



Effect langzaam werkende auxinen op beworteling en stekkwaliteit

H.J. van Telgen, C. Slootweg



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw
Oktober 2004

Effect langzaam werkende auxinen op beworteling en stek kwaliteit

H.J. van Telgen, C. Slootweg

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw
Oktober 2004

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Projectnummer: 41380151

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2A
: 1431 JV Aalsmeer
Tel. : 0297 352 525
Fax : 0297 352 270
E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	DOEL.....	5
1.1	Probleemstelling.....	5
1.2	Opzet en uitvoering.....	5
2	RESULTATEN	7
2.1	Visuele beoordeling na bewaarperiode	7
2.2	Visuele beoordeling na beworteling	8
2.3	Vergelijking meetdata per waarnemingsdatum	9
2.4	Vergelijking meetdata alle waarnemingsdatums.....	11
2.5	Conclusies	11
	BIJLAGE 1	13
	BIJLAGE 2.....	14

1 Doel

Vaststellen of kwaliteitsverlies van stek vermindert wanneer langzaam werkende bewortelingshormonen worden toegepast.

1.1 Probleemstelling

Regelmatig loopt tijdens transport en bewaring de kwaliteit van chrysantenstek terug. Dit kan zich uiten in chlorofylverlies, slap gaan en in ernstiger gevallen in bladmisvorming ("zuurschade") of aantasting door *Botrytis*. Verschillende, interacterende factoren spelen hierbij een rol. Bij het verlies van chlorofyl (en mogelijk zuurschade) speelt veroudering door ethyleen wellicht een rol. Aanwijzingen hiervoor zijn dat stekken behandeld met 1-MCP (dat de werking van ethyleen blokkeert) groener uit de bewaring komen. Om te voorkomen dat, vooral tijdens het transport, grote hoeveelheden ethyleen ontstaan is het zaak de stekken continu bij lage temperatuur te houden of de productie van ethyleen door de stekken te verhinderen. Echter, pikant detail hierbij is dat voor een goede wortelinductie gedurende korte tijd wel een lage concentratie ethyleen nodig is.

Het is bekend dat er een verband is tussen het auxine- en ethyleenmetabolisme. Door te sterke stimulering met IBA (zowel door hoge concentraties als door gebruik van sterke synthetische auxinen als NAA) wordt de productie van ethyleen verhoogd.

Bij lage temperatuur blijft deze piek achterwege; bij kamertemperatuur ontstaat deze piek tussen de 24-48 uur na de IBA-behandeling. In een transportsimulatie experiment met *Pelargonium* stekken is gebleken, wanneer in deze periode een tijdelijke opwarming optrad, grote hoeveelheden ethyleen geproduceerd werden (Kadner e.a., voordracht op 34. Gartenbauwissenschaftliche Tagung, 1997). Hoewel de stekken op het oog fris en groen uit het transport kwamen, trad later in het stekbed veel uitval op.

Een remedie kan zijn om niet te dopen (niet aantrekkelijk vanwege de langzamere beworteling en de in principe lage kosten in het productieland) of alternatieven te zoeken, bijvoorbeeld:

1. Gebruik te maken van langzaam of minder sterk werkende auxinen. Er bestaat een middel, IHA, dat de werkzame indoolgroep langzaam afgeeft. Hierdoor ontstaat waarschijnlijk minder ethyleen tijdens opwarming, terwijl de wortelinductie wel optreedt. Mogelijk dat bij gebruik van dit middel minder kwaliteitsverlies optreedt. IHA kent echter geen toelating in Nederland.
2. Gebruik te maken van hogere concentraties van de wel toegelaten auxinen IBA, IAA en NAA (IAA is een zwakker auxine dan IBA; NAA juist sterker) en de stekken direct na de behandeling snel terug te koelen waardoor de ethyleenpiek wordt voorkomen maar de inductie al wel plaatsvindt. Dit zou tevens antwoord kunnen geven op de vraag of de auxinen een rol spelen bij het ontstaan van 'zuurschade' door een behandeling mee te nemen, die 24 uur na de poederbehandeling een opwarming naar 20°C ondergaat en daarna weer teruggekoeld wordt naar 4°C.

