen zorgden voor een hoge kali-opname. Voor de twee stikstofbemestingsniveaus was de kali-opname door de peulen repectievelijk 31 en 150 kg K_2O per ha.

4.1.10 Kleur van het blad

De kleur van het blad is visueel door de proefnemer beoordeeld (tabel 24). In de proef te Lelystad in 1990 is op enkele tijdstippen gedurende het groeiseizoen een cijfer gegeven, in die van 1991 rond het begin van de bloei en in die van 1992 rond het begin van de bloei en de oogst. In de proef te Nieuw-Beerta is alleen bij het begin van de bloei het gewas beoordeeld.

Tabel 24. Beoordeling van de kleur van het blad op enkele data (1 = lichtgroen; 9 = donkergroen).
Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg N per ha - N-min. (stamslaboon Masai,
PAGV Lelystad 1990, 1991 en 1992 en ROC Nieuw-Beerta 1991).

stikstof- bemesting kg N per ha N-N-min.	Lelystad 1990					L 1991	L 1992		N 1991
	2-7	11-7	1-8	13-8	27-8	17-7	7-8	31-8	2-8
0	6,3	6,0	6,5	6,1	5,5	5,2	6,6	7,6	5,2
50	7,0	6,2	6,3	5,9	5,0	7,0	6,4	7,3	5,7
100	7,0	6,4	6,6	6,7	5,5	7,7	6,1	6,4	7,2
150						7,7	8,4	6,4	7,6

Bij het hoogste stikstofbemestingsniveau van 150 kg N per ha -N-min. werd, zoals verwacht, de meest donkergroene bladkleur aangetroffen. Opvallend was dat onbemeste objecten vaak eveneens vrij donkergroene bladeren hadden. Een verklaring hiervoor kan zijn het lage niveau van de gewasproductie waardoor er geen stikstoftekorten zijn opgetreden. Bij bemestingsniveaus van 50 of 100 kg N per ha -N-min. zag het blad er darentegen soms bleek uit. Kennelijk is het gewas gestimuleerd om te groeien en daardoor is een tekort aan stikstof ontstaan.

Wat het gebruik van de beproefde Rhizobium-entstoffen betreft: ze veroorzaakten geen spectaculaire verschillen in de kleur van het blad. Met de entstof NPPL werd een donkergroene bladkleur bereikt in de proef van 1990. De entstof Nitragin gaf donkergroene bladeren in de proef te Nieuw-Beerta. De entstof van de Landbouwuniversiteit Wageningen gaf in de proef van 1990 een lichte bladkleur. De entstof van de Landbouw-universiteit Uppsala gaf donkergroene bladeren in de proef te Lelystad in 1991 en lichtgroene bladeren in die van 1992.

4.1.11 Kleur van de peulen

Op de drie oogsttijdstippen zijn de peulen van de sortering 7-8 mm visueel op kleur beoordeeld. Dit is ook gebeurd van de sortering 6-7 mm in de proef van 1990 en die van 6,5-7 mm in de proef te Lelystad van 1991 (tabel 25). Een latere oogstdatum en een grovere peulsortering gaf een lichtgroen uiterlijk van de peulen. Een hoog stik-

Tabel 25. Beoordeling van de kleur van de peulen van de sortering 7-8mm (1 = lichtgroen; 9 = donkergroen). Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg N per ha -N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad 1990, 1991 en 1992 en ROC Nieuw-Beerta 1991).

stikstofbemesting kg N per ha - N-min.	Lelystad			Nieuw-Beerta
	1990	1991	1992	1991
0	6,7	7,6	6,8	7,5
50	6,4	6,1	6,3	7,1
100	6,0	5,5	5,6	6,9
150		5,7	5,4	6,9

stofbemestingsniveau gaf eveneens lichtgroene peulen. Dit laatste zou kunnen komen door de hoge gewasproductie en daardoor de geringere instraling.

De beproefde Rhizobium-entstoffen lieten geen overtuigend beeld zien voor wat betreft de kleur van de peulen. Het gebruik van de entstof NPPL gaf donkergroene peulen in de proef van 1990. De entstof Nitragin veroorzaakte lichtgroene peulen in de proeven te Lelystad in 1991 en 1992. Bij gebruik van de entstof van de Landbouw-universiteit Wageningen waren de peulen donkergroen in de beide proeven van 1991.

4.1.12 *Kwaliteit van de peulen*

Monsters peulen van de proef van 1992 zijn in een houdbaarheidstest bewaard bij warme en vochtige omstandigheden. Er is een cijfer gegeven over het aantal rotte peulen dat door de schimmel *Botrytis cinerea* werd aangetast. Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau waren er meer rotte peulen. De Rhizobium-entstoffen Nitragin en die van de Landbouw-universiteit Wageningen gaven in deze proef meer rotte peulen dan onbehandeld.

Er was geen effect van de stikstofbemesting en van de gebruikte Rhizobium-entstoffen op het optreden van na-oogst bruinverkleuring van de peulen.

4.1.13 *Hoeveelheid wortelknolletjes*

Om de effecten van de beproefde Rhizobium-entstoffen en de stikstofbemestingsniveaus op de vorming van knolletjes na te gaan werden er wortels van de slabonen

zorgvuldig gerooid en gewassen. De knolletjes werden verzameld, gedroogd en gewogen (tabel 26).

Tabel 26. Hoeveelheid droge wortelknolletjes bij het begin van de bloei en bij de oogst (in kg per ha). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofniveaus 0, 50, 100 en 150 kg per ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990, 1991 en 1992 en ROC Nieuw-Beerta 1991)

entstof	stikstof	Lelystad 1990		Lelystad 1991		Lelystad 1992		N.Beerta 1991 bloei 2-8
		bloei 25-7	oogst 27-8	bloei 27-7	oogst 25-8	bloei 29-7	oogst 3-9	
onbehandeld	0	17	30	1	10	21	25	7
	50			1	16	23	23	
	100	4	20	0	4	0	16	
	150	1	11	0	0	0	16	0
Cambridge	0	24	51	1	12	21	23	4
	50	12	54	1	13	21	25	
	100	6	36	0	2	0	30	
	150			0	1	0	19	
Milwaukee	0	15	45	2	10	28	31	2
	50	9	30	0	10	17	19	
	100	4	27	0	1	1	21	
	150			0	0	0	14	
Wageningen	0	13	40	1	9	26	28	4
	50	7	28	1	8	25	26	
	100	2	19	0	4	2	21	
	150			0	0	0	24	
Uppsala	0	17	45	2	9	26	29	2
	50	12	52	1	1	21	25	
	100	3	39	0	2	3	26	
	150			0	0	0	18	
LSD 0,05 =				1	6	4	8	
onbehandeld	gem.			1	8	11	20	
Cambridge	gem.	14	47	1	7	11	24	
Milwaukee	gem.	9	34	1	5	12	21	
Wageningen	gem.	7	29	1	5	13	25	
Uppsala	gem.	11	46	1	5	12	24	
LSD 0,05 =				1	3	2	4	
gem.	0	17	45	1	10	24	27	
gem.	50	10	41	1	11	22	23	
gem.	100	4	30	0	3	1	22	
gem.	150			0	0	0	18	
LSD 0,05 =		4	3	1	3	2	4	
gem.	gem.	10	35	1	6	12	22	

Bij het begin van de bloei waren er 10, 1, 12 en 4 kg droge knolletjes per ha gemiddeld over de proefobjecten voor respectievelijk de proeven te Lelystad in 1990, 1991 en 1992 en die te Nieuw-Beerta in 1991. Dit was bij de oogst toegenomen tot 35, 6 en 22 kg droge knolletjes per ha voor de achtereenvolgende proeven te Lelystad. In de proef te Nieuw-Beerta was deze bepaling niet mogelijk vanwege de op dat moment droge en keiharde grond.

De stikstofbemesting had een grote invloed op de hoeveelheid wortelknolletjes. Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau daalde de hoeveelheid wortelknolletjes sterk. Bij objecten waar geen *Rhizobium*-entstof is gebruikt kwamen er relatief veel knolletjes voor. Dit duidt erop dat de *Rhizobium*-bacteriën "van nature" in deze grond voorkwamen. De beproefde *Rhizobium*-entstoffen hadden vrijwel geen invloed op de hoeveelheid wortelknolletjes. Alleen bij de proef van 1990 waren er verschillen. Bij gebruik van de entstof NPPL werd in die proef een hogere produktie van wortelknolletjes verkregen dan bij onbehandeld. De entstof van de Landbouw-Universiteit Wageningen gaf een gemiddeld lagere produktie dan onbehandeld bij het begin van de bloei. De entstof van de Landbouw-Universiteit Uppsala gaf op dat tijdstip een hogere produktie van wortelknolletjes dan onbehandeld.

4.1.14 Hoeveelheid stikstof in de grond

Bij aanvang van de teelt is de hoeveelheid stikstof in de grond bepaald en hierop is de stikstofbemesting in de proef gebaseerd. Verder is bij het begin van de bloei en bij de oogst de hoeveelheid N-min. bepaald (tabel 27). De meeste wortels zitten in de laag 0-30 cm; vandaar dat deze laag is bemonsterd. Om kosten te besparen zijn de herhalingen van een object bij elkaar gevoegd en is bij enkele proeven het aantal onderzochte objecten sterk beperkt. In de proef te Nieuw-Beerta konden door de droogte en de zware grond geen monsters bij de oogst worden gestoken.

Op onbeteelde grond daalde in de laag 0-30 cm de hoeveelheid N-min. van 112 naar 95 kg N-min. per ha in de periode vanaf het begin van de bloei tot de oogst in de proef van 1990. De daling was van 107 naar 25 kg N-min. per ha in dezelfde periode in die van 1992. Overvloedige regenval in augustus 1992 zou mede een oorzaak van de grote daling geweest kunnen zijn.

Op met slabonen beteelde, maar niet bemeste grond nam eveneens de stikstofhoe-

Tabel 27. Hoeveelheid N-mineraal in de laag 0-30 cm bij het begin van de bloei en bij de oogst (kg N-min. per ha). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofniveaus 0, 50, 100 en 150 kg per ha N-N-min. (stamsla-boon Masai, PAGV Lelystad, 1990, 1991 en 1992 en ROC Nieuw-Beerta, 1991).

ent- stof	stik- stof	Lelystad 1990		Lelystad 1991		Lelystad 1992		N.Beerta 1991
		28-7	21-8	1-8	3-9	30-7	8-9	2-8
onbeteeld		112	95	-	-	107	25	30
onbehandeld	0	38	17	21	13	20	13	
	50			20	15	13	16	
	100	40	15	76	15	31	10	
	150	37	29	100	15	82	10	134
Cambridge	0	25	16	19	18			
	50	86	28	34	13			
	100	86	44	63	16			
	150			126	16			
Milwaukee	0	28	21	18	17			
	50	77	22	35	16			
	100	120	22	46	13			
	150			142	23			
Wageningen	0	29	16	23	13			
	50	41	24	28	11			
	100	88	28	62	13			
	150			142	15			
Uppsala	0		20	30	14			
	50		22	29	13			
	100		27	61	11			
	150			138	34			
onbehandeld	gem.			54	15			
Cambridge	gem.	66	29	61	16			
Milwaukee	gem.	75	22	60	15			
Wageningen	gem.	53	23	64	13			
Uppsala	gem.		23	65	18			
gem.	0	27	18	22	15			
gem.	50	68	24	30	14			
gem.	100	98	30	62	14			
gem.	150			130	21			

veelheid af in de periode van het begin van de bloei tot de oogst. Voor de achtereenvolgende proeven te Lelystad was de afname respectievelijk van 38 naar 17, van 21 naar 13 en van 20 naar 13 kg per ha N-min. De niveaus waren zeer laag.

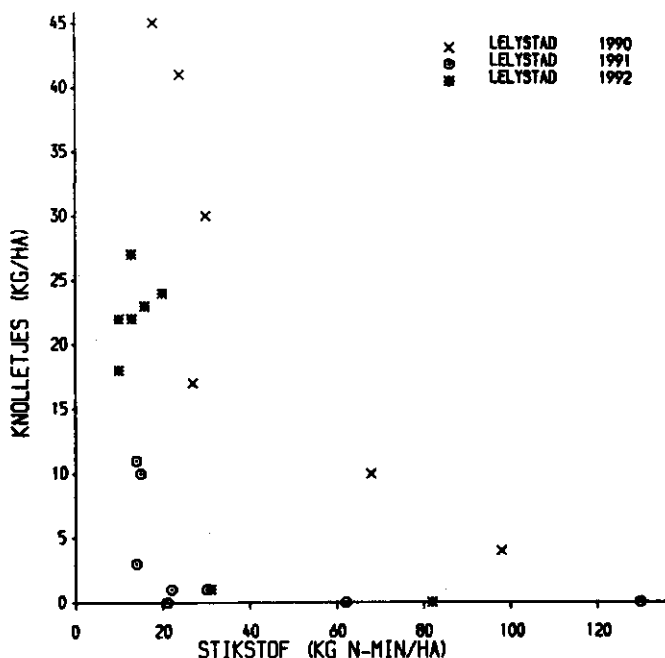
Op beteelde grond met een bemesting van 150 kg N per ha -N-min. nam in dezelfde periode van het begin van de bloei tot de oogst de hoeveelheid stikstof af van 37 naar 29, van 100 naar 15 en van 82 naar 10 kg per ha N-min. voor de opvolgende proeven te Lelystad. In de proeven van 1991 en 1992 was het niveau vrij hoog en daalde het sterk. In de proef te Nieuw-Beerta in 1991 was het niveau bij het begin van de bloei zeer hoog: 134 kg per ha N-min.

De gevonden stikstofhoeveelheden waren het hoogst bij de hoogste stikstofbemestingsniveaus met name bij het begin van de bloei. Bij de oogst waren de verschillen zeer gering. Stamslabonen lieten direct bij de oogst weinig stikstof in de grond achter (10-30 kg N-min. per ha). Op de praktijkpercelen was de hoeveelheid N-min. in de grond echter veel hoger (tabel 30).

Bij gebruik van Rhizobium-entstoffen was er meer stikstof in de grond bij het begin van de bloei. Dit was te zien in de proef van 1990 bij het stikstofbemestingsniveau van 100 kg N per ha -N-min. en in die te Lelystad in 1991 bij het niveau van 150 kg N per ha -N-min. Er waren geen consistente verschillen tussen de entstoffen voor wat betreft het achterlaten van stikstof in de grond. Bij de oogst waren de verschillen genivelleerd.

Interessant is de vraag of de hoeveelheid stikstof in de grond heeft geleid tot een afname van de hoeveelheid wortelknolletjes. Dit was inderdaad het geval. De relatie is weergegeven in afb. 5. Hierbij zijn de cijfers gebruikt die zijn verkregen bij het begin van de bloei en bij de oogst. Bij een stikstofhoeveelheid van meer dan 40 kg per ha N-min. kwamen er praktisch geen knolletjes voor. Bij minder dan 40 kg per ha N-min. varieerde de gemiddelde hoeveelheid van 0 tot 45 kg droge wortelknolletjes per ha.

In ogenschouw moet worden genomen dat de afname van de hoeveelheid stikstof in de grond en de toename van de hoeveelheid wortelknolletjes afhankelijk is van een aantal factoren zoals temperatuur, vochttoestand, etc. waardoor deze een dynamisch verloop in de tijd hebben. In de genomen proeven met twee waarnemingstijdstippen kon hieraan slechts beperkt aandacht worden besteed.



Afb. 5. Relatie tussen stikstofgehalte in de grond en de productie Rhizobium-knolletjes (kg drogestof per ha).

4.1.15 *Percentage stelen, bladeren en te kleine peulen in de bruto-opbrengst*

De proef die in Lelystad in 1992 is genomen, is met een eenrijige plukmachine geoogst. Het percentage afval in de bruto-opbrengst was 2 à 3 % en bestaat uit stelen en bladeren (tabel 28). In deze proef zijn de stelen ontdaan van soms aanhangende peulen. In de praktijk worden dergelijke trossen meestal in hun geheel verwijderd en is het percentage tarra vaak hoger. Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau nam het percentage stelen, etc iets toe. Dit komt waarschijnlijk door de hogere gewasproductie. Er was geen duidelijk effect van het oogsttijdstip.

Het percentage te kleine peulen (< 5 mm) nam af bij latere oogst van ongeveer 6 naar 3 %. Er was geen effect van het stikstofbemestingsniveau op het percentage te kleine peulen.

Er was geen effect van de gebruikte Rhizobium-entstoffen op het percentage stelen en te kleine peulen.

