

Eindrapportage onderzoek naar ontwikkeling Verticillium resistente Acer

Jelle Hiemstra en Bart van der Sluis

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen, Bomen en Fruit
September 2013

PPO nr. 32 311008 00

© 2007 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 onderzoek is uitgevoerd in opdracht van:

Productschap Tuinbouw

Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Louis Pasteurlaan 6
2719 EE Zoetermeer

Tel.: 079 3470707

Fax: 079 3470404

Email: info@tuinbouw.nl

Projectnummer: 32 311008 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bloembollen, Bomen en Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2

: Postbus 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 462121

Fax : 0252 462100

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	6
2	VERMEERDERING.....	8
2.1	Inleiding	8
2.2	Zomerstek	8
2.3	Langstek.....	9
3	VERTICILLIUM RESISTENTIE	16
3.1	Proefopzet	16
3.2	Resultaten veldtoets: uitwendige symptomen	18
3.3	Proefresultaten inwendige verkleuring stam	20
4	CULTUURWAARDE.....	24
4.1	Veldproef Randwijk	24
4.2	Veldproef Grebbedijk, Wageningen.....	29
5	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	32
	BIJLAGE 1: PROTOCOL VOOR LANGSTEK	35

1 Inleiding

In de periode 1993-1998 werden door Plant Research International (PRI) en haar voorganger CPRO-DLO in grootschalige selectie-experimenten enkele tientallen mogelijk tegen *Verticillium* resistente zaailingen van *Acer platanooides* geselecteerd. Hieruit zijn door PPO en PRI in de jaren 1996-2003 gezamenlijk een aantal selecties ontwikkeld voor verdere toetsing. In 2003 ging bij PPO Bollen, Bomen en Fruit een aanvankelijk twee-jarig vervolgonderzoek van start dat voorzag in een verdere toetsing van enkele van de beste selecties gericht op de ontwikkeling daaruit van één of meer *Verticillium* resistente onderstammen. Met enkele verlengingen in verband met de noodzaak van meerjarige veldproeven heeft dit onderzoek gelopen tot en met het jaar 2006. In die periode is er gewerkt aan drie hoofdthema's:

1. Ontwikkeling van een systeem voor vermeerdering van de *Verticillium* resistente selecties. Daarbij zijn de mogelijkheden van vermeerdering via zaad of door de langstekmethode (methode Spethmann) onderzocht vanwege de tegenvallende resultaten met zomerstek in de eerdere fasen van onderzoek.
2. Onderzoek naar de cultuurwaarde van de meest belovende selecties, zowel bij gebruik als onderstam als doorgeteeld als boom op eigen wortel. Hiertoe zijn twee veldproeven uitgevoerd in Wageningen en Randwijk.
3. Herhaalde toetsing van de resistentie van de beste selecties in de praktijk. In een grootschalige veldtoets in Randwijk is enerzijds het resistentieniveau van de beste selecties nogmaals getoetst en anderzijds is onderzocht in hoeverre deze selecties bescherming bieden aan de erop veredelde vatbare cultivars.

Bij de onderdelen 2 en 3 zijn de cultivars Emerald Queen, Royal Red en Cleveland als test cultivars gebruikt.

Dit rapport vat de resultaten van 4 jaar onderzoek aan deze nieuwe selecties (periode 2003-2006) samen in de hoofdstukken 2 (Vermeerdering), 3 (Resistentie) en 4 (Cultuurwaarde). In het laatste hoofdstuk (Hfdst 5 Conclusies en aanbevelingen) worden de mogelijkheden van de nieuwe selecties samengevat en de perspectieven voor het gebruik als resistente onderstam aangegeven.

2 Vermeerdering

2.1 Inleiding

Met de vegetatieve vermeerdering van op *Verticillium* resistentie geselecteerde zaailingen van *Acer platanoides* werd al in de jaren '90 een begin gemaakt door CPRO/DLO, later PRI. Daarbij bleek zomerstek wel mogelijk, maar niet erg succesvol. Zelfs indien er hoge bewortelingspercentages werden behaald, vielen er toch weer zeer veel plantjes weg gedurende en na de rustperiode. Om die reden is toen een begin gemaakt met de ontwikkeling van een protocol voor in-vitro vermeerdering. Vermeerdering door weefselkweek bleek mogelijk en werd ook succesvol toegepast om materiaal voor verder onderzoek te produceren, maar voor toepassing in de praktijk was de methode veel te bewerkelijk en langzaam. Ook het toenmalige COWT (Centrum voor Onderzoek aan Weefselkweek voor Tuinbouwgewassen) kwam na enkele jaren van onderzoek tot dezelfde conclusie. De toenmalige Begeleidingscommissie van het esdoornproject nam deze conclusie over en besloot dat verder onderzoek naar verbetering van de vermeerdering door middel van zomerstek gewenst was.

Vanaf 1999 is daarop door PPO Bomen (toen nog Proefstation voor de Boomkwekerij) gewerkt aan de ontwikkeling van een goede methode voor het stekken van *Acer platanoides*, aanvankelijk door Bernard Kunneman en Dinie Ruesink, na het vertrek van deze twee onderzoekers werd dit overgenomen door Bart van der Sluis en Jelle Hiemstra.

2.2 Zomerstek

In de periode 1998-2001 zijn in voorgaande projecten meerdere stekproeven uitgevoerd waarin op uiteenlopende manieren pogingen zijn gedaan om het slagingspercentage bij zomerstek te verhogen. Daarbij werden o.a. de volgende aspecten onderzocht:

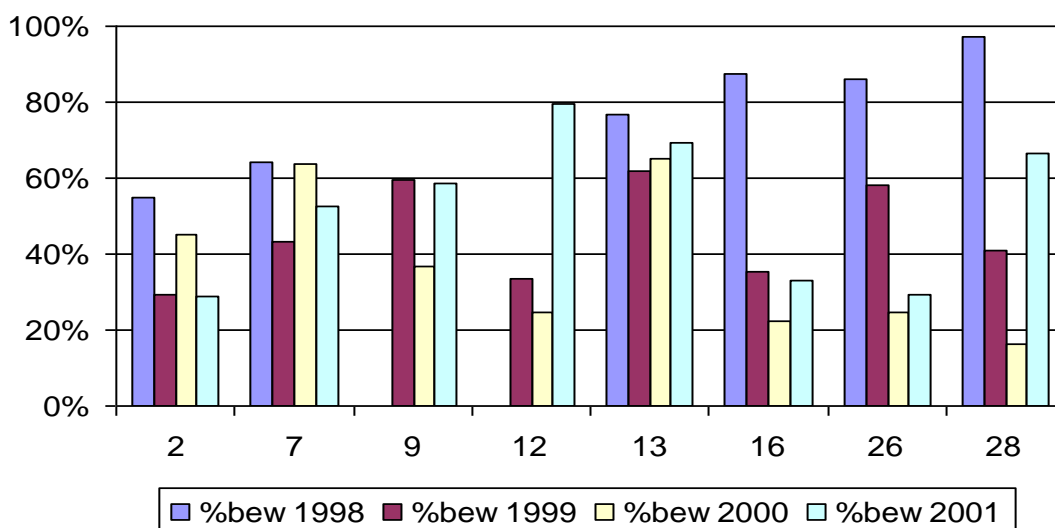
- Stek van moederplanten uit de kas vergeleken met stek van buiten
- Stek geknipt in verschillende perioden
- Stekken in bomen-tray i.p.v. in potjes
- Stekken onder nevel en plastic.