1.2 Opzet en uitvoering

Vers gesneden Nederlandse stekken zijn getransporteerd naar PPO Aalsmeer en behandeld met verschillende auxineoplossingen: indoolhexaanzuur (IHA) in 2 concentraties, de normaal gebruikte IBA/NAA oplossing, 2 concentraties IBA en één concentratie IAA. Per behandeling zijn steeds 60 stekken gebruikt (in duplo). In totaal 3120 stekken.

Na de behandelingen zijn de stekken onmiddellijk ingepakt en direct in de koelcel gezet en bewaard bij 4°C. De helft van de stekken bleef steeds opgeslagen bij 4°C; met de andere helft van de stekken is 24 uur na de auxinebehandelingen een transportsimulatie uitgevoerd van in 24 uur naar 20°C, in 24 uur terug naar 4°C. Dit zijn de behandelingen 2T – 7T genoemd (T = met transportsimulatie).

Behandelingen:

Zonder transportsimulatie

1. Nulcontrole – onbehandeld; partijje is ook direct na oogst weggestoken om potentiële beworteling vast te stellen.
2. IHA 1: 100 mg/l IHA.
3. IHA 2: 250 mg/l IHA.
4. IBA/NAA controle: 50 mg/l IBA, 25 mg/l NAA
5. IBA controle: 50 mg/l IBA.
6. IBA-plus: 100 mg/l IBA.
7. IAA-plus: 250 mg/l IAA.
8. Controle – onbehandeld; partij heeft zelfde bewaring ondergaan als hormoonbehandelde partijen.

Met transportsimulatie

- 2T. IHA 1: 100 mg/l IHA.
- 3T. IHA 2: 250 mg/l IHA.
- 4T. IBA/NAA controle: 50 mg/l IBA, 25 mg/l NAA.
- 5T. IBA standaard: op PPO behandelen met 50 mg/l IBA.
- 6T. IBA-plus: op PPO behandelen met 100 mg/l IBA.
- 7T. IAA-plus: op PPO behandelen met 250 mg/l IAA.
- 8T. Controle – onbehandeld; partij heeft zelfde bewaring ondergaan als hormoonbehandelde partijen.

Na 2 weken bewaring is de helft van de stekken naar Hensbroek vervoerd voor beworteling; na 4 weken de resterende helft. Bij aankomst werden de stekken per zakje van 60 stekken visueel in kwaliteitsklassen beoordeeld op grond van algemene frisheid, rot, bruin snijvlak en geur. Elke behandeling werd in 1 bak gestoken en verder op standaardwijze beworteld.

Na beworteling (circa 14 dagen) zijn de stekken, na eerst opnieuw een kwalitatieve visuele beoordeling op gelijkheid, kleur, wortelvorming en globale lengte te hebben ondergaan, weer vervoerd naar PPO Aalsmeer en daar dezelfde dag gemeten om de effecten van de verschillende auxinebehandelingen op de bovengrondse groei te beoordelen.

Voor de kwantitatieve waarnemingen werd de buitenste rand stekken afgeknipt. Deze werden niet gebruikt voor de waarnemingen. Van de overgebleven circa 33 stekken werd de lengte in mm gemeten en het totale gewicht. Hieruit werd een gemiddelde lengte en gewicht per stek berekend.

De datasets zijn vervolgens met het Genstat statistisch pakket nader geanalyseerd.

2 Resultaten

2.1 Visuele beoordeling na bewaarperiode

Het stek was vrij ongelijk van lengte en in sommige behandelingen viel op dat veel stekken een bruin snijvlak vertoonden (Tabel 1). Dit kwam vooral voor in de stekken die geen transportsimulatie hadden ondergaan. Aangezien in de controle zonder hormoonbehandeling geen bruine snijvlakken voorkamen, is het mogelijk een reactie van het toegediende auxine of een deel daarvan (bij afbraak kleuren indoolverbindingen vaak bruinroze). Na 2 weken bewaring waren er geen visuele verschillen tussen de stekken met en zonder transportsimulatie wat betreft frisheid, rot en geur.

