

PROJECTVERSLAG

Groeiremming met niet-chemische methoden (fase 2b)



PT project 11.422.01



IN OPDRACHT VAN PRODUCTSCHAP TUINBOUW

PROJECTVERSLAG

Groeiremming met niet-chemische methoden (fase 2b)


PT project 11.422.01

Uitgevoerd door:

TNO Toegepaste Plantwetenschappen

DLV Facet en DLV Pot- en perkplanten

Gefinancierd door:

Productschap  Tuinbouw

Productschap Tuinbouw

Postbus 280

2700 AG Zoetermeer


© TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Adviesgroep nv. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden.

TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet zijn niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave, tenzij er sprake is van opzet of grove schuld van de zijde van DLV Facet of TNO Toegepaste Plantwetenschappen.

DLV Facet



Productschap  Tuinbouw

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Doel en opzet van het onderzoek	6
3. Materialen en methoden	7
3.1 <i>Plantmateriaal</i>	7
3.2 <i>Plantenkweek</i>	
3.3 <i>Scoren van het eindresultaat</i>	7
3.4 <i>Behandeling van de planten</i>	8
3.4.1 <i>Trillen</i>	8
3.4.2 <i>Tactiele beweging</i>	11
3.4.3 <i>Duur van de behandeling</i>	12
4. Resultaten	13
4.1.1 <i>Het effect van trillen op de ontwikkeling van het bladoppervlak van Pelargonium planten</i>	14
4.1.2 <i>Het effect van trillen op de lengte ontwikkeling van Pelargonium planten</i>	19
4.1.3 <i>Het effect van trillen op bloemvorming en lengte van de bloemen</i>	24
4.2 <i>Het effect van tactiele beweging op lengteontwikkeling en bloemvorming van Osteospermum planten</i>	26
5. Economische overwegingen	29
6. Discussie	32
6.1 <i>Pelargonium trillen en opgroeiomstandigheden</i>	32
6.2 <i>Osteospermum tactiele beweging en opgroeiomstandigheden</i>	33
7. Conclusie	34

Samenvatting

In fase 2b van het project ‘groeiremming met niet-chemische methoden’ zijn experimenten uitgevoerd bij twee gewassen (Osteospermum, Pelargonium) in een praktijk situatie. Deze fase is het logische gevolg op de voorgaande onderzoeken waarin werd aangetoond dat groeiremming bij tuinbouwgewassen kan worden bewerkstelligd door planten aan te raken of in trilling te brengen in een laboratorium opstelling.

De belangrijkste doelstelling in deze fase van het onderzoek was: Hoe een vertaalslag te maken van een experimentele lab situatie naar een praktijk situatie in de kas. Er is gekozen voor twee typen bedrijven: een sterk geautomatiseerd bedrijf met rolcontainers en een meer traditioneel bedrijf waarbij de planten op de grond worden geteeld. De machinebouwers die in de vorige fase bij het project betrokken zijn geweest zijn ook nu weer benaderd voor het uitvoeren en bouwen van apparatuur (Implementatieslag technische toepassing). De trilapparatuur bestond uit 3 opstellingen die ieder met een eigen trillingsprofiel de planten in een standaard aluminium rolcontainer in beweging brachten. Daarnaast werd op een ander bedrijf een conveyor systeem (monorail) geïnstalleerd waaraan een rek was gehangen met een kunststofdoek.

Planten werden gekweekt onder standaard ‘kas’ condities zoals die ook voor de andere planten in het complex golden. De enige afwijking was dat de planten niet met chemische groeiremmiddelen werden behandeld.

Naast de meer gebruikelijke experimentele knelpunten bij overgang van laboratorium naar een praktijksituatie, werd ook inzicht verkregen in een aantal project specifieke knelpunten.

Bij de beginopzet liepen de planten tijdens het trillen weg over de gladde bodem van de rolcontainers. Door aanpassing van de onbalans gewichten in de trilmotoren kon dit voor een groot deel worden voorkomen. Ondanks deze problemen werden geraniums van handelskwaliteit verkregen en zijn er interessante gegevens uit deze proeven gekomen. Twee van de 3 geteste trilprofielen bleken in staat te zijn groeiremming te induceren. Uitwerking van de gegevens laat zien dat bij de tactiele (aanrakings)experimenten de ruimte tussen de onbehandelde proefplanten en de wel met groeiremmiddelen behandelde planten uit de normale teelt te klein zijn geweest. Hierdoor zijn veel van de controle planten, die zich aan de buitenzijde van de aaizone bevonden, toch met chemische groeiremmiddelen behandeld door het overwaaien van deze middelen. Deze omstandigheden maken het interpreteren van de uitkomsten van de experimenten lastig. Een groeiremming van een kleine 10 % kon worden bewerkstelligd, maar het is niet geheel uit te sluiten dat dit het resultaat is van overgewaaide groeiremmiddelen van naast gelegen percelen.

Echter het belangrijkste aspect van het onderzoek, het vaststellen of het technisch mogelijk was om de systemen in een bestaande bedrijfssituatie te implementeren, is positief gebleken. Het is nu aan de industriële bedrijven om de juiste economisch rendabele systemen te ontwikkelen die de verdwijnende chemische middelen kunnen vervangen.

1. Inleiding

Groeiremming is bij vele siergewassen in de tuinbouw een belangrijk aspect in de teelt. Uit plantfysiologisch onderzoek is bekend dat verschillende omgevingsfactoren van invloed zijn op de groei (strekking) van planten. Gedurende donkere perioden hebben planten de natuurlijke neiging om te strekken en dus slap te worden. Maar ook in perioden met veel licht, hoge temperatuur en sterke fotosynthese kan er ongewenste strekkingsgroei plaats vinden. Voor sommige soorten geldt dat groeiremming nodig is om bloemknopvorming te induceren (bijvoorbeeld siringen). Door groeiremming worden planten bossiger en compacter, aspecten welke ook esthetische en economische (bijvoorbeeld ten aanzien van vervoerskosten) belangen dienen. Groeiremming vindt vooral plaats met behulp van chemische remmiddelen. In de nabije toekomst is de verwachting dat er sectorbreed, in de gehele plantenteelt problemen ontstaan omdat het gebruik van chemische groeiremmers steeds meer wordt terug gedrongen door regelgeving. Om deze problemen het hoofd te bieden hebben TNO Toegepaste Plantwetenschappen en DLV Facet in opdracht van het Productschap Tuinbouw het project “**groeiremming met niet-chemische methoden**” fase 1 (PT project nr 11.422) en “**groeiremming met niet-chemische methoden**” fase 2a (PT project nr 11.422.01) uitgevoerd. Binnen deze projecten zijn een aantal verschillende methoden onder laboratoriumomstandigheden op geschiktheid onderzocht als alternatief voor chemische groeiremming bij Hortensia, Osteospermum en Pelargonium planten.

De resultaten van fase 1 gaven aanleiding om het vervolgonderzoek uit te voeren.

In het eerste deel van fase 2 van het project is onderzoek gedaan naar welke trillingsbehandeling qua frequentie en tijdsduur en welke intensiteit van aanraking nodig zijn om een optimaal effect te krijgen. Het bleek dat trillen voor alle gebruikte plantensoorten een effectieve methode was om groeiremming te induceren. Voor de tactiele beweging gold dat niet alle soorten er gevoelig voor bleken.

In fase 2b van het onderzoek is gekeken hoe de vertaalslag naar de praktijk zou kunnen worden gemaakt. Hiervoor is nogmaals contact gezocht met de machinebouwers/bedrijven die ook in de voorgaande serie experimenten apparatuur hebben ontworpen en gebouwd. Wederom zijn deze bedrijven bereid geweest om apparatuur beschikbaar te stellen en te bouwen voor deze serie experimenten (Implementatieslag technische toepassing in de praktijk).

2. Doel en opzet van het onderzoek

Uit voorgaand onderzoek van TNO-TPW en DLV Facet (fase 1 en 2a) is duidelijk geworden dat groeiremming van potplanten mogelijk is zonder de toepassing van chemische remmiddelen, het uitgangspunt van het onderzoek. De gebruikte methoden kunnen toegepast worden gedurende een beperkte tijd in het seizoen en hebben niet het nadeel van andere methoden die blijvend aanwezig zijn. Het doel van deze serie experimenten was een implementatieslag te maken van een labsituatie naar de praktijk. Er is gekozen voor 2 verschillende type bedrijven, een sterk geautomatiseerd bedrijf met rolcontainers en een meer traditioneel bedrijf met de teelt op grondniveau.

Onderzocht zijn:

- 1) Het effect van 3 type trillingsprofielen door middel van onbalans trilstellingen onder standaard rolcontainers. De profielen waren: lineaire trillingen, ellipsvormige trillingen en pulstrillingen. Alle trillingstypen hadden een frequentie van 50Hz omdat uit de voorgaande experimenten was gebleken dat dit gemiddeld het beste resultaat gaf. De tests zijn uitgevoerd bij één gewas per bedrijf omdat er geen mogelijkheden waren om meer kasruimte in beslag te nemen. De triltechnieken zijn getest op Pelargonium planten
- 2) Tactiele (aanrakings-) beweging door middel van één kunststofdoek waaraan 'vingers' waren gemaakt, bevestigd aan een kettingrailbaan. Bij de tactiele beweging is 1 behandeling uitgevoerd. I.p.v. de stoffendoeken die in de voorgaande experimenten is gebruikt werd nu gebruikt gemaakt van kunststofdoek. Dit was noodzakelijk omdat in de kassituatie de planten van bovenaf worden beregend en de stoffendoeken hierdoor doordrenkt zouden worden. Kunststof heeft dit nadeel niet. Een andere aanpassing was het knippen van 'vingers' aan de kunststofdoek. Dit was noodzakelijk omdat dit type doek te stijf is en zo de planten zou kunnen beschadigen. Het aanbrengen van de 'vingers' kon dit voorkomen. Bij deze teler werd tijdens de experimenten alleen Osteospermum gekweekt.

3. Materialen & Methoden

3.1 Plantmateriaal

Voor de experimenten werd gebruik gemaakt van Spaanse margrietten en Pelargoniums:

- 1) *Osteospermum Cape Daisy*®, *African Summer*, serie *Zaire* (Spaanse margriet)
- 2) *Pelargonium zonale* “*Esprit*” (*Staande Geranium*) (Geranium)

Plant materiaal kwam uit de teeltvoorraad van de twee telers waar de experimenten plaatsvonden. De planten waren vegetatief vermeerderd. Het geteste en beoordeelde plantmateriaal was nog niet blootgesteld aan groeiremmiddelen. De *Osteospermum*'s waren opgepot in 10,5 cm. De *Geraniums* waren gestekt in week 5 in 10,5 cm potten en opgepot in week 10

De *Osteospermum* en *Pelargonium* planten waren bij aanvang van het experiment goed uniform.

3.2 Plantenkweek

Planten werden opgekweekt onder de condities die ter plaatse in de kas golden.

