

Bladbemesting bij hyacint

Annette Pronk & Anne Marie van Dam





Bladbemesting bij hyacint

Annette Pronk¹ & Anne Marie van Dam²

¹ Plant Research International

² Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Businessunit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	5
2.1 Proefgegevens	5
2.2 Gewaswaarnemingen	5
2.3 Statistische analyse	6
3. Resultaten	7
3.1 De uitgangssituatie	7
3.2 Het stikstofpercentage in het blad	8
3.3 De bladfotosynthesemetingen	9
4. Discussie en conclusie	11
4.1 Uitgangssituatie	11
4.2 Het stikstofpercentage in het blad	11
4.3 De bladfotosynthesemetingen	11
4.4 Conclusie	11
Referenties	13
Bijlage I. De loting van het plantschema	1 p.
Bijlage II. Genstat programma voor en de resultaten van de variantieanalyse van het bladoppervlak, de LAI en het drooggewicht	2 pp.
Bijlage III. Genstat programma voor en de resultaten van de variantie analyse voor het percentage stikstof in het blad	3 pp.
Bijlage IV. Genstat programma voor en de resultaten van de contrastanalyse van de bladfotosynthese en de transpiratie	2 pp.
Bijlage V. Genstat programma voor en resultaten van de variantieanalyse van de bladfotosynthese en de transpiratie per lichtintensiteit	4 pp.

Samenvatting

De bemesting met stikstof (N) is een belangrijk onderdeel van de teelt van Hyacint (*Hyacinthus Orientalis* L). In droge perioden komt een stikstofgift moeilijk in de wortelzone en kan een stikstoftekort gemakkelijk ontstaan. Een bladbespuiting met stikstof komt direct op het gewas en zou daardoor een goed alternatief zijn bij deze omstandigheden. Het is echter niet duidelijk of een bladbemesting met stikstof bij hyacint daadwerkelijk via het blad opgenomen wordt. Daarom is onderzoek uitgevoerd waarin is nagegaan of de stikstof van een bladbemesting aan hyacint ook daadwerkelijk door het blad opgenomen wordt. In de proef zijn twee cultivars opgenomen, Pink Pearl en Anna Marie. Op 9 en 30 mei is een bladbemesting uitgevoerd met doseringen van 0, 10, 15 en 20 kg N ha⁻¹. Enkele dagen na de bespuiting is het percentage stikstof in het blad van beide cultivars gemeten en de bladfotosynthese van Anna Marie. Na de eerste bespuiting bij Pink Pearl en na de tweede bespuiting bij Pink Pearl en Anna Marie, kon een positieve trend worden vastgesteld: bij een hogere N-dosering nam het percentage N in het blad toe. De bladfotosynthese (Anna Marie) nam eveneens toe bij een hogere N-dosering. De hogere bladfotosynthese duidt erop dat de via het blad toegediende stikstof in het blad opgenomen is en gebruikt is voor verhoging van de fotosynthesecapaciteit. Dit effect kon alleen na de tweede bespuiting vastgesteld worden. Deze resultaten bevestigen dat de stikstof van de bladbespuiting daadwerkelijk in het blad van hyacint terecht komt. De stikstof dringt daarbij door de waslaag heen. De hogere bladfotosynthese bij Anna Marie en de hogere percentages stikstof in het blad bij beide cultivars bevestigen dat de gespoten stikstof daadwerkelijk in het blad terecht gekomen is.

1. Inleiding

De bemesting met stikstof (N) is een belangrijk onderdeel van de teelt van Hyacint (*Hyacinthus Orientalis* L.). In het voorjaar wordt regelmatig een bemesting met stikstof uitgevoerd. Vooral in droge perioden in de maanden april, mei en juni regent deze bemesting niet voldoende in, zodat de kans op een te laag stikstofaanbod in de wortelzone toeneemt. Een berekening om de stikstof in de wortelzone te laten inspoelen, wordt doorgaans niet uitgevoerd omdat hierdoor de kans op verspreiding van ziekten toeneemt. Een te laag stikstofaanbod in de wortelzone gedurende langere tijd resulteert doorgaans in afnemende stikstofgehalten in het blad. Als het stikstofgehalte in het blad daalt, neemt de groei, de fotosynthese af. Bladbemesting met stikstof zou een bijdrage kunnen leveren aan de gewasbehoefte gedurende deze situaties. Een ander aandachtspunt bij de stikstofbemesting van hyacint is de N-gebruiksnorm, de maximaal toelaatbare gift aan werkzame N met (kunst)mest. De N-gebruiksnorm van hyacint op zand is 220 kg N ha⁻¹ in 2006 en loopt iets terug in 2007, 210 kg N ha⁻¹. De hoeveelheid beschikbare werkzame stikstof neemt af en de beschikbare stikstof moet daarom zo efficiënt mogelijk ingezet worden. Een bladbemesting met stikstof zou de N-efficiëntie kunnen verbeteren. In de Nederlandse akkerbouw en tuinbouw worden bladbemestingen met stikstof als positief ervaren (Timmer, 1997; Titulaer & Kanthers, 2000; Van Loon *et al.*, 1998). In de wetenschappelijke literatuur zijn bladbemestingen in verschillende gewassen onderzocht. Daaruit blijkt o.a. dat bij vruchtdragende vruchtbomen de N-efficiëntie verbeterd kan worden (Bondada *et al.*, 2001; Thalheimer & Paoli, 2002; Toselli *et al.*, 2004).

Er is in de literatuur geen onderzoek beschreven naar effecten van bladbemesting met stikstof bij hyacint. In de praktijk bestaat onzekerheid of de stikstof bij een bladbemesting daadwerkelijk door het blad opgenomen wordt of alsnog via de grond in het gewas komt. Als deze stikstof via de grond door het gewas opgenomen wordt, is een gift via bladbemesting te duur en overbodig.

Het doel van de proef was om na te gaan of de stikstof die met een bladbemesting gegeven wordt aan hyacint (*Hyacinthus Orientalis* L.) ook daadwerkelijk door het blad opgenomen wordt. Er zijn drie mogelijkheden onderscheiden:

1. De over het gewas heen gespoten stikstof komt op de grond terecht in plaats van op het blad. Deze stikstof zou dan alsnog via de grond door het gewas opgenomen kunnen worden.
2. De gespoten stikstof komt wel op het blad terecht, maar dringt niet door de waslaag naar binnen (Van Loon *et al.*, 1998). Deze stikstof komt dan niet ten goede aan een betere productie.
3. De via bladbemesting opgebrachte stikstof wordt daadwerkelijk in het blad opgenomen (en draagt daar bij aan de groei).