Tabel 1: Kwalitatieve visuele beoordeling stekken na 2 weken bewaring op 15-8-2004

	Zonder transportsimulatie				Met transportsimulatie			
	Algemeen	Rot	Bruin snijvlak	Geur	Algemeen	Rot	Bruin snijvlak	Geur
IHA 100	3	3	1.5	3	3	3	4	3
IHA 250	3	3	3	3	3	3	3.5	3
IBA+NAA	3	3	3	3	3	3	3.5	3
IBA 50	3	3	3	3	3	3	3	3
IBA 100	3	3	1	3	3	3	3	3
IAA 250	3	3	3	3	3	3	4	3
Controle	3	3	4	3	3	3	4	3
Gem	3.0	3.0	2.6	3.0	3.0	3.0	3.6	3.0

Klassenindelingen: Algemeen: slecht, slap (1), matig (2), fris, turgescient (3). Rot: veel (1), weinig (2), geen (3). Bruin snijvlak: meer dan 50% (1), 20-50% (2), minder dan 20% (3), geen (4). Geur: lichte rottingsgeur + condens (1), als 1, geen condens (2), geen geur (3).

In de partij die 4 weken bewaard was, waren bij aankomst ook geen duidelijke verschillen tussen wel of geen transportsimulatie te zien. Enkele zakjes vertoonden een lichte rottingsgeur, maar dit was eigenlijk beperkt tot één behandeling (100 mg/l IBA; Tabel 2). Bij deze partij was de bruinverkleuring van het snijvlak veel minder aanwezig dan bij de 2 weken bewaarde partij.

Tabel 2: Kwalitatieve visuele beoordeling stekken na 4 weken bewaring op 1-9-2004

	Zonder transportsimulatie				Met transportsimulatie			
	Algemeen	Rot	Bruin snijvlak	Geur	Algemeen	Rot	Bruin snijvlak	Geur
IHA 100	2	3	4	3	3	3	3.5	3
IHA 250	2	3	3.5	3	2	3	3.5	3
IBA+NAA	3	3	3.5	3	3	3	4	3
IBA 50	3	3	3.5	3	3	3	3	3
IBA 100	2	3	4	1.5	2	3	4	3
IAA 250	3	3	4	3	3	3	4	3
Controle	2	3	4	3	2	3	4	3
Gem	2.4	3.0	3.8	2.8	2.6	3.0	3.7	3.0

Klassenindelingen: Algemeen: slecht, slap (1), matig (2), fris, turgescient (3). Rot: veel (1), weinig (2), geen (3). Bruin snijvlak: meer dan 50% (1), 20-50% (2), minder dan 20% (3), geen (4). Geur: lichte rottingsgeur + condens (1), als 1, geen condens (2), geen geur (3).

2.2 Visuele beoordeling na beworteling

De stekken van iedere bewaarperiode werden beworteld onder standaardomstandigheden. Na de beworteling werden de behandelingen als totaal visueel beoordeeld op gelijkheid, kleur, wortelvorming in de pot en de globale lengte gemeten.

In de partij van 2 weken bewaarde stekken lijken kleine kwalitatieve verschillen tussen de behandelingen aanwezig (Tabel 3). Vanwege de beperkte omvang van de waarnemingen is de significantie van deze verschillen echter laag. De gelijkheid was matig.

Van alle hormoonbehandelingen kwamen qua wortelvorming de IBA-behandelingen gemiddeld het hoogste uit, gevolgd door de standaardbehandeling met IBA+NAA. Het langzaam werkende IHA was ongeveer gelijk aan de standaardbehandeling en in de hoogste concentratie zelfs iets minder bij de behandeling zonder transportsimulatie. Tussen de partijen zonder en met transportsimulatie waren overigens geen duidelijke verschillen te zien. De partij met transportsimulatie leek iets groener.

Tabel 3: Kwalitatieve visuele beoordeling van 2 weken bewaarde stekken na beworteling (beoordeeld op 30-8-2004)

	Zonder transportsimulatie				Met transportsimulatie			
	Gelijkheid	Kleur	Wortelvorming	Lengte	Gelijkheid	Kleur	Wortelvorming	Lengte
IHA 100	6	2	6	15	7	3	6.5	13.5
IHA 250	6	3	5.5	14.7	6	2.5	6.5	14.5
IBA+NAA	5.5	3	6	14.5	5	4	6	14.5
IBA 50	5.5	2.5	7	14.3	5	3	7	15.3
IBA 100	6.5	2	7	15.7	6	3.5	7	15.5
IAA 250	5.5	2	5	15.5	6	2.5	5.5	14.5
Controle	7	3	6	14	4	4	6.5	14.5
Gem	6.0	2.5	6.1	14.8	5.6	3.2	6.5	14.6

Gelijkheid: 0 (zeer ongelijk) – 10 (zeer gelijk). Kleur: 0 (zeer lichtgroen) - 5 (zeer donkergroen). Wortelvorming: 0 (geen wortels) - 10 (zeer veel wortels). Lengte= totale lengte pot+plant.