Tabel 28. Percentage stelen + bladeren en percentage te kleine peulen (< 5 mm) in de bruto opbrengst (oogstdata 26 augustus, 1 en 7 september). Stamslaboon Masai PAGV Lelystad 1992.

stikstof- bemesting kg N per ha -N-min.	% stelen + bladeren			% peulen < 5 mm		
	26-8	1-9	7-9	26-8	1-9	7-9
0	2,3	1,9	2,8	5,4	4,3	2,3
50	2,9	1,9	2,5	6,0	3,5	2,4
100	3,4	2,4	4,1	5,7	3,9	3,2
150	3,3	2,5	3,2	5,8	4,0	3,4
gem.	3,0	2,2	3,0	5,7	3,9	2,8

4.2 Resultaten van proeven op praktijkschaal

Bij drie telers in Oostelijk-Flevoland (De Winter, Ten Have en Dijkstra) zijn in de periode 1990-1992 zes proeven uitgevoerd. Hierbij is het gebruik van de Rhizobium-entstof NPPL vergeleken met een bemesting van 150 kg N per ha -N-min. in de laag 0-30 cm enkele weken voor het zaaien. In 1991 en 1992 was er ook een onbemest gedeelte van het perceel. De demonstratieproeven lagen in enkelvoud. Een proefperceel is op één tijdstip geoogst.

4.2.1 Opbrengst

Het opbrengstniveau van de proeven was als volgt. Bij De Winter werd 12 ton per ha geoogst in 1990 en 9 ton per ha in 1991. Bij Ten Have was het opbrengstniveau 15 ton per ha in 1990. Bij Dijkstra werd 24, 14 en 12 ton per ha geoogst voor respectievelijk de proeven in 1990, 1991 en 1992 (tabel 29).

Het tijdstip waarop de oogst plaats vond is af te leiden uit de hoogte van het zaadpercentage in de dikste peulen. Op het proefperceel van De Winter was dit ongeveer

Tabel 29. Peulopbrengst, sorteringsverhouding en gewichtspersentase zaad in de dikste peulen.
Praktijkproeven slaboos Masai (en Odessa bij de Winter in 1991), 1990, 1991, 1992).

bedrijf	perceel	kg per ha*	opbrengst ton per ha	sorteringsverhouding				zaad-% dikste peulen
				>5 mm	%5-6	%6-7	%7-8	
				mm	mm	mm	mm	
1990 De Winter	oost	70 N	11,4	18	55	26	1	35,6
	west	8 R	12,5	19	55	25	1	31,0
1990 Ten Have	west	54 N	15,9	10	23	63	4	26,8
	oost	10 r	14,9	11	31	58	0	25,7
1990 Dijkstra	noord	40 N	23,4	7	27	31	35	15,4
	zuid	10 R	24,5	11	30	34	25	14,1
1991 De Winter	noord	79 N	10,0	3	19	50	28	17,7
	midden	0	8,0	4	21	47	28	22,1
	zuid	10 R	9,4	3	18	45	34	18,9
1991 Dijkstra	noord	91 N	16,1	6	19	41	34	19,0
	midden	0	12,7	6	23	42	29	23,8
	zuid	10 R	14,4	5	19	44	32	21,1
1992 Dijkstra	zuid	48 N	11,3	2	25	55	18	14,3
	noord	0	10,9	2	22	56	20	12,9
	midden	10 R	12,3	3	25	58	14	13,9

* N = kg stikstof per ha; R = kg Rhizobium-entstof NPPL per ha.

33 en 20 % voor de achtereenvolgende proeven, op dat van Ten Have ongeveer 26 %, en op het proefperceel van Dijkstra circa 15, 21 en 14 % voor de achtereenvolgende proeven. Gezien het vrij hoge zaadpercentage is bij De Winter in 1990 en ook bij Ten Have vrij laat geoogst. Door droogte is de zaadontwikkeling vrij snel gegaan. Bij Dijkstra is in 1990 en 1992 aan de vroege kant geoogst. De oogstdatum is hier

niet uitgesteld onder andere vanwege een zich uitbreidende aantasting van *Botrytis cinerea* op de peulen.

In de drie proeven van 1990 was het zaadpercentage bij gebruik van de entstof NPPL lager dan bij bemesting van 150 kg N per ha -N-min. In de twee proeven van 1991 was het zaadpercentage bij gebruik van de entstof NPPL darentegen hoger, terwijl bij die van 1992 de zaadpercentages bij gebruik van NPPL en van 150 kg N per ha -N-min. nagenoeg overeenkwamen.

Doordat op één tijdstip is geoogst is het moeilijk om te corrigeren op vroegheid. Uit het zaadpercentage dat bereikt is bij de diverse objecten kunnen vroegheidsverschillen blijken, maar hun invloed op de opbrengst en peulsortering kan niet met zekerheid worden aangegeven.

De verschillen in opbrengst tussen de behandelingen waren niet groot. In drie proeven gaf de entstof NPPL een hogere opbrengst van 1 ton per ha: op de percelen van De Winter in 1990 en van Dijkstra in 1990 en 1992. In drie proeven werd een lagere opbrengst verkregen van 0,5, 1 en 1,5 ton per ha op de percelen van respectievelijk De Winter in 1991, Ten Have in 1990 en Dijkstra in 1992.

De peulsortering valt grof uit in de proeven op het perceel van Dijkstra door de relatief late zaaidata. Op het perceel van De Winter is in 1991 het grovere ras Odessa gebruikt. Bij gebruik van de entstof NPPL werden iets fijnere peulen geoogst dan bij bemesting van 150 kg N per ha -N-min., uitgezonderd op het perceel van De Winter in 1991.

4.2.2 Gewasproductie

Bij het begin van de bloei was het niveau van de gewasproductie op de percelen van De Winter 4 en 7,5 ton per ha respectievelijk in 1990 en 1991; op dat van Ten Have ongeveer 10 ton per ha en op die van Dijkstra 6,5 en 6 ton per ha respectievelijk in 1990 en 1991 (tabel 30). In 1992 is de gewasproductie bij de bloei niet bepaald.

Bij de oogst was de gewasproductie toegenomen tot een niveau van 22 ton per ha bij De Winter in 1990, 26 ton per ha bij Ten Have, en respectievelijk 39, 25 en 30 ton per ha bij Dijkstra in de achtereenvolgende jaren. Bij De Winter is in 1991 de gewasproductie bij de oogst niet bepaald.

Opvallend was op het perceel van Dijkstra in 1990 dat de vrij lage gewasproductie bij

Tabel 30. Gewasproductie (ton per ha) bij het begin van de bloei en bij de oogst. Hoeveelheid stikstof in de laag 0-30 cm (kg N-min. per ha). Praktijkproeven slaboön 1990, 1991, 1992).

bedrijf	perceel	kg per ha*		gewasproductie		kg N-min. per ha		
				bloei	oogst	zaai	bloei	oogst
1990 De Winter	oost	70	N	3,4	22,6	35	142	244
	west	8	R	4,2	21,1	38	57	34
1990 Ten Have	west	54	N	9,2	27,5	54	117	73
	oost	10	R	10,6	24,2	52	49	23
1990 Dijkstra	noord	40	N	6,7	39,0	54	232	35
	zuid	10	R	6,6	38,5	58	191	13
1991 De Winter	noord	79	N	8,1		71	22	145
	midden	0				71		54
	zuid	10	R	6,8		71	29	37
1991 Dijkstra	noord	91	N	5,5	26,2	59	80	28
	midden	0		5,9	24,8	59	17	20
	zuid	10	R	6,0	24,7	59	23	26
1992 Dijkstra	zuid	48	N		32,0	92		10
	noord	0			28,1	92		7
	midden	10	R			92		

*N = kg stikstof per ha; R = kg Rhizobium-entstof NPPL per ha.

het begin van de bloei (7 ton per ha) toch een fors gewas opleverde bij de oogst (39 ton per ha) met een zeer hoge opbrengst (24 ton per ha).

De effecten van de Rhizobium-entstof NPPL op de gewasproductie waren bij het begin van de bloei niet consistent bij vergelijking met een stikstofbemesting van 150 kg N per ha -N-min. Met het gebruik van NPPL was het gewas bij het begin van de bloei forser op de percelen van De Winter in 1990, Ten Have in 1990 en Dijkstra in

1991; minder fors op de percelen van De Winter in 1991 en Dijkstra in 1990. Bij de oogst werd een lagere gewasproductie geconstateerd indien NPPL werd gebruikt.

4.2.3 *Hoeveelheid wortelknolletjes*

Er kwamen wel wortelknolletjes voor op de praktijkpercelen, maar de hoeveelheid was zeer gering. In 1990 waren op de drie percelen bij de bloei soms enkele witte knolletjes zichtbaar ter grootte van speldekopjes; bij de oogst waren er vrijwel geen knolletjes bijgekomen. In 1991 was er op het perceel van De Winter slechts 0,5 tot 2 kg droge knolletjes per ha bij het begin van de bloei en dit bleef ook zo bij de oogst. De hoogste hoeveelheid werd aangetroffen op het met NPPL beënte perceelsgedeelte. Bij Dijkstra kwam in dat jaar bij de oogst op het met NPPL beënte gedeelte 4 kg droge knolletjes per ha voor. Op het onbehandelde perceelsgedeelte werden geen knolletjes aangetroffen. In 1992 was er op het perceel van Dijkstra bij de oogst 5 kg droge knolletjes per ha onafhankelijk van het stikstofbestedingsniveau en de gebruikte entstof.

4.2.4 *Hoeveelheid stikstof in de grond*

In 1990 was er bij begin bloei een extreem hoge hoeveelheid N-mineraal in de grond (tabel 30). Op het perceel van Dijkstra werd zelfs 232 kg N-min. per ha aangetroffen in de laag 0-30 cm en 144 kg N-min. per ha in de laag 30-60 cm bij hetzelfde object. De mineralisatie van de groenbemester zal hierbij zeker een rol hebben gespeeld. Bij De Winter werd op het onbemeste maar met *Rhizobium*-geënte perceelsgedeelte 57 kg N-min. per ha gevonden, bij Ten Have 49 kg N-min. per ha en bij Dijkstra 191 kg N-min. per ha. Bij het bemeste deel van het proefveld werden nog veel hogere hoeveelheden gevonden. Bij de oogst waren de hoeveelheden zeer sterk teruggelopen, uitgezonderd op het perceel van De Winter. De forse hoeveelheden die gevonden werden riepen vragen op naar de methode van onderzoek. Voor zover bekend zijn hiermee geen fouten gemaakt; de monsters zijn direct na het steken gedurende maximaal een week in een koelcel bij 3°C bewaard en koel vervoerd naar BLGG Oosterbeek en aldaar volgens voorschrift onderzocht.

In 1991 was er bij begin bloei op het perceel van De Winter 22 à 29 kg N-min. per ha in de laag 0-30 cm, bij de oogst zat er op het bemeste gedeelte maar liefst 145 kg N-

min. per ha in dezelfde laag. Op het onbemeste gedeelte werd 54 kg N-min. per ha gevonden. De zeer warme omstandigheden kunnen voor een grote stikstof-mineralisatie hebben gezorgd. Bij Dijkstra werd bij begin bloei op het bemeste gedeelte 80 kg N-min. per ha aangetroffen en op het onbemeste gedeelte slechts 17 kg N-min. per ha. Bij de oogst was dit respectievelijk 28 en 20 kg N-min. per ha.

In 1992 zat er op het proefperceel van Dijkstra bij de oogst praktisch geen stikstof meer in de grond (7 à 10 kg N-min. per ha).

4.2.5 *Rassenproef met enkele stikstofniveaus*

Op het perceel van Dijkstra is in 1991 een rassenproef in drievoud bij drie stikstofbemestingsniveaus uitgevoerd. De stikstofbemestingsniveaus waren in enkelvoud en gelijk aan die hierboven zijn beschreven.

De plantdichtheid bleek te verschillen al naar gelang het bemestingsniveau. Gemiddeld waren er voor het met 150 kg N per ha -N-min. bemeste gedeelte 30 planten per m², voor het onbemeste en onbehandelde gedeelte 24 planten per m², en voor het onbemeste met de Rhizobium-entstof NPPL behandelde gedeelte 23 planten per m². De verschillen zijn waarschijnlijk veroorzaakt door de zaai techniek die niet ideaal te noemen was.

In tabel 31 zijn de belangrijkste resultaten weergegeven. De rassen zijn gerangschikt naar fijnheid van de peulen zoals ze in deze proef naar voren kwamen. Op het bemeste en onbemeste gedeelte van het proefveld kwamen praktisch geen knolletjes voor. Op het met de Rhizobium-entstof NPPL behandelde gedeelte werden bij de oogst 0 à 6 kg droge knolletjes per ha gevonden, afhankelijk van het ras. Het ras Cantare verkreeg 6 kg droge knolletjes per ha, gevolgd door het ras Masai met 4 kg per ha. De gevonden hoeveelheden geven aanleiding tot de veronderstelling dat er binnen het Westeuropese rassensortiment geen rasverschillen zijn in stikstofbinding. Op het bemeste veld kwamen de meeste door *Botrytis cinerea* aangetaste peulen voor. In een week tijd, van 26 september tot 3 oktober, nam het aantal rotte peulen sterk toe. Het ras Niki viel op door een hoge Botrytis-aantasting in vergelijking tot de andere rassen, weliswaar bij een relatief hoog plantgetal. De rassen Linera, Masai, 89-RS-1234 en Odessa hadden weinig rotte peulen.

Tabel 31. Resultaten van proeven met 12 rassen bij drie stikstofbemestingsniveaus, 10 R = 10 kg Rhizobium-entstof NPPL per ha, 0 = onbemest en 91 N = 91 kg N per ha. Gemiddeld gewicht (g) per peul, productie droge wortelknolletjes in kg per ha, aantal rotte peulen per m² op 26 september en 3 oktober, aantal peulen per plant en aantal-percentages rotte peulen op 26 september en 3 oktober (praktijkproef stamslaboon bij Dijkstra, 1991).

ras	gram per peul	wortel knol- letjes kg per ha	aantal rotte peulen per m ²						aantal peulen per plant	aantal % rotte peulen	
			26 september		3 oktober					26-9	3-10
			10R	91N	10R	0	91N				
								10R			
Nun 9271	6,1	3	5,1	2,2	8,4	7,6	8,9	12	1,5	2,4	
89RS1234	5,5	0	0,2	0,7	3,1	2,4	3,8	21	0,1	0,7	
Swing	5,5	1	4,2	4,0	15,1	8,9	11,6	9	1,4	4,8	
Cantare	5,2	6	2,0	4,4	13,3	8,7	12,2	14	0,5	3,2	
Linera	5,2	2	2,9	0,7	7,3	6,0	7,1	16	0,6	1,4	
Lasso	4,8	3	6,9	5,8	15,1	15,6	13,1	17	1,5	3,4	
Astrel	4,5	3	3,8	3,3	9,8	8,0	7,6	17	0,9	2,3	
Trian	4,5	3	6,0	5,3	15,6	13,1	9,3	12	1,6	4,1	
Odessa	4,4	2	2,4	2,4	5,8	5,6	4,9	16	0,6	1,4	
Pluto	4,2	1	4,7	3,1	14,4	12,2	15,6	17	0,9	3,0	
Masai	3,9	4	1,8	0,4	6,2	2,3	3,6	15	0,4	1,4	
Niki	3,6	3	20,9	15,6	80,9	57,8	50,9	13	4,3	17,1	

4.2.6 Oogstresultaten van de praktijkproef met diverse entstoffen

In 1992 is een proef aangelegd met het ras Masai bij teler Dijkstra waarbij de Rhizobium-entstoffen NPPL en HiStick (afkomstig van AGC), Nitragin (afkomstig van LiphaTech), entstof van de Landbouw-Universiteiten Wageningen en Uppsala en entstoffen van de S & G Seeds met elkaar zijn vergeleken. De toepassingsmethodiek was iets anders dan bij de vorige proeven; hier is namelijk de entstof vlak voor het zaaien in de zaaibunker toegevoegd aan het zaad.

Tabel 32. Opbrengst, sorteringsverhouding van de peulen, gewichtspercentage zaad in de dikste peulen, kleur van de peulen (1 = lichtgroen, 9 = donkergroen) en gewasopbrengst van enkele Rhizobium-entstoffen waarbij het zaad wel of niet behandeld is met Aatifon (thiram + dichlofention). (Praktijkproef stamslaboon Masai bij Dijkstra, 1992).

ent- stof	her- komst	behan- deld zaad	opbr. ton per ha	sorteerverhouding (%)				zaad per- centage	kleur peulen	gewas ton per ha
				5-6 mm	6-7 mm	7-8 mm	8-9 mm			
onbehandeld		ja	11,4	3	30	50	17	14,9	6,5	27,5
NPPL	AGC	ja	11,0	3	26	52	18	14,3	6	25,4
HiStick	AGC	ja	11,7	3	26	52	19	13,7	6,5	27,3
Nitragin	Liphatech	ja	11,3	3	28	52	18	13,9	6	24,1
LU	Wageningen	ja	11,6	3	30	53	14	14,6	6,5	26,8
LU	Uppsala	ja	10,9	3	25	53	19	15,8	7	29,2
	S&G Seeds	ja	11,7	4	37	49	10	14,8	7	30,3
	S&G Seeds	nee	11,2	4	34	50	12	12,5	6	26,8
onbehandeld		nee	11,6	3	29	51	16	13,1	7	29,2
gem.			11,4	3	29	51	17	14,1		27,4

In tabel 32 zijn resultaten vermeld van de opbrengst, sorteringsverhouding van de peulen, gewichtspercentage zaad in de dikste peulen, kleur van de peulen en gewasopbrengst. In deze proef kwamen geen grote verschillen naar voren. Het object met de entstof van de Landbouw-Universiteit Uppsala kwam uit op een lagere peulopbrengst dan onbehandeld. Bovendien was het zaadpercentage hiervan hoog, wat wijst op een relatief late oogst van dit object. Het opbrengstniveau van de peulen lag op 11,5 ton per ha. De sorteringsverhouding van de peulen was 3 % 5-6 mm, 29 % 6-7 mm, 51 % 7-8 mm en 17 % 8-9 mm. Het gewichtspercentage zaad was gemiddeld 14,1 %. De gewasproductie bij de oogst was gemiddeld 27,4 ton per ha.