De *Osteospermum* planten werden voor de proef direct op een vaste afstand van elkaar gezet en niet meer uitgezet. Normaal gesproken staan de planten langer tegen elkaar aan, en worden pas in een later stadium uitgezet.

Osteospermum planten bestonden allen uit een getopt stengeldeel die uitlopers had gevormd en gedurende de experimenten konden groeien. Aan *Osteospermum* planten zijn tijdens de opkweek verder geen handelingen uitgevoerd.

De *Pelargoniums* waren niet getopt. Bij de *Pelargoniums* werden op 31 maart eenmalig de bloemstengels verwijderd.

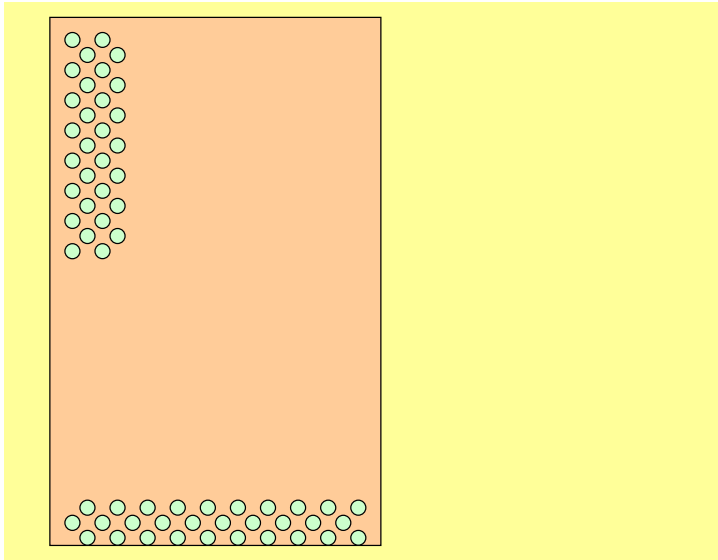
3.3 Scoren van het eindresultaat

Tijdens het experiment werden de planten regelmatig beoordeeld door een DLV teeltadviseur uit de pot-en perkplant sector.

De lengte van de bovengrondse delen werd 2 wekelijks gemeten vanaf de potrand. Bij de *Osteospermums* was de beginlengte ongeveer 2 cm. Het aantal bloemen en bloemknoppen werden aan het eind van de proef geteld. Bij de 2 wekelijkse meting werden steekproeven van ongeveer 30 stuks van controle, aangeraak en behandeld met groeiremmiddel geteld. Bij de eindtelling is ongeveer 1/7 van de planten niet geteld omdat deze rand effecten vertoonde.

De *Pelargoniums* werden bij aanvang van de experimenten individueel gemeten. Zowel het bladoppervlak als de stengelengte van de 3 grootste stengels werd gemeten. Bij *Pelargoniums* zijn ook de bloemknoppen geteld en de steellengte van de bloemen bij de eindtelling opgemeten. Bij de 2 wekelijkse metingen werd per tafel ongeveer 1/5 van het totale aantal planten gemeten. De planten werden zowel aan de korte als aan de lange kant van de bak gemeten, zie fig.1. Bij de steekproef en eindtelling werden geen randplanten geteld.

Fig. 1: telmethode bij steekproef van de pelargonium planten



3.4 Behandelingen van de planten

In totaal werden per behandeling voor Pelargonium \pm 300 planten ingezet, in totaal 1200 planten. Voor Osteospermum waren dit er \pm 350 (zie tabel 2). Bij de tactiele experimenten waren er naast de onbehandelde planten ook planten die waren behandeld met het groeiremmiddel cycocel als controle op het groeiremeffect dat tactiele beweging kon bewerkstelligen.

3.4.1 Trillen

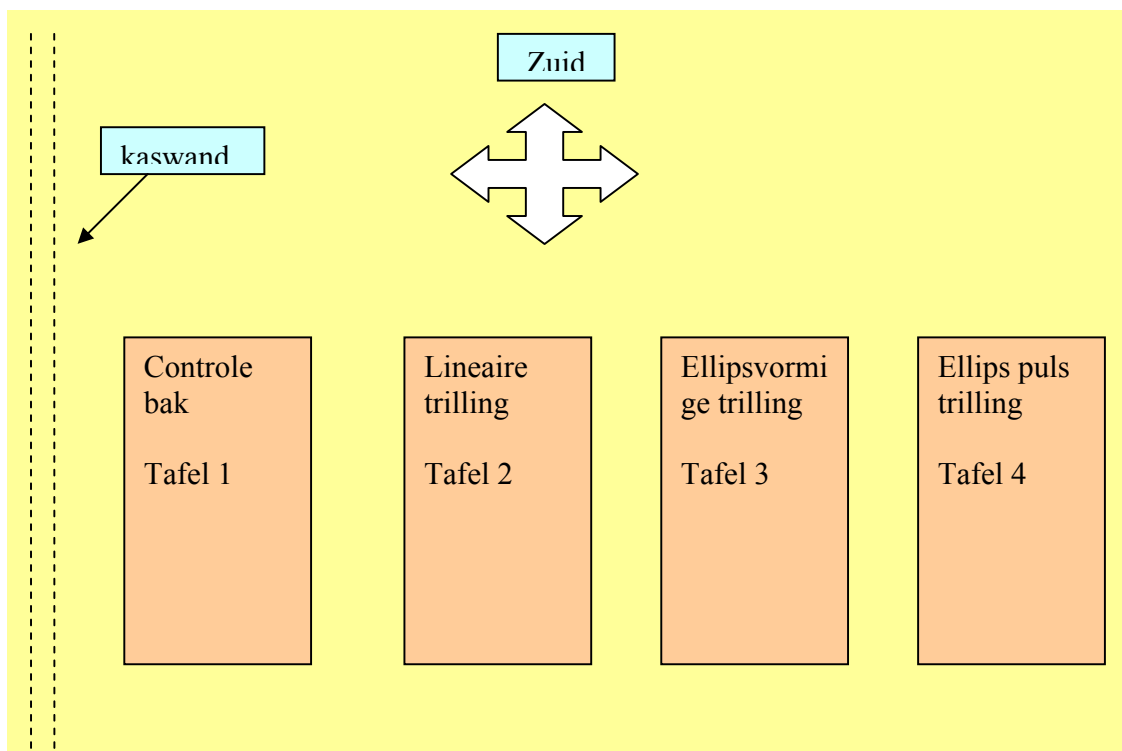
Pelargonium planten werden twee maal per dag met 3 verschillende trillingsprofielen op één vaste frequentie van 50 Hz behandeld (zie tabel 1). De behandeling werden uitgevoerd door trilmachines van de firma PAJA triltechniek te Oosterhout (NB) die bestond uit een stalen frame waaraan twee dubbele onbalans motor was bevestigd. De poten van het frame maakte contact met de kunststoffen bodemplaat van de rolcontainer. Bij deze serie experimenten is er voor gekozen om een vaste opstelling te maken.

Tabel 1: Overzicht van uitgevoerde tril en tactiele behandelingen en aantallen planten

trilprofiel	Behandeltijd Per dag	Aantal Osteospermum planten	Aantal Pelargonium planten
Controle	-	-	300
Lineaire trilling	2 maal 5 min.	-	300
Ellipsvormige trilling	2 maal 5 min.	-	300
Pulstrilling	2 maal 5 min	-	300
Controle	-	75	-
Tactiele aanraking geremd	4*15 min	196	-
	-	25	
Niet geteld	-	67	

De opstelling van de rolcontainers in de kas was als in figuur 2. Deze testopstelling stond tussen andere rolcontainers die gevuld waren met planten voor het normale productie proces.

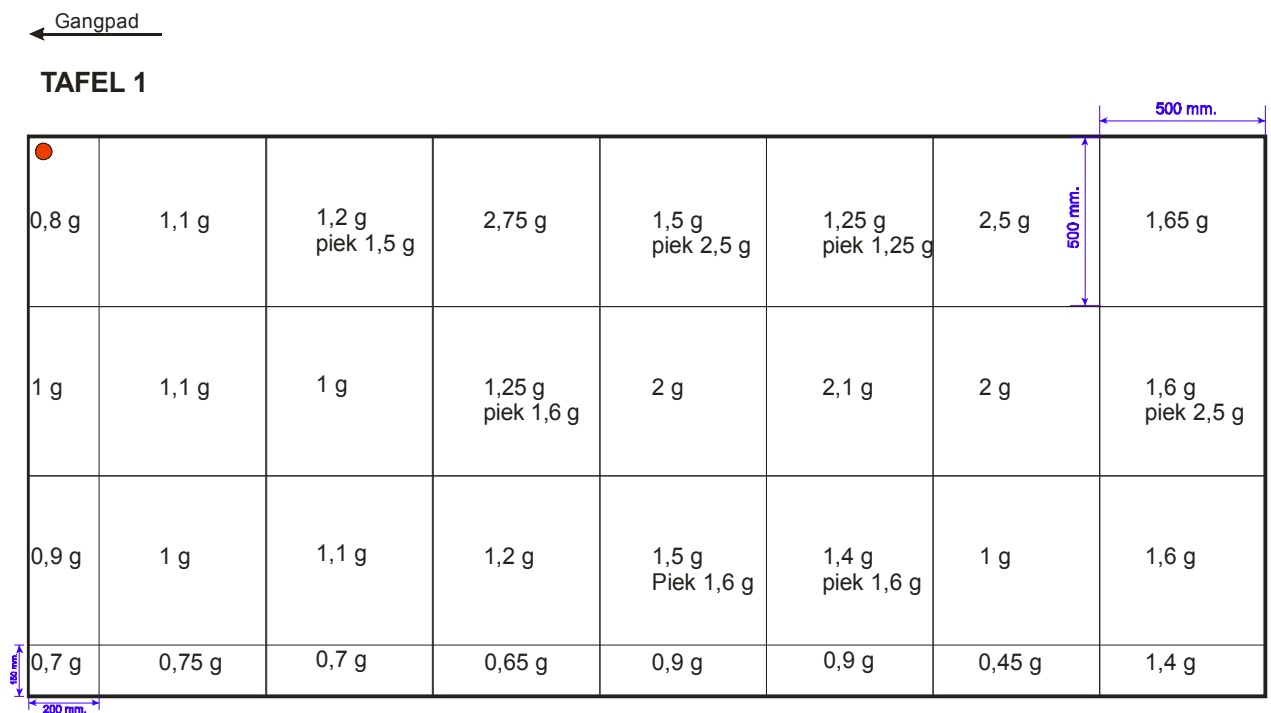
Fig. 2: opstelling van de rol containers in de kas.



Door PAJA triltechniek zijn metingen verricht aan de G-krachten die planten ondervinden op de tafels met de diverse trillingsprofielen. Fig.3 toont de metingen die in het midden van vlakken van 50*50 cm zijn gemaakt. Uit de metingen blijkt dat de trillingen niet overal even homogeen over het oppervlak van de bodemplaat verdeeld zijn.