Het beeld in de partij die 4 weken bewaard was geweest (Tabel 4), was vergelijkbaar met de partij van 2 weken bewaring. De gelijkheid was iets minder dan bij de 2 weken bewaarde partij, de gemiddelde kleur en wortelvorming waren vergelijkbaar. Wel waren de bewortelde stekken gemiddeld iets langer: dit kan zowel een gevolg zijn van de langere bewaring als van een verschil in de bewortelingsomstandigheden.

Tabel 4: Kwalitatieve visuele beoordeling van 4 weken bewaarde stekken na beworteling op 13-9-2004

	Zonder transportsimulatie				Met transportsimulatie			
	Gelijkheid	Kleur	Wortelvorming	Lengte	Gelijkheid	Kleur	Wortelvorming	Lengte
IHA 100	4.5	2.0	7.0	16.0	3.0	2.0	7.0	15.0
IHA 250	6.0	2.0	6.0	15.5	4.0	2.0	6.0	15.5
IBA+NAA	3.5	3.0	7.0	17.0	5.0	3.0	6.5	15.0
IBA 50	4.5	3.0	7.0	16.5	3.0	2.0	6.0	16.0
IBA 100	4.5	2.0	7.5	15.0	5.0	3.0	7.0	16.0
IAA 250	5.0	3.0	5.5	15.5	5.0	3.0	6.0	15.0
Controle	4.0	3.0	7.0	15.5	5.5	3.0	7.0	16.5
Gem	4.6	2.6	6.7	15.9	4.4	2.6	6.5	15.6

Gelijkheid: 0 (zeer ongelijk) – 10 (zeer gelijk). Kleur: 0 (zeer lichtgroen) - 5 (zeer donkergroen). Wortelvorming: 0 (geen wortels) - 10 (zeer veel wortels). Lengte= totale lengte pot+plant.

Bij de hormoonbehandelingen kwam IBA weer als hoogste uit, maar met een minimaal verschil met de standaard behandeling IBA+NAA. De behandelingen met IHA waren niet beter of slechter dan de standaardbehandeling, maar eerder iets minder gelijk en lichter van kleur.

2.3 Vergelijking meetgegevens per waarnemingsdatum

In een pilotexperiment zijn verschillende parameters gemeten. Behalve lengte, gewicht, aantal bladeren en dikte is daarin ook geprobeerd het aantal wortels kwantitatief vast te stellen. Dit laatste bleek echter ondoenlijk doordat de grondkluit niet goed is uit te spoelen en wortels afbraken. In het pilotexperiment werden eveneens geen significante verschillen gevonden in aantal bladeren en dikte, zodat bij het echte experiment er van is afgezien om deze te meten. Uiteindelijk zijn de lengte (in mm) en het totaalgewicht van de gemeten stekken gemeten en hieruit zijn de gemiddelde lengte, standaarddeviatie, variatiecoëfficiënt en gemiddeld stekgewicht berekend (Tabel 5).

Tussen de beide waarnemingsdatums waren aanzienlijke en significante verschillen in lengte en gewicht. Dit kan natuurlijk een gevolg zijn van de verschillen in bewaarduur of de behandelingen, maar het is ook heel goed mogelijk dat de verschillen het gevolg zijn van een verschil in bewortelingsomstandigheden.

Om toch een invloed te kunnen vaststellen van de verschillende behandelingsfactoren is gekozen om de gegevens per datum te presenteren en analyseren (Tabel 5 en Tabel 6). De analyse van de gezamenlijke data zijn wel weergegeven in de bijlagen 1 tot en met 4.

