

Wortelvelden op appelonderstammen

Verslag van literatuuronderzoek en enquête kwekers

Frank Maas, Henk Kemp & Marc Ravesloot

© 2006 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.

PPO Publicatienr. 2006-11; € 15,-



Projectnummer: 32 610530 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Fruit

Adres : Lingewal 1, 6668 LA Randwijk
: Postbus 200, 6670 AE Zetten
Tel. : 0488 - 47 3702
Fax : 0488 - 47 3717
E-mail : infofruit.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 WERKWIJZE.....	9
2.1 Literatuuronderzoek.....	9
2.2 Enquête onderstammenkwekers	9
3 RESULTATEN	11
3.1 Literatuuronderzoek.....	11
3.1.1 Gebruikte zoektermen.....	11
3.1.2 Definitie wortelveld en doel literatuuronderzoek.....	11
3.1.3 Factoren betrokken bij de vorming van wortelvelden op <i>Malus</i> onderstammen:	11
3.1.4 Verschillen in aanleg wortelvelden tussen onderstammen.....	12
3.1.5 Invloed entras op wortelgroei vanuit wortelvelden	13
3.1.6 Meer wortelvelden naarmate onderstam juvenieler is	13
3.1.7 Invloed onderstam op aanleg wortelvelden op stam entras.....	14
3.1.8 Conclusies literatuuronderzoek	14
3.2 Bedrijfbezoeken en enquête producenten	15
3.2.1 Conclusies bedrijfsbezoeken en enquête.....	19
4 EINDCONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	21
4.1 Maatregelen om de vorming van wortelvelden te beperken	21
4.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek	21
5 GERAADPLEEGDE LITERATUUR.....	23
6 DANKWOORD	25

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de resultaten van een literatuuronderzoek en een enquête gehouden onder zeven onderstammen- en vruchtboomkwekers naar het optreden van wortelvelden bij appelonderstammen. Het onderzoek richtte zich vooral op de mogelijke relaties tussen het ontstaan van wortelvelden, de herkomst van het plantmateriaal en de teeltcondities in de kwekerij. Op basis van de in de literatuur beschreven teeltfactoren en de ervaringen van de ondervraagden en bezochte onderstammen- en vruchtboomkwekers, worden aanbevelingen gedaan om de vorming van wortelvelden in de kwekerij zo veel mogelijk te beperken.

Wortelvelden zijn de beginpunten van wortels op het bovengrondse deel van een onderstam of stam. Uit het literatuuronderzoek kwam naar voren dat de aanleg van wortelvelden genetisch is bepaald en dus sterk kan verschillen per onderstamtype. Juveniel plantmateriaal geeft bij de teelt van onderstammen meer wortelvelden dan adult plantmateriaal. De aanleg van wortelvelden wordt gestimuleerd door donkere en vochtige teeltomstandigheden. In de boomgaard leidt vooral het hoog planten, waarbij een groot gedeelte van de onderstam boven de grond blijft, tot problemen. Eenmaal in de kwekerij aangelegde wortelvelden kunnen na planten in de boomgaard onder vochtige donkere condities, bijvoorbeeld bij veel ondergroei, verder uitgroeien. Hierdoor treedt verzwakking van de groei op en onregelmatigheid in de groei tussen de bomen. Wortelvelden vormen ook een risico voor de gezondheid van de bomen, omdat ze een invalspoort vormen voor ziekten als vruchtboomkanker en insecten als appelglasvlinder. Om deze redenen dient de vorming van wortelvelden in de boomkwekerij zo veel mogelijk te worden voorkomen.

De ervaringen van de bezochte onderstammen- en vruchtboomkwekers sluit aan bij de bovengenoemde bevindingen uit de literatuur. Genoemd werden verschillen in de vorming van wortelvelden tussen verschillende rassen onderstammen en meer wortelvelden bij juveniel plantmateriaal. Ook de relaties tussen teeltcondities en het ontstaan van wortelvelden werd bevestigd. De meeste problemen met wortelvelden ontstaan bij onderstammen afkomstig van moerbedden met de hoogste plantdichtheid en de langste periode van aanaarden. Deze donkere en vochtige omstandigheden zorgen niet alleen voor een zeer gemakkelijke beworteling van de onderstammen, maar tegelijkertijd ook voor de aanleg van veel wortelvelden.

Teeltmaatregelen die onderstammen- en vruchtboomkwekers kunnen nemen om de vorming van wortelvelden zo veel mogelijk te voorkomen zijn:

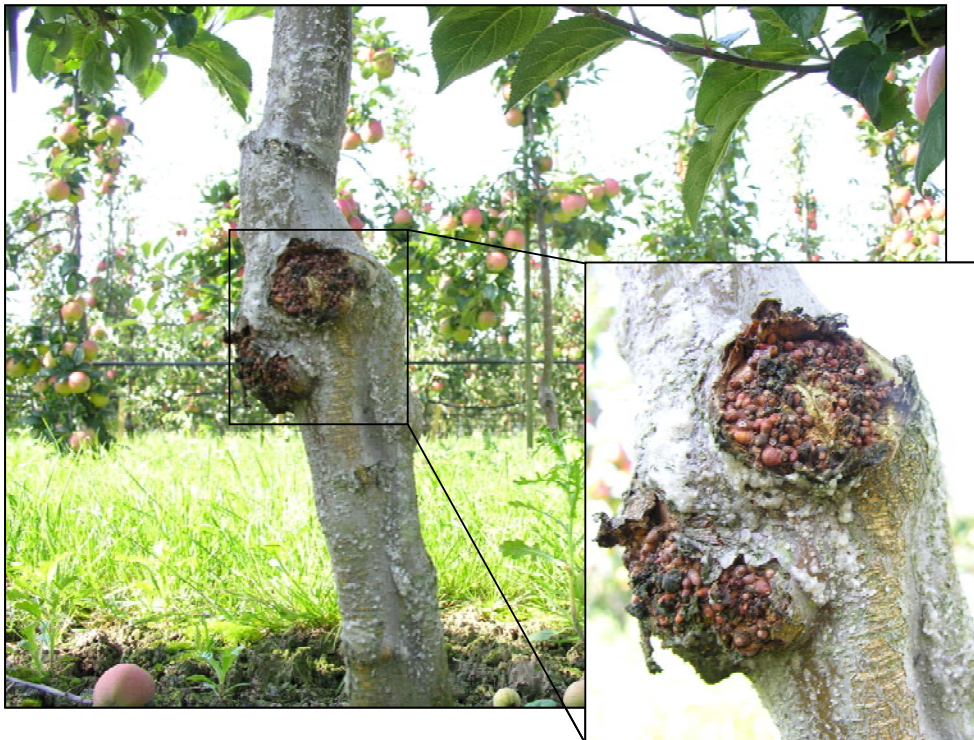
- Vermijden van juveniel plantmateriaal voor het opzetten van moerbedden.
- Vermijden van te hoge plantdichtheden op het moerbed en in vruchtboomkwekerij.
- Vermijden van onkruidgroei in- en tussen moerbedden.
- Het basale gedeelte van de onderstammen zo laag en kort mogelijk aanaarden als nodig is voor wortelvorming onderstam.