Fig. 3: verdeling van de G-krachten op de tafels, zoals gemeten door PAJA triltechniek



Tafel met lineairetrillingen: Tafel 2 (tafel 1 getrild)

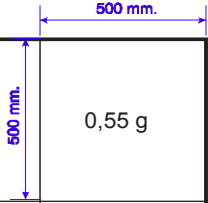


Tafel met ellipstrillingen: Tafel 3 (tafel 2 getrild)

← Gangpad

TAFEL 2


 	0,9 g	1,1 g	1 g	1,1 g	1,1 g piek 1,8 g	0,6 g	0,5 g piek 0,8	0,55 g
	0,75 g	0,5 g piek 1 g	1 g	1,8 g	1 g Piek 1,3 g	1 g	1,2 g	1,1 g piek 1,5 g
	0,55 g	0,55 g	0,8 g	2,5 g	1,2 g Piek 1,5 g	1 g piek 1,5 g	1 g	0,85 g
	0,4 g	0,3 g	0,6 g	0,9 g piek 1,3 g	1,4 g	0,95 g	1,1 g	0,75 g

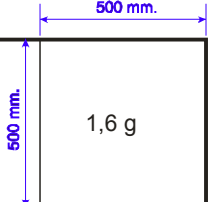


Tafel met pulstrillingen: Tafel 4 (tafel 3 getrild)

← Gangpad

TAFEL 3

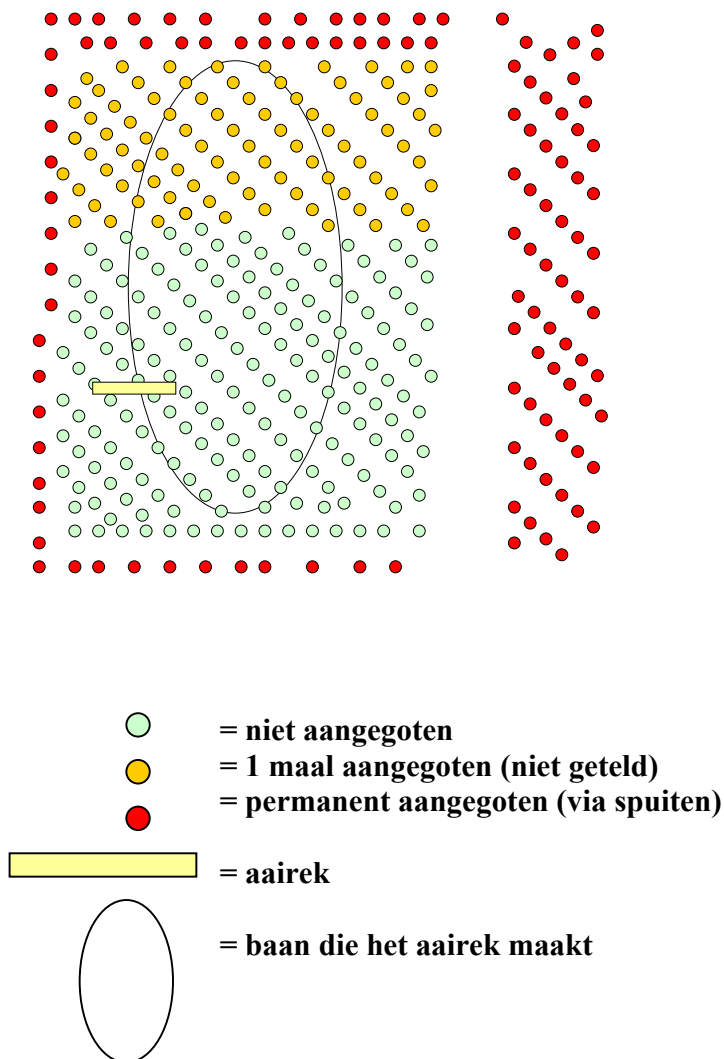
	1 g	1,5 g	1,6 g	1,6 g	1,4 g	1,3 g	1,4 g	1,6 g
	1,55 g	1,7 g	2,5 g	2,75 g	2,6 g	3,25 g	1,9 g	1,9 g
	1,8 g	1,5 g	1,55 g	1,9 g	1,9 g	2,6 g	2,5 g	1,7 g
	0,9 g	1,05 g	1,1 g	1,15 g	1,2 g	1,7 g	1,6 g	1,9 g



3.4.2 Tactiele beweging (aanraking)

Voor de tactiele beweging werd door de Firma Fepro (Nieuw Vennep) een conveyor systeem gebouwd in een kas (zie foto voorblad). Een conveyor is een monorailsysteem waar een rollenketting in draait (zie ook foto voorzijde rapport). Aan deze transportketting kunnen haken worden bevestigd waarmee vervolgens objecten kunnen worden vervoerd. Het systeem wordt o.a. voor interntransport van kleding gebruikt. Aanraking vond plaats door een rek met een zachte kunststofdoek met een lengte van 40 cm, waaraan ‘vingers’ waren geknipt, en een werkingsbreedte van 100 cm (zie fig. 4). De behandeling werd 4 maal per dag 15 minuten lang uitgevoerd waarbij de conveyorbaan er 52 seconde over deed om 1 maal rond te gaan. Gedurende een cyclus werd 17 maal over een plant geaaid. Het aantal gebruikte planten is terug te vinden in tabel 1.

fig. 4: opstelling van de planten bij de tactiele aanraking



3.4.3 Duur van de behandeling

Behandeling van de Osteospermum planten vond gedurende 7 weken plaats.

Behandeling van de Pelargonium planten vond gedurende 7 ½ week plaats.

4. Resultaten

Er is in fase 2b van het project ‘groeiremming met niet-chemische methoden’ onderzoek gedaan naar twee alternatieve methoden om planten in hun groei te remmen in een praktijksituatie. Deze twee methoden, het in trilling brengen van planten en tactiele aanraking, bleken in fase 1 en 2a van het project een potentieel bruikbaar alternatief voor chemische remmiddelen te zijn op lengte groei van Hortensia, Osteospermum en Pelargonium planten.

Om de gewenste experimentele condities te realiseren zijn door de firma’s PAJA en Fepro machines ontwikkeld om deze praktijk proeven mogelijk te maken. De aaimachine was identiek aan degene die in fase 2a is gebruikt met uitzondering van het gebruikte doek. Hiervoor werd kunststof gebruikt i.p.v. doek omdat in een praktijk situatie het doek nat wordt. Voor het in trilling brengen van rolcontainers heeft PAJA nieuwe machines ontwikkeld die d.m.v. steunarmen de gehele rolcontainer in trilling bracht. In de uitgevoerde behandeling is een aantal trillingsprofielen getoetst volgens het schema zoals weergegeven in tabel 1 (zie materiaal en methode).

Planten van de twee testgewassen Osteospermum en Pelargonium zijn onder standaard omstandigheden opgegroeid, zoals in de kas van de deelnemende teler gebruikelijk is. Effecten van de verschillende behandelingen van het in trilling brengen van planten en tactiele aanraking op de groei werd bestudeerd. Planten werden in totaal circa 7 weken met de twee groeiremmethoden behandeld.

De zijscheuten van Osteospermum waren uniform en waren vrijwel gelijk van lengte. Ze waren bij de start onder de potrand zodat de startlengte op 2 cm gemiddeld werd bepaald. Er werd gemeten vanaf de potrand. Voor de Pelargonium planten geldt dat ze bij het begin van de experimenten individueel werden gemeten.

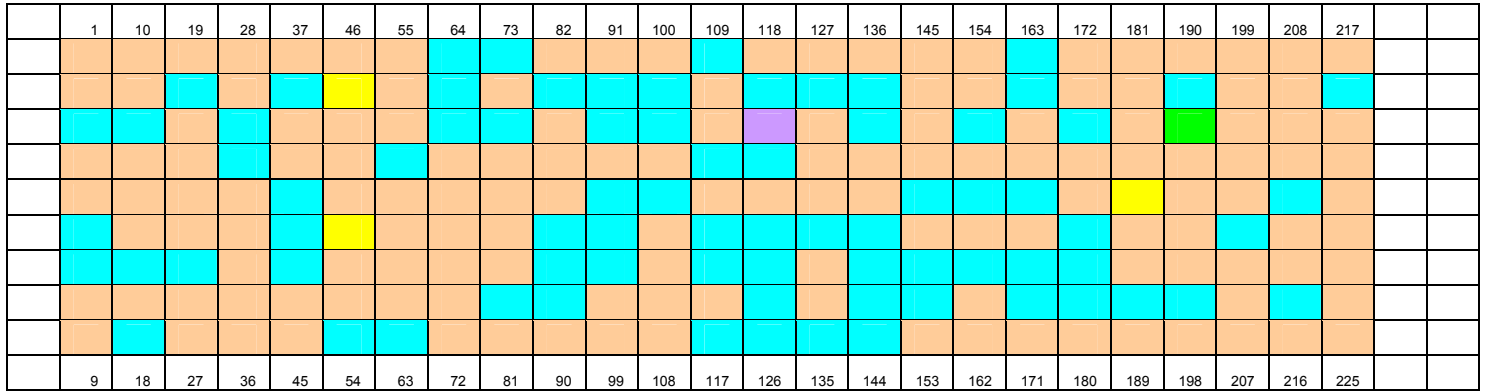
4.1.1 Het effect van trillen op de ontwikkeling van het bladoppervlak van Pelargonium planten

De opstelling zoals gebruikt bij het tactiel bewegen van pelargonium planten heeft een aanwijsbaar effect gehad op de groei van de planten. Naast het feit dat de controle planten in een rolcontainer stonden die bij de buitengevel was gepositioneerd, bleken er ook sterke rand effecten op te treden doordat de rolcontainers niet tegen elkaar aan stonden, zoals in een normale situatie gebruikelijk is. Met deze situaties is bij de verwerking van de resultaten rekening gehouden.