Geen van deze variaties bracht een echte doorbraak. De bewortelingspercentages bleven zeer wisselend en onvoorspelbaar. De resultaten van alle stekproeven in de periode 1998-2001 zijn samengevat in figuur 1.

Op basis van deze onderzoeken werden de volgende **conclusies** getrokken:

- Het slagingspercentage van zomerstek bij *Acer platanoides* varieert sterk. Daarbij is er niet alleen verschil tussen klonen, maar ook tussen de resultaten voor één kloon in verschillende jaren.
- Goed beworteld stek is nog geen garantie voor een goede aanslag. Evenals bij eerder onderzoek bleek dat veel beworteld zomerstek in de loop van de winter alsnog wegvalt. En zelfs als het de winter levend doorkomt valt er nog veel weg voor of tijdens het uitlopen. Kennelijk bevatten dergelijke stekken onvoldoende reserve(energie) om goed uit te lopen.
- Vermeerderen d.m.v. zomerstek is daarom als vermeerderingsmethode voor de nieuwe selecties ontoereikend voor praktijktoepassing.

beworteling stek (kas&buiten)



Figuur 1: Bewortelingspercentages voor de verschillende selecties (aangeduid met selectienummer) bij de zomerstek experimenten met *Acer platanoides* selecties in de periode 1998-2001.

2.3 Langstek

Vanwege de tegenvallende resultaten met andere vermeerderingsmethoden is vanaf 2004 in drie opeenvolgende jaren aanvullend onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om de resistente esdoornselecties te vermeerderen door middel van de langstekmethode (methode Spethmann). Tabel 1 geeft een overzicht van de gegevens van de stekken en de behandeling

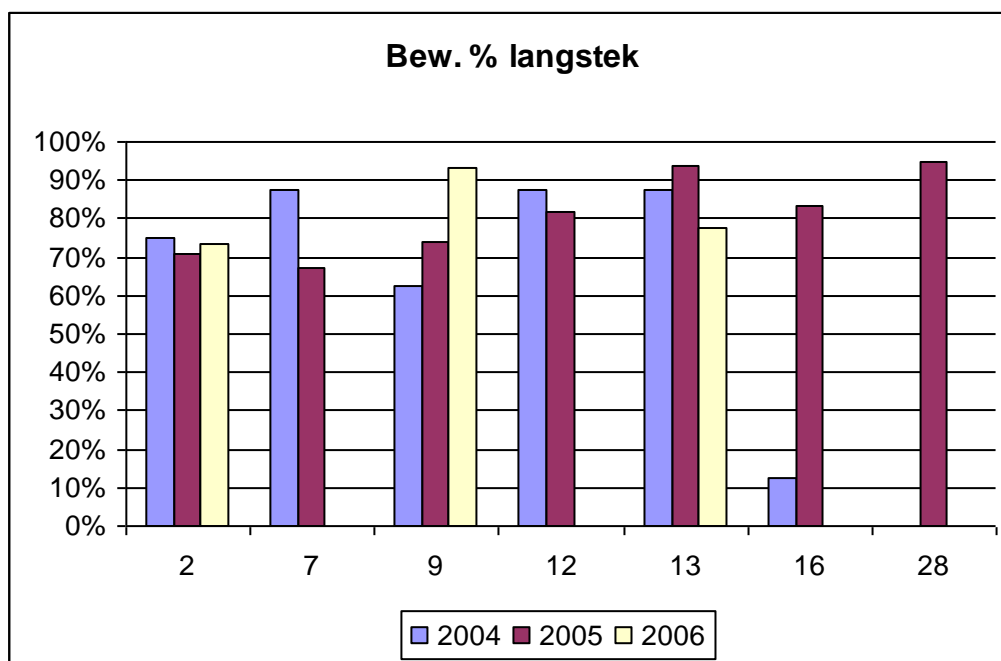
in de verschillende jaren van het onderzoek.

Tabel 1: Overzicht van de gegevens van de stekken en de behandeling daarvan bij de langstek experimenten met selecties van *Acer platanoides* in de periode 2004-2006.

	2004	2005	2006
Selectie nummers	1, 2, 3, 4, 5,6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 en 16	2, 7, 9, 12, 13, 16, 26 en 28	2,9,13
Herkomst stekken	Moerbomen van ca 10 jaar oud	Moerbomen (10 jaar oud) en jongere moerbomen in container (cabrioletkas/containerveld)	5 jaar oude bomen in de vollegrond. Goede stek kwaliteit.
Aantal stekken per nr	8	20-30	90
Behandeling stekken	Stek ca. 60 cm Rhizopon 0,5% De eerste 3 weken wekelijks met Eupareen gespoten, later om de 2 weken	Stek ca. 60 cm Rhizopon 1%. De eerste 3 weken wekelijks met Eupareen gespoten, later om de 2 weken	Stek ca. 60 cm Rhizopon 1%. Direct na stekken behandeld met Eupareen
Stekdatum	13 juli	28-29 juli	7 juli
Methode	Spethmann	Spethmann	Spethmann
Beoordeling beworteling	23 november	5 december	31 november

De stekken werden beworteld in Veenman kisten met een turf/zandmengsel (3:1) die in een kasafdeling werden geplaatst waar rondom wit folie was aangebracht met natte bevoeiingsmatten op de grond (2004 & 2005) om het vochtgehalte van de lucht zo hoog mogelijk te houden. In 2006 is gebruik gemaakt van een kasafdeling in Lisse waarbij alleen witte folie als een 'tent' over het gewas is gezet (geen bevoeiingsmatten). In alle gevallen werd er gebruik gemaakt van een Rel-air foginstallatie die op handbediening ingesteld was op 20°C en 97% RV (interval 5 min, 30 sec. nevel). Na 10 weken werden de stekken langzaam afgehard door het interval te vergroten en de RV te verlagen, waarna na nog 5 weken de foginstallatie werd uitgezet.

Ook bij deze methode waren de verschillen in bewortelingspercentage tussen klonen groot. Maar gemiddeld genomen waren de bewortelingspercentages relatief hoog (51% in 2004, 79% in 2005 en 81% in 2006) en voor een aantal klonen werden consistent goede resultaten gehaald (meer dan 70% beworteling). De resultaten voor de belangrijkste selecties zijn weergegeven in figuur 2.



Figuur 2. Resultaten per selectienummer van de vermeerdering van *Acer platanoides* klonen volgens de langstekmethode (methode Spethmann) in de periode 2004-2006.

Om iets te kunnen zeggen over de kwaliteit van de op deze manier vermeerderde planten is een deel van de bewortelde stekken uit de eerste proef (2004) in 2005 opgepot (half maart) dan wel buiten uitgeplant (half mei) en een jaar doorgekweekt om de groei te bepalen. De resultaten daarvan zijn weergegeven in tabel 2. Daarnaast is van de derde proef (2006) voor de bewortelde stekken de wortelkwaliteit beoordeeld. Tabel 3 geeft de resultaten daarvan weer.