1 Inleiding

De aanleiding van het in dit rapport beschreven onderzoek was een door een onderstammenkweker bij het Productschap Tuinbouw ingediend verzoek naar onderzoek ter voorkoming van wortelvelden bij appelonderstammen. De vraag naar dit onderzoek is voortgekomen uit klachten van vruchtboomkwekers en fruittelers over de aanwezigheid van wortelvelden op onderstamhout.

In de kwekerij kunnen zich vooral in het tweede jaar van de teelt van vruchtbomen problemen voordoen met de vorming van wortelvelden op de onderstam. Wortelvelden, initiatiepunten voor wortels op de basis van de stam, vormen een probleem omdat zij invalspoorten zijn voor ziekten (o.a. bacterievuur en vruchtboomkanker) en plagen (o.a. appelglasvlinder). In de kwekerij aangelegde wortelvelden kunnen na planten van de boom in enkele jaren sterk uitgroeien (figuur 1). Bekend is verder dat wortelvelden ook een negatief effect hebben op de homogeniteit van de groei. Wortelvelden vormen een belemmering voor de basipetale (neerwaartse) sapstroom van assimilaten naar de wortels waardoor de groei stagneert. Indien wortelvelden zich blijven ontwikkelen op de bovengrondse basis van de stam kan dit uiteindelijk leiden tot het afsterven van de boom.

In het eerste deel van dit rapport wordt verslag gedaan van een literatuurstudie over de achtergronden van de vorming van wortelvelden, de rol van teeltomstandigheden bij het ontstaan van wortelvelden en de teelttechnische mogelijkheden om de vorming van wortelvelden te voorkomen. In het tweede deel worden de resultaten beschreven van een enquête onder Nederlandse onderstammenkwekers over de teelttechnische aspecten van de onderstammenteelt en de ervaringen van kwekers met het ontstaan van wortelvelden op hun plantmateriaal.



Figuur 1, Wortelvelden op onderstam bij Junam[®] op M.9 T.337 met tussenstam 'Dubbele Zoete Aagt' in derde groeiseizoen in boomgaard.

2 Werkwijze

Het onderzoek naar wortelvelden bestond uit twee onderdelen. Als eerste werd een literatuurstudie uitgevoerd gericht op het verzamelen van kennis over de vorming van wortelvelden, de rol van teeltomstandigheden, het genotype van de onderstam, de invloed van het entras en de mogelijkheden de vorming van wortelvelden te voorkomen. Het tweede deel van het onderzoek bestond uit het opstellen en houden van een enquête onder onderstammenkwekers. Het doel van deze enquête was om de ervaringen van deze kwekers met het ontstaan van wortelvelden in kaart te brengen evenals de mogelijke verschillen in teeltmethodiek die een rol zouden kunnen spelen bij het ontstaan van wortelvelden.

2.1 Literatuuronderzoek

Via elektronisch zoekstelsel Webspirs werd de CAB database doorzocht op publicaties die tussen 1972 en 2005 zijn verschenen over wortelvelden bij appel. Daarnaast werd met behulp van de trefwoorden 'wortelveld', 'burrknot', 'Wurzelfelder' en 'broussins' en de zoekmachine Google het Internet afgezocht op publicaties over wortelvelden in achtereenvolgens het Nederlands, Engels, Duits en Frans. De resultaten en conclusies van deze artikelen werden samengevat en staan beschreven in paragraaf 3.1. van dit rapport.

2.2 Enquête onderstammenkwekers

Op basis van de in de literatuur beschreven kennis over het ontstaan van wortelvelden werd een vragenlijst opgesteld voor het enquêteren van een aantal producenten van onderstammen en vruchtbomen. Het doel van deze enquête was om tijdens een bedrijfsbezoek per bedrijf vergelijkbare vragen te stellen en in kaart te brengen in hoeverre de geconstateerde problemen met wortelvelden in de praktijk verklaard kon worden door de herkomst van het plantmateriaal of door bepaalde teelthandelingen bij de productie van onderstammen en vruchtbomen. In totaal werden tussen juli 2005 en maart 2006 7 bedrijven bezocht die op grote schaal onderstammen kweken. Daarnaast zijn 3 vruchtbomkwekers gevraagd naar hun ervaringen en klachten van fruittelers met betrekking tot wortelvelden. De, via enquêtevragen, gesprekken en bezichtiging van kwekerij en plantmateriaal, verkregen informatie is samengevat in paragraaf 3.2 van dit rapport. Om de belangen van de bedrijven die op vrijwillige basis hebben deelgenomen aan dit onderzoek niet te schaden wordt bij de resultaten geen melding gedaan van de naam van het bedrijf waar een bepaalde waarneming werd gedaan.

3 Resultaten

3.1 Literatuuronderzoek

3.1.1 Gebruikte zoektermen

De CAB database werd doorzocht met de zoektermen:

1. wortelvelden
2. burrknots or burr knots
3. broussins
4. Wurzelfelder

3.1.2 Definitie wortelveld en doel literatuuronderzoek

Wortelvelden zijn de beginpunten van wortels op het bovengrondse deel van een onderstam of stam (Ferree & Carlson, 1987). Omdat als gevolg van deze wortelvelden de normale diktegroei van de stam plaatselijk wordt geremd kunnen er groeven, inkepingen in de onderstam ontstaan. In extreme gevallen kunnen deze tot een gedeeltelijke insnoering van de stam leiden waardoor de boom te sterk in groei achterblijft.

Wortelvelden vormen ook een invalspoort voor verschillende ziekten als vruchtboomkanker en bacterievuur en plagen als de appelglasvlinder. Boorgangen gemaakt door larven van deze vlinder maken de boom extra vatbaar voor vruchtboomkanker. Om deze redenen dient de vorming van wortelvelden in de boomkwekerij zo veel mogelijk te worden voorkomen.

Door middel van een literatuuronderzoek is in kaart gebracht welke teeltfactoren een rol spelen bij de vorming van wortelvelden, de gevoeligheid voor het ontstaan van wortelvelden bij verschillende typen onderstammen en methoden en middelen om de vorming van wortelvelden te voorkomen.