Dit onderzoek is uitgevoerd bij twee cultivars van hyacint: Anna Marie en Pink Pearl. In een proef is een bladbemesting gegeven met verschillende hoeveelheden stikstof. Na de bespuiting is onderzocht of de stikstof in de waslaag is gefixeerd of daadwerkelijk in het blad terecht gekomen is. Hiertoe is het blad destructief bemonsterd, is het monster gesplitst en is van een deelmonster de waslaag verwijderd. Het verwijderen van de waslaag is nodig omdat de stikstof van de bespuiting vastgelegd kan worden, zodat deze niet in het blad terecht komt en daarmee niet ten goede komt aan de gewasgroei. Beide gewasmonsters zijn geanalyseerd op het percentage stikstof (%N). Daarnaast is bekeken of de bespuiting invloed heeft gehad op de bladfotosynthesesnelheid en de transpiratiesnelheid.

De proef is uit uitgevoerd door Plant Research International in Wageningen in opdracht van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit (PPO-bbf). Dit onderzoek is een onderdeel van het project 'Bladbemesting ter voorkoming van N-gebrek' dat PPO-bbf in opdracht van het Productschap Tuinbouw uitvoert.

2. Materiaal en methoden

2.1 Proefgegevens

De proef is uitgevoerd met bolmaat 8-10 voor Anna Marie en bolmaat 9-10 voor Pink Pearl. De proef is uitgevoerd in 5 herhalingen en er zijn 4 stikstofdoseringen over het gewas gespoten.

Tabel 1. Overzicht van de teelthandelingen en de bijbehorende datum.

Teelthandeling	Datum
Planten	7 december 2005
Toedekken met stro	14 december 2005
Stro verwijderen	29 maart 2006
Besputting 1	9 mei 2006
Bladfotosynthesemetingen	11 mei 2006
Gewasmonster 1	11 mei 2006
Besputting 2	30 mei 2006
Bladfotosynthesemetingen	31 mei 2006
Gewasmonster 2	1 juni 2006

De bollen zijn geplant in kratten van 0,4 m bij 0,6 m en 0,2 m hoog. De kratten zijn tot ongeveer 0,12 m gevuld met potgrond (samenstelling: 20% baltische veen middel en 80% tuinturf normaal). De potgrond was bemest met 1 kg Pg-mix (N : P : K = 12-14-24) per m³ potgrond en had een pH van 5,6. Met deze potgrond werd 3,5 gram N per kratje bemest ($0,4 \times 0,6 \times 0,12 = 0,029 \text{ m}^3$ potgrond/kratje met 0,029 kg Pg-mix met 12% N). Op de potgrond zijn de bollen geplaatst en deze zijn afgedekt met schoon zand (vrij van schadelijke nematoden en schimmels). Er zijn 36 bollen per kratje (tevens experimentele eenheid) geplant. Omdat te weinig bollen beschikbaar waren van Anna Marie is de randrij bij deze cultivar ingeplant met Pink Pearl. De kratten zijn daarna buiten ingegraven zodat het grondoppervlak in het kratje aansloot bij het grondoppervlak van het veld. Daarna zijn de kratjes toegedekt met een strodek (voor overzicht teelthandelingen zie Tabel 1). Het gewas heeft geen stikstofbemesting ontvangen. Bij de start van de besputtingen was het gewas daardoor in een 'stikstofarme' situatie.

De N-doseringen waren equivalent aan 0, 10, 15 en 20 kg N ha⁻¹. De besputtingen zijn uitgevoerd met Urean op twee tijdstippen (Tabel 1) in de spuitcabine van Plant Research International. Iedere besputting is uitgevoerd met 400 l spuitvloeistof ha⁻¹, met daarin de verschillende hoeveelheden Urean. Urean is een vloeistof en bevat 7,5% nitraatstikstof, 7,5% ammoniumstikstof en 15% ureumstikstof, in totaal 30% stikstof (Evers & Pothoven, 1995). De Urean is opgelost in gedemineraliseerd water. De behandeling zonder stikstof is gespoten met gedemineraliseerd water. Iedere experimentele eenheid is apart gespoten. De besputtingen zijn in de ochtend uitgevoerd in een oplopende dosering. Na iedere besputting is de spuitcabine schoon gespoeld. Tijdens de besputting is de grond tussen de bollen afgedekt met laboratoriumpapier zodat de spuitvloeistof niet op de grond kon komen. Na de besputting is het gewas binnen neergezet om op te drogen. Aan het einde van de middag zijn de kratten buiten op een containerbed geplaatst.

2.2 Gewaswaarnemingen

Twee dagen na de besputting is het gewas geoogst. Hiervoor zijn 18 bollen per krat bij het grondoppervlak afgeknipt. Van dit monster is het bladoppervlak bepaald met een LICOR 3000 Area Meter (LiCor, Lincoln, NE) en het versgewicht gemeten. Met het bladoppervlak is een leaf area index (LAI) uitgerekend gebaseerd op 150 planten per m². Van het versgewichtmonster is ongeveer 80 gram afgewogen van dit submonster is de waslaag verwijderd door

de bladeren 45-60 seconden in chloroform te dompelen (Ponsamuel *et al.*, 1998). Na het dompelen zijn de bladeren uitgespreid op laboratoriumpapier. Nadat de chloroform verdampt was, is direct het drogestofgehalte bepaald door het submonster te drogen bij 70°C gedurende minimaal 48 uur. Het drogestofgehalte van het andere submonster is eveneens bepaald door drogen bij 70°C gedurende minimaal 48 uur. Na het drogen zijn de monsters gemalen tot 2 mm kleine delen en is het percentage stikstof bepaald door het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem van Wageningen Universiteit.

Op dezelfde dag als de gewasoogst is de maximale bladfotosynthese gemeten (Tabel 1) met een draagbare fotosynthesemeter (LCPro, ADC, Verenigd Koninkrijk) aan het derde blad vanaf de spruit bij de cultivar Anna Marie. De tweede bladfotosynthesemeting de dag na de bespuiting uitgevoerd. De meting wordt uitgevoerd door een bladkamer op het blad te klemmen. De fotosynthesemeter meet de CO₂ concentratie en de dampspanning van de lucht die de bladkamer binnenkomt en van de uitgaande lucht. Op basis van het verschil wordt de fotosynthesesnelheid A (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) berekend, evenals de transpiratiesnelheid E (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) en de geleidbaarheid van de huidmondjes voor CO₂ (mol CO₂ m⁻² s⁻¹). De metingen zijn op beide tijdstippen alleen bij Anna Marie uitgevoerd aangezien het blad van Pink Pearl onvoldoende breed was waardoor de bladkamer niet luchtdicht op het blad geklemd kon worden. Op 11 mei zijn de metingen buiten uitgevoerd. De bladfotosynthese is bepaald bij een fotosynthetische lichtintensiteit (PAR) van 1250 μmol m⁻² s⁻¹ en 600 ppm CO₂. Op 31 mei zijn de metingen binnen uitgevoerd omdat er regen voorspeld was. Naast een PAR van 1250 μmol m⁻² s⁻¹ is ook bij een PAR van 2000 μmol m⁻² s⁻¹ gemeten. Dit is gedaan omdat twijfel ontstond of het lichtniveau van 1250 μmol m⁻² s⁻¹ voldoende was voor de maximale bladfotosynthesesnelheid, ondanks de eikcurve waarmee de maximale fotosynthese bepaald was voorafgaande aan de metingen op 11 mei. De meting wordt als volgt uitgevoerd. Gedurende 10 minuten wordt onder constante condities iedere minuut een meting uitgevoerd. Na enige tijd (enkele minuten) is de situatie in de bladkamer gestabiliseerd en zijn de metingen gedurende minimaal drie achtereenvolgende minuten stabiel. Deze drie stabiele waarden worden gebruikt voor de analyse. Bij de statistische analyse van de bladfotosynthese en de transpiratie is allereerst gecontroleerd of deze drie stabiele metingen ook daadwerkelijk niet van elkaar verschilden.