Tabel 2. Groei van de langstekken van een aantal *A. platanoïdes* selecties na 1 jaar (langstek van 2004).

kloonnr.	vollegrond/opgepot (vg, pot)	aantal	lengte cm.	dikte mm. basis	dikte mm. 1m.hoogte
3	vg	2	110	12	6
5	vg	2	123	12	7
8	vg	8	131	12	6
9	vg	2	68	10	0
10	vg	4	152	13	8
11	vg	1	118	15	6
13	vg	7	176	18	10
14	vg	2	165	16	8
16	vg	1	145	15	8
AVG			139	14	7
STD			41,0	3,4	3,2
2	Pot	5	217	14	11
7	Pot	5	201	18	13
12	Pot	7	215	16	12
AVG			212	16	12
STD			30,8	2,6	2,2

Tabel 3. Kwaliteit van de beworteling van de geslaagde langstekken van de selectienummers 2, 9 en 16 (percentage geslaagde stekken resp. 73, 93 en 78%) in het experiment van 2006.

Selectie nr.	Beworteling rondom (%)	Beworteling half-driekwart (%)	Beworteling eenzijdig (%)	Beworteling zwaar (%)	Beworteling licht (%)
2	70	20	10	82	18
9	57	27	16	73	27
13	39	47	14	43	57

Totaal	55%	31%	14%		66	34
--------	-----	-----	-----	--	----	----

Op grond van deze resultaten werden de volgende **conclusies** getrokken:

- Vermeerdering van de nieuwe *Acer platanoides* selecties d.m.v. de langstek methode is mogelijk; voor de meest interessante selecties (figuur 2, zie ook volgende hoofdstukken) zijn daarbij bewortelingspercentages van rond 80 % haalbaar.
- De wortelkwaliteit van de op deze wijze bewortelde stekken is goed (tabel 3).
- Ook de groei is goed: één jaar na beworteling is zowel in pot als volle grond een lengte van ca 1.5 m. (volle grond) tot 2 m. (in container) bij een dikte maat van resp. 14 en 16 mm haalbaar.

Deze resultaten werden bevestigd door de resultaten van het project Cultuurwaarde Onderzoek Laanbomen (CWO) in 2010 en 2011. Bij het onderzoek naar de waarde van de langstekmethode voor het stekken van “moeilijke” soorten werden de esdoornselecties nummer 2 en 9 als testgewas meegenomen. In de rapportage van het CWO-project werd het volgende geconcludeerd:

“De vermeerdering van Acer-stekken door middel van de langstekmethode resulteert in hoge slagingspercentages (60-78%), met name bij selectienummer 9 (85-91%). Selectienummer 2 steekt moeilijker, maar laat in de doorgroei een kwalitatief zwaardere wortelontwikkeling zien. De groeikracht van de Acer-stekken na uitplanten is goed. Dit biedt de mogelijkheid om ze nog in hetzelfde jaar te oculeren.”

Nadeel van deze vermeerderingsmethode is dat het faciliteiten (kas of tunnel en dry fog installatie) vraagt die niet bij iedere kweker aanwezig zijn. Een oplossing daarvoor zou kunnen zijn om de productie van onderstammen via de langstekmethode onder te brengen bij gespecialiseerde stekbedrijven.

3 Verticillium resistentie

3.1 Proefopzet

De bruikbaarheid als resistente onderstam van een aantal selecties is getest in een grote veldproef op een zwaar met *Verticillium* besmet perceel op een proefveld van PPO in Randwijk. De besmetting van de grond liep uiteen van 100-600 microsclerotïen per 10 gram grond (zwaar besmette grond). Op de onderstammen zijn vatbare cultivars gezet. Daardoor wordt niet alleen de Vd-gevoeligheid van de onderstammen getest maar ook het al of niet 'doorgeven' van het schimmelorganisme aan vatbare ent (=cultivar).

In deze veldproef zijn 8 selectienummers getoetst in combinatie met 3 vatbare en algemeen gebruikte *A. platanoïdes* cultivars. De onderstammen zijn op drie manieren veredeld (Tabel 3.1). Als controle werd een partij zaailingen in de proef opgenomen. De planten werden in het voorjaar van 2003 in blokken uitgeplant waarbij in elk blok een deel van de zaailingen werd meegeplant:

- Blok 1: september enten; volledig geward
- Blok 2: geoculeerde planten; volledig geward
- Blok 3: winterhandveredelingen; volledig geward

Tabel 3.1 Overzicht van het in de veldtest gebruikte plantmateriaal.

kloon	septemberente			oculaties				winterhandveredeling				Totaal		
	Emerald	Royal Red	Cleveland	Emerald	Queen	Royal Red	Cleveland	Emerald	Queen	Royal Red	Cleveland	Voor planten	Na aanslag in 2003	Na aanslag in 2003
														excl. Royal Red
Zaailingen													67	67
2	12	14	7	20	20	21		16	19	12	141	105	79	
7	19	26	12	46	22	33		33	36	33	260	211	153	
9	20	10	11	27	28	15		14	22	24	171	115	80	

12	11	9	3		12	9	6		15	23	21	109	83	57
13	26	25	14		51	36	47		26	35	28	288	223	154
16	14	8	4		15	15	17		23	5	7	108	57	43
26	12	16	6		29	25	29		35	18	22	192	131	101
28	3	4	2		9	2	9		10	3	4	46	27	19
totaal	11 7	112	59		209	15 7	17 7		172	161	15 1	1315	1021	753

Voor het testen van de gevoeligheid voor aantasting door *Verticillium dahliae* (Vd) bleven er van het totale aantal beschikbare planten (1315) na het planten en de hergroei 1021 stuks over. Tijdens de beoordelingen bleek 'Royal Red' een moeilijke toetsplant voor een betrouwbare beoordeling omdat symptomen t.g.v. aantasting door Vd en aftakeling van het blad door slijtage (windschade) en vooral ook meeldauw aantasting bij deze cultivar niet duidelijk van elkaar onderscheiden konden worden. Om deze reden zijn de resultaten met betrekking tot de vatbaarheid uitsluitend gebaseerd op cijfers van de combinaties van 'Emerald Queen' en 'Cleveland' op onderstammen van de acht selectienummers.

In de veldtoets is het aantal door Vd aangetaste bomen gedurende 4 groeiseizoenen gevolgd (beoordeeld a.h.v. uitwendige symptomen van aantasting door Vd). Aan het einde van die periode is een deel van de bomen onderzocht op inwendige symptomen (verkleuring in de stam). Daarnaast is de groei van de bomen gevolgd. Tabel 3.2 geeft de data van de verschillende waarnemingen. De resultaten van de symptoom beoordelingen worden in dit hoofdstuk besproken; de groeiwaarnemingen zijn verwerkt in hoofdstuk 4.

Tabel 3.2 Overzicht van de waarnemingsdata.