3.1.3 Factoren betrokken bij de vorming van wortelvelden op *Malus* onderstammen:

Rom & Brown (1987) hebben een overzicht geschreven van de factoren betrokken bij de vorming van wortelvelden. Wortelvelden ontstaan uit gedeeltelijk ontwikkelde wortelprimordia in het stamweefsel. Deze primordia worden gevormd vanuit niet gedifferentieerd parenchymweefsel in de knop en bladoksels bij elke stengelknop. De vorming van wortelprimordia is het sterkst in stengeldelen met hoge gehalten aan zetmeel. De entplaats tussen ent- en onderstam is vanwege de remming van transport van suikers van ent naar onderstam een deel van de stengel waar suikers zich ophopen, zetmeel wordt gevormd en waar wortelvelden zich vooral ontwikkelen. De mate waarin wortelvelden ontstaan verschilt per type onderstam. Villeneuve (1986) vermeldt dat de vorming van wortelvelden onder controle staat van twee genen. Alleen indien een genotype dubbel recessief is voor beide genen ontstaan er wortelvelden.

Naast genotype is ook de factor licht van belang. De vorming van wortelvelden wordt gestimuleerd door verduistering van de stam (Wertheim & Webster 2006). Het aanaarden van *Malus* scheuten in moerbedden leidt tot het etioleren van het verduisterde deel van de stengel en tot de vorming van wortels op deze plekken. Bewortelde onderstammen M 26, M 7, MM 106 en MM 111 kregen na planten een kraag om hun stam van materialen met een verschillende lichtdoorlatendheid. Materialen die een aanzienlijk deel van het licht wegnamen resulteerden in een toename van wortelvelden zonder dat deze daarbij uitgroeiden tot functionele wortels. Hoewel wortelprimordia worden gevormd in zowel oksels van bladeren als okselknoppen ontstaan wortelvelden vooral vanuit de oksels van okselknoppen. Bij verduistering van de stam ontstaat vaak een tweede wortelveld vanuit de bladoksel. Zelden werden wortelvelden waargenomen bij een bladoksel zonder dat ook een wortelveld was ontstaan bij de bijbehorende okselknop.

Doordat het onderstamgedeelte van een onderstam-entcombinatie van een vruchtboom is vermeerderd onder omstandigheden die de vorming van wortelprimordia bevorderen, te weten lage lichthoeveelheden in het moerbed en in de opkweekfase vanwege het aanaarden en de hoge plantdichtheid, vindt de aanzet tot de aanleg van wortelvelden voor een belangrijk deel al plaats in de kwekerij. Bij het uitplanten van de jonge vruchtbomen in de boomgaard kunnen deze wortelprimordia gemakkelijk uitgroeien tot wortelvelden wanneer de onderstam in de schaduw komt te staan ten gevolge van opschietend onkruid of het gebruik van plantkokers om vraatschade te voorkomen. Het zo diep mogelijk planten van de onderstam kan de vorming van wortelvelden voor een groot gedeelte voorkomen. Echter, de mate van groeiverzwakking waarvoor de onderstammen worden toegepast neemt af naarmate de onderstam dieper wordt geplant (Wertheim, 1999; Maas, 2004). Wortelvelden die in contact komen met de grond of worden blootgesteld aan vochtige omstandigheden kunnen tot functionele wortels uitgroeien (zie figuur 2) wortelveld Elstar).



Figuur 2. Wortels uitgroeid uit wortelvelden na enkele weken afdekking onderstam door plasticfolie

3.1.4 Verschillen in aanleg wortelvelden tussen onderstammen

In verschillende vergelijkende proeven met onderstammen is naast de groeikracht en productie efficiëntie ook gekeken naar de mate waarin wortelvelden voorkomen op de onderstam. Mantinger & Steiner (1996) onderzochten in Laimburg de groei van Golden Delicious 'Smoothie' op 9 verschillende onderstammen. Na 4 groeijaren werden er zeer grote verschillen in de oppervlakte van wortelvelden per onderstam waargenomen (tabel 1). Veruit het grootste oppervlak aan wortelvelden kwam voor op de onderstam J9, gevolgd door M.9 type 29 en M.9 type 19. De minste wortelvelden werden waargenomen op M.9 T.337 en

M.9 Pajam 1.

Tabel 1. Wortelvelden per onderstam na vier groeijsaren in onderstampoef Laimburg

Onderstam	Wortelvelden (cm ² per onderstam)
J9	63,28
M.9 29	16,97
M.9 19	10,91
Mark	8,87
B.9	8,11
M.26	6,28
M.9 Pajam 2	5,80
M.9 T.337	4,53
M.9 Pajam 1	4,47

Bron: Mantinger & Steiner (1996)

De verschillen tussen de M.9 typen verdwenen na enige jaren groei in het veld, maar bleven behouden in het moerbed waar de scheuten ieder jaar tot vlak boven de grond werden teruggeknipt. Op basis van deze waarnemingen concludeerde van Oosten (1984) dat de verschillen in eigenschappen tussen de M.9 typen niet genetisch zijn, maar te wijten zijn aan een verschil in juveniliteit.

3.1.5 Invloed entras op wortelgroei vanuit wortelvelden

In verschillende onderzoeken is waargenomen dat het entras van invloed is op het ontstaan van wortelvelden en de vorming van functionele wortels vanuit wortelvelden. In bovengenoemde publicatie gaat de meeste aandacht echter uit naar uitgroeien van wortelvelden tot wortels wanneer ze met grond worden afgedekt. Diep planten van onderstammen met wortelvelden die minder goed uitgroeien leidt tot minder goed verankerde bomen en een slechtere groei van de bomen, omdat deze geen goede wortels vormen in de bovenste grondlaag. Opvallend hierbij is dat spurtype cultivars veel minder wortelvorming geven vanuit de wortelvelden dan niet-spurtype cultivars.

In een grote nationale onderstampoef op 26 locaties in de Verenigde Staten is vastgesteld dat er grote verschillen bestaan tussen de mate van wortelveldvorming op een bepaalde onderstam en de locatie waar de bomen zijn geplant (Marini et al. 2000, Marini 2001). Onduidelijk is in hoeverre deze verschillen verklaard kunnen worden door de variatie in klimaat tussen deze locaties of verschillen in teelthandelingen. Wel kwam duidelijk naar voren dat er een rechtlijnige toename optrad tussen de hoeveelheid wortelvelden en het oppervlak van de onderstam dat boven de grond uitsteekt. Hoger planten geeft dus meer wortelvelden, maar de mate waarin dit toeneemt verschilde per locatie. Gemiddeld over alle locaties kwamen de meeste wortelvelden voor op de onderstammen Mark en M.26 EMLA (ca. 16% van het stamoppervlak werd ingenomen door wortelvelden) en de minste wortelvelden (3-4% van stamoppervlak) kwamen voor op de onderstammen O.3, B.9 en alle M.9 typen met uitzondering van M.9 T.337. De hoeveelheden wortelvelden varieerden echter sterk per locatie en er bestond een significante interactie tussen locatie en hoeveelheid wortelvelden.