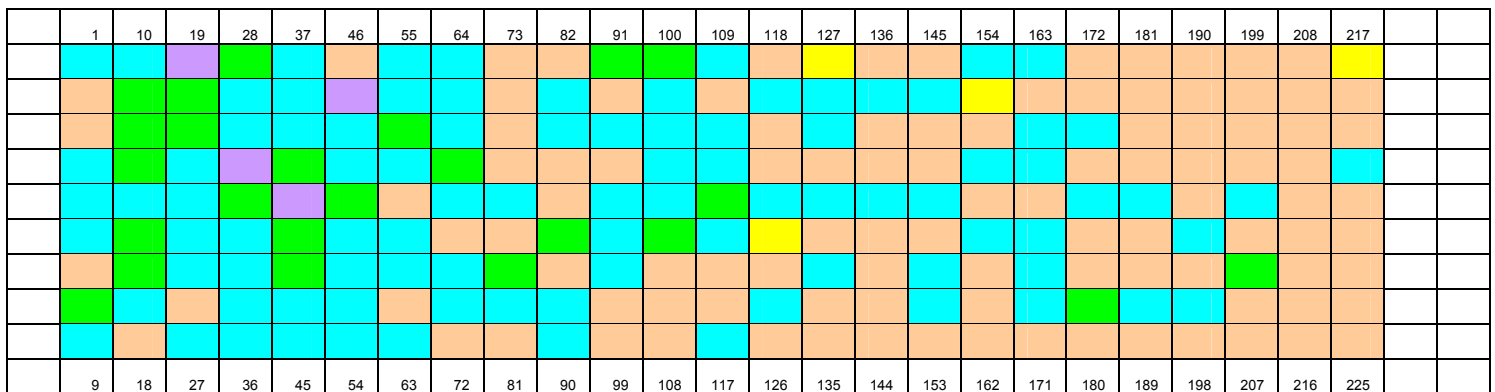
De trilinstallaties brachten hun trillingen over door draagarmen die de bodemplaat van de rolcontainers omhoog drukten. Hierdoor is er water blijven staan op een bepaald gedeelte van de eb en vloedtafels, waar dit normaal gesproken zou zijn weggelopen. Een gevolg hiervan is geweest dat planten op dit deel van de tafels meer water hebben gehad dan op de met de controle vergelijkbare droge deel van de tafels. Normaal gesproken worden pelargoniums vrij droog gekweekt. Dit werd als snel duidelijk bij de steekproefsgewijze metingen. Planten op het natte gedeelte zagen er zichtbaar sappiger uit dan de planten op de controle tafel of op het droge gedeelte van de bak. Dit is ook duidelijk terug te zien in de grootte van het bladoppervlak en de lengte van de planten zoals weergegeven in figuur 5. In de figuur zijn de individuele bladgrootte en de positie van de planten op de tafels weergegeven. Bij de tafels met lineaire en ellipsvormige trillingen is aan de linkerzijde van de tafel een gebied te zien waar de planten in een cluster staan die veel groter zijn dan de rest van de planten en ook voelbaar veel natter stonden dan de rest van de tafel. Om deze reden zijn de gegevens in 2 delen gesplitst in een linker natte en rechter droge kant van de tafel.

Fig. 5. Verdeling van de grootte van het bladoppervlak van de individuele planten per rolcontainer(tafel). Elk kleur en vakje vertegenwoordigt de grootte van een plant op die positie. (zie ook legenda).

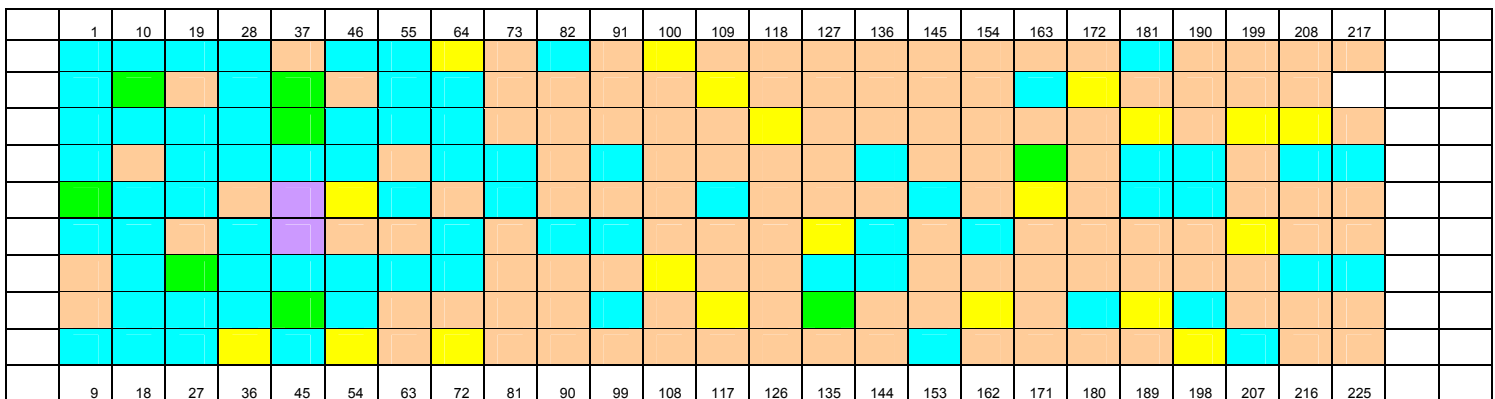
Tafel met controle planten



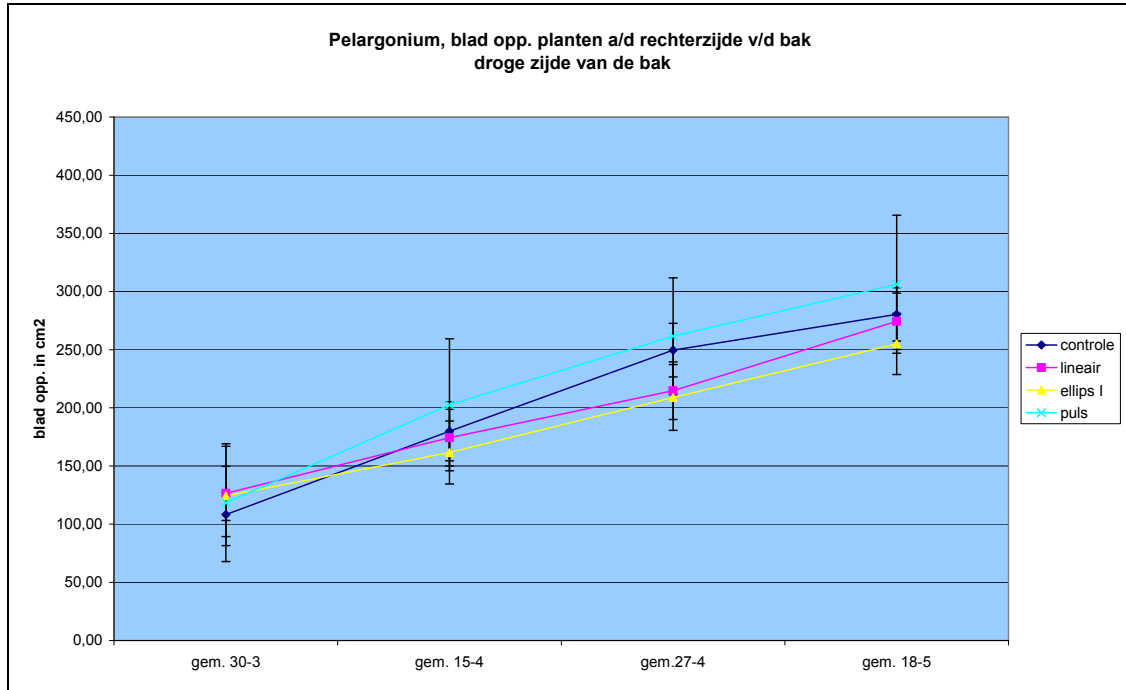
Tafel met lineairevormige trillingen



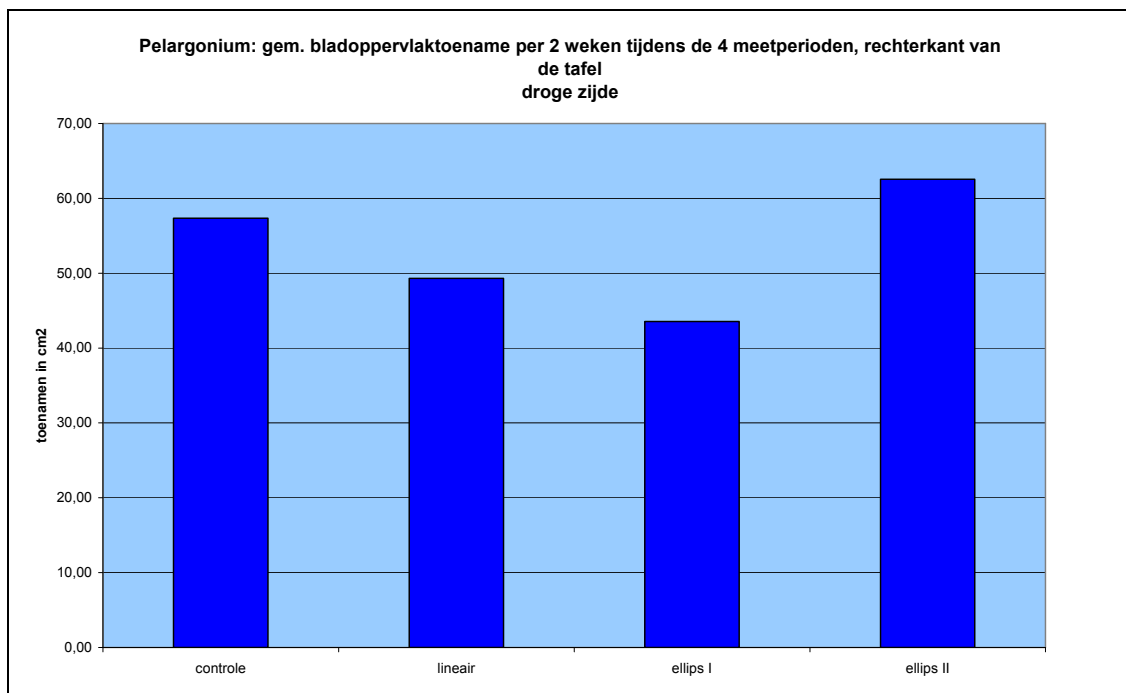
Tafel met Ellipsvormige trillingen



Figuur 6a. Ontwikkeling van het bladoppervlak van de pelargonium planten aan de rechter (droge) kant van de rolcontainer.



Figuur 6b. delta toename van het bladoppervlak



De hele controle tafel bevatte droge planten, terwijl op de getrilde tafels aanzienlijke verschillen in watergehalte waren. Dat op de controle tafel meer homogene groeiomstandigheden waren, is goed te zien aan de grootte van de controle planten aan de linker en rechterkant van de tafel, deze zijn namelijk gelijk. Deze getallen zijn 271cm^2 voor de linkerkant en 278cm^2 voor de rechterkant.