Jaar	# aangeslagen bomen	Vd-symptomen (uitwendig)	Vd-symptomen (inwendig)	Lengte	Omtrek
2003	15 juni/8 sept	8 sept			
2004		1 okt			
2005		22 sept		31 okt	31 okt
2006		2 okt.			
2007			5 maart		15 feb

3.2 Resultaten veldtoets: uitwendige symptomen

Uit waarnemingen in de voorgaande fase van het onderzoek bleek dat het aantal door Vd aangetaste bomen in de loop van het groeiseizoen blijft toenemen. De beste waarnemingstijd is daarom in de herfst, net voor de bladval. Omdat het bij het inzetten van de bladval moeilijk - zo niet onmogelijk - wordt om Vd symptomen van herfstverschijnselen te onderscheiden, is het aantal zieke en dode bomen elk jaar vastgelegd aan het begin van de herfst (Tabel 3.3). In 2003 was de sterfte in met name de zaailingen groot. Daarnaast werden er weinig symptomen van aantasting door *Verticillium* waargenomen die bovendien slecht te onderscheiden waren door de moeizame aanslag van een deel van de planten. Om deze reden zijn de waarnemingen in 2003 niet verwerkt in het cumulatieve aantal zieke planten. Vanwege het uitvallen van de waarnemingen in 2003 is de proef ook een jaar langer voortgezet dan oorspronkelijk was gepland.

Tabel 3.3 Percentage zieke en dode planten per selectie in de verschillende waarnemingsjaren.

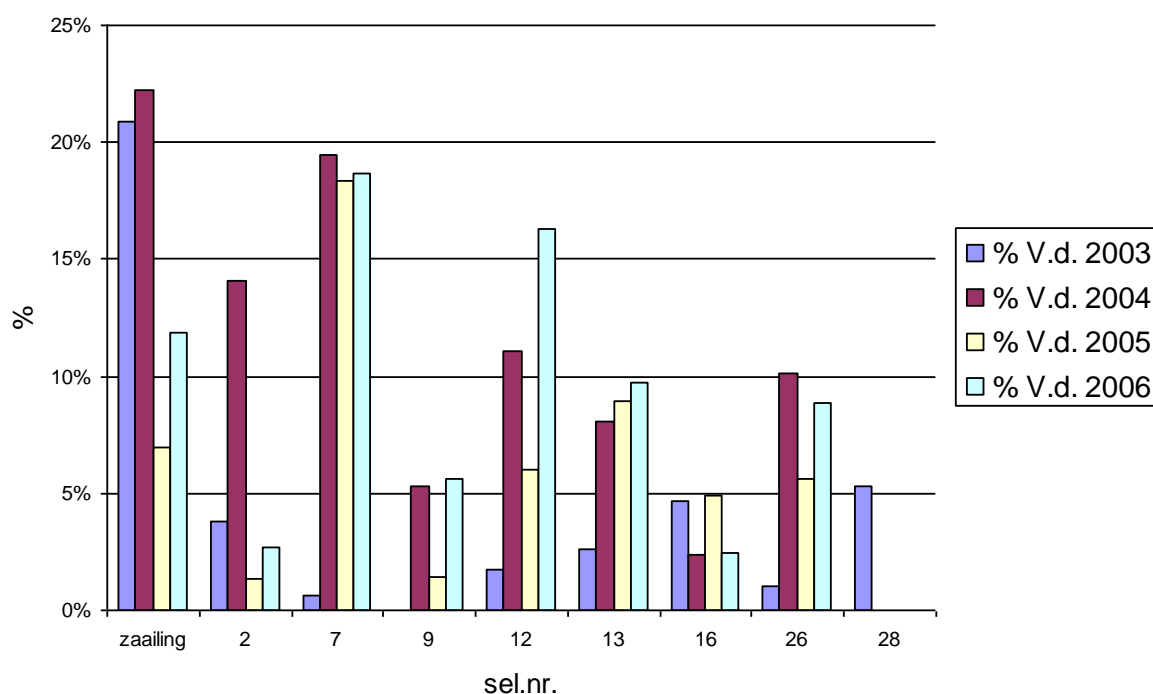
Selectie	2003	2004	2005	2006	Cumulatief**
Zaailingen	20,9	22,2	7,0	11,9	33,3
2	3,8	14,1	1,4	2,7	17,9
7	0,7	19,5	18,4	18,7	47,0
9	0,0	5,3	1,4	5,6	12,0
12	1,8	11,1	6,0	16,3	29,6
13	2,6	8,1	9,0	9,7	25,7
16	4,7	2,4	4,9	2,4	9,5
26	1,0	10,1	5,6	8,9	21,2
28	5,3	0	0	0	0,0

** Het cumulatieve aantastingspercentage staat voor het percentage bomen per groep dat over de periode 2004-2006 minstens 1x symptomen van aantasting door Vd vertoonde (zie tekst voor toelichting) en is als volgt berekend: (alle aangetaste bomen in 2004 + nieuwe aangetaste bomen in 2005 + nieuwe aangetaste bomen in 2006) / aantal levende bomen in 2004.

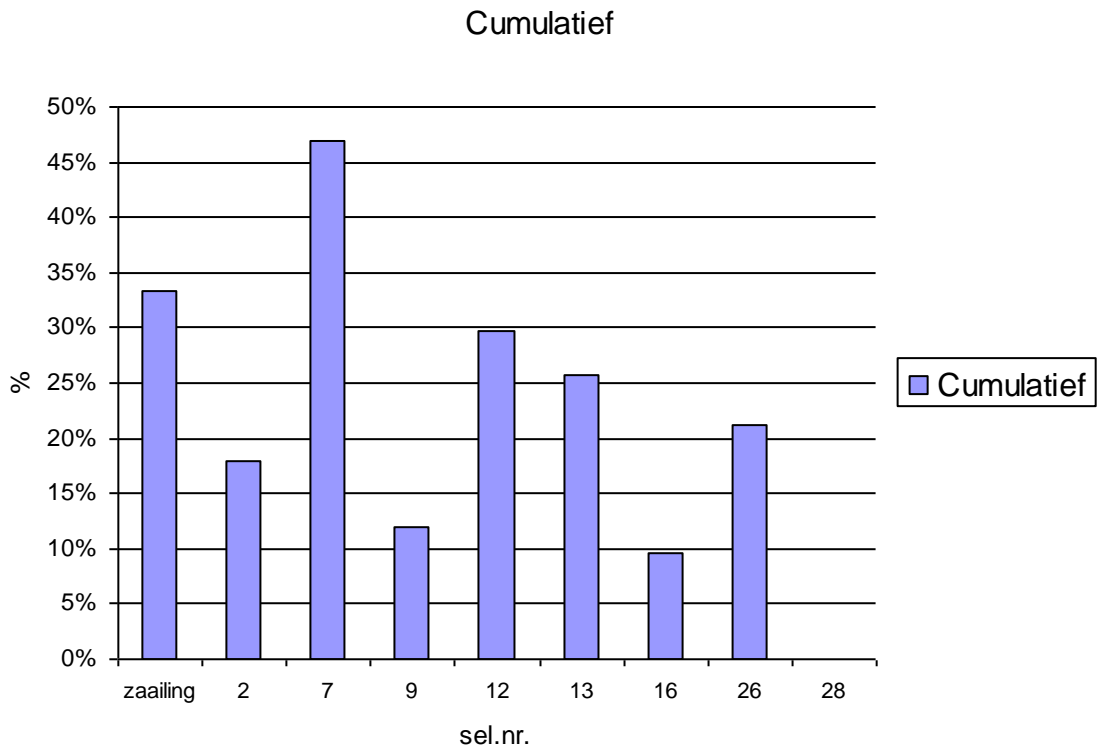
Uit de waarnemingen in de periode 2004-2006 (Figuur 3.1) blijkt dat de mate van aantasting door *Verticillium* per jaar wisselt. De onderlinge verschillen tussen de geteste groepen zijn echter consistent. Uit de cumulatieve aantallen (Figuur 3.2) blijkt dat enkele selecties (2, 9, 16