Tabel 5: Waarneming 31 augustus 2004				
Factor	Gem Lengte	Sd Lengte	VC%	Gewicht/stek
Transport				
-	113.0 a	12.04 a	10.63 a	2.312 b
+	111.5 a	12.51 a	11.22 a	2.219 a
Middel				
IHA 100	110.3 ab	10.88 a	9.85 a	2.241 b
IHA 250	111.9 abc	12.17 ab	10.88 ab	2.259 b
IBA+NAA	108.3 a	11.87 a	10.97 ab	2.219 b
IBA 50	114.1 abc	12.68 ab	11.12 ab	2.302 b
IBA 100	115.0 bc	12.34 ab	10.73 ab	2.265 b
IAA 250	116.5 c	13.99b	12.02 b	2.458 c
Controle	108.5 ab	11.98 ab	11.00 ab	2.050 a
Middel x Transport				
IHA 100	112.2 abc	11.90 ab	10.60 ab	2.294 de
IHA 250	111.4 abc	11.32 ab	10.16 ab	2.339 e
IBA+NAA	111.3 abc	11.60 ab	10.43 ab	2.336 e
IBA 50	116.3 bc	12.37 abcd	10.62 ab	2.341 e
IBA 100	113.7 abc	12.39 abcd	10.91 abc	2.262 cde
IAA 250	117.9 c	14.96 d	12.69 bc	2.585 f
Controle	106.3 ab	8.97 a	8.44 a	1.933 a
IHA 100 + T	108.5 ab	9.92 a	9.14 a	2.191 bcd
IHA 250 + T	112.4 abc	12.96 bcd	11.55 abc	2.185 bcd
IBA+NAA + T	105.5 a	12.12 abc	11.47 abc	2.109 b
IBA 50 + T	112.1 abc	12.97 bcd	11.58 abc	2.265 cde
IBA 100 + T	116.2 bc	12.28 abcd	10.57 ab	2.268 cde
IAA 250 + T	115.3 bc	13.09 bcd	11.40 abc	2.341 e
Controle + T	110.6 abc	14.76 cd	13.38 c	2.158 bc

Gem Lengte: gemiddelde lengte; Sd Lengte: standaardafwijking lengte; VC%: variatiecoëfficiënt.

Uit de analyse van de meetdata van 31 augustus komen een aantal trends naar voren:

- Geen invloed van de transportsimulatie op de gemiddelde lengte,
- Wel een invloed van het gebruikte bewortelingshormoon op de lengte. De standaardbehandeling en de controle zonder hormoon resulteerden beide in iets kortere stekken na bewortelen. De langste stekken werden gevormd bij de behandelingen met de hoogste concentraties IBA en IAA. Mogelijk is dit een gevolg van extra wortelinductie. Tussen de laagste en hoogste gemeten waarden van lengte en gewicht was meestal een significant verschil aanwezig, maar met de tussenliggende waarden was dit verschil vaak niet betrouwbaar verschillend.

- Vorming van significant lichtere stekken na transport én in de controlebehandeling zonder hormoon. De zwaarste stekken werden gevormd met de hoogste concentratie IAA, maar deze behandeling vertoonde ook de hoogste variatie. Tussen de andere hormoonbehandelingen was onderling geen verschil in gewicht, maar ze waren wel significant zwaarder dan de controle en lichter dan IAA 250.
- Geen duidelijk beter of slechter effect van het langzaam werkende hormoon IHA dan de standaardbehandeling. De variatiecoëfficiënt is weliswaar laag, maar dit lijkt toeval.
- Geen duidelijke interactie tussen middel en transport. Wel hier en daar een significant verschil tussen de uitersten, maar niet terug te voeren tot één bepaalde behandeling.

De stekken die 4 weken bewaard waren, waren na de bewortelingsperiode significant langer dan de stekken die 2 weken bewaard waren, maar de variatie was ook iets hoger. Het beeld van de waarnemingen van 15 september van 4 weken bewaarde stekken was vergelijkbaar met het beeld van de waarnemingen van 31 augustus, maar er waren ook verschillen.

Tabel 6: Waarneming 15 september 2004					
Factor	Gem Lengte	Sd Lengte	VC%	Gewicht/stek	
Transport					
-	125.1 a	15.02 a	12.08 a	2.627 a	
+	123.7 a	15.52 a	12.60 a	2.558 a	
Middel					
IHA 100	129.0 d	13.29 a	10.31 a	2.711 b	
IHA 250	122.1 abc	14.95 a	12.24 a	2.589 b	
IBA+NAA	121.1 ab	15.00 a	12.45 a	2.546 ab	
IBA 50	128.4 cd	15.81 a	12.48 a	2.624 b	
IBA 100	129.3 d	16.64 a	12.91 a	2.720 b	
IAA 250	125.1 bcd	16.77 a	13.45 a	2.568 ab	
Controle	115.7 a	14.43 a	12.54 a	2.392 a	
Middel x Transport					
IHA 100	129.3 def	13.19 a	10.19 a	2.762 e	
IHA 250	120.7 abcd	14.89 a	12.33 a	2.565 abcde	
IBA+NAA	126.7 cdef	14.33 a	11.31 a	2.694 de	
IBA 50	132.3 ef	15.36 a	11.65 a	2.568 abcde	
IBA 100	125.1 cdef	16.65 a	13.37 a	2.721 de	
IAA 250	128.5 def	15.03 a	11.67 a	2.650 cde	
Controle	112.7 a	15.72 a	14.02 a	2.430 abc	
IHA 100 T	128.7 def	13.39 a	10.43 a	2.659 cde	
IHA 250 T	123.5 bcde	15.01 a	12.15 a	2.614 bcde	
IBA+NAA T	115.5 ab	15.68 a	13.58 a	2.398 ab	
IBA 50 T	124.6 bcdef	16.25 a	13.30 a	2.680 cde	
IBA 100 T	133.5 f	16.63 a	12.45 a	2.718 de	
IAA 250 T	121.6 abcd	18.51 a	15.22 a	2.486 abcd	
Controle T	118.7 abc	13.14 a	11.07 a	2.353 a	