3.1.6 Meer wortelvelden naarmate onderstam juvenieler is

Volwassen (adult) plantmateriaal bewortelt over het algemeen moeilijker dan juveniel plantmateriaal. Onderstamselecties die gemakkelijk bewortelen hebben ook meer aanleg voor de vorming van wortelvelden. Van Oosten (1984) onderzocht de variatie tussen een aantal herkomsten M.9 onderstammen en het gedrag van deze M.9 typen in de kwekerij en boomgaard. De onderzochte M.9 typen onderscheidden zich in kenmerken als vermeerderbaarheid, bladmorphologie, scheutdikte, bezit van doorns en bloemknopontwikkeling. Op basis van deze eigenschappen konden de 23 onderzochte M.9 typen in 3 groepen worden ondergebracht:

Groep 1: N.29; Cepiland (= Pajam 2); Fl.56; J1, W.1, H.1 en L

Kenmerken: dunne scheuten, doorns, korte zijscheuten, klein geelgroen blad aan de top van de scheuten

met scherp getande bladrand, scheutgroei die pas laat in de herfst afsluit, hoge productie van goed bewortelde scheuten in het moerbed, geen bloei planten in jaar van uitplanten.

Groep 2: T.337; B.1; Fl.4; Fl.59 en B.3

Kenmerken van deze groep liggen in tussen die van groep 1 en 3

Groep 3: T.338; Lancep (= Pajam 1); EMLA, B.2; N.4; N.39; N2A; I3A, M.9a; Ohio 296; C.Tr.1 en 17-2-3-3. Kenmerken: relatief dikke scheuten, geen doorns, groot donkergroen blad aan top van de scheuten met stomp getande bladrand, vroege afsluiting scheutgroei in de herfst, bewortelde scheuten uit het moerbed bloeien in het jaar van uitplanten in het veld.

3.1.7 Invloed onderstam op aanleg wortelvelden op stam entras

Niet alleen op de onderstam, maar ook op de stam van het entras kunnen zich wortelvelden ontwikkelen. Marini et al. (2000) onderzochten op twee verschillende locaties in de Verenigde Staten de invloed van 8 typen onderstammen op het ontstaan van wortelvelden op de stam van het entras Gala. In tabel 2 is te zien dat de onderstammen op beide locaties eenzelfde effect hadden op de ontwikkeling van wortelvelden bij Gala. De meeste wortelvelden traden op wanneer Gala geënt was op de onderstammen O.3 of P 1, de minste wanneer M.27 EMLA als onderstam werd gebruikt. Er werd geen verband gevonden tussen de groeikracht van de onderstam en de vorming van wortelvelden op Gala. Bij de onderstammen die de minste wortelvelden bij Gala gaven was meer dan 55% van deze wortelvelden kleiner dan 2 cm in diameter, terwijl bij de onderstammen O.3 en P 1 die de meeste wortelvelden gaven slechts 33% van deze wortelvelden een diameter kleiner dan 2 cm had.

Tabel 2. Invloed onderstam op het aantal wortelvelden op de stam van het entras Gala op twee verschillende locaties in de Verenigde Staten (bron: Marini et al. 2003).

Onderstam	North Carolina	Virginia
O.3	48,8 a	34,4 a
P 1	43,4 a	27,4 ab
M.26 EMLA	30,1 ab	14,1 bc
MAC.39	19,1 bc	9,6 cd
M.9 EMLA	13,2 bc	15,5 bc
Mark	10,5 c	6,9 cd
B.9	8,6 c	11,8 cd
M.27 EMLA	3,1 c	1,5 d

Waarden in eenzelfde kolom gevolgd door verschillende letters zijn betrouwbaar verschillend

3.1.8 Conclusies literatuuronderzoek

- De aanleg van wortelvelden is voor een belangrijk gedeelte genetisch bepaald
- Per genotype geldt: juveniel plantmateriaal vormt gemakkelijker wortels en wortelvelden dan adult plantmateriaal
- Aanleg van wortelvelden wordt bevorderd door lichtarme condities
- Uitgroei van wortelvelden tot wortels wordt bevorderd door een hoge luchtvochtigheid
- Het diep planten van een onderstam geeft minder wortelvelden
- Het entras is van invloed op de wortelveldvorming van de onderstam
- De onderstam kan bij bepaalde rassen ook wortelveldvorming op het entras beïnvloeden

3.2 Bedrijfbezoeken en enquête producenten

Tussen juli 2005 en maart 2006 zijn 7 onderstammenkwekers bezocht en is met hen een vragenlijst (bijlage 1) doorgenomen met als doel relaties te kunnen vast stellen tussen het optreden van wortelvelden op de door hen geteelde typen en opweekomstandigheden. Tabel 3 geeft een overzicht van de gestelde vragen en de beantwoording daarvan door de kwekers.

Tabel 3. Overzicht vragen en antwoorden afgenomen enquêtes bij onderstammen- en vruchtboomkwekers

Vragen m.b.t. wortelvelden (wv)		ja ¹	nee	Geen antwoord/nooit opgemerkt	Opmerking
1.	Klachten fruittelers over WV ?	3	4		
2.	WV afhankelijk van entras?	1	4	2	
3.	Klachten over WV jaarlijks gelijk?	3	2	2	
4.	WV klachten per jaar afhankelijk van klimaat?	2		5	
5.	WV afhankelijk van leeftijd moerbed?	1	5	2	juveniliteit
6.	Effect van substraat voor 'aanaarden'?			7	
7.	Klachten wisselend per afnemer?	1		6	
8.	Relatie WV en plantdiepte fruitboom?	1		6	
9.	Relatie WV en onkruidbestrijding?			7	
10.	Substraat aanaarden? uitsluitend turf uitsluitend zaagsel/houtvezel mengsel turf en zaagsel	2 5			
11.	Herkomst substraat bekend?	4	2	1	
12.	Vroeger ander substraat gebruikt?	6		1	
13.	Reden overschakelen op ander substraat? goedkoper substraat eenvoudiger oogsten onderstammen betere beworteling	2		5	
14.	Effect substraat op groei en wortelvorming?	5		2	Turf-zaagsel mengsel meer wortels dan alleen turf
15.	Relatie WV en manier van aanaarden?	2		5	
16.	Relatie WV en tijdstip aanaarden?	1		6	
17.	Bladeren aan scheut die bij aanaarden onder substraat komen?	1		6	
18.	Meerdere keren aanaarden per seizoen?	6		1	
19.	Wordt substraat bevochtigd?		5	2	
20.	Herkomst moerbed bekend?	5		2	
21.	Leeftijd moerbed bekend?	4		3	
22.	Relatie WV en positie uitgroei scheut op legger?			7	
23.	Onkruidbestrijding d.m.v. herbicide d.m.v. groeistof	3	2	2	Gebruikte middelen: Actor, Gramoxone, Butisan
24.	Relatie WV en dikte onderstammen	1		6	
25.	Stapelgoed meer WV dan 1-jarige onderstammen rechtstreeks van moerbed?	2	1	4	

¹aantal respondenten van totaal van 7 ondervraagde bedrijven

Samenvatting antwoorden per vraag.