en 28) duidelijk minder worden aangetast dan de zaailingen, enkele andere echter ongeveer evenveel (12, 13, 26) of zelfs meer (7). Vanwege het lage aantal planten op de onderstammen nummer 16 en 28 zijn de resultaten voor deze selecties slechts indicatief. Omdat er van deze selecties ook weinig uitgangsmateriaal beschikbaar is voor vermeerdering (relatief slechte resultaten in de eerdere vermeerderingsronden) zijn deze selecties ook niet beschikbaar voor uitgifte.

Het cumulatieve aantastingspercentage (Figuur 3.2) van de voor een eventuele uitgifte beschikbare selecties (nr. 2 en 9) is gemeten over een periode van 3 jaar circa 50 % lager dan dat van de zaailingen.



Figuur 3.1 Percentage planten met symptomen van aantasting door *V. dahliae* per selectie en jaar.



Figuur 3.2 Totale percentage planten per selectie dat symptomen van aantasting door *V. dahliae* vertoonde gedurende de periode 2004-2006.

3.3 Proefresultaten inwendige verkleuring stam

Omdat *Verticillium* soms ook in bomen aanwezig kan zijn zonder uitwendige symptomen te veroorzaken is aan het einde van de waarnemingsperiode een deel van de bomen onderzocht op verkleuringen in de stam. Deze beoordeling vond plaats op 5 maart 2007, daarbij werd de stam op twee plaatsen doorgezaagd:

- aan de basis
- op 1 meter vanaf de grond

In totaal zijn 125 stammen beoordeeld, waarvan 23 bomen met uitwendige *Vd*-symptomen en 102 zonder symptomen. De bomen met uitwendige symptomen hadden ook inwendige verkleuringen. Uit de resultaten blijkt dat bovendien bijna 30 % van de bomen zonder uitwendige symptomen wel inwendige verkleuringen had die duiden op infectie door *Verticillium* (Foto 3.1). In Tabel 3.4 zijn de resultaten voor deze uitwendig symptoom-loze bomen weergegeven. Uit de tabel blijkt ook dat de bomen op een onderstam van selectie

nummer 2 relatief weinig verkleuringen in de stam vertoonden.

Tabel 3.4 Resultaten van het onderzoek naar verkleuring in stam van bomen zonder uitwendige symptomen van aantasting door *V. dahliae*.

Selectie nr.	Aantal	Vd-symptomen in stam-basis	Vd-symptomen in stam-1 m	% bomen met verkleuring basis	% bomen met verkleuring op 1 m	gemiddeld
Zaailing	15	6	5	40	33	37
2	17	3	1	18	6	12
9	16	4	6	25	38	31
13	19	6	5	32	26	29
16	9	2	2	22	22	22
26	17	4	3	24	18	21
28	9	2	2	22	22	22



Foto 3.1 Door *V. dahliae* veroorzaakte verkleuringen in de stam van een jonge *A. platanoides*.

4 Cultuurwaarde

De cultuurwaarde van de selecties is onderzocht in twee veldproeven in Wageningen en Randwijk, beide aangelegd met op drie verschillende manieren veredelde bomen: d.m.v. septemberenten, oculatie of winterhandveredeling. In beide proeven werd een partij gekochte zaailingen meegeplant als vergelijking.

In deze veldproeven is de groei (lengte en diameter) gevolgd (Foto 4.1) en de uitval vastgelegd i.v.m. eventuele onverenigbaarheid.



Foto 4.1 Meten van de lengte met behulp van een uitschuifbare meetstok op het proefveld in Randwijk.

4.1 Veldproef Randwijk

In deze veldproef zijn drie cultivars (Emerald Queen, Cleveland en Royal Red) gebruikt die

d.m.v. drie verdelingswijzen op de verschillende selecties als onderstam zijn gezet. Oculeren en winterhandveredeling gaven de hoogste slagingspercentages, septemberenten was duidelijk minder succesvol (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Slagingspercentages van drie wijzen van veredeling op de onderstamselecties.

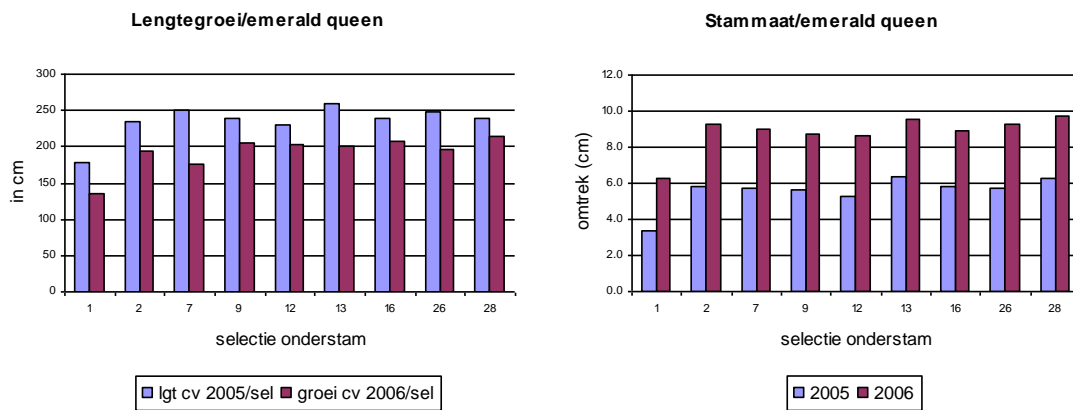
Verdelingsmethode	Aantal ingezet	Slaging
septemberenten	880	33%
oculeren	880	63%
winterhandveredeling	908	55%

De verschillen in groei op de verschillende onderstammen waren voor elk van de geteste cultivars zeer beperkt (Tabellen 4.2 - 4.4 en Figuren 4.1 – 4.3).

De groei van de zaailingen bleek niet goed vergelijkbaar met die van de veredelde bomen doordat het plantmateriaal bij de aanplant veel jonger was dan de veredelingen.

Tabel 4.2 Groei van 'Emerald Queen' op 9 *Acer platanoides* selecties als onderstam.