2.3 Statistische analyse

Voorafgaande aan de proef is een lotingschema gemaakt met GenStat Release 8.11 (2005). Deze loting geeft tevens de opzet van de variantieanalyse. De resultaten zijn met GenStat Release 8.11 geanalyseerd.

In de proef is verondersteld dat er geen significante verschillen aanwezig zijn tussen de experimentele eenheden op het moment dat de bespuitingen uitgevoerd worden. Daarom is een variantieanalyse uitgevoerd van het bladoppervlak (cm² plant⁻¹), de LAI (cm² cm⁻²) en het drooggewicht (g plant⁻¹) kort na iedere bespuiting. Hierbij is verondersteld dat er geen noemenswaardige veranderingen zijn opgetreden gedurende de twee dagen tussen bespuiting en gewasbemonstering.

Het percentage stikstof (%N) in het blad is geanalyseerd om de effecten van N-dosering, cultivar en het verwijderen van de waslaag vast te stellen en een eventuele interactie tussen de genoemde factoren. Deze analyse is per tijdstip uitgevoerd. Het verwijderen van de waslaag is als een split-plot factor opgenomen.

Omdat op 11 mei de bladfotosynthesemetingen verricht zijn bij 1 lichtintensiteit (1250 μmol m⁻² s⁻¹) en op 31 mei bij 2 lichtintensiteiten (1250 en 2000 μmol m⁻² s⁻¹) is er sprake van een non-orthogonale analyse indien tijd als een factor in de analyse opgenomen wordt. Of dit geoorloofd is, moet eerst vast gesteld worden. Daarvoor zijn de bladfotosynthesemetingen eerst als drie afzonderlijke resultaten beschouwd en zijn twee contrastanalyses uitgevoerd. Het eerste contrast geeft antwoord op de vraag of er verschil is tussen de metingen op 11 mei en 31 mei. Het tweede contrast geeft antwoord op de vraag of er een verschil is tussen de lichtniveaus, 1250 μmol m⁻² s⁻¹ of 2000 μmol m⁻² s⁻¹. Indien deze vragen positief beantwoord worden is het noodzakelijk de bladfotosynthesemetingen en de transpiratiemetingen per lichtintensiteit apart te analyseren met een variantieanalyse. Indien deze vragen negatief beantwoord worden, kunnen lichtniveaus respectievelijk tijdstippen samengevoegd worden en in één variantieanalyse geanalyseerd worden.

3. Resultaten

3.1 De uitgangssituatie

Het bladoppervlak, de LAI en het drooggewicht verschillen niet ten aanzien van N-dosering (Tabel 2). Voor het bladoppervlak is wel een verschil tussen de cultivars gevonden. Op tijdstip 2 had Pink Pearl een beduidend groter bladoppervlak per plant dan Anna Marie en het bladoppervlak was tevens beduidend hoger dan op tijdstip 1. De LAI geeft hetzelfde beeld, hetgeen niet verwonderlijk is omdat de LAI berekend is uit het bladoppervlak. Uit Tabel 2 komt ook naar voren dat het drooggewicht tussen 11 en 31 mei toegenomen is. Deze toename was voor beide cultivars gelijk. Een LAI van rond de 2 is laag. Bij een LAI van 3 is er sprake van een gesloten gewas.

Tabel 2. Het gemiddelde bladoppervlak per plant ($\text{cm}^2 \text{ plant}^{-1}$), de LAI ($\text{cm blad cm}^{-1} \text{ grond}$) berekend met 150 planten per m^2 en het gemiddelde drooggewicht (g plant^{-1}) van Anna Marie en Pink Pearl op 11 mei en 1 juni 2006, bij verschillende N-dosering (kg N ha^{-1}). Voor een volledige analyse zie Bijlage II.

Tijdstip	Cultivar	N-dosering	Bladoppervlak	LAI	Drooggewicht
11 mei	Anna Marie	0	134	2,01	0,90
		10	135	2,02	0,91
		15	137	2,06	0,94
		20	128	1,92	0,87
	Pink Pearl	0	138	2,06	0,95
		10	132	1,98	0,95
		15	128	1,92	0,90
		20	129	1,94	0,92
1 juni	Anna Marie	0	133	2,00	0,98
		10	145	2,18	1,00
		15	134	2,01	1,18
		20	130	1,94	0,95
	Pink Pearl	0	158	2,36	1,08
		10	163	2,44	1,26
		15	153	2,30	1,16
		20	151	2,27	1,21
Gemiddelden					
9 mei	Anna Marie		134 b ¹	2,0 b	0,90
	Pink Pearl		132 b	2,0 b	0,93
1 juni	Anna Marie		135 b	2,0 b	1,03
	Pink Pearl		156 a	2,3 a	1,18
Gemiddelden					
9 mei			133	1,99	0,92 b
1 juni			146	2,26	1,10 a
Gemiddelden					
	Anna Marie		134	2,09	0,97 b
	Pink Pearl		144	2,16	1,05 a

¹ Gemiddelden met een verschillende letter zijn significant verschillend bij een overschrijdingskans van 5%.

3.2 Het stikstofpercentage in het blad

Het percentage stikstof (%N) in het blad varieerde van 2,6 % bij Anna Marie tot 3,4 % bij Pink Pearl bij de eerste bemonstering. Een toename van %N door de N-dosering kon op dit tijdstip niet aangetoond worden bij Anna Marie (Tabel 3). Bij Anna Marie was er wel een verschil tussen %N gemeten met of zonder de waslaag, waarbij het %N in het blad met waslaag zoals verwacht hoger was dan zonder waslaag. Dit verschil trad bij alle N-doseringen op. Hieruit valt te concluderen dat bij het verwijderen van de waslaag meer stikstof verwijderd is dan alleen de hoeveelheid met de waslaag. Immers, bij de N-dosering 0 kg N ha⁻¹ zou er geen verschil mogen bestaan mits het N gehalte in de waslaag even hoog is als in de rest van het blad. Is daar wel een verschil, dan is stikstof uit andere delen van het blad met het dompelen in chloroform verwijderd.