Vraag 1. Klachten fruittelers over wortelvelden op onderstam?

Het ontstaan van wortelvelden is niet bij alle ondervraagde kwekers een even groot probleem. Iedereen kent het probleem en heeft ervaring met onderstamtypen die gevoeliger zijn voor het ontstaan van wortelvelden dan andere onderstamtypen. Onderstamkwekers die uitsluitend onderstammen produceren en leveren aan vruchtboomkwekers en zelf niet rechtstreeks bomen leveren aan fruittelers worden over het algemeen niet rechtstreeks geconfronteerd met klachten van fruittelers over wortelvelden. Het zijn de vruchtboomkwekers die de klachten krijgen van de fruittelers als zij bomen geleverd hebben met te veel wortelvelden. Echter, ook zij geven aan weinig klachten over wortelvelden te krijgen. Onderstammenkwekers krijgen vrijwel uitsluitend klachten over wortelvelden van vruchtboomkwekers als zij onderstammen leveren die bij levering al te veel aanleg voor wortelvelden laten zien en deze wortelvelden zich tijdens de opkweek van de boom in de kwekerij ook sterk ontwikkelen en duidelijk zijn terug te voeren op de herkomst van de onderstammen en niet op de teeltwijze in de vruchtboomkwekerij.

Vraag 2. Klachten wortelvelden gekoppeld aan entras?

Slechts 1 producent noemde nadrukkelijk dat Elstar met tussenstam Summerred meer wortelvelden gaf dan Elstar rechtstreeks op M.9. Spurtype-cultivars lijken meer klachten te geven over wortelvelden dan andere cultivars. Overige vruchtboomkwekers hadden nooit een duidelijk verband gelegd tussen optreden van wortelvelden op de onderstam en het gebruikte entras.

Vraag 3. Klachten wortelvelden van eenzelfde moerbed in opeenvolgende jaren gelijk?

De antwoorden op deze vraag waren wisselend. Sommige kwekers hadden de ervaring dat de mate van wortelveldvorming afhangt van de teeltomstandigheden en daarom per jaar kan verschillen. Andere kwekers zeiden echter dat het wel of niet optreden van wortelvelden per moerbed gelijk bleef over de jaren. Tenslotte was er nog een aantal kwekers dat aangaf hier nooit op te hebben gelet. De kwekers gaven echter aan dat het hier slechts indrukken betrof en er nooit echt is geteld.

Vraag 4. Zo niet, nagaan welke jaren verschillen en wat de klimaatcondities waren.

Als mogelijke stimulerende condities voor de vorming van wortelvelden werden genoemd het opschonen bij nat weer en een donker nat teeltseizoen.

Vraag 5. Zo niet, nagaan of klachten geleidelijk veranderen met leeftijd van het moerbed.

De meeste kwekers hebben geen verandering waargenomen in het optreden van wortelvelden met het ouder worden van de moerbedden. Wel geven ze aan dat onderstammen uit moerbedden opgezet vanuit juvenieler materiaal gemakkelijker bewortelen en dat deze meer wortelvelden geven dan uit adultere moerbedden.

Vraag 6. Zo niet, nagaan of overgegaan is op ander substraat voor het aanaarden.

Alle kwekers hebben de afgelopen jaren de samenstelling van het substraat voor aanaarden gewijzigd. Het gebruik van zaagsel is toegenomen en dat van turf is afgenomen. De meeste kwekers gebruiken een mengsel van turf en zaagsel, sommigen gebruiken uitsluitend zaagsel. Gemeld werd dat een mengsel van turf en zaagsel meer wortels geeft dan alleen turf.

Vraag 7. Wel en geen klachten van eenzelfde partij geleverd aan verschillende telers?

Door slechts 1 kweker wordt hier melding van gemaakt. Verschillen in het optreden van wortelvelden kunnen ontstaan als bomen op wortelveldgevoelige onderstammen in de boomgaard op verschillende dieptes worden geplant. Hoger planten geeft bij sommige onderstammen (bijv. P 22) meer wortelvelden.

Vraag 8. Bij 4 ja, dan nagaan of telers op verschillende diepte planten.

Zie antwoord op vraag 7

Vraag 9. Bij 4 ja, dan nagaan of telers verschillen in onkruidbeheersing.

Geen van de ondervraagde onderstam- en vruchtboomkwekers kon deze vraag beantwoorden. Uit de antwoorden op de overige vragen lijkt het ontstaan van wortelvelden echter al in de opkweekfase van onderstammen en vruchtbomen te worden bepaald. De onkruidbeheersing door de fruitteelt in de boomgaard lijkt hierdoor alleen van invloed te zijn op de mogelijke verdere ontwikkeling van de wortelvelden en eventuele uitgroei van wortels onder zeer vochtige en donkere condities rondom de onderstam.

Vraag 10. Welk substraat wordt gebruikt voor aanaarden?

Zie ook antwoord vraag 6. Naast de locale grond wordt veelal nog een mengsel van zaagsel en turf aangebracht. Het meest gebruikte type zaagsel is afkomstig van diverse soorten hardhout.

Vraag 11. Herkomst substraat?

De meeste kwekers hebben een vaste leverancier en weten van welke houtsoort het zaagsel afkomstig is. Zaagsel van de hardhoutsoorten (merbau, meranti) wordt het meest gebruikt.

Vraag 12. Vroeger ander substraat gebruikt?

Alle kwekers gebruikten vroeger een ander substraat. In het verleden was dit voornamelijk lokale grond, later turf, gevolgd door een mengsel van turf en zaagsel of uitsluitend zaagsel.

Vraag 13. Zo ja, welke type en waarom overgeschakeld?

Voor de intrede van zaagsel was turf het meest gebruikte substraat. Het schaarser worden van turf leidde tot hogere prijzen en het zoeken naar goedkopere alternatieven. Uit de Verenigde Staten kwamen berichten dat zaagsel een goed werkte als substraat voor het bewortelen van onderstammen. Zaagsel en mengsels van turf en zaagsel zijn op dit moment de meest gebruikte substraten. Als tweede voordeel van zaagsel werd genoemd dat het gemakkelijker te verwerken is en de planten gemakkelijker te oogsten zijn. Daarbij werd overigens door enkele kwekers de opmerking gemaakt dat bij herhaald gebruik van zaagsel of een mengsel van turf en zaagsel na een reeks van jaren de samenstelling van de locale grond zodanig verandert dat de hoeveelheid substraat verminderd kan of moet worden omdat anders zelfs te veel wortelvorming (en mogelijk ook vorming van wortelvelden) plaatsvindt.