Opvallend was dat een zaadbehandeling met Aatifon (thiram + dichlofention) bij een gelijk zaadpercentage van 14 % naar schatting een lagere peulopbrengst, fijnere peulen en minder gewasopbrengst gaf in vergelijking tot onbehandeld zaad. Dit kwam zowel naar voren bij de Rhizobium-toepassing van de S & G Seeds als bij

zaad dat niet met *Rhizobium*-entstof is behandeld. Opvallend was verder dat het achterwege laten van een Aatifon-zaadbehandeling geen uitval van planten ten gevolge van de bonevlieg teweeg bracht.

4.3 Resultaten laboratorium proef met betrekking tot indrogen entstof

Het oorspronkelijke vochtgehalte van de *Rhizobium*-entstof NPPL van 21,6 % daalde na indrogen gedurende 0, 30, 60 en 90 minuten bij 22°C respectievelijk met 2,3, 7,3, 5,8 en 11,3 punten.

Het aantal bacteriekolonies bij de 4e verdunning was na 2 dagen voor de behandelingen respectievelijk 42, 53, 46 en 42; en na 5 dagen respectievelijk 52, 61, 53 en 58. Het aantal bacteriekolonies bij de 5e verdunning was na 2 dagen voor de behandelingen respectievelijk 3, 4, 4 en 4; en na 5 dagen respectievelijk 6, 6, 6 en 6.

Het indrogen van granulaat-entstof NPPL bleek geen negatieve invloed te hebben op de kolonievorming van *Rhizobium phaseoli* op voedingsbodem. Voor alle indrooggradaties kan worden opgemerkt dat de structuur van het granulaat aanzienlijk was verbeterd. Ze plakten niet meer en vormden geen kluitjes.

Na omrekening bleken er 5×10^7 kolonievormende eenheden (c.f.u.) per gram granulaat aanwezig te zijn.

4.4 Resultaten laboratorium proef met betrekking tot gevoeligheid voor fungiciden

De middelen koperoxychloride (niet toegelaten), iprodion (niet toegelaten) en thiram hadden bij de beproefde concentraties van 1,5, 15 en 150 ppm geen invloed op de kolonievorming van *Rhizobium* (tabel 33).

De middelen captan, trichloronaat en mancozeb (niet toegelaten) bleken bij 150 ppm een negatieve invloed te hebben op de kolonievorming van *Rhizobium phaseoli* op

Tabel 33. Aantal Rhizobium-kolonies na 6 dagen bij 22°C bij verschillende concentraties van fungiciden (laboratoriumproef, stamslaboon Minidor, AHOF Leeuwarden, 1991).

fungicide	1,5 ppm	15 ppm	150 ppm
onbehandeld	-	-	-
koperoxychloride*	46	44	43
iprodion*	43	44	45
thiram	45	42	41
captan*	46	44	34
trichloronaat*	46	42	33
mancozeb*	43	38	13

* = niet toegelaten middel.

voedingsbodem. Alleen thiram heeft een toelating op stamslabonen (situatie 1993).

4.5 Resultaten kasproef met betrekking tot fungiciden/insecticiden

De onbehandelde planten bleven lichtgroen en klein ten opzichte van de behandeling met thiram of Aatifon (thiram + dichlofention). Bij de behandeling met trichloronaat (niet toegelaten) bleven de planten klein, maar de bladeren bleven daarentegen langer groen. Dit middel is niet toegelaten. Tussen de rassen Minidor en Masai waren geen verschillende reacties ten aanzien van de Aatifon-behandeling op de ontwikkeling van de plant en de kleur van het blad.

De drogestofopbrengst van onbehandelde planten bleef ver achter op die van de behandelingen; dit kwam tot uiting in de productie van bladeren+stengels, wortels en wortelknolletjes (tabel 34). Tussen de behandelingen zat geen verschil ten aanzien van de productie van bladeren+stengels, wortels en de totale plant. Bij de productie van peulen was het onbehandelde object gelijk aan de behandelde objecten, uitgezonderd die bij trichloronaat (niet toegelaten) die hoger scoorde. De laatst genoemde behandeling leverde een hoge opbrengst bij een gemiddeld relatief lage

Tabel 34. Drogestofopbrengsten van bladeren en stelen, wortels, knollen, peulen. Aantal peulen per plant (kasproef met zaadbehandelingen bij teelt in een voedingsoplossing, stamslaboon Minidor en Masai, AHOF Leeuwarden, 1991).

behandeling	ras	drogestof-opbrengst (mg per plant)					aantal peulen per plant
		blad en stelen	wortel	knollen	peulen	totaal	
onbehandeld	Minidor	544 a	168 a	75 a	178 b	965 a	2,5 ab
trichloronaat*	Minidor	845 ab	209 ab	132 b	311 a	1497 b	2,5 ab
thiram	Minidor	1206 b	255 bc	110 ab	155 b	1725 b	1,5 a
Aatifon	Minidor	1093 b	254 b	148 b	178 b	1672 b	2,5 ab
Aatifon	Masai	944 ab	269 c	106 ab	195 b	1514 b	3,0 b

LSD 0,05 = eenzelfde letter betekent: niet-significant.

* = niet toegelaten middel.

produktie aan bladeren+stengels en wortels, maar bij een hoge produktie aan wortelknolletjes. Uit deze proef bleken er geen verschillen tussen de rassen Minidor en Masai ten aanzien van de waargenomen eigenschappen.

Geconcludeerd kan worden dat een zaadbehandeling met respectievelijk trichloronaat (niet toegelaten), thiram en Aatifon een positieve invloed hadden op de nodulatie en de opbrengst hadden. De peulopbrengst was bij gebruik van trichloronaat (niet toegelaten) lager dan bij thiram Aatifon.

4.6 Resultaten kasproeven met betrekking tot stikstof- en fosfaathoeveelheden

In twee kas proeven werd ervaring opgedaan met substraatteelt van slaboon om te zien of op eenvoudige wijze veel Rhizobium-stammen getoetst kunnen worden zonder storende invloed van de rijkdom aan stikstof die veldproeven soms bieden. In beide proeven werden stikstof- en fosfaatiniveaus aangelegd, in de tweede proef

was bovendien het gebruik van de entstof NPPL een proefvariant. Gebleken is dat de N en P niveaus in de eerste proef te hoog waren. In de tweede proef werden duidelijke effecten van stikstof en de entstof NPPL gevonden. Het P-niveau had een minder grote invloed. Gebleken is dat deze proefmethode gebruikt zou kunnen worden voor het testen van entstoffen.

4.6.1 Proef in Lelystad

Kleur van het blad en ontwikkeling planten

Spoedig na het uitplanten werden veel planten geel. De symptomen deden denken aan stikstofgebrek, maar er was slechts een geringe reactie van de aangelegde stikstoftrappen. Er was wel een grote reactie van de aangelegde fosfaathoeveelheden. Na een herhaald toepassen van de stikstofhoeveelheden (variant B) werd 2 weken later opnieuw een indruk vastgelegd over de kleur van het blad. Bij de lage stikstof- en fosfaathoeveelheden kwam de meest donkergroene kleur naar voren. Enkele bladeren begonnen met een scherp aftekenende tussennerfchlorose te vertonen. Opvallend was, dat dit voorkwam bij één of twee bladeren van een overigens zeer donkergroene plant.

De planten vertoonden niet alleen op kleur, maar ook ten aanzien van ontwikkeling een duidelijke negatieve reactie van fosfaat. Hoe meer fosfaat in de voedingsoplossing hoe kleiner de planten. Bij de stikstofhoeveelheden was er een negatieve reactie bij variant A. Hoe meer stikstof hoe kleiner de planten. Bij variant B werd geen duidelijk verschil gevonden.

Drogestofproductie

Bij de lage fosfaatsniveaus en ook bij lage stikstofniveaus kwamen de hoogste drogestofproducties voor, zowel ten aanzien van het gewas als van de peulen. Bij de stikstofvariant A was er een afname van de productie bij een toename van de stikstofhoeveelheid. Bij variant B was dit niet zo duidelijk: er waren hoge waarden bij de tweede en de vijfde stikstofhoeveelheid (tabel 35).

Wortels en wortelknolletjes

Bij de lage fosfaathoeveelheden en hoge stikstofhoeveelheden kwamen de meeste

Tabel 35. Hoeveelheid drogestof aan blad en stelen en peulen (mg per plant) op 15 november bij de oogst. Variant A: de stikstofhoeveelheden bij het starten van de proef gegeven, variant B: de stikstofhoeveelheden ook bij het begin van de bloei gegeven (kasproef met P -en N-hoeveelheden bij teelt in voedingsoplossingen, stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990.)

K ₂ HPO ₄ g per 500 ml	KH ₂ PO ₄ g per 500 ml	KNO ₃ g per 500 ml	A blad en stelen	A peulen	A totaal	B blad en stelen	B peulen	B totaal
0,18	0,06	0,04	789	341	1130	429	285	714
		0,08	749	216	965	989	531	1520
		0,12	511	284	795	286	313	599
		0,16	338	146	484	431	313	744
		0,20	185	4	189	338	481	819
0,36	0,12	0,04	319	115	434	106	5	111
		0,08	491	33	524	250	141	392
		0,12	159	45	204	210	159	369
		0,16	311	39	350	374	26	400
		0,20	74	9	83	518	154	671
0,72	0,24	0,04	79	5	84	36	0	36
		0,08	49	0	49	96	31	127
		0,12	281	85	366	44	0	44
		0,16	251	114	365	47	0	47
		0,20	221	99	320	139	81	220
LSD 0,05 =		36	21	51	36	21	51	
gem.	gem.	0,04	395	154	549	190	97	287
		0,08	430	83	513	445	235	680
		0,12	317	138	455	180	157	337
		0,16	300	100	400	284	113	397
		0,20	160	37	197	331	239	570
LSD 0,05 =		21	12	30	21	12	30	
0,18	0,06	gem.	514	198	713	495	384	879
0,36	0,12	gem.	271	48	319	292	97	389
0,72	0,24	gem.	176	60	237	72	22	95
LSD 0,05 =			17	10	23	17	10	23
gem.	gem.	gem.	320	102	423	286	168	454

wortels voor. Er was geen verschil tussen de stikstofvarianten A en B.

Bij de lage fosfaathoeveelheden kwamen de meeste wortelknolletjes voor; bij het

hoogste fosfaatk niveau werden praktisch geen knolletjes aangetroffen. Er was geen duidelijk effect van stikstofniveaus.

4.6.2 *Proef te Leeuwarden*

Kleur van het blad en ontwikkeling van de planten

De fosfaat- en stikstofniveaus zijn verlaagd ten opzichte van de vorige proef. Het gedeelte van de proef dat beënt was met NPPL Rhizobium-bacteriën gaf donkerder bladeren in vergelijking tot niet beënt. Tot half april (14 dagen na het begin van de bloei) was de kleur van het blad donkerder groen bij toename van de fosfaat- en stikstofhoeveelheid in de voedingsoplossing. Daarna werd de bladkleur bij de hoge stikstofniveaus lichtgroen, echter alleen bij het met Rhizobium behandelde planten.

Bij het laagste fosfaatk niveau werd een iets donkerder groene bladkleur aangetroffen dan bij het hoogste fosfaatk niveau.

De ontwikkeling van de planten liep voor een deel analoog aan de kleur van de bladeren. Planten die met Rhizobium waren behandeld waren forser ontwikkeld dan onbehandelde planten. Bij een toename van het stikstofniveau nam de plantontwikkeling ook toe zowel bij behandelde als bij onbehandelde planten. Bij behandelde planten was dit enkele weken voor de oogst niet zo sterk meer.

Drogestofproductie

De drogestofproductie van bladeren en stengels bleek bij planten die met Rhizobium waren behandeld veel hoger te zijn dan die bij onbehandelde planten (tabel 36). Zowel bij behandelde als bij onbehandelde planten nam de productie toe als het stikstofniveau en het fosfaatk niveau hoger was.

De productie van wortels was bij behandelde en onbehandelde planten gemiddeld gelijk. Bij een hoog stikstofniveau nam de wortelproductie toe, echter bij niet beënte planten in veel sterkere mate dan behandelde planten. Er was geen duidelijk effect van het fosfaatk niveau op de hoeveelheid wortels.

De productie van wortelknolletjes was het hoogst bij planten die met Rhizobium waren behandeld. Indien geen stikstof in de voedingsoplossing aanwezig was werden er veel wortelknolletjes gevormd. Er was geen duidelijk effect van het fosfaat-

Tabel 36. Drogestofproductie van bladeren en stelen, peulen, wortels en wortelknolletjes (mg per plant) op bij de oogst op 7 mei (kasproef met P- en N-hoeveelheden bij teelt in voedingsoplossing, met en zonder toepassing van Rhizobium-entstof NPPL, stamslaboon Minidor, AHOF Leeuwarden, 1991).

K ₂ HPO ₄	KH ₂ PO ₄	KNO ₃	met entstof NPPL					zonder entstof NPPL				
g per 500 ml	g per 500 ml	g per 500 ml	blad + stelen	peu- len	wortels	knol	totaal	blad + stelen	peu- len	wortels	knol	totaal
0,06	0,02	0,000	1010	309	208	152	1679	213	110	153	9	484
		0,033	914	223	242	62	1440	350	169	238	0	756
		0,066	1545	96	281	105	2028	350	160	230	0	739
		0,100	1253	44	291	57	1644	521	154	285	1	961
0,12	0,04	0,000	873	194	194	150	1410	193	61	174	0	427
		0,033	790	178	214	56	1238	198	95	203	0	495
		0,066	1011	133	220	74	1438	380	206	278	0	864
		0,100	1449	76	267	60	1851	688	128	368	0	1183
0,18	0,06	0,000	895	128	167	99	1345	223	23	205	0	395
		0,033	1120	193	316	82	1639	245	141	240	3	700
		0,066	1342	54	376	112	1758	250	181	254	0	811
		0,100	1694	49	606	92	2100	265	136	275	0	1018
LSD 0,05=			346	60	84	26	342					
gem.	gem.	0,000	926	210	208	134	1478	191	65	177	3	435
		0,033	941	198	233	67	1439	288	135	227	1	650
		0,066	1300	94	250	97	1741	369	183	254	0	805
		0,100	1465	56	274	70	1865	605	139	309	0	1054
LSD 0,05=			200	34	49	15	198					
0,06	0,02	gem.	1180	168	255	94	1698	358	148	226	3	735
0,12	0,04	gem.	1031	145	223	85	1484	364	123	255	0	742
0,18	0,06	gem.	1263	106	246	96	1710	367	120	243	1	731
LSD 0,05=			173	30	42	13	172					
gem.	gem.	gem.	1158	140	242	92	1631	363	130	242	1	736

niveau op de hoeveelheid wortelknolletjes.

Een Rhizobium-behandeling met NPPL gaf een hogere opbrengst dan onbehandeld. Het viel op bij beënte planten dat een toename van het stikstofniveau zorgde voor een afname van de peulopbrengst, terwijl dit bij niet beënte planten net andersom lag. Bij een hoog fosfaatsniveau nam de peulopbrengst af.

5. DISCUSSIE

De rol van *Rhizobium*-bacteriën in de stikstofleverantie aan de plant is afhankelijk van de rijkdom van de grond aan stikstof (afb. 5). Dit is in overeenstemming met wat door vele onderzoekers wordt gevonden. Uit dit onderzoek bleek dat alleen wanneer de hoeveelheid N-min. daalt tot beneden 40 kg N-min. per ha *Rhizobium*-bacteriën een rol kunnen gaan spelen. Tevens bleek dat de grond in de proeven vrij rijk was aan stikstof, zodat daardoor de groei van de bacteriën werd belemmerd. De entstof van *Rhizobium*-bacteriën was ruim aanwezig, de zaadbehandeling met Aatifon (thiram + dichlofention) bracht geen schade toe, de pH was gunstig en de knolletjes werden niet aangevreten door de larve van de bladrandkever. Deze factoren kunnen dus geen verstoring hebben gevormd.