Bij Pink Pearl is geen effect van de N-dosering op het %N bij het wel of niet verwijderen van de waslaag (Tabel 4). En er is geen interactie tussen waslaag verwijderen en N-dosering. Omdat er geen interactie is gevonden zijn de gemiddelden per N-dosering geanalyseerd (kolom gemiddelden in Tabel 4). Het %N neemt bij Pink Pearl toe bij een toenemende N-dosering (Tabel 4). Het effect is significant bij een overschrijdingskans van 10%.

Tabel 3. Het percentage stikstof in het blad (%N) van Anna Marie met en zonder de waslaag bij de verschillende N-doseringen. Voor een volledige analyse zie Bijlage III.

Datum		11 mei			1 juni	
Waslaag	met ¹	zonder	gemiddelden	met ²	zonder	gemiddelden
N-dosering						
0	2,84	2,65	2,75	2,13	2,23	2,18 b ³
10	2,84	2,69	2,77	2,30	2,11	2,21 b
15	2,82	2,64	2,73	2,39	2,36	2,37 ab
20	2,92	2,64	2,78	2,51	2,39	2,44 a
Fpr.						
lin	n.s.	n.s.	n.s.			0,025
quad.						0,648
Gemiddelden	2,86 a	2,66 b		2,32 ¹	2,294	n.s.

¹ Er is een verschil tussen met en zonder (waslaag) maar niet tussen de N-doseringen. Daarom worden de gemiddelden per waslaagniveau bekeken (onderste regel).

² Geen verschil in % N bij met of zonder waslaag. Daarom worden de gemiddelde per N-doseringsniveau bekeken (laatste kolom).

³ Gemiddelden in dezelfde kolom met een verschillende letter zijn statistisch verschillend bij een overschrijdingskans van 5%.

Op de tweede bemonstering varieert het %N in het blad tussen de 2,11 en 2,51% bij Anna Marie (Tabel 3, kolom 5 en 6) en tussen de 2,56 en 3,11% bij Pink Pearl (Tabel 4, kolom 5 en 6). Op deze bemonstering is noch bij Anna Marie noch bij Pink Pearl een effect van de N-dosering op het %N bij het wel of niet verwijderen van de waslaag vast te stellen (Tabel 3, Tabel 4, onderste regel op 1 juni).

Het % N neemt bij Anna Marie evenals bij Pink Pearl lineair toe bij een hogere N-dosering (laatste kolom Tabel 3 en 4).

Tabel 4. Het percentage stikstof in het blad (%N) van Pink Pearl met en zonder de waslaag bij de verschillende N-doseringen. Voor een volledige analyse zie Bijlage III.

Datum		11 mei			1 juni	
Waslaag	met ¹	zonder	gemiddelden	met ¹	zonder	gemiddelden
N-dosering						
0	3,20	3,20	3,20 b ²	2,96	2,76	2,86 ab ³
10	3,32	3,28	3,30 a	2,91	2,75	2,84 ab
15	3,41	3,28	3,34 a	2,92	2,56	2,74 b
20	3,40	3,33	3,36 a	3,11	2,99	3,07 a
Fpr.						
lin.	n.s.	n.s.	0,088			<,001
quad.			0,773			0,003
Gemiddelden	3,33	3,27	n.s.	3,014	2,836	n.s.

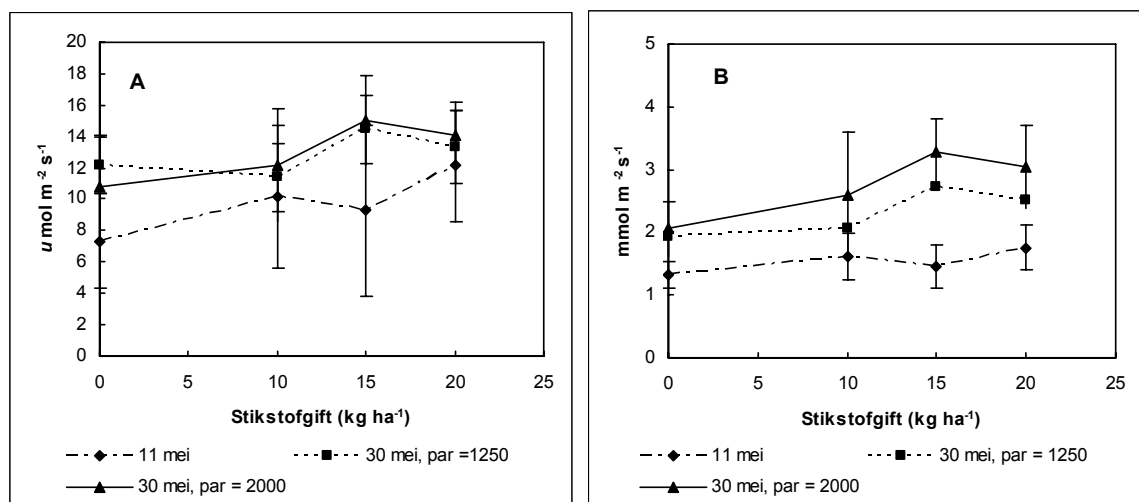
¹ Geen verschil in %N bij met of zonder waslaag. Daarom worden de gemiddelden per N-doseringsniveau bekeken (gemiddelden kolom).

² Gemiddelden met een verschillende letter verschillen statistisch van elkaar bij een overschijdingskans van 10%.

³ Gemiddelden met een verschillende letter verschillen statistisch van elkaar bij een overschijdingskans van 5%.

3.3 De bladfotosynthesemetingen

De bladfotosynthese en de transpiratie nemen toe bij een toenemende N-dosering op beide tijdstippen. Op tijdstip 2, 31 mei, is een toename te zien bij beide lichtintensiteiten (Figuur 1A en B). De standaardafwijking bij deze metingen is vooral bij de N-dosering van 15 kg N ha⁻¹ groot.



Figuur 1. De bladfotosynthese (A) en de transpiratie (B) van de cultivar Anna Marie bij de verschillende N-doseringen.

De resultaten van de contrastanalyses laten zien dat er zowel een significant verschil is tussen de tijdstippen als tussen de lichtintensiteiten (Bijlage IV). De twee vragen uit paragraaf 2.4 worden daarom met ja beantwoord en de analyse naar effecten van de N-dosering is voor iedere lichtintensiteit afzonderlijk uitgevoerd.

Op 11 mei is de bladfotosynthese noch de transpiratie significant hoger bij hogere N-doseringen (Tabel 5). Op 31 mei is de bladfotosynthese bij de lage lichtintensiteit eveneens niet significant hoger bij toenemende N-doseringen maar de transpiratie neemt wel toe (Tabel 5). Het effect van de N-dosering op de transpiratie is lineair. De bladfotosynthese en de transpiratie nemen eveneens lineair toe bij toenemende N-dosering bij de hoge lichtintensiteit (Tabel 5). Opvallend is dat bij de N-dosering van 15 kg N ha⁻¹ de hoogste bladfotosynthese en transpiratie gemeten is. Het effect van de N-dosering op de bladfotosynthese en de transpiratie is lineair waardoor niet aangetoond kan worden dat de N-dosering van 20 kg N ha⁻¹ wellicht schade heeft veroorzaakt aan het gewas. Een significant kwadratisch effect zou daar een aanwijzing voor zijn.