Vraag 14. Zo ja, verschil in groei en wortelvorming onderstammen waargenomen?

Over het algemeen geeft een mengsel een nog betere beworteling, meer en fijnere wortels, dan alleen turf.

Vraag 15. Manier van aanaarden, vorm van rug?
Vraag 16. Tijdstip van aanaarden in seizoen?
Vraag 17. Nog blad aan scheuten op moment aanaarden dat onder substraatniveau komt?
Vraag 18. Wordt aanaarden herhaald, zo ja wanneer?
Vraag 19. Wordt substraat bevochtigd, zo ja hoe vaak en op welke manier?

Het aanaarden van de moerbedden gebeurt, afhankelijk van kweker en grondsoort, tenminste tweemaal per seizoen. De eerste maal tussen eind mei en begin juni. In de tweede helft van juni wordt het bewortelingssubstraat (turf/zaagsel mengsel of alleen zaagsel) aangebracht. Kort daarna wordt dit substraat aangeaard met een laagje locale grond. Om te kunnen aanaarden wordt de grond tussen de stroken moerbed met een frees losgemaakt en daarna met schijven op het moerbed gebracht. Dit proces wordt later in het seizoen nogmaals herhaald. Bij het aanbrengen van het substraat zijn de scheuten ongeveer 20-25 cm lang en komt ongeveer de helft van de scheuten inclusief hun bladeren onder het substraat. Het aangebrachte substraat wordt na aanbrengen in het veld niet bevochtigd. Heel droog zaagsel wordt door sommige kwekers wel vooraf bevochtigd om stuiven tijdens uitrijden in het veld te voorkomen. De vorm van de rug wordt bepaald door de breedte van het moerbed en de lengte van de onderstam die de kweker onder het substraat wil hebben. Uit de enquêteformulieren komt geen duidelijke voorkeur voor een bepaald type rug naar voren.

Vraag 20. Herkomst moerbed?
Vraag 21. Leeftijd moerbed?

Leeftijd moerbedden is bij de meeste telers exact bekend. Over het algemeen zijn het moerbedden die al vele jaren in gebruik zijn en waarvan het oorspronkelijke plantmateriaal als virusvrij materiaal geleverd is door de Vermeerderingstuinen.

Vraag 22. Verschil in onderstamhout gegroeid uit basale en apicale ogen van leggers in het moerbed?

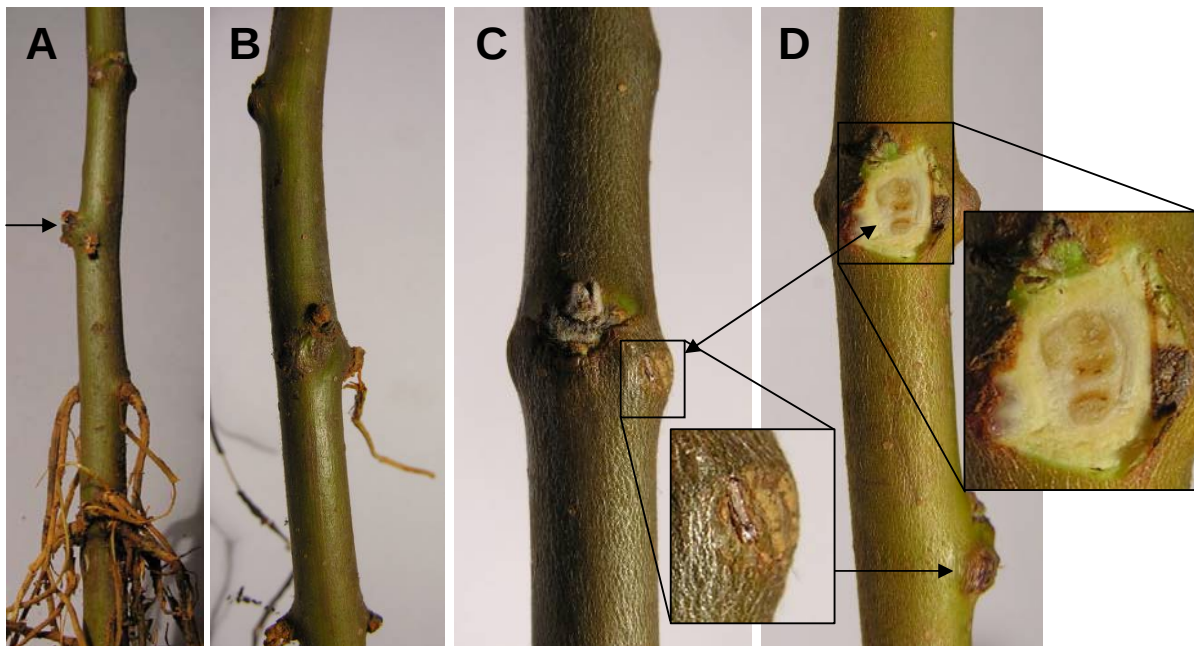
In een moerbed komen vanwege de overlap van de leggers in een rij op een bepaalde plek zowel scheuten uitgegroeid uit apicale, basale en mediale ogen naar boven. De meeste kwekers hebben de indruk dat de positie van het oog op de legger, van waaruit de scheut groeit, geen effect heeft op het ontstaan van wortelvelden op de onderstam, maar gaven aan hier nooit goed naar gekeken te hebben.

Vraag 23. Wordt er voor onkruidbestrijding betanal of groeistof gebruikt?

Onkruidbestrijding vindt door sommige kwekers plaats door gebruik van de herbiciden Butisan, Actor, Gramoxone of Reglone. Een aantal telers gebruikt echter geen herbicide en kan onkruidgroei voldoende beteugelen door het aan- en afaarden van het moerbed. Bij de toepassing van herbiciden en groeistoffen wordt er door de kwekers rekening meegehouden dat de onderstammen niet rechtstreeks in contact mogen komen met deze middelen.

Vraag 24. Heeft de dikte van de onderstammen (met name bij stapelgoed), invloed? Geven dunne stammetjes meer wv?
Vraag 25. Stapelgoed betreft veelal de dunne stammetjes met weinig of geen wortels. Geeft plant zonder wortels later meer wv?