Het effect van *Rhizobium*-bacteriën is te vergelijken met een stikstofbemesting. Indien er voldoende werking is voor het begin van de bloei zal dit leiden tot een betere gewasontwikkeling met meer bloemen per plant, wat een opbrengstverhoging tot gevolg kan hebben. Het effect van *Rhizobium*-bacteriën in de bloeiperiode op de opbrengst is afhankelijk van de gewasontwikkeling op het tijdstip van het begin van de bloei. Bij een matige gewasontwikkeling zal er door een stikstofbemesting cq *Rhizobium*-bacteriën geen opbrengstverhoging optreden; het aantal peulen per plant is al beperkt. Bij een goede gewasontwikkeling zal de opbrengst kunnen worden verhoogd. Bij een te forse gewasontwikkeling zal de opbrengst niet meer toenemen; het grote aantal peulen beconcurrereert elkaar te sterk waardoor er weinig peulen een marktbaar grootte bereiken (afb. 4).

In de periode na het begin van de bloei (peulzettingsfase) neemt de gewasproductie zeer sterk toe en heeft de plant een grote behoefte aan onder andere stikstof. Een tekort aan stikstof kan worden aangevuld met goed werkende *Rhizobium*-bacteriën, maar het is de vraag of dit niet dan al niet te laat is.

Toetsing van diverse enstoffen zonder verstoring door stikstofmineralisatie/uitspoeling zou gemakkelijk in de kas op watercultuur kunnen worden uitgevoerd. Het onderhavige onderzoek heeft dit echter niet uitgediept.

6. CONCLUSIE

6.1 Rhizobium

Indien de hoeveelheid stikstof tijdens het groeiseizoen hoger is dan 40 kg N-min. per ha in de laag 0-30 cm is er praktisch geen sprake van vorming van wortelknolletjes. Ook door gebruik te maken van Rhizobium-entstoffen zoals NPPL, Nitragin, of de entstof van de Landbouw-Universiteit te Wageningen of die te Uppsala in de vorm van granulaat of als zaadbehandeling bij het zaaien, werd de hoeveelheid wortelknolletjes niet hoger.

Bij een lagere hoeveelheid stikstof dan 40 kg N-min. per ha werden in de grond aanwezige bacteriën geactiveerd om te groeien. Rhizobium-entstof NPPL of Nitragin verhoogde in dat geval de hoeveelheid wortelknolletjes. Een geringe stikstofhoeveelheid in de grond deed zich vooral voor in de peulzettingsfase.

Het effect van de Rhizobium-entstof op de peulopbrengst kan geschat worden op maximaal 50 kg N per ha. Deze hoeveelheid is voor Nederlandse omstandigheden te weinig voor een geslaagde teelt zonder aanvullende stikstofbemesting.

Het iets vochtige Rhizobium granulaat NPPL kan zonder bezwaar iets worden ingedroogd om een betere verstrooibaarheid te verkrijgen.

Er bleek geen nadeling effect van een zaadbehandeling met Aatifon (thiram + dichlofention) op de vitaliteit van de entstof NPPL.

Toetsing van Rhizobium-stammen kan ook worden uitgevoerd in een kas met behulp van substraatteelt.

Er bleken geen rasverschillen ten aanzien van de stikstofbinding door de beproefde Rhizobium-stammen.

6.2 Stikstofbemestingsniveau

Het stikstofbemestingsadvies van 150 kg N per ha -N-min. kan blijven gehandhaafd. De opbrengst bij een gift van 100-N-min., 50-N-min. en onbemest was respectievelijk 96, 89 en 84%. Een toename van het stikstofbemestingsniveau gaf grovere peulen. Het effect van de verschillende stikstofbemestingsniveaus op de vroegheid was gering. De planten begonnen op dezelfde datum hun eerste bloemen te openen. In beide proeven van 1991 gaf een toename van het stikstofniveau een lager zaadpercentage in de dikste peulen.

De gewasproductie nam toe bij een hoger stikstofbemestingsniveau.

De kleur van de bladeren was afhankelijk van het stikstofbemestingsniveau. Bij een laag én een hoog bemestingsniveau waren de bladeren veelal donkergroen en in het tussenliggende niveau lichtgroen.

De peulen waren lichtgroen bij een hoog bemestingsniveau met een hoge gewasproductie.

De opname van stikstof was 223 kg N per ha in het hoge productiejaar 1992 bij een stikstofbemesting volgens het advies van 150 kg N per ha - N-min. terwijl aan peulen 120 kg N per ha werd afgevoerd. Voor fosfaat was dit respectievelijk 62 en 32 kg P_2O_5 per ha en voor kali 315 en 150 kg K_2O per ha.

Bij een toename van het stikstofbemestingsniveau werden in een proef meer rotte peulen aangetast door de schimmel *Botrytis cinerea*. De keuze van het ras speelde een grote rol.

7. HERKOMST BEPROEFDE RHIZOBIUM-ENTSTOFFEN

1 AGC c/o Soils & Agronomy Department,

Rothamsted Experimental Station Harpenden, Herts AL5 2 JQ (UK).

De entstof NPPL is een granulaat dat bij het zaaien meegezaaid kan worden met behulp van een granulaatstrooier. De aanbevolen dosering is 10 kg per ha. De formulering Hi Stick is een poeder dat in de zaaibak kan worden gestrooid en aan het zaad kleeft. De aanbevolen dosering hiervan is 3 gram per kg zaad.

2 LiphaTech, Inc.

3101 West Custer Avenue, Milwaukee, Wisconsin 53209 (USA).

De entstof Nitragin is poedervormig en kan in de zaaibak worden gestrooid vlak voor het zaaien. De dosering is 4 gram per kg zaad.

3 Rhizobium Entcentrum, Laboratorium voor Microbiologie, Landbouwniversiteit. H. van Suchtelenweg 4, 6703 CT Wageningen.

De geleverde entstof was op basis van gezeefde potgrond dat vochtig aanvoelde. Het kan voor het zaaien in de zaaibak worden gestrooid en gemengd met zaad.

4 Sveriges Lantbruks Universitet

Baljväxt-Laboratoriet

Box 7025, 75007 Uppsala, Zweden

De geleverde entstof was op basis van gezeefde potgrond dat vochtig aanvoelde en in de zaaibak kan worden gestrooid en gemengd met zaad.

5 S & G Seeds

Postbus 26

1600 AA Enkhuizen

8. GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Arias, Rolfo and Day, 1987.

In: (UK) Rothamsted Report for 1987, part 1:100

Catt J.A., 1989

In: (UK) IACR Report for 1989:29

Curley R.L. and J.C. Burton, 1975. Compatibility of *Rhizobium japonicum* with chemical seed protectants. *Agronomy Journal*, 67:807-808

Dekker, P.H.M., 1978. Stikstofbemesting en stikstofbijbemesting bij stamslabonen. *Bedrijfsontwikkeling* 9, 5: 455-458.

Delver, P. 1952. Bemestingsproeven met stamslabonen. *Mededelingen Directeur van de Tuinbouw, 's Gravenhage*, 15, 9: 785-852

FAO, 1984. Legume Inoculants and their use. FAO, Rome. 62 p.

Hardarson G. and S.K.A. Danso, 1993. Methods for measuring biological nitrogen fixation in grain legumes. *Plant and Soil* 152: 19-23

Herridge, D.F. 1984. Effects of nitrate and plant development on the abundance of nitrogenous solutes in rootbleeding and vacuum-extracted exudates of soyabean. *Crop Science* 25, 173-179.

Herridge, D.F., R.J. Roughley and J. Brockwell, 1984. Effects of rhizobia and soil nitrate on the establishment and functioning of the soyabean symbiosis in the field. *Austr. Journ. of Agric. Res.* 35, 149-161.

Hirsch P.R., M. Jones, J.R. Spokes and E. Weaver, 1988. Monitoring genetically manipulated bacteria in the field. (UK) IACR Report 1988:106.

Karanja, N.K., P.G. Mugane and G. Njango, 1982. Effects of seeddressing pesticides on nodulation and yield of beans (*Phaseolus vulgaris*) annual report 1982, Kenya Agric. Res. Inst. Nairobi, 1986, p. 90-92.

Kremer, R.J. and H.L. Peterson, 1982. Effect of inoculant carrier on survival of *Rhizobium* on inoculated seed. *Soil Science* 134 (2): 117-125.

Ledgard, S.F. and M.B. Peoples, 1988. In: Wilson, J.R. ed. *Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems*. Wallingford (UK). C.A.B. International, 351-367

Lie, T.A., 1964. Nodulation of leguminous plants as affected by root secretions and red light. LEB funds, Veenman ed., Wageningen, 89 p.

Martinez, E. and R. Palacios, 1984. Is it necessary to improve nitrogen fixation of bean in agricultural fields in Mexico? In: *Advances in Nitrogen Fixation Research*. C. Veeger, W.E. Newton (ed). Proc. of the Intern. Symp. on Nitrogen Fixation, Noordwijkerhout, The Netherlands, August 28-Sept 3 1983, p. 60.

Muller, S., P.A.A. Pereira and P. Martin, 1993. Effect of different levels of mineral nitrogen on nodulation and N_2 fixation of two cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant and Soil* 152: 139-143.

Neuvel, J.J. en H.W.G. Floot, 1990. Invloed van stikstof- en vochtvoorziening op de opbrengst, sortering en kwaliteit van stamslabonen. In: PAGV Lelystad, Jaarboek 1989/1990, publikatie 54: 235-240.

Neuvel, J.J. en H. Floot, 1992. Sperzieboon: door entstof kan stikstofgift omlaag. *Groenten en Fruit*, 2:18-19.

Neuvel, J.J. en H. Floot, 1992. Knolletjes als groeimiddel, bacteriële stikstof in slabonen spaart kunstmest. *Boerderij/Akkerbouw* 77, 7:17.

Norhayati, M., S. Mohd Noor, K. Chong, A.W. Faizah, D.F. Herridge, M.B. Peoples and F.J. Bergersen, 1988. Adaptation of methods for evaluation N_2 fixation in food legumes and legumes cover crops. *Plant and Soil*, 108: 143-150.

Patel, G.Z., P.C. Lodha, I.S. Patel, 1985. Compatibility of seed dressing fungicides with *Rhizobium* sp. and their effect on nodulation, nodule weight and yield of green gram (*Vigna radiata*, Wilc) in field condition. *Pesticides*, august 1985: 40-41.

Pereira, P.A.A., and F.A. Bliss, 1987. Nitrogen fixation and plant growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at different levels of phosphorus availability. *Plant and Soil* 104: 79-84.

Pereira, P.A.A., and F.A. Bliss, 1989. Selection of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for N_2 fixation at different levels of available phosphorus under field and environmentally-controlled conditions. *Plant and Soil*: 115: 75-82.

Peoples, M.B., A.W. Faizah, B. Rerkasem and D.F. Herridge, 1989. Methods for evaluating nitrogen fixation nodulated legumes in the field. Austr. Centre for Intern. Agric. Res., Canberra, Monograph no. 11, 76 p.

Pijnenborg J.W.M., T.A. Lie and A.J.B. Zehnder, 1990. Nodulation of lucerne (*Medicago sativa* L.) in an acid soil: pH dynamics in the rhizosphere of seedlings growing in rhizotrons. *Plant and Soil* 126: 161-168.

Postma, J., 1989. Distribution and population dynamics of *Rhizobium* sp. introduced into soil. Landbouwwuniversiteit Wageningen, 119 p.

Ramos M.L.G. and W.Q. Ribeiro, 1993. Effect of fungicides on survival of *Rhizobium* on seeds and the nodulation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)
Plant and Soil 152: 145-150.

Rerkasem, B., K. Rerkasem, M.B. Peoples, D.F. Herridge and F.J. Bergersen, 1988. Measurement of N₂ fixation in maize-rice-bean intercrops. *Plant and Soil*, 108: 125-135.

Rolfo, Grace and Hepper, 1987.

In: (UK) Rothamsted Report for 1987, part 1: 97

Saraswathi, S., A.G.R. Reddy and B.G. Singh, 1988. Effect of seed treatment with fungicides and *Rhizobium* spp on seed germination, nodulation, growth, dry matter, nitrogen content and yield in greengram. *Journ. of Res. APAU* 16 1: 14-22 (also in CAB 8910).

Singh S. and S.K. Srivastava, 1984. Interaction of various fungicides and *Rhizobium* cultures in relation to nodulation and yield of soybean (*Glycine max*). *Agric. Sci. Digest, Indis* 4 4: 191-192.

Spokes, Hirsch, Latham and White, 1987

In: (UK) Rothamsted Report for 1987, part 1:98.

Stovold G.E. and J. Evens, 1980. Fungicide seed dressings: their effects on emergence of soybean and nodulation of pea and soybean. *Austr. Journ. Exp. Agric. Husb.* 20:497-503.

Tsai, S.M., R. Bonetti, S.M. Albala, R. Rossetto, 1993. Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels. *Plant and Soil* 152:131-138.

Tu, C.M., 1982. Effects of some pesticides on *Rhizobium japonicum* and the seed germination and pathogens of soybean. *Chemosphere*, Vol 11, no 10: 1027-1033.

Vincent L., 1970. A manual for the practical study of the root-nodule bacteria. *Int. Biol. Programme*, London. Blackwell (ed), Oxford and Edinburgh. 164 p.

Wacek T, 1991. Urbana Laboratories acquires Rhizobia program. *Seed World* 129 11: 47-49.

Welty L.E., L.S. Prestbye, J.A. Hall, D.E. Mathre and R.L. Ditterline, 1988. Effect of fungicide seed treatment and Rhizobium inoculation and chickpea production. *Applied Agric. Res.* 3 1: 17-20

Williams, Day and Jeavons, 1987
In: (UK) Rothamsted Report for 1987 part 1:99.

Williams, 1989. Legumes inoculants and inoculant technology
In: (UK) IACR Report for 1988:55.

Bijlage 1. Netto-opbrengst (ton/ha peulen >5 mm) Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990).

entstof	stikstof	opbrengst (ton per ha)				bij 16% zaad
		O ₁ 13-8	O ₂ 16-8	O ₃ 20-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	
onbehandeld	0	12,9	15,0	17,0	15,0	15,0
	100	14,6	17,2	17,3	16,4	16,8
	150	15,7	17,2	20,2	17,7	16,9
Cambridge	0	13,5	15,7	14,9	14,7	15,5
	50	14,5	16,5	19,0	16,6	17,2
	100	14,3	17,4	19,0	16,9	17,4
Milwaukee	0	12,7	16,0	16,7	15,1	16,2
	50	12,4	16,6	17,1	15,4	16,7
	100	14,8	16,1	19,4	16,8	17,3
Wageningen	0	12,3	14,2	15,4	14,0	14,4
	50	12,1	14,1	16,6	14,3	14,0
	100	13,0	16,4	18,1	15,8	16,6
Uppsala	0	11,9	14,5	15,9	14,1	14,6
	50	12,8	15,2	16,3	14,7	15,0
	100	13,8	16,1	18,6	16,2	15,7
Cambridge	0-50-100	14,1	16,5	17,6	16,1	
Milwaukee	0-50-100	13,3	16,2	17,7	15,8	
Wageningen	0-50-100	12,4	14,9	16,7	14,7	
Uppsala	0-50-100	12,8	15,3	16,9	15,0	
LSD 0,05 =					0,7	
gem.	0	12,6	15,1	15,7	14,5	
gem.	50	12,9	15,6	17,2	15,3	
gem.	100	14,0	16,5	18,8	16,4	
LSD 0,05 =					0,7	
onbehandeld	0-100	13,8	16,1	17,2	15,7	
Cambridge	0-100	13,9	16,6	17,0	15,8	
Milwaukee	0-100	13,8	16,0	18,0	16,0	
Wageningen	0-100	12,6	15,3	16,8	14,9	
Uppsala	0-100	12,8	15,3	17,2	15,1	
LSD 0,05 =					1,0	
gem.	gem.	13,4	15,9	17,4	15,6	

Bijlage 2. Netto-opbrengst (ton/ha peulen >5mm). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (slaboon, Masai, PAGV Lelystad, 1991).