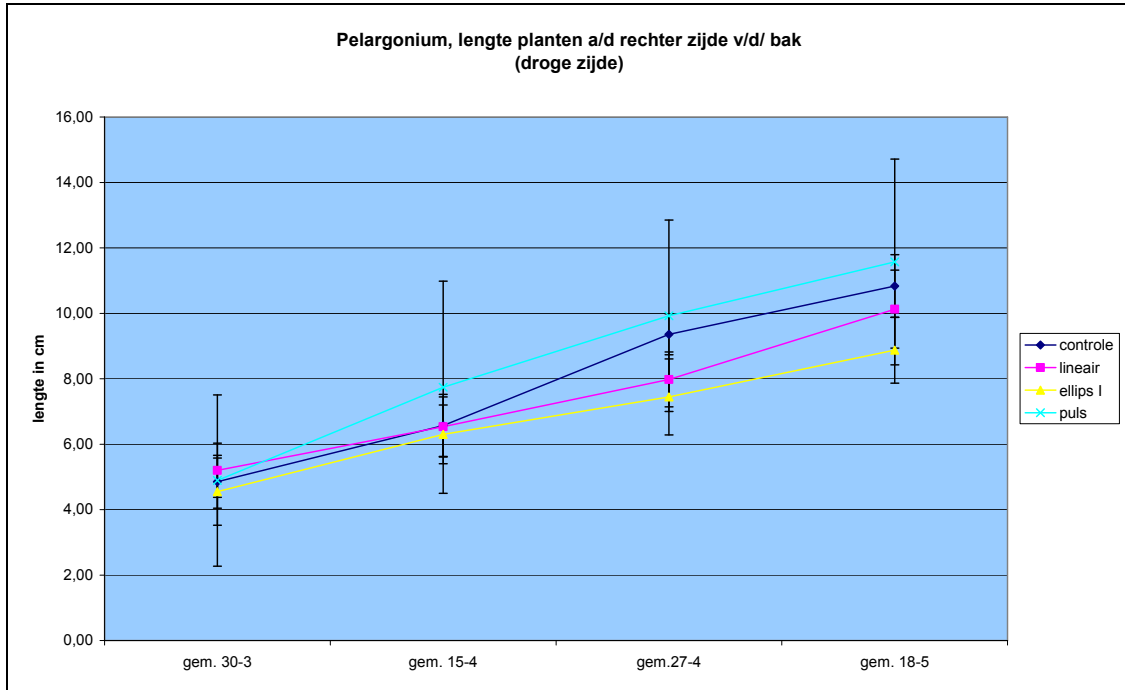
Als we de droge gedeelten van de getrilde en controle tafels vergelijken (figuur 6a) dan blijken planten, van een gelijke uitgangsgrootte, door trillen minder bladoppervlak te hebben dan de niet getrilde planten. Overigens is het zo dat bij de eerste meting al werd vastgesteld dat de controle planten bij aanvang al kleiner waren dan de planten op de trilopstellingen. De planten stonden al enige tijd op de rolcontainers voordat de experimenten startte. De uiteindelijke groeiremming in absolute zin is 2,1 % voor lineaire trilling en 9,2 % voor ellips trillen. Nemen we echter de verschillen van de uitgangsgrootte mee in de berekening dan worden de getallen resp. 14,0% en 24,1 %. De pulstrilling lijkt weinig effect te geven, echter ook hier bleken natte plekken in de bak voor te komen. Alleen deze waren niet strikt tot één deel van de bak aan te wijzen. Figuur 6b geeft inzicht in de toename van het bladoppervlak tussen de metingen, de delta groei. Op de droge, met de controletafel vergelijkbare, rechterkant van de tafel is de groei tussen de meetperioden van de getrilde planten kleiner dan van de controle planten. Bij lineaire trilling bleef de delta groei van het bladoppervlak gemiddeld 14 procent kleiner terwijl ellips getrilde planten 24 % minder toename van bladoppervlak had ten opzicht van de controle. Het bladoppervlak nam per periode bij de pulsgetrilde planten met 9% toe.

4.1.2 Het effect van trillen op de lengte ontwikkeling van *Pelargonium* planten

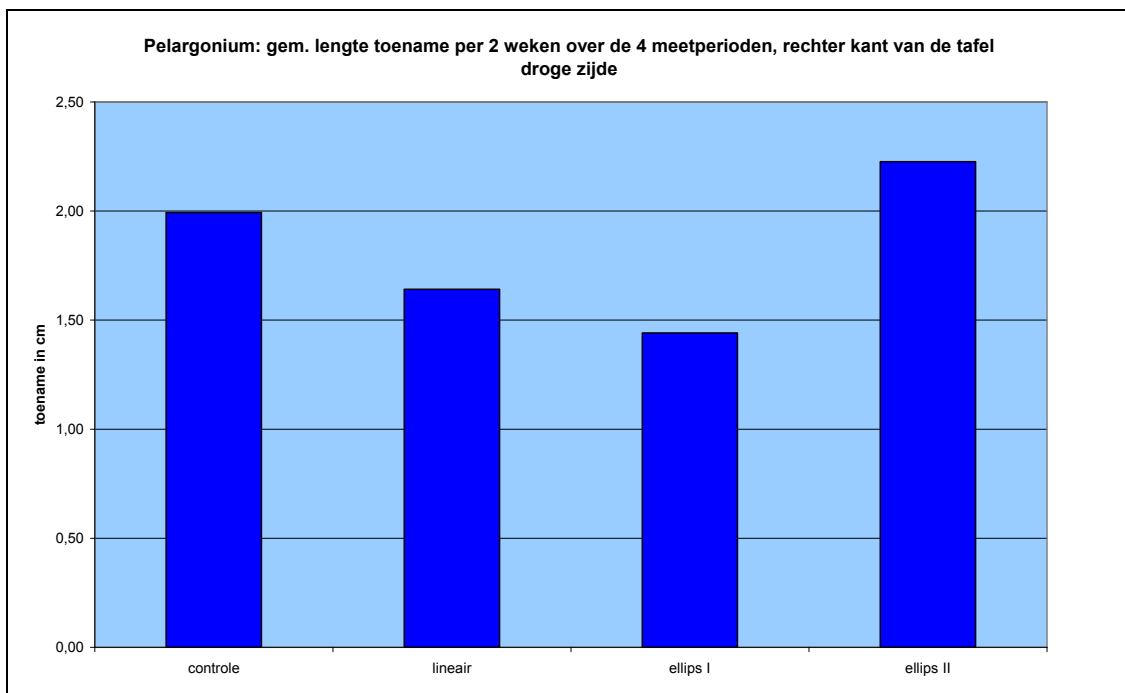
Wat voor de metingen aan het bladoppervlak geldt, is ook van toepassing op de lengte ontwikkeling van de planten (fig. 7). Ook in de lengte ontwikkeling is er sprake van duidelijk aanwijsbare natte plaatsen in met name de met lineair en ellips golven getrilde bakken. Om het e.e.a. vergelijkbaar te houden zijn voor de lengtemetingen ook de bakken in 2 stukken gesplitst, waarbij het natte gedeelte niet mee genomen is bij de berekeningen.

De lineair en ellips getrilde bakken geven meer korte planten (rode en gele vakjes), vooral in de droge gedeelten. De controlebak geeft een redelijk homogene verdeling. Bij de pulstrilling geeft de rechterkant van de bak wat kortere planten de linkerkant. In getallen is dit terug te vinden in de legenda van figuur 7

Figuur 8a. Ontwikkeling van de lengte van de pelargonium planten aan de rechter (droge) kant van de rolcontainer.



Figuur 8b. delta toename van de lengte rechterzijde van de bak



Het gemiddelde van de 3 langste stengels van de pelargonium planten als maat voor het effect van trilling als middel om groeiremming te induceren is weergegeven in de figuur 8a. Hierbij zijn de bakken weer in een droog gedeelte gesplitst, dat vergelijkbaar is met de controle bak en het natte gedeelte dat verder niet is meegeteld. De stengellengte van de linker en rechterkant van de controle bak is vrijwel gelijk namelijk 10,83cm versus 10,87 cm, wat aangeeft dat de planten onder gelijke condities zijn gegroeid.

Lineaire trillingen hebben een ongewogen remmend effect van 6,5% op de lengte groei ten opzichte van de controleplanten. Voor ellipsvormige trillingen is dat 18.1%. Wordt echter de begin lengte ook bij de berekening betrokken dan blijken de getallen resp. 17,5 en 27.7% te worden. Voor de pulstrillingen is een toename van de lengte met 6,8% te zien.

Gekeken naar de delta lengte groei in het droge gedeelte van de bak (fig 8b) is een groeiremming van 27.6% voor ellips en 17,6% voor lineaire trilling behaald. De puls trilling gaf in dit vak een delta groei van 12,1%.

4.1.3 Het effect van trillen op bloemvorming en lengte van de bloemen

Er is onderzocht of er een effect van de gebruikte trillingsprofielen (negatieve) effecten op de vorming van bloemen of de lengte van de bloemstelen had. In de vorige serie experimenten (fase 2a) was op deze vraag geen antwoord gekomen omdat de bloemen werden verwijderd.

Fig. 9a. Het effect van de trillingsbehandelingen op het aantal gevormde bloemstelen

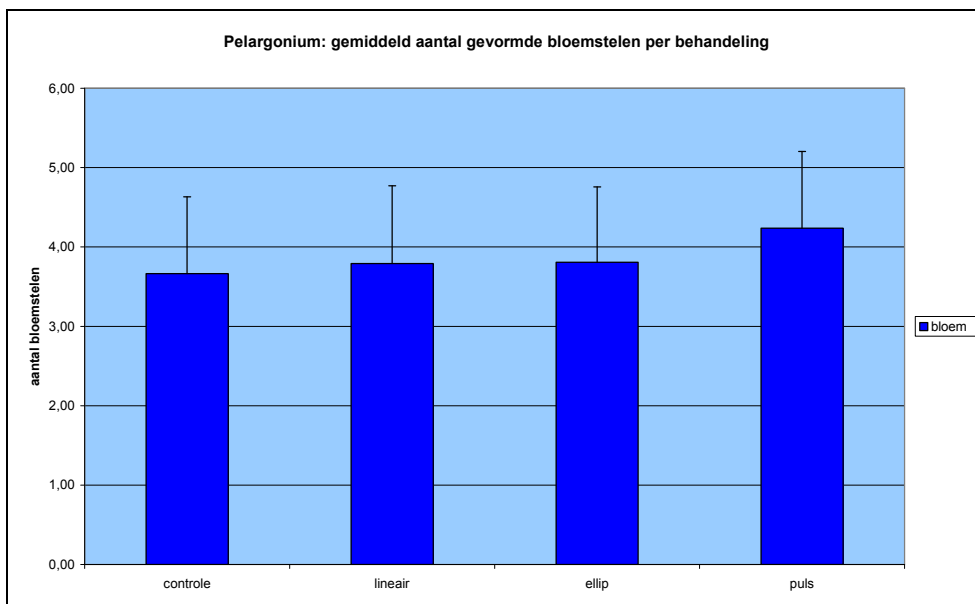
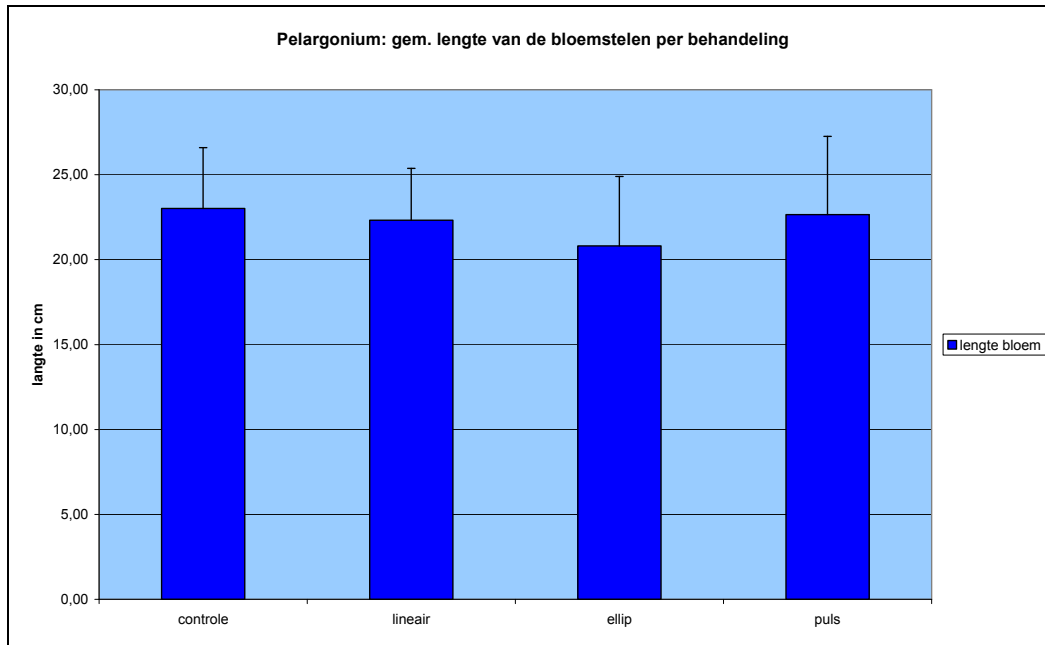