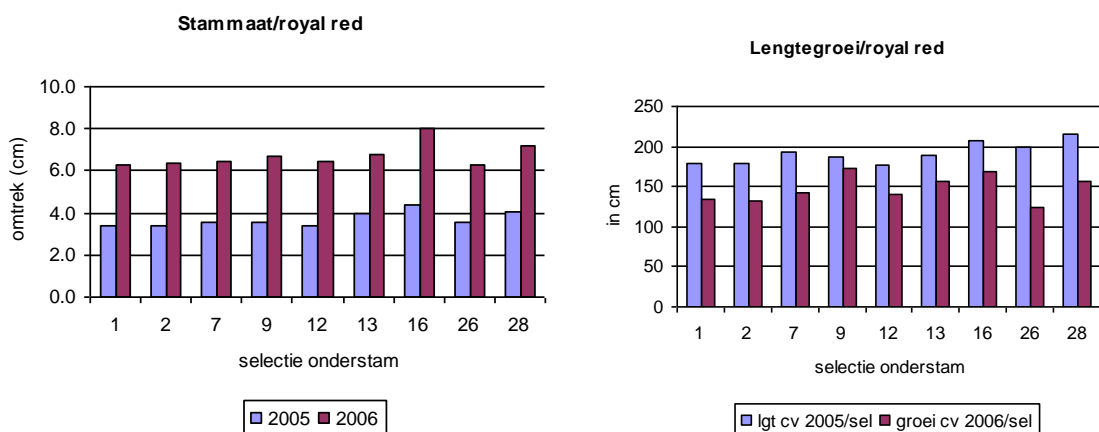
Selectie nummer	Diameter		Lengte	Groei kopscheut
	2005	2006	2005	2006
zaailingen	3.4	6.3	178	135
2	5.8	9.3	234	193
7	5.7	9.0	249	175
9	5.6	8.8	240	205
12	5.3	8.6	230	203
13	6.3	9.5	258	200
16	5.8	8.9	239	208
26	5.8	9.3	247	195
28	6.3	9.7	239	215



Figuur 4.1 Groei van 'Emerald Queen' op 9 *Acer platanoides* selecties als onderstam.

Tabel 4.3 Groei van 'Royal Red' op 9 *Acer platanoides* selecties als onderstam.

Selectie nummer	Diameter		Lengte	Groei kopscheut
	2005	2006	2005	2006
zaailingen	3.4	6.3	178	135
2	3.4	6.4	180	131
7	3.6	6.5	194	142
9	3.5	6.7	188	173
12	3.4	6.4	176	139
13	4.0	6.8	189	157
16	4.4	8.0	207	169
26	3.5	6.3	199	123
28	4.0	7.2	215	156

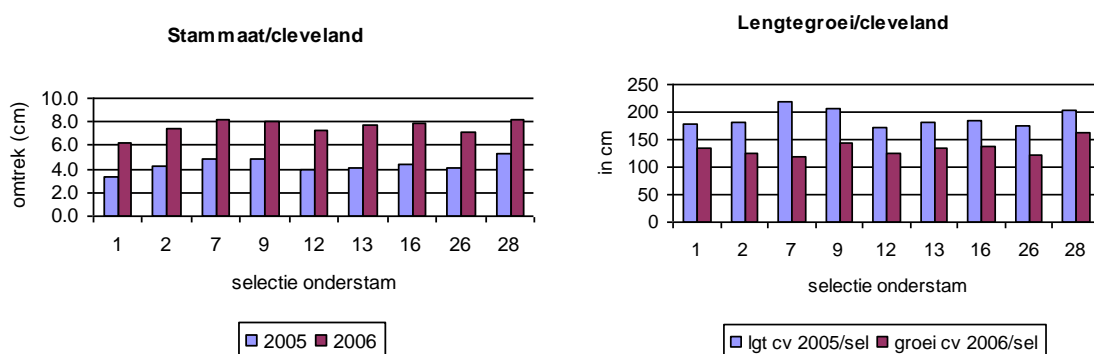


Figuur 4.2 Groei van 'Royal Red' op 9 *Acer platanoides* selecties als onderstam.

Tabel 4.4 Groei van 'Cleveland' op 9 *Acer platanoides* selecties als onderstam.

Selectie nummer	Diameter		Lengte	Groei kopscheut
	2005	2006	2005	2006
zaailingen	3.4	6.3	178	135
2	4.2	7.4	180	126
7	4.9	8.2	219	119
9	4.8	8.0	206	142

12	3.9	7.3	172	125
13	4.2	7.7	183	134
16	4.4	7.9	185	138
26	4.1	7.1	176	122
28	5.3	8.2	203	162



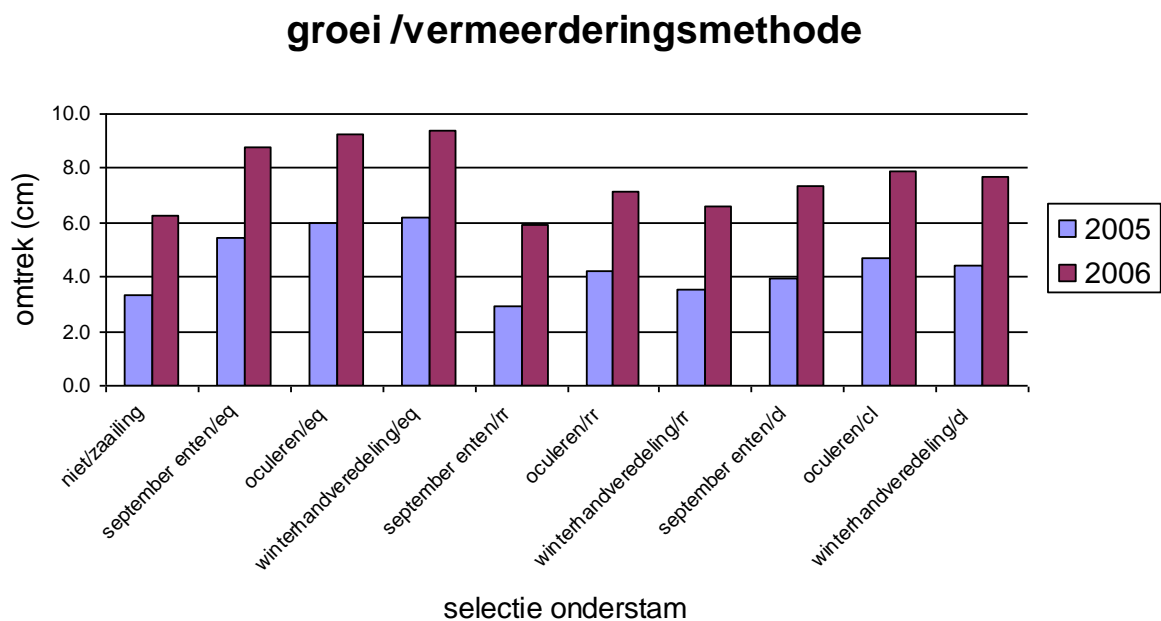
Figuur 4.3 Groei van 'Cleveland' op 9 *Acer platanoides* selecties als onderstam.

Wanneer de groei per cultivar wordt bekeken (alle onderstammen samen genomen) blijkt dat er een duidelijk verschil is in groeikracht tussen de 3 cultivars: Emerald Queen is de sterkste groeier, Cleveland en Royal Red blijven daar duidelijk bij achter. Wanneer naar de wijze van vermeerdering wordt gekeken blijkt dat de groei van geoculeerde bomen en winterhandverdelingen ongeveer gelijk is, de groei van septemberenten lijkt wat achter te blijven (Tabel 4.5 en Figuur 4.4).