entstof	stikstof	opbrengst (ton per ha)				bij 16% zaad
		O ₁ 16-8	O ₂ 20-8	O ₃ 23-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	
onbehandeld	0	6,3	8,0	8,6	7,6	7,8
	50	7,4	9,8	12,2	9,8	9,6
	100	7,6	10,9	13,8	10,8	12,4
	150	8,7	13,0	15,7	12,5	14,9
Cambridge	0	6,2	8,8	9,4	8,1	8,8
	50	7,4	10,0	12,5	10,0	10,9
	100	8,3	11,3	13,7	11,1	11,9
	150	8,4	11,7	14,8	11,6	14,0
Milwaukee	0	5,8	7,4	9,6	7,6	7,7
	50	7,2	10,3	12,9	10,1	10,8
	100	7,9	11,7	13,5	11,0	12,5
	150	8,3	10,8	16,4	11,8	15,9
Wageningen	0	5,6	6,7	9,1	7,1	6,5
	50	6,7	10,8	11,8	9,8	11,0
	100	7,2	11,7	13,6	10,8	12,5
	150	8,3	10,8	15,1	11,4	13,2
Uppsala	0	5,9	6,9	9,9	7,5	6,9
	50	8,1	9,2	12,4	9,9	9,9
	100	8,2	12,3	14,2	11,6	13,7
	150	8,5	12,7	15,3	12,2	14,5
LSD 0,05					1,2	
onbehandeld	gem.	7,5	10,4	12,6	10,2	
Cambridge	gem.	7,6	10,4	12,6	10,2	
Milwaukee	gem.	7,3	10,1	13,1	10,1	
Wageningen	gem.	6,9	10,0	12,4	9,8	
Uppsala	gem.	7,7	10,3	13,0	10,3	
LSD 0,05					0,7	
gem.	0	5,9	7,6	9,3	7,6	
gem.	50	7,3	10,0	12,4	9,9	
gem.	100	7,8	11,6	13,8	11,1	
gem.	150	8,4	11,8	15,5	11,9	
LSD 0,05					0,5	
gem.	gem.	7,4	10,2	12,7	10,1	

Bijlage 3. Netto-opbrengst (ton/ha peulen >5 mm). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1992).

ent-stof	stik-stof	opbrengst (ton per ha)				bij 16% zaad
		O ₁ 26-8	O ₂ 1-9	O ₃ 7-9	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	
onbehandeld	0	17,6	17,9	19,4	18,3	18,2
	50	17,7	19,3	20,2	19,0	19,3
	100	18,5	17,9	20,7	19,0	19,3
	150	19,7	19,0	20,6	19,8	19,1
Cambridge	0	16,1	18,6	18,1	17,6	18,4
	50	17,5	19,0	19,9	18,8	19,0
	100	17,8	19,0	19,8	18,9	19,4
	150	18,6	18,8	21,0	19,5	19,1
Milwaukee	0	18,2	18,5	18,3	18,3	18,4
	50	17,4	18,5	21,6	19,2	18,4
	100	17,1	18,9	18,7	18,2	18,8
	150	17,5	20,3	20,9	19,6	10,5
Wageningen	0	17,6	18,9	20,4	19,0	19,1
	50	17,4	19,5	21,3	19,4	18,9
	100	18,5	18,5	21,7	19,5	20,0
	150	19,3	20,3	21,1	20,2	20,4
Uppsala	0	17,9	19,2	16,4	17,8	18,9
	50	17,2	19,5	20,3	19,0	19,0
	100	17,7	19,1	18,8	18,5	19,0
	150	18,4	20,0	17,7	18,7	18,8
LSD 0,05					1,4	
onbehandeld	gem.	18,4	18,5	20,2	19,0	
Cambridge	gem.	17,5	18,8	19,7	18,7	
Milwaukee	gem.	17,5	19,1	19,9	18,8	
Wageningen	gem.	18,2	19,3	21,1	19,5	
Uppsala	gem.	17,8	19,4	18,3	18,5	
LSD 0,05					0,7	
gem.	0	17,5	18,5	18,7	18,2	
gem.	50	17,5	19,2	20,6	19,1	
gem.	100	18,0	18,5	20,1	18,9	
gem.	150	18,9	19,6	20,3	19,6	
LSD 0,05					0,6	
gem.	gem.	18,0	18,9	19,9	18,9	

Bijlage 4. Netto-opbrengst (ton/ha peulen >5 mm). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, ROC Nieuw-Beerta, 1991).

entstof	stikstof	opbrengst (ton per ha)				bij 16% zaad
		O ₁ 19-8	O ₂ 22-8	O ₃ 26-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	
onbehandeld	0	11,4	12,3	11,5	11,7	11,2
	50	10,5	11,5	11,3	11,1	10,8
	100	10,4	12,4	13,7	12,0	11,1
	150	11,3	13,2	12,6	12,4	11,5
Cambridge	0	10,4	10,7	10,6	10,5	10,0
	50	10,0	10,9	10,7	10,5	10,3
	100	10,4	11,9	12,7	11,7	11,1
	150	10,0	11,1	12,3	11,1	10,7
Milwaukee	0	9,3	10,2	10,3	9,9	9,2
	50	9,5	10,1	12,0	10,5	9,8
	100	10,8	12,9	12,9	12,2	11,2
	150	10,9	13,0	13,6	12,5	11,3
Wageningen	0	10,7	11,5	11,9	11,4	10,2
	50	10,6	11,1	12,5	11,4	10,8
	100	11,2	12,2	12,3	11,9	11,5
	150	11,7	12,6	12,8	12,4	11,9
Uppsala	0	11,3	11,8	10,7	11,3	11,4
	50	10,9	11,7	12,3	11,6	11,1
	100	11,4	13,1	12,9	12,5	11,4
	150	11,0	13,5	11,9	12,1	11,6
LSD 0,05					1,2	
onbehandeld	gem.	10,9	12,3	12,1	11,8	
Cambridge	gem.	10,2	11,1	11,6	11,0	
Milwaukee	gem.	10,1	11,5	12,2	11,3	
Wageningen	gem.	11,1	11,9	12,3	11,8	
Uppsala	gem.	11,2	12,5	11,9	11,9	
LSD 0,05 =					0,7	
gem.	0	10,6	11,3	11,0	11,0	
gem.	50	10,3	11,1	11,7	11,0	
gem.	100	10,9	12,5	12,8	12,0	
gem.	150	11,0	12,7	12,6	12,1	
LSD 0,05 =					0,5	
gem.	gem.	10,7	11,9	12,0	11,5	

Bijlage 5. Gewichtspercentage zaad in de dikste peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990).

entstof	stikstof	zaadpercentage			O ₁ O ₂ O ₃ gem.	O ₂ O ₃ gem.
		O ₁ 13-8	O ₂ 16-8	O ₃ 20-8		
onbehandeld	0	10,3	15,9	22,6	16,3	19,3
	100	9,3	17,1	24,4	16,9	20,8
	150	9,6	17,7	22,0	16,4	19,8
Cambridge	0	9,3	16,5	20,5	15,4	18,5
	50	9,4	13,8	21,4	14,9	17,6
	100	10,0	16,1	21,8	16,0	18,9
Milwaukee	0	9,3	15,1	22,4	15,6	18,7
	50	8,9	12,7	21,5	14,4	17,1
	100	8,3	13,5	20,8	14,2	17,1
Wageningen	0	8,9	15,5	22,0	15,5	18,8
	50	10,4	16,2	23,0	16,7	19,8
	100	9,2	15,7	21,4	15,4	18,5
Uppsala	0	9,6	15,7	21,8	15,7	18,8
	50	10,9	16,5	22,5	16,6	19,5
	100	9,4	17,5	23,1	16,6	20,3
LSD 0,05 =					2,4	
Cambridge	0-50-100	9,6	15,5	21,2	15,4	18,3
Milwaukee	0-50-100	8,8	13,8	21,5	14,7	17,7
Wageningen	0-50-100	9,5	15,8	22,1	15,9	19,0
Uppsala	0-50-100	10,0	16,6	22,5	16,3	19,5
LSD 0,05 =					1,4	
gem.	0	9,3	15,7	21,7	15,5	18,7
gem.	50	9,9	14,8	22,1	15,6	18,5
gem.	100	9,2	15,7	21,7	15,6	18,7
LSD 0,05 =					1,1	
onbehandeld	0-100	9,8	16,5	23,5	16,6	20,0
Cambridge	0-100	9,7	16,3	21,1	15,7	18,7
Milwaukee	0-100	8,8	14,3	21,6	14,9	17,9
Wageningen	0-100	9,1	15,6	21,7	15,5	18,6
Uppsala	0-100	9,5	16,6	22,4	16,2	19,5
LSD 0,05 =					1,8	
gem.	gem.	9,5	15,7	22,1	15,8	18,9

Bijlage 6. Gewichtspercentage zaad in de dikste peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (slaboon Masai, PAGV Lelystad, 1991).

entstof	stikstof	zaadpercentage				
		O ₁ 16-8	O ₂ 20-8	O ₃ 23-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	O ₂ O ₃ gem.
onbehandeld	0	10,7	16,8	23,5	17,0	20,1
	50	9,7	16,4	23,3	16,4	19,8
	100	8,8	13,4	18,3	13,5	15,8
	150	9,4	13,1	17,2	13,3	15,3
Cambridge	0	9,5	16,1	22,3	16,0	19,2
	50	9,8	13,3	21,2	14,8	17,2
	100	8,6	13,1	17,8	13,1	15,4
	150	9,2	12,4	17,2	13,0	14,8
Milwaukee	0	9,9	15,4	25,6	17,0	20,5
	50	9,0	14,6	22,0	15,2	18,3
	100	8,8	13,7	18,7	13,7	16,2
	150	10,3	14,1	16,5	13,6	15,3
Wageningen	0	10,1	17,3	24,8	17,4	21,0
	50	10,6	15,4	21,3	15,7	18,3
	100	10,0	13,4	19,6	14,3	16,5
	150	8,5	13,4	18,1	13,3	15,7
Uppsala	0	10,3	15,9	23,0	16,4	19,5
	50	9,4	14,4	21,7	15,2	18,1
	100	9,1	13,1	17,3	13,1	15,2
	150	9,1	12,9	17,3	13,1	15,1
LSD 0,05					1,4	
onbehandeld	gem.	9,6	15,0	20,6	15,1	17,8
Cambridge	gem.	9,3	13,7	19,6	14,2	16,7
Milwaukee	gem.	9,5	14,5	20,7	14,9	17,6
Wageningen	gem.	9,8	14,9	20,9	15,2	17,9
Uppsala	gem.	9,5	14,1	19,8	14,5	16,9
LSD 0,05					1,1	
gem.	0	10,1	16,3	23,8	16,8	20,1
gem.	50	9,7	14,8	21,9	15,5	18,4
gem.	100	9,1	13,3	18,3	13,6	15,8
gem.	150	9,3	13,2	17,3	13,3	15,2
LSD 0,05					0,5	
gem.	gem.	9,5	14,4	20,3	14,8	17,4

Bijlage 7. Gewichtspercentage zaad in de dikste peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1992).

ent-stof	stik-stof	zaadpercentage				
		O ₁ 26-8	O ₂ 1-9	O ₃ 7-9	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	O ₂ O ₃ gem.
onbehandeld	0	11,4	15,1	19,5	15,3	17,3
	50	11,1	16,0	19,2	15,4	17,5
	100	10,7	14,4	17,7	14,2	16,0
	150	10,4	15,9	17,9	14,7	16,9
Cambridge	0	11,6	14,2	20,2	15,4	17,2
	50	11,5	16,0	19,9	15,8	17,9
	100	10,7	14,9	17,0	14,2	15,9
	150	12,1	15,7	19,2	15,7	17,4
Milwaukee	0	10,9	16,3	17,4	14,9	16,8
	50	10,5	16,1	18,2	14,9	17,2
	100	10,0	14,8	17,6	14,1	16,2
	150	10,3	15,4	18,7	14,8	17,0
Wageningen	0	12,0	15,6	19,1	15,5	17,3
	50	11,2	14,8	19,9	15,3	17,4
	100	11,6	15,0	17,2	14,6	16,1
	150	10,8	15,5	19,9	15,4	17,7
Uppsala	0	11,2	15,7	20,1	15,7	17,9
	50	10,7	17,3	18,9	15,7	18,1
	100	10,9	14,8	18,1	14,6	16,5
	150	11,6	16,3	17,3	15,1	16,8
LSD 0,05					1,5	
onbehandeld	gem.	10,9	15,3	18,5	14,9	16,9
Cambridge	gem.	11,5	15,2	19,1	15,2	17,1
Milwaukee	gem.	10,4	15,7	17,9	14,7	16,8
Wageningen	gem.	11,4	15,2	19,0	15,2	17,1
Uppsala	gem.	11,1	16,0	18,6	15,3	17,3
LSD 0,05					0,8	
gem.	0	11,4	15,3	19,3	15,3	17,3
gem.	50	11,0	16,0	19,2	15,4	17,6
gem.	100	10,8	14,7	17,5	14,3	16,1
gem.	150	10,9	15,8	18,5	15,1	17,1
LSD 0,05 =					0,7	
gem.	gem.	11,0	15,5	18,6	15,0	17,0

Bijlage 8. Gewichtspercentage zaad in de dikste peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbestedingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (slaboon, ROC Nieuw-Beerta, 1991).

entstof	stikstof	zaadpercentage				
		O ₁ 19-8	O ₂ 22-8	O ₃ 26-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	O ₁ O ₂ gem.
onbehandeld	0	16,7	24,2	35,9	25,6	20,4
	50	15,0	22,7	31,4	23,0	18,9
	100	12,6	20,2	33,3	22,0	16,4
	150	15,3	20,7	32,1	22,7	18,0
Cambridge	0	18,6	23,4	32,1	24,7	21,0
	50	13,7	20,5	26,9	20,4	17,1
	100	13,9	18,2	26,5	19,5	16,0
	150	13,1	17,9	28,5	19,8	15,5
Milwaukee	0	16,2	20,9	37,9	25,0	18,6
	50	13,8	18,9	31,7	21,5	16,3
	100	14,8	20,7	32,5	22,7	17,8
	150	14,3	19,4	30,5	21,4	16,9
Wageningen	0	17,2	22,4	38,1	25,9	19,8
	50	15,6	19,6	31,6	22,2	17,6
	100	13,8	20,9	35,5	23,4	17,4
	150	14,8	22,9	34,1	24,0	18,9
Uppsala	0	14,7	23,8	33,8	24,1	19,3
	50	14,6	21,9	32,2	22,9	18,2
	100	16,0	23,8	33,9	24,6	19,9
	150	14,8	19,7	32,0	22,2	17,3
LSD 0,05					2,7	
Onbehandeld	gem.	14,9	22,0	33,2	23,3	18,4
Cambridge	gem.	14,8	20,0	28,5	21,1	17,4
Milwaukee	gem.	14,8	20,0	33,2	22,6	17,4
Wageningen	gem.	15,3	21,4	34,8	23,9	18,4
Uppsala	gem.	15,0	22,3	33,0	23,4	18,7
LSD 0,05					1,6	
gem.	0	16,7	22,9	35,6	25,1	19,8
gem.	50	14,5	20,7	20,8	22,0	17,6
gem.	100	14,2	20,8	32,4	22,4	17,5
gem.	150	14,5	20,1	31,5	22,0	17,3
LSD 0,05 =					1,1	
gem.	gem.	15,0	21,1	32,5	22,9	18,1

Bijlage 9. Percentage peulen in de sortering >7 mm. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990).

ent- stof	stik- stof	percentage >7 mm				bij 16% zaad
		O ₁ 13-8	O ₂ 16-8	O ₃ 20-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	
onbehandeld	0	25,3	32,3	41,0	32,9	32,5
	100	31,8	38,7	50,9	40,5	37,8
	150	37,1	41,4	54,6	44,4	40,5
Cambridge	0	26,1	34,7	36,9	32,6	34,1
	50	30,3	33,3	45,4	36,4	36,8
	100	33,0	40,9	49,7	41,2	40,8
Milwaukee	0	25,0	32,8	38,7	32,2	33,5
	50	25,6	34,0	41,4	33,7	36,8
	100	29,6	35,0	47,0	37,2	39,1
Wageningen	0	23,7	28,8	42,7	31,7	29,9
	50	28,9	30,9	39,9	33,2	30,7
	100	34,0	35,4	47,3	38,9	36,0
Uppsala	0	27,3	30,3	41,6	33,1	30,9
	50	27,6	29,8	42,3	33,2	29,6
	100	33,0	37,2	49,4	39,9	36,4
LSD 0,05					3,8	
Cambridge	0-50-100	29,8	36,3	44,0	36,7	
Milwaukee	0-50-100	26,7	33,9	42,3	34,3	
Wageningen	0-50-100	28,9	31,7	43,3	34,6	
Uppsala	0-50-100	29,3	32,4	44,4	35,4	
LSD 0,05					2,2	
gem.	0	25,5	31,7	40,0	32,4	
gem.	50	28,1	32,0	42,2	34,1	
gem.	100	32,4	37,1	48,3	39,3	
LSD 0,05					1,7	
onbehandeld	0-100	28,6	35,5	46,0	36,7	
Cambridge	0-100	29,6	37,8	43,3	36,9	
Milwaukee	0-100	27,3	33,9	42,8	34,7	
Wageningen	0-100	28,8	32,1	45,0	35,3	
Uppsala	0-100	30,2	33,7	45,5	36,5	
LSD 0,05					3,3	
gem.	gem.	29,2	34,4	44,6	36,1	