- Ook binnen deze partij bewaarde stekken waren geen effecten van het transport op de lengte meetbaar.
- Er was wel weer een kleine maar significante invloed van het gebruikte bewortelingshormoon (Tabel 6: Middel) op de lengte. De controle zonder hormoon resulteerde in de kortste stekken, de standaard IBA-NAA behandeling zat hier net boven. De langste stekken werden dit keer gevormd bij de behandelingen met de 100 mg/l IHA en 100 mg/l IBA, hoewel het verschil met de andere behandelingen minimaal was.
- Bij de 4 weken bewaarde partij stek was geen duidelijk effect van het transport op het versgewicht na beworteling.
- Wederom geen duidelijk beter of slechter effect van het langzaam werkende hormoon IHA dan de standaardbehandeling.

2.4 Vergelijking meetgegevens alle waarnemingsdata.

Hoewel de verschillen tussen de partijen met verschillende bewaarduur aanzienlijk waren, is ook hierbij een statistische analyse van alle meetgegevens uitgevoerd (Bijlage 1 en 2). Daaruit kwamen, behalve voor 'Datum', nog een aantal betrouwbare verschillen voor andere factoren naar voren.

Voor de lengte na beworteling werden betrouwbare ($F_{pr} < 0.05$; Bijlage 1) verschillen gemeten voor de factoren 'Middel' en 'Transport x Middel'. Voor versgewicht na beworteling werden betrouwbare verschillen gemeten voor de factoren 'Transport' en 'Middel' en met iets lagere betrouwbaarheid voor de factoren 'Transport x Middel' en 'Middel x Datum' (Bijlage 2).

Wanneer het effect van de factor 'Datum' even buiten beschouwing wordt gelaten, geven deze resultaten aan dat er een betrouwbare invloed is van het gebruikte bewortelingshormoon ('Middel'), mogelijk in interactie met de opwarming tijdens de transportsimulatie ('Transport x Middel').

De gevolgen hiervan zijn onder meer zichtbaar in de vorm van iets kortere en lichtere stekken bij gebruik van bepaalde combinaties of concentraties van hormonen, een effect dat na transportsimulatie nog versterkt lijkt te worden. Van alle hormoonbehandelingen kwamen de stekken behandeld met de standaardmethode IBA + NAA in de meeste gevallen in de klasse van de kortste stekken terecht (zie bijlagen, gemarkeerde cellen onder 'Middel' en 'Transport x Middel'). Mogelijk is dit puur een remmend effect van NAA, aangezien de behandeling met 50 mg/l IBA consequent langer was.

Een kortere stek hoeft echter niet negatief te zijn. Aangezien het versgewicht van de IBA + NAA stekken vrijwel gelijk is met dat van de andere behandelingen, worden uiteindelijk met IBA + NAA iets steviger stekken gevormd.

Overigens is het zo dat bij alle hormoonbehandelingen zwaardere stekken worden gevormd dan bij de controlebehandeling zonder hormoon. Dit is een weerspiegeling van het feit dat met hormonen sneller en meer wortels worden gevormd dan zonder hormoon, waardoor de stekken uiteindelijk net iets beter groeien dan zonder hormoon.