Fig. 9b. . Het effect van de trillingsbehandelingen op de lengte van de gevormde bloemstelen

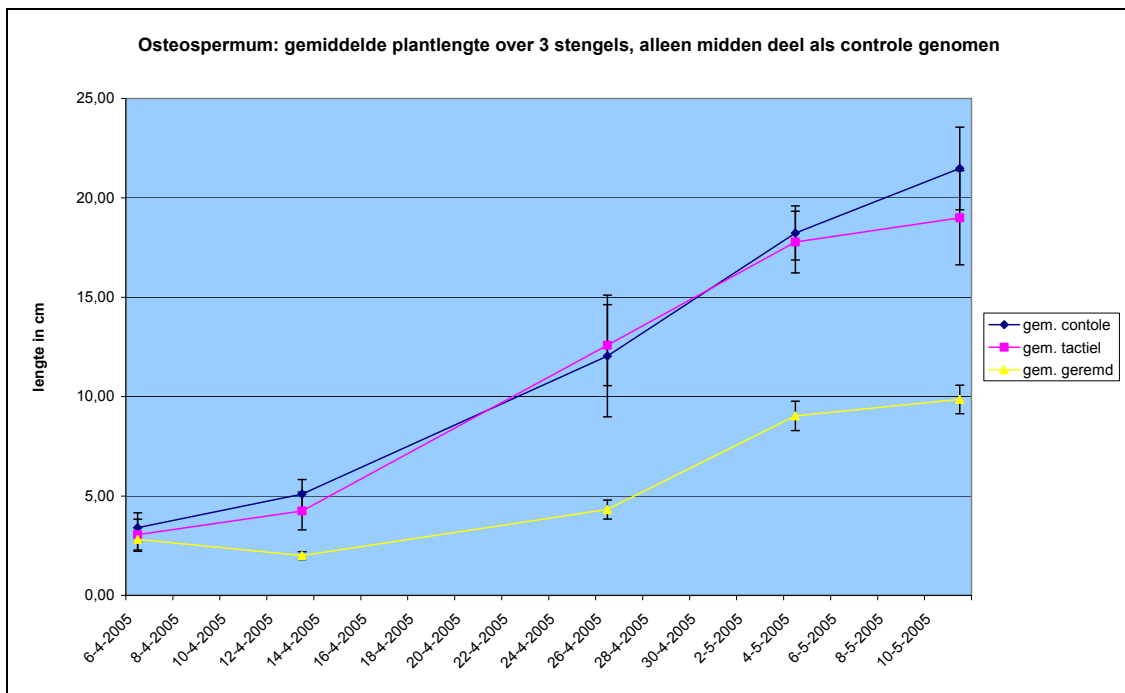


Uit figuur 9a blijkt dat trillen geen negatief effect op het aantal gevormde bloemstelen heeft. De pulsgetrilde planten hebben zelfs gemiddeld 15.8% meer bloemen. Deze getallen vallen echter wel binnen de standaard deviatie. De lengte van de bloemstelen werd ook enigszins beïnvloed door de trillingen. Met name ellipsvormige trillingen lijken wat kortere stelen te geven, alhoewel ook deze getallen binnen de standaard deviatie vallen (fig. 9b). Deze stelen werden gemiddeld 9,6% korter dan de controle.

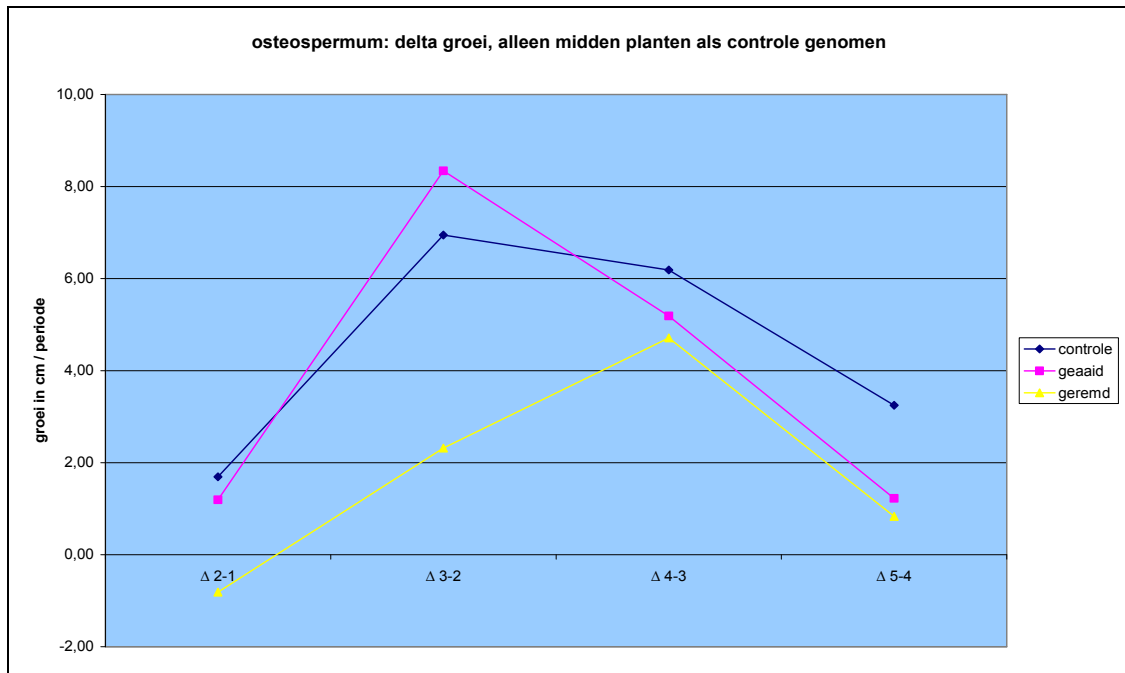
4.2 Het effect van tactiele beweging op lengteontwikkeling en bloemvorming van *Osteospermum* planten

De opstelling waarbij via een kunststoffen doek *Osteospermum* planten tactiel werden aangeraakt heeft geen eenduidig effect op de groei gegeven. Daarvoor bleken de omstandigheden in de kas te veel van invloed te zijn geweest op het eindresultaat. De opstelling was zo gekozen dat aan de randen en een strook in het midden controle planten stonden. Om de proef zoveel mogelijk gelijk te houden met de andere planten in de kas is besloten om een plot midden in de kas uit te leggen. Bij nader inzien is dit geen gelukkige keuze geweest omdat door deze wijze van opstellen er drift van gespoten groeiremmiddelen heeft kunnen plaatsvinden van de aangrenzende velden naar de proefopstelling. Dit heeft er o.a. toe geleid dat veel van de onbehandelde controle planten toch een onbekende hoeveelheid groeiremmiddelen hebben toegediend gekregen. Dit bleek duidelijk zichtbaar te zijn in het proefveldje. Deze planten zijn niet meegeteld als controle. Wat echter onduidelijk is, is hoe ver en hoe vaak de drift van deze middelen heeft plaatsgevonden en welke planten precies door zijn beïnvloed die toch zijn meegeteld.

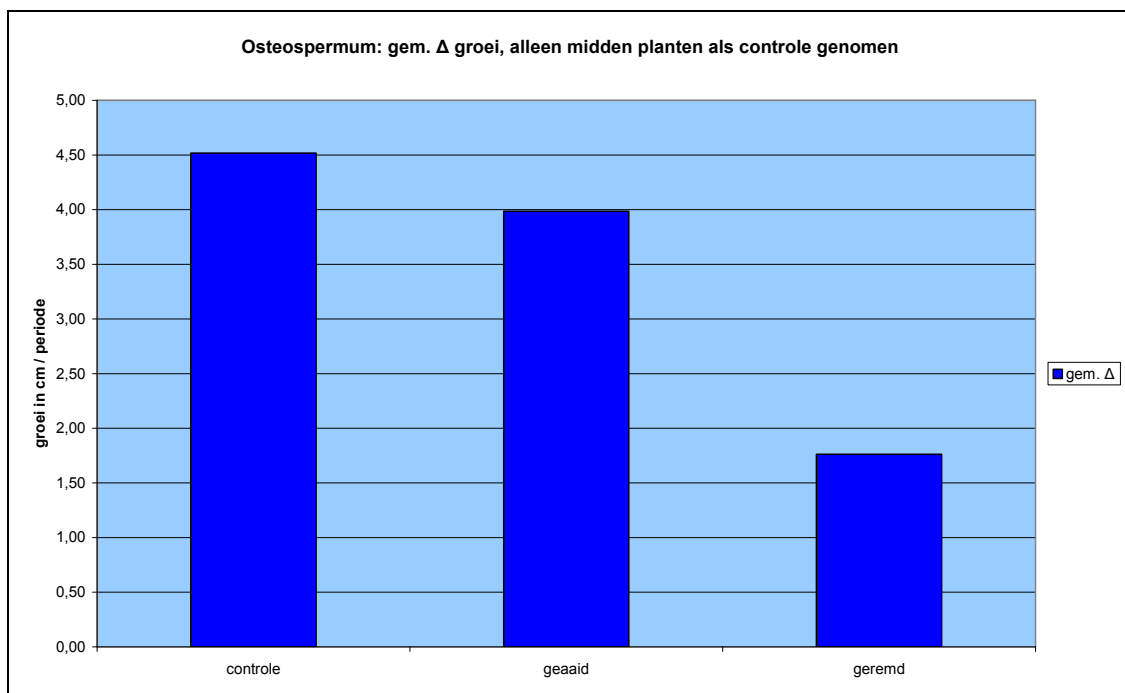
Figuur 10. Groeicurve *Osteospermum* planten