Tabel 4.5 Groeicijfers van 'Emerald Queen' 'Royal Red' en 'Cleveland' per verdelingsmethode (totaal voor de 9 onderstammen)

	stamomtrek	stamomtrek	Lengte	Groei kopscheut
	2005	2006	2005	2006
niet veredelde zaailingen	3.4	6.3	178	135
EQ september enten	5.4	8.8	228	202
EQ oculeren	6.0	9.3	251	195

EQ				
winterhandveredeling	6.2	9.4	257	188
RR september enten	2.9	5.9	158	179
RR oculeren	4.2	7.2	211	151
RR				
winterhandveredeling	3.5	6.6	188	135
CL september enten	4.0	7.3	174	137
CL oculeren	4.7	7.9	201	134
CL				
winterhandveredeling	4.4	7.7	194	116



Figuur 4.4 Groei van 'Emerald Queen' 'Royal Red' en 'Cleveland' per veredelingsmethode (totaal voor de 9 onderstammen).

4.2 Veldproef Grebbedijk, Wageningen

Op zes selecties van nieuwe *Acer platanoides* onderstammen zijn verschillende verdelingsmethoden toegepast waarbij drie cultivars werden gebruikt: Emerald Queen, Cleveland en Royal Red (Tabel 4.6). Daarnaast werden de te testen selecties ook als plant op

eigen wortel uitgeplant.

De veldproef in Wageningen werd uitgevoerd op een veld met geen of zeer lage Vd-besmetting in de grond. Verticillium-symptomen werden slechts bij 0,5% (4 bomen, verdeeld over drie selecties (2,7,13)) van de bomen waargenomen.

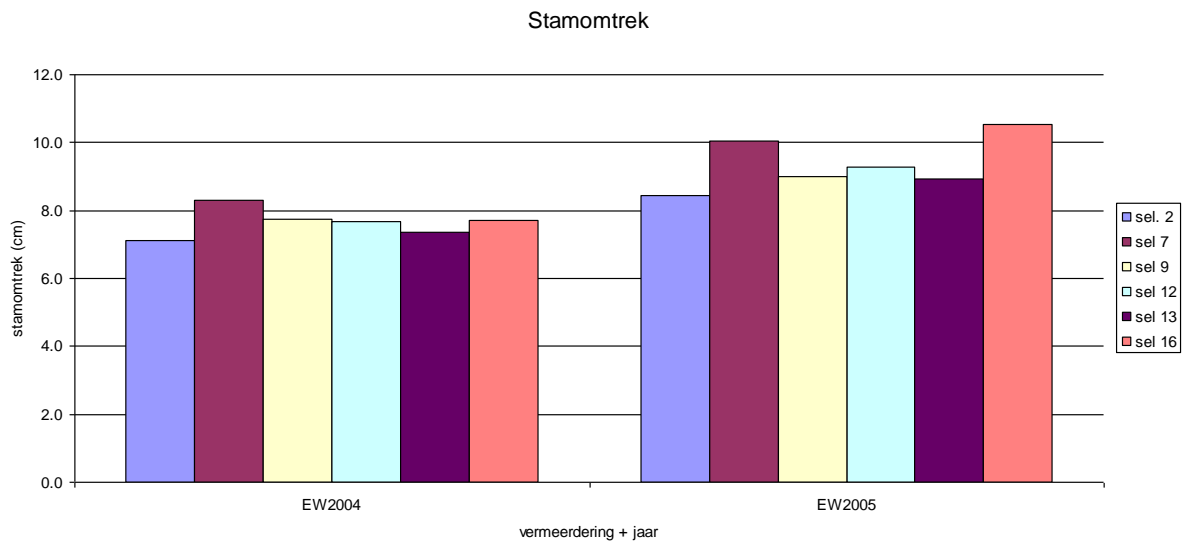
De aanslag van de bomen liep sterk uiteen. Van de selecties op eigen wortel was na een jaar nog 91% aanwezig. Van de geënte bomen (winterhandveredeling) was nog slechts 24% aanwezig. Voor de vroeg geoculeerde bomen (tijdens de opkweek in container) was het slagingspercentage 51%; de slaging van de op het veld geoculeerde bomen bedroeg slechts 30%.

Tabel 4.6 Plantmateriaal, wijze van vermeerdering en slagingspercentage.

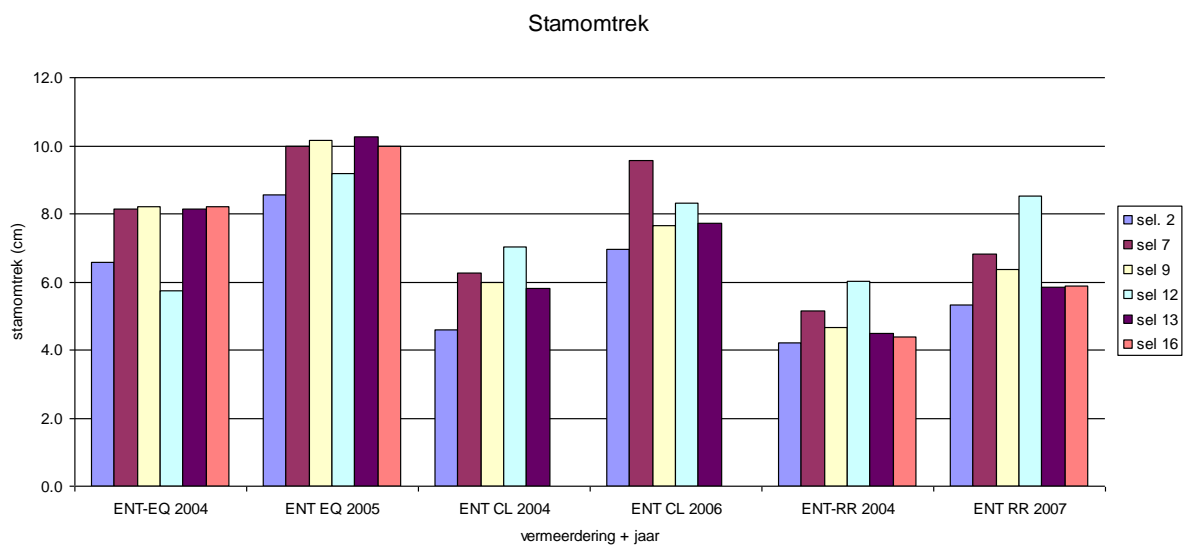
	Code	Geplant		%
		2002	2003	
Selectie op eigen wortel	EW	368	334	91
Enten (januari 2002) Emerald Queen	ENT/EQ	150	44	29
Enten (januari 2002) Cleveland	ENT/CL	150	9	6
Enten (januari 2002) Royal Red	ENT/RR	155	57	37
Oculaties van Emerald Queen op onderstam in pot aug. 2001	OC-vr/EQ	287	147	51
Oculaties van Emerald Queen op onderstam op het veld (aug. 2002)	OC-L/EQ	195	51	26
Oculaties Cleveland op onderstam op het veld (aug. 2002)	OC-L/CL	195	34	17
Oculaties Royal Red op onderstam op het veld (aug. 2002)	OC-L/RR	165	79	48

De groei van de verschillende selecties op eigen wortel is weergegeven in Figuur 4.5. De verschillen blijken vrij klein; selecties 7 en 16 zijn de snelste groeiers, selectie 2 relatief de langzaamste.