Slechts twee kwekers hebben de indruk dat er een relatie bestaat tussen de dikte van de onderstammen en het voorkomen van wortelvelden. De ene kweker meldt dat er op dunne onderstammen met weinig wortels veel aanzetten (bobbels, zie figuur 3) te zien zijn, vooral bij stammen die van natte plekken afkomstig zijn. Dik stapelgoed geplant met enkele wortels vertoont minder wortelveldbobbels. Tijdens ons veldbezoek bij deze kweker bleek dat bij Fleuren 56 vooral de zwaardere planten in het moerbed veel wortelveldbobbels vertoonden. Ook bij de dikke stammen van M.9 T337 was dit waarneembaar. De tweede kweker gaf aan dat volgens hem meer wortelvelden voorkomen bij zware eenjarige onderstammen.



Figuur 3. Onderstam M.9 uit moerbed met wortels en beginpunten van wortelvelden (A, B). De eerste aanleg van een wortelveld is te zien als een verdikking in de buurt van de okselknop (C). Bij aansnijden verdikking is het begin van vorming van adventief wortels zichtbaar (D).

3.2.1 Conclusies bedrijfsbezoeken en enquête

Alle onderstammen- en vruchtboomkwekers kennen het probleem van wortelvelden en de verschillen in de hoeveelheid wortelvelden die tussen verschillende partijen van eenzelfde onderstam kunnen voorkomen. De meeste van de in het literatuuronderzoek als wortelveld-initiërende factoren worden ook door de kwekers genoemd als factoren die een rol spelen bij het ontstaan van wortelvelden:

1. juvenieler plantmateriaal bewortelt gemakkelijker, maar geeft ook meer wortelvelden
2. donkere vochtige omstandigheden in moerbed en stapelgoed leiden tot meer wortelvelden
3. hoog planten van fruitbomen, een groter deel van het in de kwekerij aangeaarde deel van de onderstam boven de grond, leidt tot meer problemen met wortelvelden.

Uit de enquête kwam naar voren dat onderstammen van afkomstig van een moerbed met een hoge plantdichtheid meer wortelvelden gaven dan die van moerbedden met een lagere plantdichtheid. Ook stapelgoed waarvan een groot gedeelte van de stam langdurig worden afgedekt door grond of dat door onkruid aan lichtarme en vochtige condities wordt blootgesteld ontwikkelt meer wortelvelden dan stapelgoed waarvan een minder groot gedeelte van de stam lange tijd in dergelijke omstandigheden wordt opgekweekt. Onderstammen die onder lichtarme condities en lang worden aangeaard zijn uiterlijk goed te onderscheiden van onderstammen geteeld in een lagere plantdichtheid en minder lange periode van aanaarden. Uiterlijk onderscheiden deze onderstammen zich doordat zij aan de basis geelgroen gekleurd zijn en minder verhout. Het voordeel van type, deels geëtiolerde, onderstammen is dat zij gemakkelijk wortels vormen, ook als het als stapelgoed zonder wortels wordt geplant. Het nadeel is echter dat zij ten opzichte van meer verhoutte, dus minder geëtiolerde onderstammen, veel meer wortelvelden vormen.

Wortelveldvorming is een onderstamafhankelijk proces dat geïnduceerd wordt door teeltomstandigheden die nodig zijn voor de beworteling van onderstammen en daardoor nooit voor honderd procent kan worden voorkomen. Om de vorming van wortelvelden zo beperkt mogelijk te houden moeten kwekers zoveel mogelijk licht in hun moerbedden zien te behouden. Een niet te hoge plantdichtheid van het aantal onderstammen per vierkante meter moerbed en het beperken van de duur van aanaarden en lengte van het deel van de onderstam dat wordt aangeaard zijn de sleutelfactoren om de vorming van wortelvelden zo veel mogelijk te voorkomen.

4 Eindconclusie en aanbevelingen

De vorming van wortelvelden is te beschouwen als een negatieve bijwerking van de wijze van onderstamproductie op moerbedden. Wortelvelden zijn te beschouwen als jonge adventief wortels, die op dezelfde manier geïnitieerd worden als de wortels die wel uitgroeien aan de onderstammen in het moerbed, maar waarvan de ontwikkeling zich niet doorzet in de kwekerij en slechts zichtbaar worden als verdikkingen rond de bladlittekens op de onderstam of als een verzameling wortelpuntjes die net door de bast komen. Wortelvelden hebben het vermogen om uit te groeien tot functionele wortels als ze bij het planten of aanaarden van de fruitboom onder de grond komen of in een vochtige donkere ondergroei komen te staan. De mate van wortelveldvorming in het moerbed is voor een belangrijk deel genetisch bepaald. Onderstamrassen die totaal geen wortelvelden vormen zijn ook lastig te vermeerderen via de methode van aanaarden in moerbedden.

4.1 Maatregelen om de vorming van wortelvelden te beperken

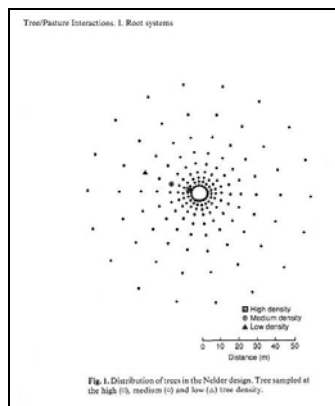
Oplossingsrichtingen in de kwekerij:

- Vermijden van juveniel materiaal voor opzetten moerbed
- Beperken van de scheutdichtheid op het moerbed
- Beperken van de hoogte van aanaarden en tijdsduur van aanaarden
- Vermijden van onkruidgroei in en tussen moerbedden
- Betere afstemming tussen plantdiepte in de kwekerij en plantdiepte in de boomgaard

4.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek

Oplossingsrichtingen nader te onderzoeken in samenwerking met vruchtboomkwekerijen:

- Vaststellen optimale plantdichtheid ter beperking van vorming wortelvelden bij stapelgoed door middel Nelder proefopzet (figuur 4), waarin rijafstand en plantafstand in één gecombineerde proefopzet kunnen worden vastgesteld.
- Alternatieve substraten voor gebruik in moerbedden
- Verkenning meetmethoden geschikt voor niet-destructieve vroegtijdige detectie van wortelvelden tijdens sorteren onderstammen/stapelgoed
- Onderstamproductie in moerbedden van verschillende breedtes, in het bijzonder in kleinere moerbedden waarbij hogere lichtniveaus in het gewas kunnen worden gehandhaafd
- Nagaan of, via het ontwikkelen van behandelingen voor het selectief en eerder ontbladeren van takken onder in het gewas, de hoeveelheid licht onder in het gewas kan worden verhoogd en hierdoor de vorming van wortelvelden kan worden verminderd.