Bijlage 10. Gewichtspercentage peulen in de sortering > 7 mm. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbestedingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (slaboon Masai, PAGV Lelystad, 1991).

entstof	stikstof	percentage > 7 mm				bij 16% zaad
		O ₁ 16-8	O ₂ 20-8	O ₃ 23-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	
onbehandeld	0	26,0	29,3	30,3	28,5	28,9
	50	26,1	31,6	31,4	29,7	31,3
	100	32,2	34,6	36,1	34,3	35,4
	150	32,7	38,0	40,2	37,0	39,6
Cambridge	0	24,0	31,5	35,4	30,3	31,4
	50	26,6	29,6	30,5	28,9	29,9
	100	32,9	33,7	38,3	35,0	35,4
	150	32,9	36,2	38,4	35,8	37,9
Milwaukee	0	24,7	28,9	32,9	28,8	29,1
	50	26,4	31,0	31,7	29,7	31,2
	100	31,1	36,6	36,8	34,8	36,7
	150	36,5	36,8	41,0	38,1	40,1
Wageningen	0	21,6	25,8	32,6	26,7	25,0
	50	26,2	30,6	33,4	30,1	30,9
	100	30,0	35,7	39,0	34,9	37,1
	150	33,4	36,3	39,8	36,5	38,3
Uppsala	0	24,3	25,5	33,6	27,8	25,6
	50	25,3	31,2	33,4	30,0	31,7
	100	30,4	32,7	36,1	33,1	35,1
	150	34,6	36,5	40,6	37,2	39,4
LSD 0,05					4,0	
onbehandeld	gem.	29,3	33,4	34,5	32,4	
Cambridge	gem.	29,1	32,7	35,6	32,5	
Milwaukee	gem.	29,7	33,3	35,6	32,9	
Wageningen	gem.	27,8	32,1	36,2	32,0	
Uppsala	gem.	28,7	31,5	35,9	32,0	
LSD 0,05					2,7	
gem.	0	24,1	28,2	33,0	28,4	
gem.	50	26,1	30,8	32,1	29,7	
gem.	100	31,3	34,6	37,3	33,4	
gem.	150	34,0	36,7	40,0	36,9	
LSD 0,05					1,6	
gem.	gem.	28,9	32,6	35,6	32,4	

Bijlage 11. Percentage peulen in de sortering >7 mm. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1992).

ent-stof	stik-stof	percentage > 7 mm				bij 16% zaad
		O ₁ 26-8	O ₂ 1-9	O ₃ 7-9	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	
onbehandeld	0	18,6	32,5	53,0	34,7	36,7
	50	18,5	34,5	53,6	35,5	34,5
	100	17,8	33,2	53,2	34,7	42,9
	150	23,6	35,6	53,9	37,7	35,8
Cambridge	0	20,3	33,0	54,3	35,9	39,4
	50	18,4	35,1	55,0	36,2	35,1
	100	18,4	33,2	55,9	35,8	44,5
	150	25,1	37,2	56,6	39,6	38,6
Milwaukee	0	20,1	35,6	53,3	36,4	34,7
	50	17,2	33,3	54,3	34,9	33,1
	100	20,6	34,8	50,1	35,2	41,4
	150	24,9	36,1	54,0	38,4	39,4
Wageningen	0	19,8	30,9	53,1	34,6	33,4
	50	20,1	35,3	53,6	36,3	38,9
	100	23,2	34,6	50,5	36,1	42,4
	150	26,7	35,6	52,3	38,2	37,5
Uppsala	0	18,4	35,1	49,9	34,5	36,1
	50	16,6	36,4	51,8	34,9	32,5
	100	19,6	34,4	49,8	34,6	40,0
	150	25,1	37,1	53,1	38,4	36,3
LSD 0,05 =					3,0	
onbehandeld	gem.	19,6	33,9	53,4	35,7	
Cambridge	gem.	20,5	34,6	55,4	36,9	
Milwaukee	gem.	20,7	35,0	52,9	36,2	
Wageningen	gem.	22,4	34,1	52,4	36,3	
Uppsala	gem.	19,9	35,7	51,2	35,6	
LSD 0,05 =					1,5	
gem.	0	19,3	33,3	52,8	35,1	
gem.	50	18,2	34,8	53,7	35,6	
gem.	100	19,6	33,9	52,1	35,2	
gem.	150	24,8	36,2	54,0	38,3	
LSD 0,05 =					1,4	
gem.	gem.	20,5	34,6	53,1	36,1	

Bijlage 12. Gewichtspercentage peulen in de sortering > 7 mm. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, ROC Nieuw-Beerta, 1991).

entstof	stikstof	percentage > 7 mm				bij 16% zaad
		O ₁ 19-8	O ₂ 22-8	O ₃ 26-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	
onbehandeld	0	29,9	35,3	39,6	34,9	29,5
	50	26,8	35,3	39,3	33,8	27,9
	100	40,8	40,6	46,0	42,5	40,7
	150	39,7	41,9	52,0	44,5	40,0
Cambridge	0	36,6	40,8	45,2	40,8	35,5
	50	28,3	40,5	44,5	37,8	32,4
	100	40,2	42,8	52,3	45,1	41,5
	150	38,0	41,9	55,0	45,0	39,9
Milwaukee	0	33,5	44,2	42,5	40,1	33,2
	50	32,6	32,8	44,1	36,5	32,7
	100	38,7	46,1	52,3	45,7	40,2
	150	41,4	48,4	57,4	49,1	43,8
Wageningen	0	28,6	35,7	42,2	35,5	27,3
	50	33,4	32,5	48,3	38,1	33,3
	100	37,9	41,0	47,6	42,2	38,9
	150	43,5	46,8	49,8	46,7	44,0
Uppsala	0	32,7	34,9	39,3	35,6	33,0
	50	26,9	37,6	43,6	36,0	29,0
	100	39,2	40,7	52,4	44,1	39,2
	150	36,3	45,6	49,6	43,8	38,6
LSD 0,05					5,0	
onbehandeld	gem.	34,3	38,3	44,2	38,9	
Cambridge	gem.	35,7	41,5	49,3	42,2	
Milwaukee	gem.	36,6	42,9	49,1	42,8	
Wageningen	gem.	35,8	39,0	47,0	40,6	
Uppsala	gem.	33,8	39,7	46,2	39,9	
LSD 0,05					2,8	
gem.	0	32,3	38,2	41,7	37,4	
gem.	50	29,6	35,8	44,0	36,4	
gem.	100	39,4	42,3	50,1	43,9	
gem.	150	39,8	44,9	52,8	45,8	
LSD 0,05					2,2	
gem.	gem.	35,2	40,3	47,2	40,9	

Bijlage 13a. Gewasproductie vers bij de oogst (ton per ha). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990).

entstof	stikstof	O ₁ 13-8	O ₂ 16-8	O ₃ 20-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	O ₂ O ₃ gem.
onbehandeld	0	28,8	30,8	35,7	31,8	33,3
	100	33,4	36,5	35,7	35,2	36,3
	150	36,2	37,2	41,6	38,6	39,4
Cambridge	0	31,3	32,9	32,9	32,4	32,9
	50	33,7	33,6	39,0	35,4	36,3
	100	33,8	37,7	39,4	37,0	38,5
Milwaukee	0	31,2	33,3	34,9	32,6	34,1
	50	29,5	33,5	36,2	33,0	34,8
	100	35,4	35,1	40,4	37,0	37,8
Wageningen	0	28,1	29,4	32,0	29,8	30,7
	50	29,0	29,7	34,7	31,2	32,2
	100	31,7	34,2	38,5	34,8	36,3
Uppsala	0	28,0	30,1	32,6	30,2	31,3
	50	30,0	32,5	33,9	32,2	33,2
	100	32,5	37,8	39,1	36,5	38,5
LSD 0,05 =					2,4	
Cambridge	0-50-100	32,9	34,7	37,1	34,9	35,9
Milwaukee	0-50-100	32,0	34,0	37,1	34,2	35,5
Wageningen	0-50-100	29,6	31,1	35,1	31,9	33,1
Uppsala	0-50-100	30,2	33,5	35,2	33,0	34,3
LSD 0,05 =					1,4	
gem.	0	29,6	31,4	33,1	31,3	32,2
gem.	50	30,5	32,3	35,9	32,9	34,1
gem.	100	33,3	36,2	39,3	36,3	37,8
LSD 0,05 =					1,1	
onbehandeld	0-100	31,1	33,6	35,7	33,5	34,7
Cambridge	0-100	32,5	35,3	36,1	34,7	35,7
Milwaukee	0-100	33,3	34,2	37,6	35,0	35,9
Wageningen	0-100	29,9	31,8	35,2	32,3	33,5
Uppsala	0-100	30,3	35,0	35,8	33,4	34,9
LSD 0,05 =						
gem..	gem..	31,5	33,6	36,4	33,8	35,0

Bijlage 13b. Gewasproductie vers bij het begin van de bloei en bij de oogst (ton per ha) en % bladschijven, % stelen, % peulen). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbestedingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990).

ent- stof	stik- stof	bloei			oogst			
		totaal ton per ha	% blad- schij- ven	% ste- len	totaal ton per ha	% blad schij- ven	% ste- len	%peu- len
onbehandeld	0	7,2	57,0	43,0	32,5	18,7	18,3	63,0
	100	7,8	57,2	42,8	39,3	18,1	18,2	63,7
	150	8,2	56,5	43,5	42,5	17,7	17,9	64,4
Cambridge	0	7,0	56,9	43,1	37,2	18,5	17,5	64,0
	50	7,8	56,5	43,5	40,0	18,9	17,2	63,8
	100	8,4	56,9	43,1	39,0	18,3	17,9	63,8
Milwaukee	0	6,7	56,9	43,1	39,2	18,6	17,9	63,5
	50	7,3	57,2	42,8	34,8	18,0	19,3	62,8
	100	8,3	56,6	43,4	40,2	18,2	18,6	63,3
Wageningen	0	6,0	57,4	42,6	33,0	19,5	18,4	62,0
	50	6,8	57,8	42,2	34,7	17,8	18,3	63,9
	100	7,9	56,9	43,2	38,3	17,5	18,2	64,4
Uppsala	0	6,2	57,9	42,1	33,2	18,0	15,8	66,2
	50	6,6	57,7	42,3	35,4	18,8	17,0	64,1
	100	7,5	57,0	43,0	40,8	18,2	17,6	64,2
Cambridge	0-50-100	7,7	56,8	43,2	38,7	18,6	17,5	63,9
Milwaukee	0-50-100	7,4	56,9	43,1	38,1	18,3	18,6	63,2
Wageningen	0-50-100	6,9	57,3	42,7	35,3	18,3	18,3	63,4
Uppsala	0-50-100	6,8	57,5	42,5	36,5	18,4	16,8	64,8
LSD 0,05		0,7	0,8	0,8	2,8	1,2	0,9	1,3
gem.	0	6,5	57,3	42,7	35,7	18,7	17,4	63,9
gem.	50	7,1	57,3	42,7	36,2	18,4	18,0	63,7
gem.	100	8,0	56,8	43,2	39,6	18,1	18,0	63,9
LSD 0,05		0,4	0,5	0,5	1,8	0,7	0,7	0,7
onbehandeld	0-100	7,5	57,1	42,9	35,9	18,4	18,3	63,3
Cambridge	0-100	7,7	56,9	43,1	38,1	18,4	17,7	63,9
Milwaukee	0-100	7,5	56,8	43,2	39,7	18,7	18,1	63,2
Wageningen	0-100	7,0	57,1	42,9	35,7	18,5	18,3	63,2
Uppsala	0-100	6,8	57,5	42,5	37,0	18,1	16,6	65,4
LSD 0,05		0,4	0,5	0,5	3,1	1,7	1,4	1,8
gem.	gem.	7,3	57,1	42,9	37,3	18,3	17,9	63,8

Bijlage 14a. Gewasproductie vers bij de oogst (ton/ha). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (slaboon Masai, PAGV Lelystad, 1991).

entstof	stikstof	O ₁ 16-8	O ₂ 20-8	O ₃ 23-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	O ₂ O ₃ gem.
onbehandeld	0	20,9	21,3	22,1	21,5	21,7
	50	25,5	29,6	30,8	28,6	30,2
	100	29,6	35,7	36,1	33,8	35,9
	150	33,0	36,0	39,2	36,1	37,6
Cambridge	0	20,5	23,5	27,2	23,8	25,4
	50	25,7	29,7	32,5	29,3	31,1
	100	30,9	34,0	34,9	33,3	34,4
	150	32,0	37,7	39,7	36,5	38,7
Milwaukee	0	18,7	21,5	22,8	21,0	22,2
	50	24,7	30,0	30,7	28,5	30,4
	100	30,0	32,7	34,8	32,5	33,8
	150	30,2	33,8	39,7	34,5	36,7
Wageningen	0	18,6	19,4	22,3	20,1	20,9
	50	24,8	29,6	29,8	28,1	29,7
	100	30,6	34,0	34,6	33,1	34,3
	150	33,6	35,5	38,2	35,8	36,9
Uppsala	0	20,9	23,1	25,7	23,2	24,4
	50	27,7	27,7	32,3	29,3	30,0
	100	31,2	34,9	36,8	34,3	35,9
	150	31,9	36,3	40,0	36,0	38,1
LSD 0,05 =					2,8	
onbehandeld	gem.	27,3	30,7	32,0	30,0	31,4
Cambridge	gem.	27,3	31,2	33,6	30,7	32,4
Milwaukee	gem.	25,9	29,5	32,0	29,1	30,8
Wageningen	gem.	26,9	29,6	31,2	29,3	30,4
Uppsala	gem.	27,9	30,5	33,7	30,7	32,1
LSD 0,05 =					2,2	
gem.	0	19,9	21,8	24,0	21,9	22,9
gem.	50	25,7	29,3	31,2	28,7	30,3
gem.	100	30,5	34,3	35,4	33,4	34,8
gem.	150	32,1	35,9	39,3	35,8	37,6
LSD 0,05 =					0,9	
gem.	gem.	27,0	30,3	32,5	30,0	31,4

Bijlage 14b. Gewasproductie vers bij het begin van de bloei en bij de oogst en percentage blad-schijven, stelen en peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (slaboon Masai, PAGV Lelystad, 1991).

entstof	stikstof	bloei			oogst totaal ton per ha
		totaal ton per ha	%blad schijven	%stelen	
onbehandeld	0	3,4	64,7	35,3	23,3
	50	5,8	63,6	36,4	26,3
	100	6,6	65,7	34,3	30,4
	150	6,7	66,7	33,3	37,2
Cambridge	0	3,3	64,8	35,2	21,9
	50	5,9	62,9	37,1	29,6
	100	6,3	63,9	36,1	32,4
	150	6,5	69,2	30,8	33,0
Milwaukee	0	3,5	63,7	36,3	20,7
	50	5,1	63,9	36,1	27,3
	100	6,7	64,7	35,3	32,7
	150	6,1	64,2	35,8	36,5
Wageningen	0	3,3	61,8	38,2	20,9
	50	5,4	64,7	35,3	26,4
	100	6,6	63,4	36,6	32,5
	150	6,1	65,6	34,4	34,1
Uppsala	0	2,9	63,2	36,8	23,7
	50	5,6	61,0	39,0	29,2
	100	6,6	62,7	37,3	34,1
	150	6,7	66,2	33,8	35,6
LSD 0,05		1,1	4,1	4,1	4,7
onbehandeld	gem.	5,6	65,2	34,8	29,3
Cambridge	gem.	5,5	65,2	34,8	29,2
Milwaukee	gem.	5,3	64,1	35,9	29,3
Wageningen	gem.	5,4	63,9	36,1	28,4
Uppsala	gem.	5,5	63,3	36,7	30,6
LSD 0,05		0,6	2,1	2,1	2,4
gem.	0	3,3	63,7	36,3	22,1
gem.	50	5,5	63,2	36,8	27,7
gem.	100	6,6	64,1	35,9	32,4
gem.	150	6,4	66,4	33,6	35,3
LSD 0,05		0,5	1,9	1,9	2,1
gem.	gem.	5,5	64,3	35,7	29,4

Bijlage 15. Gewasproductie vers bij het begin van de bloei en bij de oogst en percentage blad-schijven, stelen en peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1992).