Onverenigbaarheid werd gedurende de proef niet waargenomen. Wel was er verschil in groei van de cultivars op de verschillende onderstammen. Hoewel de verschillen beperkt waren gaf selectie nummer 2 bij alle 3 cultivars de langzaamste groei. 'Emerald Queen' was opnieuw, op alle onderstammen, de snelst groeiende cultivar (Figuur 4.6).



Figuur 4.5 Groei van de selecties als plant op eigen wortel.



Figuur 4.6 Groei van de 3 cultivars op de 6 geteste onderstammen.

5 Samenvatting en Conclusies

Dit project is de laatste fase in het onderzoek naar de ontwikkeling van *Verticillium*-resistente *Acer platanoides* (Noorse esdoorn) onderstammen wat in 1993 van start ging op het toenmalige CPRO-DLO (nu PRI) met grootschalige selectie-experimenten. PPO-Bomen heeft vanaf 1999 onderzoek gedaan naar cultuurwaarde en vermeerdering van de uit dat onderzoek afkomstige selecties. De laatste fase van het onderzoek door PPO (2004-2006) richtte zich op 3 hoofdthema's:

- Resistentie onder veldomstandigheden (praktijktoets)
- Cultuurwaarde van de selecties als onderstam en als cultivar
- De ontwikkeling van een methode voor vermeerdering van deze selecties

Resistentie

De resistentie van de selecties is onderzocht in een veldexperiment op een zwaar met *Verticillium* besmet perceel. Daarbij werden 8 selecties als onderstam gebruikt voor de cultivars Royal Red, Emerald Queen en Cleveland. Ter vergelijking werden een aantal zaailingen in de proef opgenomen. Reeds eerder in het onderzoek was geconcludeerd dat de nummers 2 en 9 vanwege hun superieure eigenschappen wat betreft resistentie en vermeerderingsmogelijkheden de meeste potentie hebben om als onderstam te worden uitgegeven. Opnieuw bleken deze selecties duidelijk minder vatbaar voor *Verticillium* dan de zaailingen. De cultivars op de deze selecties werden aanmerkelijk minder vaak ziek dan de zaailing planten; het cumulatieve ziektepercentage van de zaailingen in 2006 bedroeg 36% terwijl voor de planten op deze twee selecties het ziektepercentage uiteenliep van 13-16%. Uit dit experiment wordt duidelijk dat de meer resistente selecties niet absoluut resistent zijn, maar wel aanmerkelijk minder vatbaar. Dat werd ook bevestigd door inwendig onderzoek van een aantal bomen aan het einde van het experiment. Ook in planten op onderstammen van deze selecties komt infectie met *Verticillium* voor (zichtbaar aan de verkleuringen in het hout), maar aanmerkelijk minder vaak dan in zaailingen of vatbare selecties van hetzelfde proefveld.

Cultuurwaarde

In een ander veldexperiment lag de nadruk op de cultuurwaarde. Bewortelde stekken van 6 selecties en esdoornzaailingen zijn geplant op een niet besmet perceel. De stekken zijn gebruikt als onderstammen voor drie cultivars waarbij verschillende veredelingsmethoden zijn toegepast, nl. enten, oculeren tijdens de opkweek en oculeren op vaststaande stammen. Tegelijkertijd zijn een aantal selecties op eigen wortel doorgekweekt. Gedurende een periode van 3 jaar werden de groei en ontwikkeling gevolgd. Alle selecties bleken goed bruikbaar als onderstam en verschijnselen van onverenigbaarheid werden niet waargenomen. Oculeren lijkt

de beste wijze van veredeling. De uiteindelijke stamomvang van de op het veld op de kloononderstammen (selecties) geoculeerde bomen eindigde gelijk met die van de op zaailingenonderstammen geoculeerde bomen. De geënte bomen bleven wel wat achter in ontwikkeling.

Vermeerdering

In een drietal experimenten is de langstek methode (methode Spethmann) een betrouwbare methode gebleken voor vermeerdering van de *Acer platanoides*-selecties. De slagingspercentages zijn minder grillig, de kwaliteit van de beworteling is meestal goed en de vitaliteit is groter in vergelijking met gewoon zomerstek. Voor de praktische toepasbaarheid zijn er wel een aantal technische randvoorwaarden waaraan voldaan moet worden; zoals de beschikbaarheid van een kas, het handhaven van een hoge luchtvochtigheid in de zomer en de extra randapparatuur. Indien hieraan wordt voldaan is met de langstekmethode vermeerdering van de nieuwe selecties goed mogelijk.

Eindconclusie

Er zijn enkele duidelijk minder voor *Verticillium dahliae* vatbare *Acer platanoides* selecties (nummers 2 en 9) beschikbaar die ook goed bruikbaar zijn als onderstam. Voor het gebruik als onderstam voor vatbare esdoorncultivars is een aangepast teeltsysteem nodig waarbij de selectie vegetatief wordt vermeerderd. De langstekmethode biedt daartoe goede mogelijkheden. Hiervoor is een protocol ontwikkeld (Bijlage 1).

BIJLAGE 1: Protocol voor langstek

Vorbereiding kasafdeling:

In de kasafdeling is wit folie aangebracht langs buitenzijden en natte bevoeiingsmatten op de grond. Daarbij is een dry-fog installatie (Reldair) geïnstalleerd. RV ingesteld op 95-100%.

Uitvoering stekken:

- Stek knippen ca. half juli; lengte 40-50 cm, blad en top eraan laten zitten
- Stek beschermen tegen uitdrogen en zo snel mogelijk verwerken
- Onderzijde schuin aansnijden, punt eraf
- Dopen in stekpoeder; in de proeven is steeds Rhizopon IA 1% (IAA, indolazijnzuur) gebruikt, maar Rhizopon AA 0,5% (IBA, indolboterzuur) zal naar verwachting minder puntrot veroorzaken.
- Stekken in substraat: 1 deel scherp zand/2 delen turfmolm (in veenmankisten) steken

Bewortelen stekken

- Kisten in kasafdeling met 95-100% RV plaatsen
- Temperatuur: 20°C
- Intervallen mist/rust variëren tot RLV 95-100%
- De foginstallatie (Reldair) is bij ons (op handbediening) als volgt ingesteld:
 - interval per 2-5 minuten, 30-60 sec. nevel → r.v. 97% (afstemmen op plaatselijke situatie, want hangt nauw samen met ventilatie kas).
- Bij scherp drogend weer er op toezien dat RV niet te laag wegzakt

Afharden stekken

- Na ca 10 weken (als eerste wortels onder de kisten zichtbaar worden) beginnen met afharden
- Bijvoorbeeld volgens schema:
 - Week 38: afharden, interval 10 min, 30 sec. nevel, r.v. 95%
 - Week 39: afharden, interval 20 min, 30 sec. nevel, r.v. 92%
 - Week 40: afharden, interval 10 min, 10 sec. nevel, r.v. 85%
 - Week 41: afharden, interval 30 min, 5 sec. nevel, r.v. 70%
 - Week 42: laatste fase afharden: foginstallatie uitgezet