Tabel 5. De gemiddelde bladfotosynthese (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en transpiratie (E, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) op 11 en 31 mei bij een lichtintensiteit van 1250 en 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ voor de verschillende N-doseringen. Voor een volledige analyse zie Bijlage IV.

Datum	11 mei		31 mei			
Lichtintensiteit	1250		1250		2000	
N-dosering	A	E	A	E	A	E
0	7,3	1,33	12,2	1,94 c	10,8 b	2,06 a
10	10,2	1,61	11,4	2,06 bc	12,2 ab	2,61 ab
15	9,3	1,45	14,5	2,73 a	15,0 b	3,27 b
20	12,1	1,76	13,4	2,51 ab	14,1 ab	3,04 ab
LSD ¹	n.s.	n.s.	n.s.	0,6133	3,8004 ²	1,09859
Fpr						
lin				0,021	0,077	0,036
Quad				0,943	0,819	0,602

¹ LSD = least significant difference van de gemiddelden bij een overschrijdingskans van 5%.

² LSD = least significant difference van de gemiddelden bij een overschrijdingskans van 10%.

4. Discussie en conclusie

4.1 Uitgangssituatie

De gewasstand was bij de start van de bespuitingen gelijk (Tabel 2). Daarmee was de uitgangssituatie voor alle kratten met bollen hetzelfde en kunnen de gevonden verschillen toegewezen worden aan de uitgevoerde behandelingen, de bespuitingen met de verschillende N-doseringen. De LAI op 9 mei was 2. Bij hyacint zijn de bladeren enigszins vertikaal georiënteerd. Een LAI van 2 is aan de lage kant voor een goede onderschepping van alle gespoten stikstof. De verwachte grote strekking van het blad en de toename van het gewas na 9 mei is enigszins tegengevallen. Daardoor is de LAI op 1 juni slechts iets hoger. Bij een volledige bedekking van de grond met blad komt veel meer spuitvloeistof op het gewas en zal het rendement van de bespuiting groter zijn.

4.2 Het stikstofpercentage in het blad

Het percentage stikstof in het blad van Anna Marie en Pink Pearl werd slechts licht verhoogd door de bespuitingen met stikstof. Toch kon op 11 mei bij Pink Pearl en op 1 juni zowel bij Pink Pearl als bij Anna Marie een positieve trend worden vastgesteld: bij een hogere N-dosering neemt het percentage N in het blad toe (Tabel 3, Tabel 4 en Tabel 6). Het percentage stikstof in het blad bij blad met of zonder waslaag was niet verschillend. Daaruit kan geconcludeerd worden dat de gespoten stikstof in het blad terecht is gekomen. Het gaat hierbij wel om kleine verschillen, zodat enige voorzichtigheid bij deze conclusie noodzakelijk is.

4.3 De bladfotosynthesemetingen

De bladfotosynthese van Anna Marie neemt toe tijdens de bloei maar is vanaf 'na de bloei' tot 'de afrijping van het gewas', rond de $18 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Kapchina & Ivanova, 1983). In deze literatuurverwijzing wordt niet aangegeven bij welke lichtintensiteit of bij welke CO_2 concentratie de metingen uitgevoerd zijn. Deze literatuurgegevens geven wel aan dat de metingen op 11 mei aan de lage kant waren en dat de metingen op 31 mei van dezelfde orde van grootte zijn. De mogelijkheid bestaat dat de lichtintensiteit tijdens de eerste meting aan de lage kant was en dat mogelijke verschillen daardoor onvoldoende naar voren kwamen. Op 31 mei kon wel een positief effect van de N-dosering op de bladfotosynthese en de transpiratie vastgesteld worden. De meeste effecten werden bij de hoge lichtintensiteit waargenomen (Tabel 5). Dit ondersteunt het vermoeden dat de lichtintensiteit tijdens de eerste meting aan de lage kant was. De hogere bladfotosynthese kan door het gewas alleen gerealiseerd worden als de stikstof uit de bladbemesting ook daadwerkelijk door het blad opgenomen is en in het chlorofyl ingebouwd is. Deze resultaten tonen aan dat de stikstof daadwerkelijk door het blad opgenomen is.

4.4 Conclusie

In Tabel 6 zijn alle gevonden resultaten samengebracht. Deze resultaten bevestigen dat de stikstof van de blad-bespuiting daadwerkelijk in het blad van hyacint terecht komt. In deze proef was er geen opname van de met blad-bespuiting toegediende stikstof via de grond. De grond was afgedekt waardoor geen stikstof op de grond kon komen en opname via de wortel niet heeft kunnen optreden. De tweede mogelijkheid, waarbij stikstof wel op het blad terecht komt maar niet door de waslaag dringt, wordt niet bevestigd. De hogere fotosynthese bij Anna Marie en de hogere %N in het blad bevestigen dat de gespoten stikstof daadwerkelijk in het blad terecht gekomen is.

Tabel 6. *Significantie van het effect van N-dosering op het percentage N in het blad (%N), de bladfotosynthese (A) en de transpiratie (E) bij een lichtintensiteit van 1250 en 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ op tijdstip 1 en 2 bij Anna Marie en Pink Pearl.*

Tijdstip	Cultivar	% N	A 1250	E 1250	A2000	E2000
1	Anna Marie	n.s.	n.s.	n.s.	-	-
1	Pink Pearl	+	-	-	-	-
2	Anna Marie	++	n.s.	++	+	++
2	Pink Pearl	++	-	-	-	-

++ = significant bij 5% overschrijdingkans

+ = bij 10% overschrijdingkans

n.s. = niet significant

- = niet gemeten

Referenties

- Bondada B.R., J.P. Syvertsen & L.G. Albrigo, 2001.
Urea nitrogen uptake by citrus leaves. Hortscience 36, 1061-1065.
- Evers, M.A.A. & R. Pothoven, 1995.
Handboek meststoffen. Misset, Doetinchem. 480 p.
- GenStat Release 8.11, 2005.
Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station).
- Kapchina, V.M. & I.A. Ivanova, 1983.
Pigments and photosynthesis intensity in Hyacinthus Orientalis L. propagation. Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences 11, 1443-1445.
- Ponsamuel, J., Y. Rhee & D. Post Beittenmiller, 1998.
Epicuticular wax on the included air channel of Gloriosa rothschildiana L. Plant Science 133, 145-154.
- Thalheimer, M. & N. Paoli, 2002.
Influence of foliar nutrient spray concentration on leaf absorption and phytotoxicity on apple. Acta-Horticulturae 594, 595-600.
- Timmer, R.D., 1997.
Toepassing urean bij wintertarwe een goed alternatief? PAV Bulletin Akkerbouw.
- Titulaer, H.H.H. & F.M.L. Kanters, 2000.
Bemesting met vloeibare meststoffen. Bulletin Vollegrondsgroenteteelt, 32-35.
- Toselli, M., M. Thalheimer & M. Tagliavini, 2004.
Leaf uptake and subsequent partitioning of urea-N as affected by the concentration and volume of spray solution and by the shoot leaf position in apple (Malus domestica) trees. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 79, 97-100.
- Van Loon, C.D., H.W.G. Froot & H.A.G. Verstegen, 1998.
Urean goed alternatief bij N-bemesting aardappelen na knolaanleg. PAV Bulletin Akkerbouw, 3-5.