ent- stof	stik- stof	bloei			oogst			
		totaal ton per ha	%blad schijven	%stelen	totaal ton per ha	%blad schijven	%stelen	%peu- len
onbehandeld	0	14,1	51,3	48,7	51,1	17,2	22,8	60,0
	50	13,7	51,1	48,9	49,7	16,0	21,4	62,6
	100	16,5	53,4	46,6	58,6	16,1	23,6	60,4
	150	16,6	52,4	47,6	59,3	17,2	23,2	59,6
Cambridge	0	14,0	52,0	48,0	51,4	17,8	20,1	62,1
	50	13,3	51,0	49,0	44,3	16,2	20,4	63,4
	100	17,5	51,5	48,5	57,4	15,0	23,8	61,2
	150	16,6	52,2	47,8	59,7	17,1	23,7	59,3
Milwaukee	0	14,5	52,1	47,9	48,3	17,0	23,5	59,6
	50	13,8	51,4	48,6	49,4	16,4	22,4	61,2
	100	16,7	52,8	47,2	56,1	16,9	25,2	57,9
	150	18,3	51,7	48,3	57,2	17,6	24,4	58,0
Wageningen	0	13,5	51,6	48,4	50,2	16,1	20,8	63,1
	50	13,0	51,7	48,3	49,0	17,8	21,7	60,4
	100	15,6	54,1	45,9	53,6	16,5	23,7	59,8
	150	17,4	51,6	48,4	58,0	18,9	23,9	57,2
Uppsala	0	13,9	49,3	50,8	50,7	17,4	22,3	60,3
	50	13,0	52,5	47,5	47,1	17,9	22,4	59,8
	100	16,0	52,3	47,7	57,9	16,5	24,7	58,8
	150	16,6	49,5	50,5	60,5	16,5	23,6	59,9
LSD 0,05		1,2	1,7	1,7	4,0	1,2	1,1	1,4
onbehandeld	gem.	15,2	52,0	48,0	54,6	16,6	22,8	60,6
Cambridge	gem.	15,4	51,7	48,3	53,2	16,5	22,0	61,5
Milwaukee	gem.	15,8	52,0	48,0	52,7	16,9	23,9	59,2
Wageningen	gem.	14,9	52,3	47,8	52,7	17,3	22,5	60,2
Uppsala	gem.	14,8	50,9	49,1	54,0	17,1	23,2	59,7
LSD 0,05		0,6	0,8	0,8	2,0	0,6	0,6	0,7
gem.	0	14,0	51,3	48,7	50,4	17,1	22,0	60,8
gem.	50	13,4	51,5	48,5	48,2	16,7	21,6	61,7
gem.	100	16,4	52,9	47,1	57,0	16,2	24,1	59,8
gem.	150	17,0	51,6	48,4	59,0	17,4	23,7	58,9
LSD 0,05		0,6	0,8	0,8	1,9	0,5	0,5	0,7
gem.	gem.	15,2	51,8	48,2	53,7	16,8	22,9	60,3

Bijlage 16a. Gewasproductie vers bij de oogst (ton/ha). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, ROC Nieuw-Beerta, 1991).

entstof	stikstof	gewasproductie (ton per ha)				
		O ₁ 19-8	O ₂ 22-8	O ₃ 26-8	O ₁ O ₂ O ₃ gem.	O ₁ O ₂ gem.
onbehandeld	0	21,5	22,9	20,5	21,6	22,2
	50	22,5	23,3	22,2	22,7	22,9
	100	23,8	25,2	22,2	23,7	24,5
	150	24,6	27,1	25,4	25,7	25,8
Cambridge	0	21,3	20,5	19,2	20,3	20,9
	50	21,9	22,3	20,9	21,7	22,1
	100	23,6	24,5	25,6	24,5	24,0
	150	22,6	23,7	24,4	23,6	23,1
Milwaukee	0	18,3	19,4	19,0	18,9	18,9
	50	21,3	21,8	23,5	22,2	21,5
	100	23,4	26,7	25,3	25,1	25,1
	150	24,0	26,5	26,6	25,7	25,2
Wageningen	0	21,0	21,7	22,2	21,6	21,4
	50	23,7	22,9	24,6	23,7	23,3
	100	24,1	24,9	23,8	24,3	24,5
	150	25,9	26,5	25,4	26,0	26,2
Uppsala	0	22,0	22,0	19,7	21,2	22,0
	50	22,8	23,2	23,5	23,2	23,0
	100	24,7	26,3	25,1	25,4	25,5
	150	25,1	27,4	23,8	25,4	26,2
LSD 0,05					1,3	
onbehandeld	gem.	23,1	24,6	22,6	23,4	23,8
Cambridge	gem.	22,3	22,7	22,5	22,5	22,5
Milwaukee	gem.	21,7	23,6	23,6	23,0	22,7
Wageningen	gem.	23,7	24,0	24,0	23,9	23,8
Uppsala	gem.	23,7	24,7	23,0	23,8	24,2
LSD 0,05					0,7	
gem.	0	20,8	21,3	20,1	20,7	21,1
gem.	50	22,4	22,7	23,0	22,7	22,6
gem.	100	23,9	25,5	24,4	24,6	24,7
gem.	150	24,4	26,2	25,1	25,3	25,3
LSD 0,05					0,6	
gem.	gem.	22,9	23,9	23,1	23,3	23,4

Bijlage 16b. Gewasproductie vers bij het begin van de bloei en bij de oogst (ton/ha). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, ROC Nieuw-Beerta, 1991).

entstof	stikstof	gewasproductie		
		totaal ton per ha	% blad- schijven	% stelen
onbehandeld	0	6,6	53,2	46,8
	150	8,7	55,8	44,2
Cambridge	0	6,5	53,5	46,5
Milwaukee	0	8,1	59,5	40,5
Wageningen	0	6,6	53,2	46,8
Uppsala	0	6,4	58,1	41,9

Bijlage 17. Drogestofproductie bij het begin van de bloei en bij de oogst van de totale plant (inclusief wortel) bladeren, stelen, wortels en peulen (ton/ha). Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990).

ent-stof	stik-stof	bloei				oogst				
		totaal ton per ha	blad-schij-ven	stelen	wor-tels	totaal ton per ha	blad-schij-ven	stelen	wor-tels	peulen
onbehandeld	0	1,3	0,7	0,4	0,2	5,9	1,1	1,3	0,3	3,2
	100	1,4	0,8	0,5	0,2	6,9	1,3	1,6	0,3	3,7
	150	1,4	0,8	0,5	0,2	7,2	1,3	1,6	0,3	4,0
Cambridge	0	1,3	0,7	0,4	0,2	6,6	1,2	1,4	0,3	3,7
	50	1,4	0,7	0,5	0,2	7,1	1,4	1,5	0,3	3,9
	100	1,5	0,8	0,5	0,2	7,0	1,3	1,5	0,3	3,9
Milwaukee	0	1,3	0,7	0,4	0,2	7,2	1,3	1,6	0,3	3,9
	50	1,3	0,7	0,4	0,2	6,2	1,1	1,4	0,3	3,3
	100	1,5	0,8	0,5	0,2	7,2	1,3	1,7	0,3	3,9
Wageningen	0	1,1	0,6	0,4	0,2	6,0	1,1	1,3	0,3	3,2
	50	1,3	0,7	0,4	0,2	6,4	1,2	1,4	0,3	3,5
	100	1,4	0,8	0,5	0,2	6,8	1,2	1,5	0,3	3,8
Uppsala	0	1,2	0,6	0,4	0,2	6,0	1,1	1,1	0,3	3,5
	50	1,2	0,7	0,4	0,2	6,3	1,2	1,3	0,3	3,6
	100	1,3	0,7	0,4	0,2	7,0	1,3	1,5	0,3	3,8
Cambridge	0-50-100	1,4	0,7	0,5	0,2	6,9	1,3	1,5	0,3	3,8
Milwaukee	0-50-100	1,4	0,7	0,4	0,2	6,9	1,3	1,6	0,3	3,7
Wageningen	0-50-100	1,3	0,7	0,4	0,2	6,4	1,2	1,4	0,3	3,5
Uppsala	0-50-100	1,2	0,7	0,4	0,2	6,4	1,2	1,3	0,3	3,6
LSD 0,05 =						0,5				
gem.	0	1,2	0,6	0,4	0,2	6,4	1,2	1,4	0,3	3,6
gem.	50	1,3	0,7	0,4	0,2	6,5	1,2	1,4	0,3	3,6
gem.	100	1,4	0,8	0,5	0,2	7,0	1,3	1,5	0,3	3,9
LSD 0,05 =		0,1				0,2				
onbehandeld	0-100	1,4	0,7	0,4	0,2	6,4	1,2	1,4	0,3	3,5
Cambridge	0-100	1,4	0,7	0,5	0,2	6,8	1,2	1,4	0,3	3,8
Milwaukee	0-100	1,4	0,7	0,5	0,2	7,2	1,3	1,6	0,3	3,9
Wageningen	0-100	1,3	0,7	0,4	0,2	6,4	1,2	1,4	0,3	3,5
Uppsala	0-100	1,3	0,7	0,4	0,2	6,5	1,2	1,3	0,3	3,6
LSD 0,05 =		0,2				0,5				
gem.	gem.	1,3	0,7	0,4	0,2	6,6	1,2	1,4	0,3	3,7

Bijlage 18. Drogestofproductie (ton per ha) bij het begin van de bloei van de totale plant (inclusief wortels) bladschijven, stelen en wortels. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad 1991).

entstof	stikstof	totaal ton per ha	blad- schijven	stelen	wortels
onbehandeld	0	0,7	0,4	0,2	0,1
	50	1,0	0,6	0,3	0,1
	100	1,2	0,7	0,3	0,1
	150	1,3	0,8	0,3	0,1
Cambridge	0	0,6	0,4	0,2	0,1
	50	1,1	0,7	0,3	0,1
	100	1,1	0,7	0,3	0,1
	150	1,3	0,8	0,3	0,1
Milwaukee	0	0,8	0,4	0,2	0,1
	50	1,0	0,6	0,3	0,1
	100	1,2	0,8	0,3	0,1
	150	1,1	0,7	0,3	0,1
Wageningen	0	0,7	0,4	0,2	0,1
	50	1,0	0,6	0,3	0,1
	100	1,2	0,7	0,3	0,1
	150	1,2	0,7	0,3	0,1
Uppsala	0	0,6	0,3	0,2	0,1
	50	1,1	0,7	0,3	0,1
	100	1,3	0,8	0,3	0,1
	150	1,2	0,8	0,3	0,1
LSD 0,05		0,2			
onbehandeld	gem.	1,0	0,7	0,3	0,1
Cambridge	gem.	1,0	0,7	0,3	0,1
Milwaukee	gem.	1,0	0,6	0,3	0,1
Wageningen	gem.	1,0	0,6	0,3	0,1
Uppsala	gem.	1,1	0,7	0,3	0,1
LSD 0,05		0,1			
gem.	0	0,7	0,4	0,2	0,1
gem.	50	1,1	0,6	0,3	0,1
gem.	100	1,2	0,8	0,3	0,1
gem.	150	1,2	0,8	0,3	0,1
LSD 0,05		0,1			
gem.	gem.	1,0	0,6	0,3	0,1

Bijlage 19. Drogestofproductie (ton/ha) bij het begin van de bloei en bij de oogst van de totale plant (inclusief wortel) bladschijven, stelen, wortels en peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1992).

ent- stof	stik- stof	bloei				oogst				
		totaal ton per ha	blad- schij- ven	stelen	wor- tels	totaal ton per ha	blad- schij- ven	stelen	wor- tels	peulen
onbehandeld	0	2,5	1,3	1,0	0,2	7,0	1,4	2,2	0,4	3,0
	50	2,5	1,3	0,9	0,2	7,0	1,3	1,9	0,4	3,1
	100	2,8	1,6	1,0	0,2	7,8	1,5	2,6	0,4	3,3
	150	2,7	1,5	1,0	0,2	8,0	1,5	2,7	0,4	3,4
Cambridge	0	2,5	1,3	0,9	0,2	6,9	1,5	1,8	0,4	3,2
	50	2,3	1,2	0,9	0,2	6,2	1,2	1,7	0,3	3,0
	100	2,9	1,6	1,1	0,2	7,7	1,4	2,6	0,4	3,3
	150	2,7	1,5	1,0	0,2	8,1	1,5	2,7	0,4	3,6
Milwaukee	0	2,5	1,3	0,9	0,2	6,3	1,2	2,0	0,4	2,7
	50	2,4	1,3	0,9	0,2	6,7	1,3	2,1	0,3	3,0
	100	2,8	1,5	1,0	0,2	7,4	1,4	2,6	0,4	3,0
	150	2,9	1,6	1,1	0,2	7,7	1,5	2,7	0,4	3,1
Wageningen	0	2,4	1,2	0,9	0,3	6,6	1,1	2,0	0,4	3,1
	50	2,3	1,2	0,9	0,2	6,7	1,3	2,0	0,4	3,0
	100	2,7	1,6	0,9	0,2	7,3	1,4	2,4	0,4	3,0
	150	2,9	1,5	1,1	0,2	7,9	1,6	2,6	0,4	3,2
Uppsala	0	2,4	1,2	0,9	0,2	7,1	1,5	2,2	0,4	3,1
	50	2,4	1,3	0,8	0,2	6,4	1,3	2,1	0,3	2,8
	100	2,7	1,5	1,0	0,2	7,9	1,5	2,8	0,4	3,2
	150	2,7	1,4	1,0	0,2	8,5	1,6	2,7	0,4	3,3
LSD 0,05 =		0,2				0,5				
onbehandeld	gem.	2,6	1,4	1,0	0,2	7,4	1,4	2,4	0,4	3,2
Cambridge	gem.	2,6	1,4	1,0	0,2	7,3	1,4	2,2	0,4	3,3
Milwaukee	gem.	2,7	1,4	1,0	0,2	7,0	1,4	2,4	0,4	2,9
Wageningen	gem.	2,6	1,4	1,0	0,2	7,1	1,4	2,3	0,4	3,1
Uppsala	gem.	2,5	1,4	0,9	0,2	7,5	1,5	2,4	0,4	3,1
LSD 0,05 =		0,1				0,2				
gem.	0	2,5	1,3	0,9	0,2	6,8	1,3	2,1	0,4	3,0
gem.	50	2,4	1,3	0,9	0,2	6,7	1,3	2,0	0,4	3,0
gem.	100	2,8	1,6	1,0	0,2	7,7	1,4	2,6	0,4	3,2
gem.	150	2,7	1,5	1,0	0,2	8,0	1,5	2,7	0,4	3,3
LSD 0,05 =		0,1				0,2				
gem.	gem.	2,6	1,4	1,0	0,2	7,3	1,4	2,3	0,4	3,1

Bijlage 20. Drogestofproductie (ton per ha) bij het begin van de bloei van de totale plant (inclusief wortels) bladschijven, stelen en wortels. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, ROC Nieuw-Beerta, 1991).

entstof	stikstof	totaal ton per ha	blad- schijven	stelen	wortels
onbehandeld	0	1,5	0,7	0,6	0,2
	150	1,6	0,8	0,6	0,2
Cambridge	0	1,4	0,7	0,5	0,2
Milwaukee	0	1,6	0,8	0,6	0,2
Wageningen	0	1,3	0,6	0,5	0,2
Uppsala	0	1,3	0,6	0,5	0,2

Bijlage 21. Percentages drogestof bij het begin van de bloei en bij de oogst van de totale plant (exclusief wortel) van bladschijven, stelen en peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1990).

ent-stof	stik-stof	bloei plant totaal	blad- schijven	stelen	oogst plant totaal	blad- schijven	stelen	peulen
onbehandeld	0	15,6	16,9	13,8	17,4	18,0	21,9	15,9
	100	15,7	17,2	13,7	16,8	17,8	22,0	15,0
	150	15,4	16,9	13,5	16,1	16,8	21,0	14,6
Cambridge	0	15,7	17,2	13,8	16,9	17,5	21,2	15,5
	50	15,6	17,0	13,7	17,0	17,9	21,5	15,5
	100	15,7	17,1	13,7	17,1	17,7	21,4	15,7
Milwaukee	0	16,1	17,4	14,5	17,0	17,4	22,3	15,3
	50	15,7	17,4	13,4	17,1	18,4	21,4	15,4
	100	15,5	16,9	13,8	17,1	18,2	22,2	15,3
Wageningen	0	16,3	17,9	14,1	17,2	17,7	21,8	15,8
	50	16,0	17,4	14,2	17,5	19,1	22,5	15,6
	100	15,8	17,4	13,7	17,0	18,1	21,6	15,5
Uppsala	0	16,2	17,6	14,4	17,2	18,5	21,3	15,8
	50	16,3	17,5	14,6	17,0	17,6	21,4	15,8
	100	15,8	17,4	13,6	16,3	17,9	21,3	14,5
Cambridge	0-50-100	15,6	17,1	13,7	17,0	17,7	21,4	15,6
Milwaukee	0-50-100	15,8	17,2	13,9	17,0	18,0	22,0	15,3
Wageningen	0-50-100	16,0	17,5	14,0	17,3	18,3	22,0	15,6
Uppsala	0-50-100	16,1	17,5	14,2	16,9	18,0	21,3	15,4
LSD 0,05 =		0,5	0,7	0,4	0,8	1,6	0,8	1,1
gem.	0	16,1	17,5	14,2	17,1	17,7	21,7	15,6
gem.	50	15,9	17,3	14,0	17,1	18,2	21,7	15,6
gem.	100	15,7	17,2	13,7	16,9	18,0	21,6	15,3
LSD 0,05 =		0,2	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,6
onbehandeld	0-100	15,6	17,1	13,8	17,1	17,9	22,0	15,5
Cambridge	0-100	15,7	17,1	13,8	17,0	17,6	21,3	15,6
Milwaukee	0-100	15,8	17,2	14,1	17,0	17,8	22,2	15,3
Wageningen	0-100	16,0	17,6	13,9	17,1	17,9	21,7	15,6
Uppsala	0-100	16,0	17,5	14,0	16,7	18,3	21,3	15,1
LSD 0,05 =		0,6	0,8	0,5	1,0	2,0	0,9	1,4
gem.	gem.	15,8	17,3	13,9	17,0	17,9	21,7	15,4