2.5 Conclusies

Doel van de proef was om te onderzoeken of door gebruik van het langzaam werkende auxine IHA minder zuurschade optreedt. In de proeven kwam echter geen zuurschade voor. Op basis van de resultaten kan dus niet geconcludeerd worden dat door gebruik van IHA het zuurprobleem teruggedrongen kan worden. Wat wel geconcludeerd kan worden is dat de standaard methode met IBA + NAA eigenlijk goed voldoet en na beworteling resulteert in weliswaar kortere, maar stevigere stekken. Gebruik van IHA, IBA of IAA in andere concentraties resulteerde niet in duidelijk betere stek kwaliteit.

Wat ook uit de statistische analyses naar voren komt, is een mogelijke interactie van het gebruikte middel met opwarming (in het experiment gesimuleerd door 24 uur bewaring bij 20°C). Dit gaf vooral bij de IBA + NAA stekken consequent een lengtereductie. Dat deze reductie minder prominent aanwezig was bij de andere hormoonbehandelingen, houdt mogelijk verband met de betere afbreekbaarheid bij 20°C van IBA en IAA door de plant zelf, in tegenstelling tot NAA, dat vrij persistent is.

Daarmee kan (helaas) nog niet helemaal uitgesloten worden dat het optreden van zuurschade in stekken uit tropische productiecentra mogelijk toch een verband heeft met het gebruik van persistente auxinen als NAA in combinatie met (langere?) perioden van sterke opwarming.

Bijlage 1

Regression Analysis:

Fitted terms: Constant + Transport + Middel + Datum + Transport.Middel + Transport.Datum + Middel.Datum + Transport.Middel.Datum. Verschillende letters geven significante verschillen aan.

Response variate: GemLengte					
Transport (Fpr = 0.128)					
- T	119.2	a	+ T	117.8	a
Middel (Fpr < 0.001)					
IHA100	119.8	. bc	IHA 250	117.1	ab
IBA 100	122.2	.. c	IBA 50	121.4	. bc
Controle	112.2	a	IAA 250	120.9	. bc
Datum (Fpr < 0.001)					
31-aug	112.2	a	15-sep	124.6	. b
Transport x Middel (Fpr < 0.001)					
IHA 100 -	120.9	... defg	IHA 100 + T	118.7	.. cdef
IHA 250 -	116.2	. bcd	IHA 250 + T	118.1	.. cde
IBA 50 -	124.4	..... fg	IBA 50 + T	118.4	.. cde
IBA 100 -	119.5	.. cdefg	IBA 100 + T	125.0	..... g
IAA 250 -	123.3	... efg	IAA 250 + T	118.6	.. cdef
Controle-	108.6	a	Controle + T	114.8	abc
Transport x Datum (Fpr = 0.863)					
- T 31-aug	112.9	a	- T 15-sep	125.2	. b
+ T 31-aug	111.6	a	+ T 15-sep	123.8	. b
Middel x Datum (Fpr = 0.159)					
IHA 100 31-aug	110.4	ab	IHA 100 15-sep	129.0	..... g
IHA 250 31-aug	111.9	ab	IHA 250 15-sep	122.1	... def
IBA+NAA 31-aug	108.4	a	IBA+NAA 15-sep	121.0	.. cde
IBA 50 31-aug	114.2	ab	IBA 50 15-sep	128.4	..... fg
IBA 100 31-aug	114.9	abc	IBA 100 15-sep	129.3	..... g
IAA 250 31-aug	116.6	. bcd	IAA 250 15-sep	125.1	... efg
Controle 31-aug	109.4	ab	Controle 15-sep	115.7	. bcd
Transport x Middel x Datum (Fpr = 0.773)					
IHA 100 - 31-aug	112.2	abc	IHA 100 - 15-sep	129.3	..... .klm
IHA 250 - 31-aug	111.4	abc	IHA 250 - 15-sep	120.7	... defghij
IBA 50 - 31-aug	116.3	. bcdefg	IBA+NAA - 15-sep	126.7	..... .ijklm
IBA 100 - 31-aug	113.7	abcde	IBA 50 - 15-sep	132.3	..... .lm
IAA 250 - 31-aug	117.9	.. cdefgh	IBA 100 - 15-sep	125.1	..... .hijklm
Controle - 31-aug	106.3	ab	IAA 250 - 15-sep	128.5	..... .jklm
IHA 100 + T 31-aug	108.5	ab	Controle - 15-sep	112.7	abcd
IHA 250 + T 31-aug	112.4	abcd	IHA 100 + T 15-sep	128.7	..... .jklm
IBA 50 + T 31-aug	112.1	abc	IHA 250 + T 15-sep	123.5	..... fghijk
IBA 100 + T 31-aug	116.2	. bcdefg	IBA+NAA + T 15-sep	115.5	. bcdef
IAA 250 + T 31-aug	115.3	. bcdef	IBA 50 + T 15-sep	124.6	..... .ghijkl
Controle + T 31-aug	110.6	abc	IBA 100 + T 15-sep	133.5	..... .m
			IAA 250 + T 15-sep	121.6	... efgghijk
			Controle + T 15-sep	118.7	.. cdefghi