Bijlage I.

De loting van het plantschema

Kratnr.	Cultivar	Her	Tijdstip	Ndosering	Kratnr.	Cultivar	Her	Tijdstip	Ndosering
1	Pink Pearl	III	Tijdstip 1	20kgN	41	Anna Marie	III	Tijdstip 2	15kgN
2	Pink Pearl	V	Tijdstip 1	0kgN	42	Anna Marie	I	Tijdstip 2	0kgN
3	Pink Pearl	I	Tijdstip 2	10kgN	43	Anna Marie	V	Tijdstip 2	15kgN
4	Pink Pearl	III	Tijdstip 2	10kgN	44	Anna Marie	IV	Tijdstip 2	15kgN
5	Pink Pearl	III	Tijdstip 2	20kgN	45	Anna Marie	IV	Tijdstip 1	0kgN
6	Pink Pearl	III	Tijdstip 2	0kgN	46	Anna Marie	IV	Tijdstip 2	20kgN
7	Pink Pearl	III	Tijdstip 1	0kgN	47	Anna Marie	II	Tijdstip 2	20kgN
8	Pink Pearl	IV	Tijdstip 1	10kgN	48	Anna Marie	V	Tijdstip 1	0kgN
9	Pink Pearl	II	Tijdstip 1	15kgN	49	Anna Marie	V	Tijdstip 2	0kgN
10	Pink Pearl	V	Tijdstip 2	10kgN	50	Anna Marie	I	Tijdstip 2	15kgN
11	Pink Pearl	IV	Tijdstip 2	10kgN	51	Anna Marie	II	Tijdstip 2	10kgN
12	Pink Pearl	I	Tijdstip 1	15kgN	52	Anna Marie	V	Tijdstip 1	15kgN
13	Pink Pearl	II	Tijdstip 2	0kgN	53	Anna Marie	III	Tijdstip 2	10kgN
14	Pink Pearl	IV	Tijdstip 1	15kgN	54	Anna Marie	II	Tijdstip 1	10kgN
15	Pink Pearl	V	Tijdstip 2	0kgN	55	Anna Marie	I	Tijdstip 1	15kgN
16	Pink Pearl	II	Tijdstip 2	10kgN	56	Anna Marie	V	Tijdstip 1	20kgN
17	Pink Pearl	I	Tijdstip 1	10kgN	57	Anna Marie	I	Tijdstip 2	20kgN
18	Pink Pearl	I	Tijdstip 1	0kgN	58	Anna Marie	IV	Tijdstip 1	15kgN
19	Pink Pearl	IV	Tijdstip 2	15kgN	59	Anna Marie	IV	Tijdstip 1	20kgN
20	Pink Pearl	V	Tijdstip 1	10kgN	60	Anna Marie	III	Tijdstip 1	10kgN
21	Pink Pearl	II	Tijdstip 2	15kgN	61	Anna Marie	II	Tijdstip 1	0kgN
22	Pink Pearl	I	Tijdstip 1	20kgN	62	Anna Marie	III	Tijdstip 1	20kgN
23	Pink Pearl	II	Tijdstip 2	20kgN	63	Anna Marie	IV	Tijdstip 2	10kgN
24	Pink Pearl	V	Tijdstip 2	20kgN	64	Anna Marie	III	Tijdstip 2	20kgN
25	Pink Pearl	IV	Tijdstip 1	20kgN	65	Anna Marie	III	Tijdstip 1	0kgN
26	Pink Pearl	II	Tijdstip 1	0kgN	66	Anna Marie	IV	Tijdstip 1	10kgN
27	Pink Pearl	IV	Tijdstip 1	0kgN	67	Anna Marie	II	Tijdstip 1	20kgN
28	Pink Pearl	III	Tijdstip 2	15kgN	68	Anna Marie	V	Tijdstip 1	10kgN
29	Pink Pearl	V	Tijdstip 1	20kgN	69	Anna Marie	III	Tijdstip 2	0kgN
30	Pink Pearl	III	Tijdstip 1	10kgN	70	Anna Marie	II	Tijdstip 2	15kgN
31	Pink Pearl	II	Tijdstip 1	20kgN	71	Anna Marie	II	Tijdstip 1	15kgN
32	Pink Pearl	V	Tijdstip 1	15kgN	72	Anna Marie	I	Tijdstip 1	20kgN
33	Pink Pearl	III	Tijdstip 1	15kgN	73	Anna Marie	V	Tijdstip 2	10kgN
34	Pink Pearl	I	Tijdstip 2	15kgN	74	Anna Marie	II	Tijdstip 2	0kgN
35	Pink Pearl	IV	Tijdstip 2	20kgN	75	Anna Marie	I	Tijdstip 2	10kgN
36	Pink Pearl	II	Tijdstip 1	10kgN	76	Anna Marie	I	Tijdstip 1	0kgN
37	Pink Pearl	IV	Tijdstip 2	0kgN	77	Anna Marie	III	Tijdstip 1	15kgN
38	Pink Pearl	I	Tijdstip 2	20kgN	78	Anna Marie	I	Tijdstip 1	10kgN
39	Pink Pearl	V	Tijdstip 2	15kgN	79	Anna Marie	V	Tijdstip 2	20kgN
40	Pink Pearl	I	Tijdstip 2	0kgN	80	Anna Marie	IV	Tijdstip 2	0kgN

Bijlage II.

Genstat programma voor en de resultaten van de variantieanalyse van het bladoppervlak, de LAI en het drooggewicht

```

For y = bladoppplant,LAI,DG
treatmentstructure Tijdstip*cultivar*Ndosering
anova [fprob=y;pse=means,diff,lsc]y;fittedvalu=gefit;residuals=rest
hist rest
graph x=gefit;y=rest
endfor

```

Variantieanalyse van de variabele 'bladoppervlak per plant'.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Tijdstip	1	3527,4	3527,4	21,05	<,001
Cultivar	1	1795,1	1795,1	10,71	0,002
Ndosering	3	914,7	304,9	1,82	0,153
Tijdstip.cultivar	1	2574,9	2574,9	15,36	<,001
Tijdstip.Ndosering	3	379,2	126,4	0,75	0,524
Cultivar.Ndosering	3	249,2	83,1	0,50	0,687
Tijdstip.cultivar.Ndosering	3	64,3	21,4	0,13	0,943
Residual	64	10726,5	167,6		
Total	79	20231,3			

Least significant differences of means (5% level).