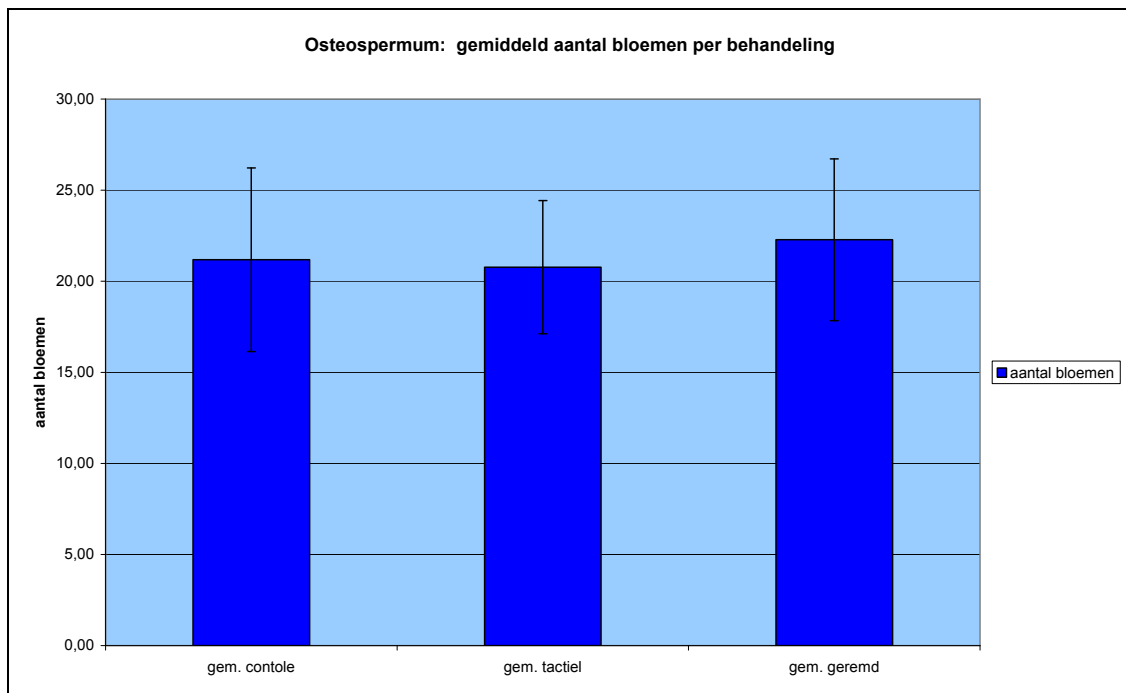
Figuur 11. Delta groei over de groeiperiode



Figuur 12. Gemiddelde delta groei over de groeiperiode



Figuur 13. Gemiddeld aantal bloemen per behandeling



Uit Figuur 10 blijkt dat het effect van tactiele beweging op de ontwikkeling van de planten gering is geweest. Zeker tijdens de steekproeven die zijn genomen is in de tijd weinig tot geen verschil geconstateerd tussen behandeld en onbehandeld. Bij de eindtelling zijn uiteraard alle planten opgemeten. Bij de eindtelling blijken de geaaide planten 11,5% kleiner dan de controle planten. In vergelijking met de met chemische remmiddelen behandelde planten, die een groeiremming van 54% hebben bereikt, is dit een gering percentage.

In figuur 11 is de delta groei uitgezet, dus de groei van de planten tussen 2 meetperiode (gemiddeld 2 weken). Hierbij valt op dat de groei in 3 van de 4 periode voor de geaaide planten kleiner is dan van de controle planten. Ook valt op dat de groeipiek van de met remmiddelen behandelde planten later valt dan die van de controle en aangeraakte planten.

Gemiddeld daalt de groei over de hele periode van 4,5 naar 4 cm per periode dus met 11.1% (fig. 12). Het aaien of niet remmen van de planten heeft geen effect op het aantal bloemen dat wordt geproduceerd (fig. 13).

Wat wel is gebleken is dat de techniek goede mogelijkheden heeft om te vertalen naar een praktijksituatie.

5. *Economische overweging groeiregulatie*

De economische overwegingen zijn niet veranderd ten opzichte van het vorige rapport, waarbij deze materie al werd toegelicht. Hierbij wordt nogmaals deze tekst afgedrukt voor de volledigheid van het rapport.

Naast het verminderen van het gebruik van remmiddelen uit milieutechnisch oogpunt en vanuit het feit dat chemische remmiddelen op korte of op lange termijn mogelijk verdwijnen, is er ook nog een overweging te maken voor het overstappen op niet-chemische groeiemming vanuit economisch oogpunt. Een analyse van de huidige kosten voor groeiemming komen in dit hoofdstuk aan bod, waarbij een schatting gemaakt wordt van de hoogte van mogelijke investeringen voor alternatieven.

Een goede economische berekening is erg moeilijk te maken. Het is nog niet bekend wat de apparatuur in de praktijk zal gaan kosten. En hoe de praktijktoepassing optimaal toegepast kan worden. Vandaar dat er in dit hoofdstuk alleen een berekening van kosten van chemisch remmen weergegeven wordt. Uit deze berekening is dan op te maken wat een eventuele investering zou mogen kosten bij bepaalde percentages van groeiemming. Voor de berekening is een praktijkvoorbeeld situatie genomen. Er is een planning gemaakt met alleen rem teelten. Dus dit betekent dat er rekening mee is gehouden dat er bijna jaarrond geremd wordt. In de praktijk is dit niet altijd zo. Vaak worden in het najaar ook niet remteelten in gepland. Dus hoe meer niet remteelten hoe lager het te investeren bedrag.

Voor deze berekening zijn voor het voorjaar de teelten Pelargonium en Osteospermum genomen. Voor de zomer en het vroege voorjaar Hydrangea en in het najaar Poinsettia. De Poinsettia's zijn vanwege het tijdstip van plaatsvinden van de proef niet meegenomen. De proef vond plaats in het voorjaar en poinsettia is een teelt voor het najaar. Maar om toch een duidelijk beeld te krijgen van de jaarkosten is de teelt toch meegenomen.

5.1 Economische berekening chemisch remmen

De berekening is gemaakt naar voorbeeld van een potplantenbedrijf van 1 ha (10.000 m²). Het teeltplan bestaat uit 1 maal Hydrangea, 1 maal Osteospermum (5000 m²), 1 maal Pelargonium (5000 m²) en 1 maal Poinsettia.

Voor het remmen wordt 1 liter per 10 m² spuitvloeistof aangehouden. Aangieten gebeurt met 1,5 liter vloeistof per m².

In tabel 4 zijn de kosten van de rem middelen af te lezen. Dit zijn prijzen die bij een toeleverancier opgevraagd zijn en dus aan de praktijk gerelateerd zijn.

Tabel 4: kosten van remmiddelen

		prijs/kg of l in €
Alar	kg	104,00
Bonzi	l	77,00
CCC	l	6,00
Dazide	kg	134,00

Tabel 5: kosten van remmen Poinsettia

Remmen Poinsettia 10000m ²		
Methode: spuitpistool		
benodigde hoeveelheid spuitvloeistof per keer	1000 l	1
benodigde hoeveelheid CCC	100ml/100l	6 €
arbeid uren/ha per keer	3	
kosten arbeid/uur in €	20	60
totale kosten per keer		67
stel 10 weken lang 3x remmen		2010

Tabel 6: kosten van remmen Osteospermum

Aangieten Osteospermum 5000 m ²		
Methode: broezen		
benodigde hoeveelheid vloeistof aangieten (1,5 l per m ²)	7500	7,5
benodigde hoeveelheid CCC	7,5 l (100ml/100l)	45 €
benodigde hoeveelheid bonzi		
arbeid uren/ha per keer	25	
kosten arbeid/uur in €	20	500
totale kosten per keer		552,5
stel 1 teelt per teelt 3 maal aangieten		1657,5

Tabel 7: kosten van remmen Pelargonium

Remmen Pelargonium 5000 m ²		
Methode: spuitpistool		
benodigde hoeveelheid vloeistof	500 l	0,5
benodigde hoeveelheid CCC	0,5 l (100ml/100l)	3 €
benodigde hoeveelheid Bonzi	0,25 l (50 ml/100l)	19,25 €
arbeid uren/ha per keer	3	
kosten arbeid/uur in €	20	60
totale kosten 20 keer CCC		60
totale kosten 5 keer Bonzi		96,25
stel 20 keer per teelt CCC en 5 maal Bonzi		1656,50

Tabel 8: kosten van remmen Hydrangea

Remmen Hydrangea 10000 m² (eerste trek)		
Methode: spuitpistool		
benodigde hoeveelheid spuitvloeistof per keer	1000 l	1
benodigde hoeveelheid Alar	2,5 kg (250gr/100l)	260 €
arbeid uren/ha per keer	3	
kosten arbeid/uur in €	20	60
totale kosten per keer		320
stel 5x remmen		1865

Tabel 9: totale kosten remmen per Ha.

Totale kosten remmen jaarrond		
Remmen Poinsettia 10000 m²		2010
Aangieten Osteospermum 5000 m²		1657,50
Remmen Pelargonium 5000 m²		1656,50
Remmen Hydrangea 10000 m²		1865
Totale kosten remmen jaarrond		7189

Stel de jaarkosten zijn 7000 euro. Wat mag dan een even goede alternatieve behandeling kosten?

De investeringskosten zijn X €
 De gemiddelde rente is 3,5 % dus 0,035X
 Afschrijving is 5 jaar dus X/5

De jaar kosten van het remmen zijn 7000 euro per hectare, dus:

$$0,035 X + X/5 = 7000 \rightarrow X = 29787$$

Dus een investering voor een alternatieve rem methode mag 29787 euro kosten
 Bij een afschrijving van 5 jaar en een rente percentage van 3,5 %.

De bovenstaande berekening gaat uit van een volledige werking van de alternatieve remmethode. In deze proef is naar voren gekomen dat de alternatieve remmethode werkt, maar niet of dat voldoende zal zijn in een praktijksituatie. Een goede economische vergelijking is pas te maken als de partijen opgekweekt worden op een praktijkbedrijf tussen de handelspartijen en vergeleken worden met producten die normaal worden geremd. Ook is het belangrijk te weten wat de investeringskosten zijn van de aan te schaffen apparatuur in de praktijk. Voor toepassing van de alternatieve remmethode is ook een praktijkproef nodig.