Bijlage 2

Response variate: GemGewicht					
Factor					
Transport (Fpr < 0.001)					
- T	2.476	. b	+ T	2.394	a
Middel (Fpr < 0.001)					
IHA 100	2.479	. bc	IHA 250	2.428	. bc
			IBA 50	2.466	. bc
IBA 100	2.495	. bc	IAA 250	2.518	. . c
Controle	2.245	a			
Datum (Fpr < 0.001)					
31-aug	2.266	a	15-sep	2.597	. b
Transport x middel (Fpr = 0.024)					
IHA 100 -	2.531	. . . de	IHA 100 + T	2.428	. . . d
IHA 250 -	2.455	. . . d	IHA 250 + T	2.402	. bcd
IBA 50 -	2.458	. . . d	IBA 50 + T	2.476	. . . de
IBA 100 -	2.495	. . . de	IBA 100 + T	2.496	. . . de
IAA 250 -	2.620	. . . . e	IAA 250 + T	2.417	. . cd
Controle-	2.212	a	Controle + T	2.258	abc
Transport x Datum (Fpr = 0.676)					
- T 31-aug	2.316	. b	- T 15-sep	2.631	. . c
+ T 31-aug	2.220	a	+ T 15-sep	2.562	. . c
Middel x Datum (Fpr = 0.017)					
IHA 100 31-aug	2.242	abc	IHA 100 15-sep	2.710	. . . . . g
IHA 250 31-aug	2.261	abc	IHA 250 15-sep	2.589	. . . . efg
IBA+NAA 31-aug	2.222	ab	IBA+NAA 15-sep	2.545	. . . def
IBA 50 31-aug	2.302	. bc	IBA 50 15-sep	2.623	. . . . fg
IBA 100 31-aug	2.264	abc	IBA 100 15-sep	2.719	. . . . . g
IAA 250 31-aug	2.462	. . . de	IAA 250 15-sep	2.567	. . . . efg
Controle 31-aug	2.096	a	Controle 15-sep	2.391	. . cd
Transport x Middel x Datum (Fpr = 0.227)					
IHA 100 - 31-aug	2.294	. bcdef	IHA 100 - 15-sep	2.762	. . . . . . . k
IHA 250 - 31-aug	2.339	. . cdef	IHA 250 - 15-sep	2.565	. . . . . ghij
IBA+NAA - 31-aug	2.336	. . cdef	IBA+NAA - 15-sep	2.694	. . . . . . . jk
IBA 50 - 31-aug	2.341	. . cdef	IBA 50 - 15-sep	2.568	. . . . . ghij
IBA 100 - 31-aug	2.262	. bcde	IBA 100 - 15-sep	2.721	. . . . . . . jk
IAA 250 - 31-aug	2.585	. . . . . ghijk	IAA 250 - 15-sep	2.650	. . . . . . . ijk
Controle - 31-aug	1.933	a	Controle - 15-sep	2.430	. . . . efg
IHA 100 + T 31-aug	2.191	. bcd	IHA 100 + T 15-sep	2.659	. . . . . . . ijk
IHA 250 + T 31-aug	2.185	. bcd	IHA 250 + T 15-sep	2.614	. . . . . . . hijk
IBA+NAA + T 31-aug	2.109	ab	IBA+NAA + T 15-sep	2.398	. . . . efg
IBA 50 + T 31-aug	2.265	. bcde	IBA 50 + T 15-sep	2.680	. . . . . . . jk
IBA 100 + T 31-aug	2.268	. bcde	IBA 100 + T 15-sep	2.718	. . . . . . . jk
IAA 250 + T 31-aug	2.341	. . cdef	IAA 250 + T 15-sep	2.486	. . . . . fghi
Controle + T 31-aug	2.158	abc	Controle + T 15-sep	2.353	. . . def