Table	Tijdstip	Cultivar	Ndosering	Tijdstip Cultivar	Tijdstip Ndosering	Cultivar Ndosering	Tijdstip cultivar Ndosering
rep.	40	40	20	20	10	10	5
d.f.	64	64	64	64	64	64	64
l.s.d.	5,78	5,78	8,18	8,18	11,57	11,57	16,36

Variantieanalyse van de variabele 'LAI'.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Tijdstip	1	0,79401	0,79401	20,89	<,001
Cultivar	1	0,39903	0,39903	10,50	0,002
Ndosering	3	0,20641	0,06880	1,81	0,154
Tijdstip.cultivar	1	0,57970	0,57970	15,25	<,001
Tijdstip.Ndosering	3	0,08482	0,02827	0,74	0,530
Cultivar.Ndosering	3	0,05380	0,01793	0,47	0,703
Tijdstip.cultivar.Ndosering	3	0,01347	0,00449	0,12	0,949
Residual	64	2,43256	0,03801		
Total	79	4,56382			

Least significant differences of means (5% level).

Table	Tijdstip	Cultivar	Ndosering	Tijdstip Cultivar	Tijdstip Ndosering	Cultivar Ndosering	Tijdstip cultivar Ndosering
rep.	40	40	20	20	10	10	5
d.f.	64	64	64	64	64	64	64
l.s.d.	0,0871	0,0871	0,1232	0,1232	0,1742	0,1742	0,2463

Variantieanalyse van de variabele 'Drooggewicht (g/plant)'.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Tijdstip	1	0,69192	0,69192	31,25	<,001
Cultivar	1	0,15138	0,15138	6,84	0,011
Ndosering	3	0,06585	0,02195	0,99	0,403
Tijdstip.cultivar	1	0,06845	0,06845	3,09	0,084
Tijdstip.Ndosering	3	0,05565	0,01855	0,84	0,478
Cultivar.Ndosering	3	0,11329	0,03776	1,71	0,175
Tijdstip.cultivar.Ndosering	3	0,04066	0,01355	0,61	0,610
Residual	64	1,41720	0,02214		
Total	79	2,60439			

Least significant differences of means (5% level).

Table	Tijdstip	Cultivar	Ndosering	Tijdstip cultivar	Tijdstip Ndosering	Cultivar Ndosering	Tijdstip cultivar Ndosering
rep.	40	40	20	20	10	10	5
l.s.d.	0,0665	0,0665	0,0940	0,0940	0,1329	0,1329	0,1880

Bijlage III.

Genstat programma voor en de resultaten van de variantieanalyse voor het percentage stikstof in het blad

```
blockstructure her/Ndoseriing/waslaag
treatmentstructure Ndoseriing+waslaag
anova [fprob=y;pse=means,diff,lsd]%N;fittedvalu=gefit;residuals=rest
hist rest
graph x=gefit; y=rest
```

Tijdstip 1, 11 mei 2006

Variantieanalyse van de variabele %N, Anna Marie.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Her stratum	4	0,03171	0,00793	0,36	
Her.Ndoseriing stratum					
Ndoseriing	3	0,01481	0,00494	0,22	0,880
Lin	1	0,00226	0,00226	0,10	0,756
Quad	1	0,00160	0,00160	0,07	0,793
Deviations	1	0,01095	0,01095	0,49	0,497
Residual	12	0,26786	0,02232	1,01	
Her.Ndoseriing.waslaag stratum					
Waslaag	1	0,39204	0,39204	17,75	<,001
Residual	19	0,41956	0,02208		
Total	39	1,12599			

Least significant differences of means (5% level).

Table	Ndoseriing	Waslaag
rep.	10	20
d.f.	12	19
l.s.d.	0,1456	0,0984

Variantieanalyse van de variabele %N, Pink Pearl.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Her stratum	4	0,30224	0,07556	1,64	
Her.doses stratum					
Ndosing	3	0,16389	0,05463	1,18	0,358
Lin	1	0,15943	0,15943	3,45	0,088
Quad	1	0,00403	0,00403	0,09	0,773
Deviations	1	0,00043	0,00043	0,01	0,924
Residual	12	0,55446	0,04620	1,71	
Her.doses.waslaag stratum					
Waslaag	1	0,03844	0,03844	1,42	0,248
Residual	19	0,51316	0,02701		
Total	39	1,57219			

Least significant differences of means (10% level).

Table	Ndosing	Waslaag
rep.	10	20
d.f.	12	19
l.s.d.	0,1713	0,0899

Tijdstip 2, 1 juni 2006*Variantieanalyse van de variabele %N, Anna Marie.*

Source of variation	d.f.	(m.v.)	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Waslaag	1	0,00441	0,00441	0,07	0,789	
Ndosing	3	0,37340	0,12447	2,09	0,138	
Lin	1	0,35385	0,35385	5,93	0,025	
Quad	1	0,01289	0,01289	0,22	0,648	
Deviations	1	0,00667	0,00667	0,11	0,742	
Residual	18	(1)	1,07385	0,05966		
Total	22	(1)	1,42865			

Least significant differences of means (5% level).

Table	Waslaag	Doses
rep.	12	
d.f.	18	18
l.s.d.	0,2095	0,3975

Variantieanalyse van de variabele %N, Pink Pearl.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Waslaag	1	0,190662	0,190662	20,55	<,001
Doses	3	0,285774	0,095258	10,27	<,001
Lin	1	0,147192	0,147192	15,87	<,001
Quad	1	0,103383	0,103383	11,14	0,003
Deviations	1	0,035199	0,035199	3,79	0,066
Residual	19	0,176271	0,009277		
Total	23	0,652707			

Least significant differences of means (5% level).

Table	Waslaag	Doses
rep.	12	
d.f.	19	19
l.s.d.	0,0823	0,1562

Bijlage IV.

Genstat programma voor en de resultaten van de contrastanalyse van de bladfotosynthese en de transpiratie

'Meting op tijdstip 1 vs tijdstip 2'

MATRIX [ROW=tt('Tijdstip 1 vs Tijdstip 2');COL=3; VAL= 2,-1,-1]matr1

```
FOR    Y=A,E
      TREAT    REG(PAR;1;matr1)
      ANOV     [FPROB=YES;pse=means,diff,lsc;CONTRAST=1]Y
ENDFOR
```

'Meting met lichtintensiteit 1250 v.s. 2000'

MATRIX [ROW=tt('Lichtintensiteit 1250 vs Lichtintensiteit 2000');COL=3; VAL= 1,1,-2]matr1

```
FOR    Y=A,E
      TREAT    REG(PAR;1;matr1)
      ANOV     [FPROB=YES;pse=means,diff,lsc;CONTRAST=1]Y
ENDFOR
```

Variantieanalyse van de variabele 'bladfotosynthese'. Contrast tijdstip 1 versus tijdstip 2.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
PAR	2	414,88	207,44	16,77	<,001
Tijdstip 1 vs Tijdstip 2	1	414,05	414,05	33,47	<,001
Deviations	1	0,83	0,83	0,07	0,796
Residual	177	2189,75	12,37		
Total	179	2604,64			

Least significant differences of means (5% level).