6. Discussie

In het tweede deel van fase 2 van het project “*groeiremming met niet-chemische methoden*” is een aanzet gegeven om de vertaalslag te maken van laboratorium naar de praktijk. Er zijn 2 methoden getest om planten in hun groei te remmen zonder gebruik te maken van chemische groeiremmiddelen. Deze fase was een uitvloeisel van de in de in fase 2a van het project gevonden methode om planten in hun groei te remmen, te weten trillen en tactiele aanraking. In deze serie experimenten zijn proefinstallaties in een kassituatie gezet om te onderzoeken of de methodiek zoals gebruikt in de labsituatie ook in praktijk is te verwezenlijken. De gebruikte plantensoorten waren Pelargonium en Osteospermum.

6.1 Pelargonium trillen en opgroeiomstandigheden

Het testen van de proefinstallaties in een kassituatie heeft een hoop interessante gegevens opgeleverd. Het blijkt dat het omzetten van een experimentele labsituatie naar de praktijk met de nodige moeilijkheden gepaard gaat, maar dat de uitkomsten positief zijn.

Een voorbeeld van problemen waar we tegenaan zijn gelopen is dat de vaste trilinstallatie bij de pelargoniumplanten, die d.m.v. armen de bodemplaat omhoog duwde, er ook voor zorgde dat de bodemplaat niet geheel vlak lag. Gevolg hiervan was dat een gedeelte van het eb en vloedwater op bepaalde plekken bleef staan met als gevolg dat planten op deze plaatsen aanzienlijk meer water kregen dan de controle planten en op de normale droge gedeelte van de bak. In een eindontwerp van de installatie zal dit geen probleem zijn omdat de trilstelling niet permanent bevestigd is aan een rolcontainer.

Een ander probleem was dat bij de beginopzet de planten over de gladde bodem van de rolcontainers weg liepen. Door aanpassing van de onbalans gewichten kon dit voor een groot deel worden voorkomen. Nadeel hiervan was dat de planten, in vergelijking met de planten in fase 2a, veel minder sterk getrild werden dan feitelijk mogelijk zou zijn.

Een oplossing zou gevonden kunnen worden het aanbrengen van een stroeve coating op de bodemplaat zodat de planten minder gemakkelijk over de gladde bodemplaat kunnen schuiven. Waarschijnlijk is een geringe verruwing van het oppervlak al genoeg om planten te laten staan. Een andere mogelijkheid is om de bodem platen van ondiepe holtes te voorzien waar de potten inpassen zodat ze niet weg kunnen lopen. Bijkomend voordeel van degelijke systemen zou kunnen zijn dat de planten harder kunnen worden getrild.

Overigens zou dit wel weer op bezwaren verder in het productie proces kunnen leiden, een punt dat nog verder moet worden opgelost

Metingen van PAJA hebben uitgewezen dat niet op alle plaatsen in de bak de trillingen even sterk doorkomen. Dit zou opgelost kunnen worden door de grondplaat op meerdere plaatsen te ondersteunen met de trilapparatuur of een aanpassing in de grondplaat te maken.

Wel is gebleken dat standaard rolcontainers sterk genoeg zijn om gedurende de proefperiode de trillingen te doorstaan zonder hiervan (op het oog) schade van te ondervinden. Aanpassing van de rolcontainers lijkt dan ook niet noodzakelijk.

Gebleken is dat met een geringe technische installatie (klein in omvang en geringe capaciteit van de motoren) de planten gemakkelijk in trillen zijn te brengen.

Verder is gebleken dat de groeiomstandigheden een belangrijke factor is geweest in deze serie experimenten. Voor de trilexperimenten met Pelargoniumplanten bleek dat de plaatsing van de controle bak een strek effect op de groei van de planten heeft gehad. Deze rolcontainer stond namelijk naast een zijgevel, waardoor de groeiomstandigheden sterk af van de andere bakken. Verder staan rolcontainers in een normale situatie tegen elkaar aan. Bij de proef opstelling stonden de bakken met een tussenruimte opgesteld, waardoor er valse luchtstromen ontstonden die van invloed op de groei zijn geweest. Dit was vooral zichtbaar aan de randen van de bakken. In deze experimentele fase van het onderzoek was een dergelijke opstelling nodig voor het regelmatig scoren van de planten. Vanwege de doelstelling om de mogelijkheden van de techniek in de praktijk te bekijken moeten de resultaten op plantniveau ook binnen het licht van deze omstandigheden met enige reserve worden beoordeeld. De positieve effecten op plantniveau zijn immers in de eerdere fases van het onderzoek al aangetoond.

De resultaten laten zien dat als planten onder vergelijkbare omstandigheden worden opgegroeid (waarbij de controlebak met de droge gedeelte van de getrilde bakken werden vergeleken), getrilde planten flink kleiner blijven. Het meest effectief blijken ellipsvormige trillingen te zijn, gevolgd door lineaire trillingen. Dat dit effect op de tafels voor de beschouwer niet zichtbaar was heeft te maken met het feit dat de planten bij de uitgangssituatie (eerste telling) al niet gelijk waren. De planten in de controle bak hadden op dat moment al een groeiachterstand opgelopen in bladoppervlak.

Uit de experimenten is komen vast te staan niet alle trillingsprofielen even effectief zijn. Met name continue ellipstrillingen lijken met meeste invloed te hebben, maar wellicht dat andere vormen nog effectiever kunnen zijn. Trillingen waarbij het blad zichtbaar beweegt bleken het minst effectief (puls trillingen)

Trillen heeft geen negatief effect op het aantal bloemstelen dat wordt gevormd. Op de lengte van de bloemstelen lijkt er ook een effect te zijn te zijn. Deze worden namelijk korter bij ellipstrillen, al liggen ook deze getallen binnen de standaardvariatie.

6.2 *Osteospermum* tactiele beweging en opgroeiomstandigheden

Bij het testen van de proefinstallatie voor tactiele beweging zijn ook een aantal problemen naar voren gekomen die we in een labsituatie niet zijn tegen gekomen. Zo was het noodzakelijk om gebruikt te maken van kunststofdoeken. In voorgaande experimenten is gebruikgemaakt van stoffen doeken. Het gebruik van kunststofdoeken was noodzakelijk omdat de doeken onder kas omstandigheden veel water op zullen nemen met als gevolg dat ze zwaar worden. Wellicht is het kunststofdoek te licht geweest waardoor planten minder zijn geactiveerd dan in de labsituatie.

Verder bleek bij de opstelling dat de installatie, die dwars in de kas was geplaatst, veel licht weg nam. Dit gold met name voor de transportmotor. Bij een definitieve installatie zal de motor op een plek gehangen worden waar licht geen probleem is (b.v. in het stookhok of verwerkingsruimte) en zullen de rails aan de kasconstructie bevestigd worden waardoor er geen sprake is van lichtafname.

Het aairek met doek hing stil op een vaste positie tussen te planten, als het niet in gebruik was. Dit was uiteraard nadelig voor de planten die er onder stonden. Bij een volledige

installatie zouden meerdere aarekken automatisch, na hun werk, naar een plaats worden geleid waar geen planten staan.

Ook voor de tactiele beweging zijn de groeiomstandigheden in de kas een bepalende factor geweest in het uiteindelijke resultaat. De positie van de proefplot midden in het de kas was qua groeiomstandigheden identiek aan de omringende planten. Hierdoor is echter de situatie ontstaan dat groeiremmiddelen konden drijven naar het proefveld. De getallen die zijn gevonden geven dan ook slechts een indicatie van het effect dat tactiele beweging zou kunnen hebben op de groei van de proef planten.

Overall lijken planten die zijn aangeraakt gemiddeld ruim 10% korter dan de controle planten. Dit is overigens een gering percentage als die wordt vergeleken met de groeiremming die met chemische remmiddelen kan worden verkregen, namelijk bijna 55%. Invloed op het aantal gevormde bloemen is niet aangetoond.

De reden van de geringe groeiremcapaciteit zou gelegen kunnen zijn, naast het gebruikte doek, dat de aanraakfrequentie te laag is geweest om effectief te zijn. Dit kan zowel het totaal aantal aanrakingen zijn geweest als het aantal keren dat de doek per minuut over de planten is gegaan.

In de vorige fase bleek dat Osteospermum niet meer dan 8% groeiremming kon bewerkstelligen. We veronderstelden toen dat de planten met dit lage percentage waren geremd omdat de groeiomstandigheden in de fytotron al veel groeiremming veroorzaakte. Mogelijk is Osteospermum minder geschikte als gewas om dergelijke experimenten op uit te voeren, en hadden we beter kunnen kiezen voor Hortensia die bij voorgaande proeven veel responsiever voor deze vorm van groeiremming is gebleken. Het mogelijk dat voor Osteospermum 10% groeiremming het maximaal haalbare is met deze methode.

7. Conclusie

Deze fase van het onderzoek naar groeiremming met niet-chemische methoden, is gebruikt om inzicht te krijgen in de overgang van de testmethoden van lab naar praktijk. Uit het onderzoek zijn een aantal problemen naar voren. Hierbij lijkt het in trilling brengen van planten op een standaard rolcontainer toekomst te hebben. We zijn tegen zaken opgelopen die goed oplosbaar lijken te zijn. Daarbij bleken, afhankelijk van het trillingsprofiel, bij Pelargoniumplanten behoorlijke groeiempercentages te kunnen worden bereikt zonder dat dit ten koste ging van het aantal bloemen. Zowel bladoppervlak als lengte van de groeistelen werden door trillen beperkt. Ook blijkt er een geringe invloed te zijn op de lengte van de bloemstelen.

Overigens moeten de uitkomsten wel met enige voorzichtigheid worden beschouwd omdat de controle planten niet goed als referentie hebben kunnen dienen en we dus getallen hebben moeten extrapoleren. Wel is duidelijk geworden dat door de innovatieve kracht van PAJA triltechniek een dergelijk systeem zonder al te veel technische problemen is toe te passen in kassen met een rolcontainer systeem.

Tactiele beweging van planten is technisch vrij eenvoudig uit te voeren in de praktijk, zoals Fepro conveyorsystemen heeft aangetoond. Wel blijken er nog een aantal haken en ogen te zijn zoals het gebruikte doek, gebruiksfrequentie en intensiteit van aanraking en bevestiging van de installatie aan de bestaande kas. Het systeem is echter waarschijnlijk niet voor alle plantensoorten geschikt. De geteste *Osteospermum* lijkt niet één van deze plantensoorten te zijn.

8. Aanbevelingen

Groeiremming van planten door middel van het in beweging brengen van planten lijkt in de toekomst een plaats te kunnen verwerven binnen de bedrijfsvoering van de potplanten sector. Hiervoor is het echter noodzakelijk dat de technische installaties die door ons zijn gebruikt verder worden ontwikkeld tot een volwaardig alternatief voor chemische remmiddelen. Overigens kunnen de gebruikte methoden gebruikt worden naast andere middelen, zoals beperkte fosfaat en water gift, klei toevoegingen aan substraat en eventueel andere methoden om een volledig antwoord te kunnen geven op de behoefte aan groeiremming.