*Figuur 4. Voorbeeld van een **Nelder proefopzet** voor het onderzoeken van verbanden tussen plantafstand en plantontwikkeling.*

Bron: Eastham & Rose (1990), Australian Journal Agricultural Research 41: 683-695)

5 Geraadpleegde literatuur

- Eastham J. and Rose C.W. (1990). Tree/pasture interactions at a range of tree densities in an agroforestry experiment. I. Rooting patterns. *Australian Journal Agriculture Research* 41: 683-695.
- Ferree D.C. and Carlson R.F. (1987). Apple rootstocks. In: *Rootstocks for fruit crops*, R.C. Rom and R.F. Carlson (eds), pp. 107-143, John Wiley & Sons, Inc., USA. ISBN 0-471-80551-3
- Maas F.M. (2004). Verslag onderstamproeven Elstar (044-Ra99019) en Santana (044-Ra99027). PPO rapportnr. 2004-34, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Fruit, Randwijk.
- Mantinger H. und Stainer R. (1996). Wachstumverhalten von Smoothee auf verschiedenen M9-Klonen. *Obstbau-Weinbau* 33: 284-287.
- Marini R.P. (2001). Performance of Gala apple on 18 dwarf rootstocks after five years. *The compact fruit tree* 34: 94-96.
- Marini R.P. et al. (2000). Performance of 'Gala' apple on 18 dwarf rootstocks: five-year summary of the 1994 NC-140 dwarf rootstock trial. *Journal of American Pomological Society* 54: 92-107.
- Marini R.P., Parker M.L., Barden J.A. and Unrath C.R. (2003). The effect of eight dwarf rootstocks on burrknot development on 'Gala' apple trees at two locations. *Journal of American Pomological Society* 57: 93-96.
- Rom R.C. (1986). Burrknots on clonal apple rootstocks and their development as affected by scion cultivar. *Compact Fruit Tree* 19: 183-186.
- Rom R.C. and Brown S.A. (1979). Factors affecting burrknot formation on clonal *Malus* rootstocks. *HortScience* 14: 231-232
- Rom R.C. and Motichak G.R. (1987). Cultivar effect on adventitious root development of clonal apple rootstocks. *HortScience* 22: 57-58.
- Van Oosten H.J. (1984). Verschillen tussen herkomsten M.9. *De Fruitteelt* 74: 924-926.
- Vileneuve F. (1986). Les broussins. Développement et moyens de lutte. *Arboriculture Fruitière* 33: 44-48.
- Vileneuve F., Ferré G. & Blanc R. (1986). Les broussins sur pommier. Conditions d'apparition et moyens de lutte. *Infos-Ctifl* 18: 7-10.
- Wertheim S.J. (2000). Onderstammenproef Elstar 044 94020. FPO rapport nr. 2000/17, Fruitteeltpraktijkonderzoek, Randwijk.
- Wertheim S.J. en Webster A.D. (2006). Onderstammen en tussenstammen. Grondbeginselen van de Fruitteelt (J. Tromp, A.D. Webster & S.J. Wertheim, red.) pag. 169-191. Backhuys Publishers BV, Leiden
- Young E. and Tyler R.H. Burrknot Control on Apple. *HortScience* 18: 921-922.

6 Dankwoord

Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de medewerking van de hieronder genoemde kwekers van onderstammen en vruchtbomen. Wij zijn deze kwekers zeer erkentelijk voor de gastvrije ontvangst op hun bedrijf en de door hen verstrekte informatie over hun bedrijfsvoering bij de teelt van onderstammen en vruchtbomen.

De in het kader van het project 'Wortelvelden' bezochte bedrijven waren:

- Boomkwekerijen C. van Diepen B.V., Prof. Zuurlaan 6, 8256 PE Biddinghuizen (www.vandiepen.nl)
- Boomkwekerijen Gebr. Janssen B.V., Winnerstraat 2 B, 6031NL Nederweert
- Boomkwekerij M Kriellaars, Tollebekerweg 5, 8311 PM Espel
- Vruchtboomkwekerij Hillebrand, Bloesemlaan 6, 3897 LN Zeewolde
- Vermeerderingstuinen Nederland, Ossenkampweg 1, 3898 LA Zeewolde (www.vermeerderingstuinen.nl)
- Schrama Boomkwekerij, Prof. Zuurlaan 10, 8256 PE Biddinghuizen
- Verbeek Boomkwekerijen B.V., Kruislandsedijk 13, 4651 RH Steenbergen (www.verbeek.nu)

Naast bovengenoemde bedrijven willen wij ook Boomkwekerij Fleuren B.V. bedanken voor de mondelinge en schriftelijk verstrekte informatie ten behoeve van het onderzoek aan wortelvelden.

Bijlage 1

Vragenlijst enquête wortelvelden

Datum:

Interviewer(s):

Bedrijf:

Adres:

Contactpersoon bedrijf:

tel.nr. contactpersoon:

e-mail contactpersoon:

	Vraag	Antwoord	Opmerkingen
1	klachten wortelvelden op onderstam van fruittelers?		geen klachten dan doorgaan naar vraag 10
2	klachten wortelvelden gekoppeld aan entcultivar? (bijv. spurtype)		
3	klachten wortelvelden van eenzelfde moederbed in opeenvolgende jaren gelijk?		gelijk dan doorgaan naar vraag 7
4	zo niet, nagaan welke jaren verschilden en wat klimaatcondities waren		
5	zo niet, nagaan of klachten geleidelijk veranderen met leeftijd moederbed		
6	zo niet, nagaan of overgaan is op ander substraat voor aanaarden		
7	wel en geen klachten van eenzelfde partij geleverd aan verschillende telers?		Gelijk dan doorgaan naar vraag 10
8	bij 4 ja, dan nagaan of telers op verschillende diepte planten		
9	bij 4 ja, dan nagaan of telers verschillen in onkruidbeheersing		
10	welk substraat wordt gebruikt voor aanaarden?		
11	herkomst substraat?		
12	vroeger ander substraat gebruikt?		
13	zo ja welke type en waarom overgeschakeld?		
14	zo ja verschil in groei en wortelvorming onderstammen waargenomen?		
15	manier van aanaarden, vorm van rug?		
16	tijdstip van aanaarden in seizoen?		
17	nog blad aan scheuten op moment aanaarden dat onder substraatniveau komt?		
18	wordt aanaarden herhaald, zo ja wanneer?		
19	wordt substraat bevochtigd, zo ja hoe vaak en op welke manier?		
20	herkomst moederbed?		
21	leeftijd moederbed?		
22	verschil in onderstamhout gegroeid uit basale en apicale ogen van platgelegde moederbedscheuten?		
23	wordt er voor onkruidbestrijding betanal of groeistof gebruikt?		
24	dikte van de onderstammen (met name bij stapelgoed), invloed? Dunne stammetjes meer wv?		
25	stapelgoed betreft veelal de dunne stammetjes met weinig of geen wortels, plant zonder wortels later meer wv?weinig of geen wortels, plant zonder wortels later meer wv?		

N.B. bij boomkwekers moederbed langslopen en letten op mogelijke verschillen in morfologie (bladvorm, bladrand,