Table	PAR
rep.	60
d.f.	177
l.s.d.	1,267

Variantieanalyse van de variabele 'bladfotosynthese'. Contrast lichtintensiteit 1250 versus 2000 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
PAR	2	414,88	207,44	16,77	<,001
1250 vs 2000	1	120,22	120,22	9,72	0,002
Deviations	1	294,66	294,66	23,82	<,001
Residual	177	2189,75	12,37		
Total	179	2604,64			

Least significant differences of means (5% level).

Table	PAR
rep.	60
d.f.	177
l.s.d.	1,267

Variantieanalyse van de variabele 'transpiratie'. Contrast tijdstip 1 versus tijdstip 2.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
PAR	2	44,8914	22,4457	60,34	<,001
T1 vs T2	1	39,1842	39,1842	105,33	<,001
Deviations	1	5,7072	5,7072	15,34	<,001
Residual	177	65,8448	0,3720		
Total	179	110,7362			

Least significant differences of means (5% level).

Table	PAR
rep.	60
d.f.	177
l.s.d.	0,2198

Variantieanalyse van de variabele 'bladfotosynthese'. Contrast lichtintensiteit 1250 versus 2000 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
PAR	2	44,8914	22,4457	60,34	<,001
T1 vs T2	1	27,0274	27,0274	72,65	<,001
Deviations	1	17,8641	17,8641	48,02	<,001
Residual	177	65,8448	0,3720		
Total	179	110,7362			

Least significant differences of means (5% level).

Table	PAR
rep.	60
d.f.	177
l.s.d.	0,2198

Bijlage V.

Genstat programma voor en resultaten van de variantieanalyse van de bladfoto- synthese en de transpiratie per licht- intensiteit

```
Rest HERHALNG,NDOSERING,A,E;PAR.EQ.1
FOR Y = A,E
blockstructure HERHALING/NDOSERING
treatmentstructure pol(NDOSERING;2;doses)
anova [fprob=y;pse=means,diff,lsd]Y;fittedvalu=gefit;residuals=rest
hist rest
graph x=gefit;y=rest
Endfor
Rest HERHALNG,NDOSERING,A,E
```

PAR wordt respectievelijk 2 en 3

Variantieanalyse van de variabele 'bladfotosynthese'. Lichtintensiteit 1250 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, tijdstip 1.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
HERHALING stratum	4	203,870	50,967	0,80	
HERHALING.NDOSERING stratum					
NDOSERING	3	177,894	59,298	0,93	0,456
Lin	1	142,033	142,033	2,23	0,161
Quad	1	0,992	0,992	0,02	0,903
Deviations	1	34,868	34,868	0,55	0,474
Residual	12	764,121	63,677	53,46	
HERHALING.NDOSERING.*Units* stratum	40	47,645	1,191		
Total	59	1193,529			

Least significant differences of means (5% level).

Table	NDOSERING
rep.	15
d.f.	12
l.s.d.	6,349

Variantieanalyse van de variabele 'bladfotosynthese'. Lichtintensiteit 1250 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, tijdstip 2.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
HERHALING stratum	4	86,0886	21,5222	1,70	
HERHALING.NDOSERING stratum					
NDOSERING	3	81,0470	27,0157	2,14	0,148
Lin	1	26,9144	26,9144	2,13	0,170
Quad	1	2,6908	2,6908	0,21	0,653
Deviations	1	51,4418	51,4418	4,07	0,066
Residual	12	151,5227	12,6269	32,48	
HERHALING.NDOSERING.*Units* stratum	40	15,5501	0,3888		
Total	59	334,2085			

Least significant differences of means (5% level).

Table	NDOSERING
rep.	15
d.f.	12
l.s.d.	2,8271

Variantieanalyse van de variabele 'bladfotosynthese'. Lichtintensiteit 2000 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, tijdstip 2.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
HERHALING stratum	4	79,8805	19,9701	0,59	
HERHALING.NDOSERING stratum					
NDOSERING	3	162,8610	54,2870	1,59	0,243
Lin	1	127,1525	127,1525	3,73	0,077
Quad	1	1,8703	1,8703	0,05	0,819
Deviations	1	33,8382	33,8382	0,99	0,339
Residual	12	409,2026	34,1002	135,44	
HERHALING.NDOSERING.*Units* stratum	40	10,0710	0,2518		
Total	59	662,0151			

Least significant differences of means (10% level).

Table	NDOSERING
rep.	15
d.f.	12
l.s.d.	3,8004

Variantieanalyse van de variabele 'transpiratie'. Lichtintensiteit 1250 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, tijdstip 1.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
HERHALING stratum	4	0,770633	0,192658	0,46	
HERHALING.NDOSERING stratum					
NDOSERING	3	1,585218	0,528406	1,27	0,329
Lin	1	1,013322	1,013322	2,43	0,145
Quad	1	0,005517	0,005517	0,01	0,910
Deviations	1	0,566379	0,566379	1,36	0,266
Residual	12	4,997673	0,416473	111,85	
HERHALING.NDOSERING.*Units* stratum	40	0,148933	0,003723		
Total	59	7,502458			

Least significant differences of means (5% level).

Table	NDOSERING
rep.	15
d.f.	12
l.s.d.	0,51343

Variantieanalyse van de variabele 'transpiratie'. Lichtintensiteit 1250 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, tijdstip 2.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
HERHALING stratum	4	5,047033	1,261758	2,12	
HERHALING.NDOSERING stratum					
NDOSERING	3	6,308898	2,102966	3,54	0,048
Lin	1	4,203144	4,203144	7,07	0,021
Quad	1	0,003203	0,003203	0,01	0,943
Deviations	1	2,102552	2,102552	3,54	0,084
Residual	12	7,130727	0,594227	67,47	
HERHALING.NDOSERING.*Units* stratum	40	0,352267	0,008807		
Total	59	18,838925			

Least significant differences of means (5% level).

Table	NDOSERING
rep.	15
d.f.	12
l.s.d.	0,6133

Variantieanalyse van de variabele 'transpiratie'. Lichtintensiteit 2000 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, tijdstip 2.

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
HERHALING stratum	4	3,613843	0,903461	0,47	
HERHALING.NDOSERING stratum					
NDOSERING	3	12,835873	4,278624	2,24	0,136
Lin	1	10,614519	10,614519	5,57	0,036
Quad	1	0,547716	0,547716	0,29	0,602
Deviations	1	1,673638	1,673638	0,88	0,367
Residual	12	22,880877	1,906740	441,37	
HERHALING.NDOSERING.*Units* stratum	40	0,172800	0,004320		
Total	59	39,503393			

Least significant differences of means (5% level).

Table	NDOSERING
rep.	15
d.f.	12
l.s.d.	1,09859