Bijlage 22. Percentages drogestof bij het begin van de bloei van de totale plant (exclusief wortel) van bladschijven en stelen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1991).

entstof	stikstof	plant totaal	blad- schijven	stelen
onbehandeld	0	17,8	19,6	14,5
	50	15,8	17,3	13,3
	100	15,7	17,2	12,9
	150	17,1	19,0	13,6
Cambridge	0	17,3	19,2	13,8
	50	16,4	18,2	13,4
	100	16,2	17,6	13,8
	150	17,8	18,5	16,4
Milwaukee	0	18,0	20,1	13,7
	50	17,1	18,7	14,3
	100	16,7	18,4	13,8
	150	16,5	18,1	13,7
Wageningen	0	17,8	20,5	14,0
	50	17,2	18,7	14,5
	100	16,1	17,8	13,3
	150	16,8	18,5	13,6
Uppsala	0	16,5	17,9	14,4
	50	17,1	19,3	13,9
	100	17,2	19,4	13,6
	150	16,8	18,4	13,7
onbehandeld	gem.	16,6	18,3	13,6
Cambridge	gem.	16,9	18,4	14,3
Milwaukee	gem.	17,1	18,8	13,9
Wageningen	gem.	17,0	18,9	13,8
Uppsala	gem.	16,9	18,7	13,9
LDS 0,05		0,9	1,2	1,1
gem.	0	17,5	19,5	14,1
gem.	50	16,7	18,4	13,9
gem.	100	16,4	18,1	13,5
gem.	150	17,0	18,5	14,2
LDS 0,05		0,8	1,1	1,0
gem.	gem.	16,9	18,6	13,9

Bijlage 23. Percentage drogestof bij het begin van de bloei en bij de oogst van de totale plant (exclusief wortel) van bladschijven, stelen en peulen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1992).

ent- stof	stik- stof	bloei			oogst			
		plant totaal	blad schijven	stelen	plant totaal	blad schijven	stelen	peulen
onbehandeld	0	16,2	18,5	13,8	12,9	15,5	18,9	9,9
	50	16,5	18,9	14,0	12,9	16,3	18,2	9,9
	100	15,6	17,9	13,0	12,7	15,9	19,0	9,3
	150	14,9	16,9	12,7	12,9	15,1	19,3	9,7
Cambridge	0	16,0	18,2	13,6	12,7	16,4	17,3	10,2
	50	15,6	18,0	13,1	13,3	16,8	18,9	10,7
	100	15,4	17,9	12,7	12,7	15,8	19,4	9,4
	150	14,9	17,1	12,4	12,9	14,6	19,1	10,1
Milwaukee	0	15,4	17,4	13,2	12,3	15,2	17,8	9,3
	50	15,9	18,4	13,2	12,9	15,8	19,1	9,9
	100	15,3	17,4	12,9	12,5	15,0	18,5	9,1
	150	14,8	16,8	12,6	12,7	15,0	19,4	9,2
Wageningen	0	15,8	17,8	13,6	12,5	14,3	19,1	9,8
	50	16,1	18,2	14,0	12,9	15,3	18,6	10,2
	100	16,1	18,5	13,2	12,9	16,3	19,2	9,5
	150	15,0	17,0	13,0	12,9	14,4	19,2	9,7
Uppsala	0	15,7	18,0	13,5	13,3	16,8	19,2	10,1
	50	16,3	18,9	13,5	13,0	15,2	19,5	9,9
	100	15,4	17,7	13,0	12,9	15,8	19,6	9,4
	150	14,8	17,9	11,9	12,4	15,2	18,8	9,2
LSD 0,05		0,5	0,8	0,5	0,4	1,0	1,0	0,4
onbehandeld	gem.	15,8	18,0	13,4	12,8	15,7	18,9	9,7
Cambridge	gem.	15,5	17,8	12,9	12,9	15,9	18,7	10,1
Milwaukee	gem.	15,3	17,5	13,0	12,6	15,2	18,7	9,4
Wageningen	gem.	15,8	17,9	13,4	12,8	15,1	19,0	9,8
Uppsala	gem.	15,6	18,1	13,0	12,9	15,7	19,3	9,7
LSD 0,05		0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,5	0,2
gem.	0	15,9	18,1	13,6	12,8	15,6	18,6	9,9
gem.	50	16,2	18,6	13,6	13,0	15,9	18,7	10,1
gem.	100	15,6	17,9	13,0	12,7	15,8	19,1	9,4
gem.	150	14,9	17,1	12,5	12,8	14,9	19,2	9,6
LSD 0,05		0,2	0,3	0,2	0,2	0,5	0,5	0,2
gem.	gem.	15,6	17,9	13,2	12,8	15,6	18,9	9,7

Bijlage 24. Percentage drogestof bij het begin van de bloei van de totale plant (exclusief wortel) van bladschijven en stelen. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofbemestingsniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, ROC Nieuw-Beerta, 1991).

entstof	stikstof	plant totaal	blad- schijven	stelen
onbehandeld	0	19,1	19,0	19,2
	150	15,9	15,8	16,0
Cambridge	0	18,4	19,4	17,4
Milwaukee	0	17,7	17,4	18,0
Wageningen	0	16,9	17,0	16,8
Uppsala	0	17,3	17,2	17,3

Bijlage 25. Totaal N-gehalte (g per kg drogestof) van bladschijven en stelen, bij begin bloei. Nitraat- en allantoinengehalte in het xylemsap ($\mu\text{mol/ml}$), relatieve ureide index (RUI) van het xylemsap. Geschatte procentuele stikstofbinding gebaseerd op Peoples, 1989. Rhizobium-entstoffen afkomstig van Cambridge (NPPL), Milwaukee (Nitragin), Wageningen en Uppsala. Stikstofniveaus 0, 50, 100 en 150 kg/ha N-N-min. (stamslaboon Masai, PAGV Lelystad, 1991) (naar Evers, 1992).

ent- stof	stik- stof	totaal-N		NO_3	allan- toïne	ureïde (RUI)	% N- binding
		blad- schijven	stelen				
onbehandeld	0	21	14	15,1	2,05	37,5	39,4
	50	23	15	17,6	1,67	28,5	28,5
	100	26	17	16,2	1,28	24,1	23,3
	150	21	18	23,3	1,61	22,4	21,4
Cambridge	0	22	15	18,4	2,23	35,4	36,8
	50	21	14	26,3	1,81	23,5	22,8
	100	24	17	18,2	1,49	23,3	22,1
	150	24	18	18,3	1,85	30,8	31,6
Milwaukee	0	22	15	20,0	2,15	27,8	27,9
	50	20	16	18,4	2,27	37,3	39,2
	100	23	17	22,9	1,99	33,6	35,1
	150	23	18	15,4	1,48	27,6	27,4
Wageningen	0	21	14	12,1	1,67	46,5	50,3
	50	22	16	22,1	1,84	26,3	26,2
	100	23	17	19,6	1,92	29,8	30,5
	150	24	17	22,6	1,63	24,7	24,4
Uppsala	0	22	16	15,6	2,14	35,7	37,1
	50	21	14	19,9	1,65	24,8	24,0
	100	23	17	24,6	1,41	20,3	18,8
	150	25	18	21,5	1,90	29,0	29,4
onbehandeld	gem.	23	16	18,0	1,65	28,1	28,2
Cambridge	gem.	23	16	20,3	1,84	28,4	28,3
Milwaukee	gem.	22	16	19,1	1,97	31,6	32,4
Wageningen	gem.	23	16	19,1	1,76	31,8	32,8
Uppsala	gem.	23	16	20,4	1,78	27,5	27,3
LSD 0,05		1,9	1,2	6,2	0,3	7,4	8,8
gem.	0	22	15	16,2	2,05	36,6	38,3
gem.	50	22	15	20,8	1,85	28,1	28,1
gem.	100	24	17	20,3	1,62	26,2	26,0
gem.	150	24	18	20,2	1,69	26,9	26,8
LSD 0,05		1,6	1,0	5,0	0,3	6,0	7,2
gem.	gem.	23	16	19,4	1,80	29,5	29,8

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven ¹⁾

Verslagen

95.	Stikstofbemesting van peen. Dr. ir. J.H.G.Slangen, ir. H.H.H. Titulear, ir. H. Niers en dr.ir. J. van der Boon, januari 1990	f	10,-
96.	De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990	f	10,-
97.	Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990	f	10,-
98.	Zuiveringslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990	f	10,-
99.	Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990	f	10,-
100.	Teeltvervroeging bij suikerbieten. Dr.ir. A.L. Smit, mei 1990	f	10,-
101.	Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanters, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990	f	10,-
102.	Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f	10,-
103.	Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus Y ⁿ . Ir. C.B. Bus, mei 1990	f	10,-
104.	Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen Rhizoctonia op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990	f	10,-
105.	Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990	f	10,-
106.	Stikstofdeling bij snijmais. Ir. J. Schröder, juli 1990	f	10,-
107.	Langdurige bewaring van krotten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoenen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, juli 1990	f	10,-
108.	Optimale plantgetal van snijmais en van korrelmais. Ir. J.J. Schröder, juli 1990	f	10,-
109.	(Stikstof) bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990	f	10,-
110.	Voorvruchteffecten bij inpassing van vollegrondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990	f	10,-
111.	Teelt van bakwaardig tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990	f	10,-
112.	Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990	f	10,-
113.	Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaaltje in de optredende schade bij continu teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990	f	10,-
114.	Onderzoek naar het effect van systematische nematiciden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990	f	10,-
115.	Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990	f	10,-
116.	Bladrandkeverbestrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f	10,-
118.	Graszaadstengelgalmuggen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
119.	Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
120.	Biotoets voetziekten in erwten. Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-
122.	De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmais bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
125.	Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (Cichorium intybus L. var. foliosum) in de seizoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Kruistum en ing. C. van der Wel, mei 1991	f	10,-
127.	Rendabiliteit van verminderde bodembelasting. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991.	f	10,-

¹⁾ Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

128.	Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, december 1991.	f	10,-
129.	Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke	f	10,-
130.	Landbouwtechnische, economische, bedrijfskundige - en milieu - aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991	f	10,-
131.	Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991.	f	10,-
132.	Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr.ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991	f	10,-
133.	Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991	f	10,-
134.	Het verloop van wegroten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991.	f	10,-
135.	Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991	f	10,-
136.	Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991.	f	10,-
137.	Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991	f	10,-
138.	Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992	f	10,-
139.	De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992	f	10,-
140.	De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992	f	10,-
141.	Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, februari 1992	f	10,-
142.	Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1992	f	25,-
143.	Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmais, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992.	f	10,-
144.	Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon, okt. 1992	f	10,-
145.	Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992	f	10,-
146.	Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992	f	10,-
147.	Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool. A. Ester, november 1992	f	10,-
148.	Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmais. Ir. J. Schröder, L. ten Holte, ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992	f	10,-
149.	Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992	f	10,-
150.	Planning van de optimale sortering bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1992	f	10,-
151.	Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992	f	10,-

152.	Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring maart 1993	f	15,-
153.	Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie. Ing. C.I Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993	f	15,-
154.	Gebruik van insectengas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993	f	15,-
155.	Productie- en kwaliteitsverloop bij snijmaïs. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993	f	15,-
156.	Perspectieven van de teelt van brouwergerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993	f	15,-
157.	The information model for crop protection in arable farming. Ir. A.J. Scheepens, april 1993	f	15,-
158.	Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993	f	15,-
159.	Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladvlekkenziekte in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993	f	25,-
160.	Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebbers, november 1993	f	15,-
161.	Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. Ing. R.D. Timmer, november 1993	f	15,-
162.	Herfstbehandeling van Engels raai gras bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwenk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993	f	20,-
163.	De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993	f	15,-
164.	Zekerheid van de veldopkomst bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1993	f	15,-
165.	Mens- en milieuvriendelijke treksystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994	f	15,-
166.	De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994	f	15,-
167.	Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijntoediening bij suikerbieten. M.A. van der Beek en P. Wilting, maart 1994	f	15,-
168.	Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van <i>Rhizobium phaseoli</i> bij stamslaboon <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Floot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994	f	15,-

Publikaties

50.	Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands	f	15,-
59.	Bedrijfs hygiëne in de praktijk. Ir. Y. Hofmeester	f	15,-
62.	Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest - een risico-analyse Ir. A.G. Elema en dr. ir. Scheepens, augustus 1992	f	15,-
66.	Jaarverslag 1992, april 1993	f	15,-
67.	28 jaar De Schreef, april 1993	f	40,-
68.	Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993	f	20,-
69.	Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993	f	30,-
70a.	Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993	f	30,-
70b.	Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993	f	20,-

71. Werkplan 1994, februari 1994	f	15,-
--	---	------

Themaboekjes

4. Snijmaïs, maart 1984	f	10,-
5. Zomergerst, november 1985	f	10,-
6. Kwaliteitszorg bij de teelt van witlof, december 1985	f	10,-
7. Organische stof in de akkerbouw, februari 1986	f	10,-
8. Geïntegreerde bedrijfssystemen, november 1988	f	15,-
9. Vruchtwisseling, november 1989	f	15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990	f	15,-
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990	f	15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991	f	15,-
13. Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992	f	15,-
14. Bedrijfssystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992	f	25,-
15. Duurzame onkruidbestrijding, november 1993	f	25,-
16. Themadag aardappelen	f	25,-
17. Themadag onderzoek agrificatie en 'nieuwe' gewassen	f	35,-

Teelthandleidingen

12. Witlof, augustus 1989	f	20,-
13. Voederbieten, april 1983	f	10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids 'Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-'), maart 1985	f	12,50
17. Sluitkool, mei 1985	f	10,-
19. Sla, oktober 1985	f	10,-
21. Suikerbieten, december 1986	f	15,-
22. Andijvie, augustus 1987	f	10,-
23. Wintertarwe, september 1987	f	15,-
24. Kroten, juli 1988	f	15,-
25. Luzerne, september 1988	f	15,-
26. Graszaad, oktober 1988	f	15,-
27. Stamslabonen, november 1988	f	15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989	f	15,-
29. Teelt van augurken, november 1990	f	15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990	f	15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990	f	15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991	f	15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991	f	15,-
34. Teelt van vlas, april 1991	f	15,-
35. Teelt van triticale, april 1991	f	10,-
36. Teelt van peen, juni 1991	f	20,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991	f	15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991	f	15,-
39. Teelt van plantuien, november 1991	f	15,-
40. Teelt van radicchio, november 1991	f	10,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991	f	10,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991	f	15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992	f	15,-
44. Teelt van rammenas, april 1992	f	15,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992	f	20,-

46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992	f	10,-
47. Teelt van groene asperges, november 1992	f	15,-
48. Teelt van doperwtten, december 1992	f	15,-
49. Teelt van thijm, februari 1993	f	10,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993	f	10,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993	f	35,-
52. Teelt van zaaiuien, juni 1993	f	30,-
53. Teelt van suikermaïs, juli 1993	f	25,-
54. Teelt van broccoli, juli 1993	f	30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993	f	25,-
56. Teelt van prei, oktober 1993	f	30,-
57. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993	f	30,-
58. Teelt van maïs, december 1993	f	25,-
59. Teelt van dille, januari 1994	f	15,-
60. Teelt van karwij, januari 1994	f	15,-
61. Teelt van haver, februari 1994	f	20,-
62. Teelt van bleekselderij, maart 1994	f	25,-

Korte teeltbeschrijvingen

1. Teunisbloemen, maart 1986	f	5,-
8. Chinese kool, november 1989	f	10,-

Niet opgenomen in de reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfs- administratie), januari 1988	f	35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988	f	5,-

losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgiro-rekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

PAGV-jaarabonnementen

U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:

- **akkerbouw-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegroondsgroente-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte vollegroondsgroente- en algemene informatie
- **vollegroondsgroente-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerd onderzoek-informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

PAGV-uitgaven	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegroondgr.-praktijk	vollegroondsgr.-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve informatie	x	x	x	x	x		x
publicaties akkerbouw	x	x			x		x
publicaties vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
publicaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegroondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekening-nummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement.

U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.

- **Bestel-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (in-clusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementsjaar.