

Verhogen van het slagingspercentage en de uniformiteit van de beworteling van zacht stek (snijroos en potroos) en winterstek van roos

M.P.M. Derkx

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bomen
Mei 2006
PPO nr. 3231116300 en 3231200000

© 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.



Projectnummer: 3231116300 en 3231200000

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bomen

Adres : Professor van Slogterenweg 2

: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 – 46 21 21

Fax : 0252 – 46 21 00

E-mail : infobomen.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | SAMENVATTING..... | 5 |
| 2 | INLEIDING | 7 |
| 2.1 | Algemeen..... | 7 |
| 2.2 | Doelstelling | 7 |
| 3 | STEKKEN VAN SNIJROZEN EN MINIATUUR POTROZEN | 9 |
| 3.1 | Probleem | 9 |
| 3.2 | Anatomie/morfologie van de beworteling..... | 9 |
| 3.3 | Factoren die een rol spelen bij de beworteling..... | 9 |
| 3.3.1 | Kwaliteit en ontwikkelingsstadium van het stek | 10 |
| 3.3.2 | Positie aan de moederplant | 10 |
| 3.3.3 | Invloed van licht en CO ₂ – rol fotosynthese en suikers | 11 |
| 3.3.4 | Waterhuishouding | 12 |
| 3.3.5 | Temperatuur | 12 |
| 3.3.6 | Auxinen..... | 12 |
| 3.3.7 | Inhoudstoffen | 12 |
| 3.3.8 | Micro-organismen | 13 |
| 3.4 | Conclusies en aanbevelingen | 13 |
| 4 | BEWORTELING VAN WINTERSTEK | 15 |
| 4.1 | Inleiding | 15 |
| 4.2 | Factoren die een rol spelen bij de beworteling..... | 15 |
| 4.2.1 | Eigenschappen van de moederplant | 15 |
| 4.2.2 | Kwaliteit en het ontwikkelingsstadium van het stek | 15 |
| 4.2.3 | Positie aan de moederplant | 15 |
| 4.2.4 | Stektijdstip..... | 16 |
| 4.2.5 | Auxinen..... | 16 |
| 4.2.6 | Inhoudstoffen | 16 |
| 4.2.7 | Micro-organismen | 16 |
| 4.2.8 | Eigenschappen stekmedium | 16 |
| 4.3 | Conclusies en aanbevelingen | 17 |
| 5 | LITERATUUR..... | 19 |

1 Samenvatting

Snijrozen, miniatuur potrozen en tuinrozen worden voor productiedoeleinden vegetatief vermeerderd. Vermeerdering via stek wordt daarbij steeds belangrijker. Ondanks het feit dat het slagingspercentage steeds beter wordt, vindt er nog steeds uitval plaats en bewortelen de stekken niet altijd uniform genoeg. In literatuur is gezocht naar factoren die de beworteling van stek beïnvloeden, zoals eigenschappen van het stekmateriaal en externe factoren. In de literatuurstudie is onderscheid gemaakt tussen snijrozen en miniatuur potrozen, die via zacht stek vermeerderd worden en tuinrozen, die via hard winterstek vermeerderd worden. De meeste informatie was beschikbaar over de vermeerdering van snijrozen en miniatuur potrozen.

Fotosynthese en suikers spelen een centrale rol bij de beworteling van zacht stek. Om een uniform stekresultaat te krijgen, is het belangrijk uit te gaan van uniform en kwalitatief goed stekmateriaal. Door stekmateriaal te selecteren, bijvoorbeeld op bladoppervlak, is mogelijk een uniformer stekresultaat te realiseren. Een andere optie zou kunnen zijn om na te gaan of het blad voldoende reservevoedsel heeft, bijvoorbeeld met behulp van Nabij InfraRood Spectroscopie. De behandeling van de stekken moet zo uniform mogelijk zijn. Elk stekje moet dezelfde hoeveelheid auxinen toegediend krijgen. Vervolgens moeten de condities (licht, temperatuur en CO₂) voor fotosynthese zo optimaal mogelijk zijn, waarbij optimale waarden kunnen verschillen tijdens wortelinitiatie en wortelgroei.

Ook bij hard winterstek is selectie van uniform en kwalitatief goed uitgangsmateriaal belangrijk voor het verkrijgen van een goed stekresultaat. Belangrijke criteria hierbij zijn een goed groeiende moederplant en voldoende lang stek. Ook de positie van het stek aan de moederplant heeft invloed op het bewortelingsresultaat, evenals de maand waarin gestekt wordt. Toediening van auxinen is voor veel rassen noodzakelijk voor een goede en gelijkmatige beworteling.

2 Inleiding

2.1 Algemeen

Roos is economisch gezien een groot gewas. In 2005 werden op de veilingen ruim 1,65 miljard takken van snijroos aangeleverd met een totale omzet van ruim 486 miljoen EURO (bron: CBS). In Nederland telen meer dan 500 bedrijven snijrozen. Voor de teelt van snijrozen worden in Nederland jaarlijks ongeveer 20 miljoen rozenstruiken vermeerderd. Miniatuur potrozen die vooral voor gebruik binnenshuis geteeld worden, hebben de afgelopen jaren een aanzienlijke groei doorgemaakt. De aanvoer steeg van 19,3 miljoen in 2001 naar 24,8 miljoen in 2004 (Anonymous, 2005). De teelt van potrozen vindt door een beperkt aantal bedrijven (zes) plaats, die allen een vaste lijn hebben met een eigen veredelaar. Dit maakt het lastig voor buitenstaanders om potrozen te gaan telen (Middelburg, 2004). Het areaal rozen en rozenonderstammen als boomkwekerijgewas is vanaf 1987 tot 2004 afgenomen van 646 ha tot 463 ha (bron: CBS). Het aantal bedrijven ligt wat lager dan 200 (Bannisseht, 2006). Tuinrozen worden in de vollegrond of in container geteeld.

Voor productiedoeleinden worden rozen vegetatief vermeerderd. Dit geldt voor snijrozen, miniatuur potroosjes en voor tuinrozen. Vegetatieve vermeerdering gebeurt op eigen wortel (stekken) of op vreemde wortel (enten). Bij enten wordt het gewenste ras op een onderstam van een ander ras geënt. Rozen worden steeds meer op eigen wortel vermeerderd in plaats van op een onderstam geënt (van den Ende, 2004). Een belangrijke reden hiervoor is dat stekken goedkoper en eenvoudiger is dan enten op een onderstam. Voor snijroos speelt verder mee dat substraatteelt de teelt in grond voor een groot deel vervangen heeft en de tijdsduur voordat nieuwe rassen op de markt komen, aanzienlijk verkort is (van 7 tot 4 jaar).

De Nederlandse productie kenmerkt zich door een uitstekende know-how, moderne faciliteiten, een goede logistiek, een goede reputatie en een grote internationale markt, waarop echter sprake is van toenemende concurrentie.

Stekken van snijrozen en miniatuur potroosjes bestaan uit een samengesteld blad met okselknop en een onderliggend internodium. Het stek is zacht en de productie vindt jaarrond plaats. Stekken van tuinrozen hebben geen blad en worden vóór de winter gesneden. Dit stek is hard en is vaak enkele decimeters lang.

2.2 Doelstelling

Deze literatuurstudie heeft tot doel inzicht te krijgen in factoren die een rol spelen bij de beworteling en uitgroei van rozenstek. Het gaat daarbij om eigenschappen van het stekmateriaal en externe factoren. Kennis over de rol van de kwaliteit van het uitgangsmateriaal kan als basis dienen voor de selectie van een voor de praktijk toepasbare parameter, waarmee de kwaliteit vast te stellen is. Kennis over de rol van externe factoren kan handvaten bieden om tijdens de teelt dusdanig te sturen dat stek goed en gelijkmatig bewortelt en uitgroeit. In de literatuurstudie is onderscheid gemaakt tussen snijrozen en miniatuur potrozen, die via zacht stek vermeerderd worden en tuinrozen, die via hard winterstek vermeerderd worden.

3 Stekken van snijrozen en miniatuur potrozen

3.1 Probleem

Stekken van snijroos en potroosjes bestaan uit een samengesteld blad met okselknop en onderliggend internodium. Stekken van snijroos worden genomen van speciaal daarvoor opgekweekte moerplanten. Ze worden voor een belangrijk deel uit Afrika en Zuid-Amerika geïmporteerd. De stekken van miniatuur potrozen voor gebruik binnen of op terras of balkon worden vaak geknipt van productieplanten (1^e en 2^e snoei). Over het algemeen worden 3-4 stekken in een potje gezet om een mooi bossig plantje te krijgen.

De kwaliteit van het bewortelde stek hangt af van de uiteindelijke kenmerken van de wortels (aantal, lengte, vertakking, leeftijd), de uitgroeiende primaire scheut, de conditie van het oorspronkelijke stekblad en de uniformiteit van deze eigenschappen (Da Costa, 2002). Het spreekt voor zich dat daarnaast ziekte-vrijheid en rasechtheid essentieel zijn.

De laatste jaren is het slagingspercentage dusdanig toegenomen dat over het algemeen van een goed slagingsniveau gesproken kan worden. Ondanks dat het slagingspercentage de laatste jaren toegenomen is, vindt nog steeds uitval van stekken plaats en is de beworteling en uitgroei van de stekken niet steeds uniform genoeg (Dubois and de Vries, 1991). Voor een belangrijk deel wordt dit veroorzaakt door variatie van het uitgangsmateriaal.

3.2 Anatomie/morfologie van de beworteling

Beworteling bestaat uit een initiatiefase en een groeifase (Lovell and White, 1986). De eerste 21 dagen worden algemeen gezien als de kritische fase voor beworteling en uniformiteit.

Initiatiefase

Dag 3-11. Reeds op dag drie treedt cambiumactiviteit (celdeling) in de stengelwond op. De ontstane cellen vormen de wortelinitialen, die wat later deel gaan uitmaken van de wortelprimordia.

Groeifase

Dag 7-11. Differentiatie in wortelprimordia en verdere groei van deze primordia tot het naar buiten groeien van een functionele wortel.

Na dag 14. Lengtegroei wortels en vergroting nieuwgevormde vaten.

3.3 Factoren die een rol spelen bij de beworteling

Diverse factoren spelen een rol bij de beworteling en uitgroei van rozenstek. Allereerst spelen genetische eigenschappen een grote rol. Het ene ras bewortelt gemakkelijker dan het andere ras. Bij de selectie van nieuwe rassen is de stekbaarheid het eerste selectiecriteria. Naast genetische eigenschappen bepalen diverse factoren het stekresultaat, zoals kwaliteit en het ontwikkelingsstadium van het stek, positie aan de moederplant, omgevingscondities (licht, relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, CO₂ tijdens het bewortelen), auxinen, water, eigenschappen stekmedium, ziekten en condities tijdens het afharden. Interacties tussen diverse factoren spelen ook een rol. Het meest uniforme stekresultaat ontstaat wanneer de condities voor beworteling optimaal zijn: optimale bewortelingstemperatuur, optimale auxinenconcentratie en optimale stekgrootte (Bredmose *et al.*, 2004). Uitgroei van de scheuten is sterk gecorreleerd aan de beworteling. Een goede en snelle beworteling wordt vaak gevolgd door een snelle uitgroei van de scheuten en een snelle bloei (Bredmose *et al.*, 2004).

3.3.1 Kwaliteit en ontwikkelingsstadium van het stek

Mogelijke kwaliteitsparameters van stek zijn lengte, bladoppervlak, gewicht en diameter.

In Deens onderzoek is aangetoond dat de lengte van stek van potrozen van belang is voor de beworteling en uitloop van de knoppen. Naarmate het stek groter is, vindt wortelvorming eerder plaats (Bredmose *et al.*, 2004). Uitloop van knoppen is vaak vertraagd in extra kleine stekken van potroos (Bredmose *et al.*, 2004). Blad is essentieel voor de overleving en beworteling van zacht rozenstek en zacht stek van vele andere soorten (Dubois and de Vries, 1991; Gillman and Zlesak, 2000; Da Costa, 2002 en referenties daarin). Uit onderzoek van Da Costa (2002) bleek dat licht nodig is om het stek daadwerkelijk te laten bewortelen. Licht is nodig voor de vorming van nieuwe suikers in het blad en daarmee is blad een belangrijke bron van suikers. Daarnaast is blad een bron van voedingselementen en hormonen, zoals auxinen (Reuveni and Raviv, 1981). Door verdamping van het blad via de huidmondjes vinden transportstromen in het stek plaats en kunnen water, voedingselementen en hormonen getransporteerd worden. Blad kan daarom ook door deze transportstromen de beworteling beïnvloeden (Loach, 1988; Aminah *et al.*, 1997).

De hoeveelheid blad heeft dan ook vaak invloed op het stekresultaat. Het is aannemelijk dat een bepaald bladoppervlak, samenhangend met een optimale balans tussen fotosynthese en verdamping, optimaal is voor de beworteling (Newton *et al.*, 1992). In stek van snijrozen dat uit één internodium en een samengesteld blad bestaat, is aangetoond dat het bladoppervlak invloed heeft op de wortelvorming en uitgroei van het stek. De aanwezigheid van blad tijdens de eerste week na knippen van het stek was essentieel. Verwijdering van dit blad, waardoor de beschikbaarheid van reservesuikers laag werd, resulteerde in stengelrot (Da Costa, 2002; Da Costa and Challa, 2002). Het optreden van stengelrot kon vertraagd worden door externe toediening van suikers. Da Costa toonde aan dat er tien weken na het stekken een positieve correlatie was tussen het totale drooggewicht van de plant, diens totale bladoppervlak en primaire scheutlengte met het oppervlak van het oorspronkelijke stekblad. Dertig procent reductie van het oppervlak van het primaire stekblad had echter geen negatief effect. De resultaten van Da Costa (2002) leken in tegenspraak met eerdere resultaten, die aangaven dat wortelvorming in roos kon plaatsvinden in afwezigheid van blad en fotosynthese (Van Overbeek *et al.* 1946; Davis, 1988; Van de Pol, 1988). Deze verschillen zijn mogelijk toe te schrijven aan het type stek en aan het type reservevoedsel. Houtige stekken van roos bewortelen gemakkelijk zonder blad (Davies *et al.*, 1987). In deze stekken, die vaak 25 cm lang zijn (vergelijk met stek van 3-4 cm van pot- of snijrozen), zit voldoende reservevoedsel (zetmeel) voor beworteling. Het is echter niet uitgesloten dat houtige stekken beter bewortelen als er blad aan zit (meer reserves, meer aanvoer assimilaten via fotosynthese). In soorten die er lang over doen te bewortelen, zoals *Picea abies* en *Shorea leprosula*, zijn reserves niet toereikend, maar is nieuwe fotosynthese nodig om het verbruik van koolhydraten bij de beworteling te compenseren (Aminah *et al.*, 1997).

Selecteren van stekken op grond van bladoppervlak, gewicht, diameter of lengte zou mogelijk verschillen in beworteling en uitgroei van stek kunnen doen afnemen.

In chrysant (van Kooten and Peppelenbos, 1993) en in roos (Schouten *et al.*, 2003) is de conditie van stek bepaald met behulp van chlorofylfluorescentie. Met deze methode kan de hoeveelheid chlorofyl (bladgroen) op een niet-destructieve manier gemeten worden.

3.3.2 Positie aan de moederplant

De positie van stek aan de moederplant beïnvloedt de wortelvorming (Al-Saqri and Alderson, 1996) en de uitgroei van de knoppen bij roos (Bredmose and Hansen, 1996; Bredmose *et al.*, 2004). Ook de lengte van de stengel onder de okselknop beïnvloedt de wortelvorming en de uitgroei van de knoppen (Bredmose *et al.*, 2004). Dit komt door het dieper in rust zijn van okselknoppen van basale stekken. In de cultivar 'Red Success' bewortelden apicale- en tussenstekken beter dan basale stekken (Pivetta *et al.*, 1999). In miniatuur potroosjes (*Rosa hybrida*) zorgde een hogere positie aan de moederplant ervoor dat de scheuten sneller uitgroeiden (Bredmose *et al.*, 2004). PPO Glastuinbouw heeft een synchronisatie methode ontwikkeld waarbij verschillen in beworteling tussen stekken van verschillende posities aan de moederplant geëlimineerd kunnen worden (van Telgen, persoonlijke mededeling).

3.3.3 Invloed van licht en CO₂ – rol fotosynthese en suikers

Een positieve balans tussen fotosynthese en ademhaling is nodig voor overleving van het stek, beworteling en verdere uitgroei. Er is een lineair verband tussen de netto fotosynthese en het aantal wortels. Ook groei van de wortels en groei van de scheut hangen af van de fotosynthese (Da Costa, 2002). Als de fotosynthese beperkend is door bladverwijdering of verlaagde licht- en CO₂ niveaus, waardoor te weinig nieuwe suikers gevormd worden, kunnen reserves in blad of stengel een positieve bijdrage leveren aan groei van wortels en scheut. Voor fotosynthese is groen blad, licht en CO₂ nodig. Daardoor speelt blad over het algemeen een belangrijke rol bij de beworteling, niet alleen als fotosynthese-apparaat, maar ook als bron van hormonen en voedingselementen (Reuveni and Raviv, 1981). Na het knippen van stek komt de netto fotosynthese vrijwel stil te liggen omdat de huidmondjes sluiten door de afgesneden aanvoer van water uit de wortels. In het licht kan binnen enkele uren herstel optreden, zodat het niveau snel weer 70% van het niveau aan de moederplant bedraagt (Da Costa, 2002). Voorwaarde daarbij is uiteraard wel dat er geen sprake is van waterstress (hoge RH, niet te hoge lichtintensiteit). In het onderzoek van Da Costa nam het niveau van fotosynthese niet toe wanneer de wateropname kon toenemen door nieuw gevormd blad. Dit duidt erop dat er in ieder geval geen sprake was van watertekort (Da Costa, 2002). In andere systemen, bijvoorbeeld in een kas kan er wel sprake zijn van verminderde transpiratie en sluiting van de huidmondjes. In dat geval kan de fotosynthese laag blijven totdat er wortels gevormd worden (Davis, 1988; Smalley *et al.*, 1991).

De wat lagere fotosynthese van stekken in vergelijking met intacte planten is waarschijnlijk toe te schrijven aan verlaagde sink-activiteit en niet zozeer aan een verstoorde waterbalans (Da Costa, 2002). De verlaagde sink-activiteit is een gevolg van wegname van sinks en stagnerende groei.

Zonder licht is geen beworteling mogelijk. Een laag lichtniveau (0.2 MJ m⁻²) of een laag CO₂ niveau (80-100 ppm) vertragen en beperken de callusvorming en de wortelvorming.

Verhoging van lichtniveau en CO₂ niveau versnellen de beworteling en bevorderen het aantal en het drooggewicht van de wortels (Grant *et al.*, 1992; Kunneman and Ruesink, 1997). Gereduceerde fotosynthese en koolhydraatconcentraties zijn gerelateerd aan afgenomen cambiumactiviteit en callusvorming in de bewortelingszone.

In potrozen lieten Bredmose *et al.* (2004) zien dat een photosynthetic photon flux density van 46 μmol m⁻²s⁻¹ voldoende was voor uitgroei van de scheuten in het ras Heidi.

Het oorspronkelijke niveau van (zetmeel)reserves in het blad is niet in staat te voorzien in de basisbehoefte van het stek voor ademhaling en overleving. Na 8 dagen zijn deze reserves op. De betekenis van deze reserves is dan ook irrelevant ten opzichte van de assimilaten die nieuw in het blad gevormd worden na het knippen van stek. Dit betekent echter niet dat de reserves niet gebruikt worden voor de groei van wortels en primaire scheut, als de fotosynthese onvoldoende is door bladverwijdering of te laag licht- en/of CO₂-niveau. Om een goed bewortelingsresultaat te krijgen, is het zaak dat de fotosynthese na het vrijwel stilvallen na knippen van het stek, weer snel op gang komt. Als de fotosynthese na het knippen niet snel op gang komt en de toevoer van koolhydraten stagneert, treedt al snel stengelrot op. Het optreden van stengelrot kan vertraagd worden door suikers aan het stek toe te voegen. De externe suikers konden echter niet het stimulerende effect van blad op de beworteling vervangen (Da Costa (2002).

Hoewel fotosynthese en reservevoedsel een duidelijke rol spelen bij de beworteling, bleek bij stengelstek van roos een aanzienlijk deel van de door fotosynthese ontstane suikers (55%!) opgeslagen te worden. Dit kan erop duiden dat er ook nog andere factoren zijn die de beworteling beïnvloeden, zoals auxinen.

Vanwege de rol van nieuw gevormde suikers in vergelijking met reserves, is het aan te raden dunne en zo min mogelijk verhouten stekken te nemen.

Da Costa (2002) suggereert een model te bouwen om de groei van stek te voorspellen, gebaseerd op de fotosynthese-capaciteit van het oorspronkelijke stekblad. Iets dergelijks is eerder gedaan voor stengelstek van *Triplochyton scleroxylon* (Dick and Dewar, 1992).

3.3.4 Waterhuishouding

Blad speelt een belangrijke rol bij het regelen van de waterhuishouding van het stek (Loach, 1988; Aminah *et al.*, 1997). Water verdampt via het blad. Licht, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid beïnvloeden de verdamping van het stek (Rosenberg *et al.*, 1992). Als het stek pas geknipt is, sluiten de huidmondjes en kan er geen water meer verdampen. De waterbalans is verstoord en de fotosynthese staat vrijwil stil (Davis and Potter, 1989; Da Costa, 2002). Het is belangrijk dat de huidmondjes snel weer open gaan staan, zodat het blad water gaat verdampen en de waterstroom in het stek op gang komt, zodat ook de fotosynthese weer kan beginnen. Waterstress kan ook leiden tot de synthese van het hormoon abscisinezuur in het blad (Haissig, 1986).

3.3.5 Temperatuur

De temperatuur heeft invloed op het bewortelingsresultaat. Door hoge temperaturen neemt de waterdruk tussen blad en omringende lucht toe, waardoor de verdamping toeneemt en er een watertekort kan ontstaan. Dit heeft een negatief effect op de beworteling (Grange and Loach, 1983; Aminah *et al.*, 1997). De twee fasen tijdens de beworteling (initiatiefase en groeifase) kunnen een verschillende temperatuurbehoefte hebben (van Telgen, persoonlijke mededeling). Bredmose *et al.* (2004) vergeleken de beworteling van stek van potrozen bij vier bodemtemperaturen (19.7, 21.3, 24.6 en 27.6°C). Een temperatuur van 24.6°C gaf de beste aanleg van wortels en uitloop van de scheuten.

3.3.6 Auxinen

Auxinen hebben een positief effect op het bewortelingspercentage, de snelheid van beworteling en de uniformiteit van de beworteling van roos (de Vries and Dubois, 1988, Al-Saqri and Alderson, 1996). Vaak heeft het auxine indolboterzuur (IBA) een positief effect (Da Costa, 2002, Bredmose *et al.*, 2004). Positieve effecten van indolazijnzuur (IAA) en naftyl azijnzuur (NAA) worden ook genoemd (Das *et al.*, 1978, Scagel, 2001). Voor ieder ras verdient het aanbeveling de optimale concentratie auxinen nauwkeurig vast te stellen. Bredmose *et al.*, (2004) meldden dat de optimale concentratie van IBA voor wortelvorming tussen 10^{-3} tot 10^{-1} M lag, afhankelijk van de bodemtemperatuur. IBA kon effecten van verhoogde bodemtemperatuur en van kleiner stek compenseren. Een concentratie van 10^{-4} tot 10^{-3} M was optimaal voor uitgroei van de scheuten.

Uniforme toediening van auxinen is essentieel voor een uniform bewortelingsresultaat. Bij gelijktijdige behandeling van bossen stek kunnen gemakkelijk verschillen ontstaan in de hoeveelheid auxinen die uiteindelijk aan individuele stekjes hecht.

Meestal bestaat er een positieve correlatie tussen de snelheid van beworteling en de uitgroei van de scheuten en de eerste bloei (Bredmose *et al.*, 2004). Wortelvorming is echter niet persé noodzakelijk voor de uitgroei van de scheuten. Uitgroei van de scheuten kan wel weer een positief effect op de wortelvorming hebben. Dit betekent dat we niet alleen aandacht moeten hebben voor een goede wortelvorming, maar ook voor een goede uitgroei van de scheuten.

3.3.7 Inhoudstoffen

De hoeveelheid reservestoffen is vaak beperkend in zachte stekken, die vaak uit weinig blad en slechts een klein stukje stengel bestaan (Okoro and Grace, 1976). Suikers zijn nodig om het stek te laten overleven en zijn substraat voor de onderhoudsademhaling van het stek. Er zijn vele aanwijzingen dat suikers een positief effect hebben op de beworteling van vele soorten (Druege *et al.*, 2000; Da Costa, 2002), hoewel er ook referenties zijn die aangeven dat suikers geen (Veierskov *et al.*, 1982) of zelfs een negatief (Treeby and

Considine, 1982) effect hebben op de beworteling. Suikers kunnen ook invloed hebben op de locatie van nieuw aangelegde wortels.

Suikers hebben ook een positief effect op de uitgroei van de primaire scheut van roos (Marcelis-Van Acker, 1994) en van andere soorten, bijvoorbeeld *Acer* (Wilkins *et al.*, 1995). Wortelinitiatie is vaak minder afhankelijk van suikers dan wortelgroei. Hoewel suikers dus vaak noodzakelijk zijn voor de beworteling, is vaststellen van de kritische concentratie lastig (Welandar, 1994).

Direct na het knippen van rozenstek nam de concentratie van zetmeel sterk toe in alle delen van het stek (Da Costa, 2002). Dit duidt erop dat het stek fotosynthetisch actief is en dat de sink-activiteit laag is. Concentraties aan sucrose namen ook toe, maar veel minder. Wanneer de sink-activiteit van de stekken toenam na de beworteling, stabiliseerde het zetmeelniveau. Dit duidt erop dat koolhydraten een belangrijke rol spelen bij de beworteling in de vorm van energievoorziening en eventueel begin van de groei.

Het is bekend dat diverse metabolische veranderingen plaatsvinden tijdens de wortelvorming, bijvoorbeeld veranderingen in aminozuren, eiwitten en suikers (Scagel, 2004). In potrozen vond Scagel een positief verband tussen de hoeveelheid eiwitten en aminozuren en beworteling. Concentraties van reducerende en niet-reducerende suikers waren niet gecorreleerd met de beworteling.

In Russisch onderzoek is gezocht naar een verband tussen catalase activiteit en beworteling en tussen de hoeveelheid ascorbinezuur en beworteling in vier snijrozencultivars (Papa Mainard, Mercedes, Pink Poulsen en New Dawn). Op het moment dat de knoppen begonnen te kleuren werd de hoogste enzymactiviteit gemeten en de grootste hoeveelheid ascorbinezuur. Als stekken op dit moment genomen werden, vond het beste bewortelingsresultaat plaats (Grisyuk, 1986).

3.3.8 Micro-organismen

In potrozen (Scarlet Cupido, Sunrise Cupido, Blue Cupido en Favorite Cupido) is gekeken naar effecten van inoculatie met *Glomus intraradices*. Over het algemeen had inoculatie een positief effect op drooggewicht en aantal wortels. Bewortelingshormoon versterkte dit effect (Scagel, 2004). Het effect van de micro-organismen schrijft Scagel toe aan het positieve effect dat stikstofbevattende stoffen hebben op de vorming van eiwitten en aminozuren en daarmee op de beworteling.

3.4 Conclusies en aanbevelingen

Gezien de centrale rol van fotosynthese en suikers in de beworteling van rozenstek en de rol van het oorspronkelijke stekblad hierbij, ligt het voor de hand vooral aandacht voor deze factoren te hebben wanneer een uniform stekresultaat nagestreefd wordt.

Selectie van uniform en kwalitatief goed stekmateriaal kan hierbij een belangrijke troef zijn. Door stekmateriaal te selecteren, bijvoorbeeld op bladoppervlak, is mogelijk een uniformer stekresultaat te realiseren.

Vervolgens moet de behandeling van stek zo uniform mogelijk zijn. Daarbij valt te denken aan het toedienen van gelijke hoeveelheden auxinen per stekje.

Het verdient aanbeveling om de condities voor fotosynthese zo optimaal mogelijk te hebben: licht, temperatuur en CO₂, waarbij optimale waarden kunnen verschillen tijdens wortelinitiatie en wortelgroei.

Om na te kunnen gaan of stek voldoende reservevoedsel heeft, zou het meten van dit reservevoedsel een optie kunnen zijn. Een relatief nieuwe niet-destructieve techniek, zoals de Nabij InfraRood Spectroscopie (NIRS) zou hierbij een optie kunnen zijn. Deze techniek wordt gebruikt voor het bewaken van productkwaliteit en productieprocessen in de agro- en voedingsindustrie.

Om de uniformiteit van de beworteling te verhogen, zijn mogelijk aanpassingen nodig in de bedrijfsvoering op productiebedrijven, die meer of minder ingrijpend zijn. De ondernemer zelf speelt hierin een cruciale rol.

4 Beworteling van winterstek

4.1 Inleiding

Tuinrozen worden vaak via winterstek vermeerderd. Winterstek, ook wel twijgstek genoemd, heeft geen blad. Vroeger werd het stek tijdens de winter opgekuild en pas in het voorjaar in de vollegrond gestoken. Afdekken met plastic en een goede mulchlaag verhogen het stekresultaat. Tegenwoordig wordt winterstek, al dan niet in potten gestoken, vaak beworteld onder folietunnels of in kassen. De meest recente vorm van winterstek is de zogenaamde “heated bin” methode. Bij deze wijze van winterstekken wordt de omgevingstemperatuur laag gehouden en de bodemtemperatuur hoog. Hierdoor wordt de beworteling gestimuleerd en wordt de uitloop van knoppen zoveel mogelijk geremd.

Houtige stekken van tuinrozen bewortelen gemakkelijk zonder blad (Davies *et al.*, 1987). In deze stekken, die vaak 25 cm lang zijn (vergelijk met stek van 3-4 cm van pot- of snijrozen), zit voldoende reservevoedsel (zetmeel) voor beworteling. Het is echter niet uitgesloten dat houtige stekken beter bewortelen als er blad aan zit (meer reserves, meer aanvoer assimilaten via fotosynthese).

4.2 Factoren die een rol spelen bij de beworteling

Diverse factoren spelen een rol bij de beworteling en uitgroei van winterstek van roos, zoals eigenschappen van de moederplant, conditie van moederplant en stek, kwaliteit en het ontwikkelingsstadium van het stek, tijdstip waarop het stek wordt genomen, bewaarwijze stek, auxinen, eigenschappen stekmedium, gebruikte potten/stekplaten, bewortelingsklimaat (relatieve luchtvochtigheid, temperatuur), ziekten en condities tijdens het afharderen. Interacties tussen diverse factoren spelen ook een rol. Ook genetische eigenschappen spelen een rol. Het ene ras bewortelt gemakkelijker dan het andere ras.

Na de beworteling spelen de wijze van afharderen, bemesting, tijdstip van op- of overpotten en de plaats van overwintering nog een rol bij de overleving van de bewortelde stekken. Door het grote aantal factoren dat invloed heeft op het uiteindelijke stekresultaat, kunnen de slagingspercentages sterk wisselen.

4.2.1 Eigenschappen van de moederplant

De conditie van de moederplant bepaalt voor een groot deel de kwaliteit van het stek. Een goede groeikracht van de moederplant heeft een positief effect op de beworteling van het stek. Vaak worden stekken van moederplanten genomen die speciaal voor dit doel zijn opgekweekt.

Moederplanten moeten na een aantal jaren vervangen worden.

4.2.2 Kwaliteit en het ontwikkelingsstadium van het stek

In *Rosa multiflora* gaf stek met daarop 6 okselknoppen een beter stekresultaat dan stek met 4 of 2 knoppen. Het maximale aantal wortels in stek met 6 knoppen was reeds na 5 weken aanwezig (Azimi and Bisgrove, 1975).

4.2.3 Positie aan de moederplant

De positie van het stek aan de moederplant kan invloed hebben op het bewortelingsresultaat. Hoewel

basale, medium en apicale stekken van *Rosa multiflora* vergelijkbare bewortelingspercentages gaven, gaven de basale stekken duidelijk minder wortels per beworteld stek (Hambrick *et al.*, 1997).

4.2.4 Stektijdstip

In Turks onderzoek is gekeken naar de invloed van het stektijdstip op het stekresultaat. Stekken die half oktober genomen waren, bewortelden beter dan stekken die in november of december genomen waren (Gunes and Sen, 2001). Oktober kwam ook als beste uit de bus in Indiaas onderzoek (Balakrishnamurthy *et al.*, 1986).

4.2.5 Auxinen

De beworteling van winterstek wordt gestimuleerd door auxinen. In *Rosa canina* en *Rosa dumalis* had 2000-4000 ppm IBA een positief effect op de beworteling (Ercisli *et al.*, 2004). 2000 ppm IBA had ook een positief effect op de beworteling in een Turks onderzoek in 15 rassen (Gunes and Sen, 2001). In een vergelijkend onderzoek, waarin effecten van IAA, IBA en NAA getest werden, bleek IAA (1000 ppm) het beste resultaat te geven in *Rosa indica* en IBA (1000 ppm) het beste resultaat in *Rosa multiflora*. In onderzoek aan de universiteit van Reading gaf 750 ppm IBA een hoger drooggewicht van de wortels in *Rosa multiflora* dan 1500 of 3000 ppm (Azimi and Bisgrove, 1975). In *Rosa canina* gaf 3000 ppm IBA het beste resultaat.

Een korte dip in 2N H₂SO₄ of NaOH (pH 10.5) voorafgaand aan de auxinen-behandeling had een positief effect op het aantal wortels en op de lengte en drooggewicht van de wortels, maar niet op het bewortelingspercentage (Khosh-Khui and Tafazoli, 1979).

4.2.6 Inhoudstoffen

In *Rosa multiflora* was het zetmeelgehalte van het stek positief gecorreleerd met de beworteling. Het N-gehalte was negatief gecorreleerd met de beworteling. Stekken die tussen half november en half december in Texas genomen werden, hadden het hoogste zetmeelgehalte en het laagste N-gehalte. Deze stekken gaven de meeste wortels per beworteld stek (Hambrick *et al.*, 1991).

4.2.7 Micro-organismen

De beworteling van winterstek van roos (*Rosa canina*, *Rosa dumalis*) werd gestimuleerd door inoculatie met *Agrobacterium rubi* en door IBA (2000-4000 ppm) of door een combinatie van beiden (Ercisli *et al.*, 2004).

4.2.8 Eigenschappen stekmedium

De water- en luchthuishouding van het stekmedium zijn belangrijk. Het stekmedium moet zowel voldoende water als lucht kunnen bevatten. Water is nodig om het stek niet te laten uitdrogen, lucht is nodig omdat een stek zuurstof moet kunnen opnemen en koolzuurgas (CO₂) moet kunnen afvoeren. Zuurstof moet goed kunnen worden opgenomen in de bewortelingszone. Bij rozenstekken op steenwol is aangetoond dat de zuurstofvoorziening beter is bij een pF-waarde van 6,5 dan bij een pF-waarde van 0. Dit kon worden afgeleid uit het feit dat bij een pF van 0 de suikers niet volledig werden afgebroken tot CO₂ maar dat er alcohol werd gevormd. Hierdoor waren het bewortelingspercentage, de lengtegroei van de scheut en de lengtegroei van de wortels minder.

4.3 Conclusies en aanbevelingen

Net als bij zacht stek is selectie van uniform en kwalitatief goed uitgangsmateriaal belangrijk voor het verkrijgen van een goed stekresultaat van winterstek. Een goed groeiende moederplant, lengte van het stek en positie van het stek aan de moederplant zijn daarbij belangrijke criteria. Het stektijdstip kan het slagingspercentage aanzienlijk beïnvloeden. Toediening van auxinen is voor veel rassen noodzakelijk voor een goede en gelijkmatige beworteling.

5 Literatuur

- Al-Saqri, F. and Alderson, P.G. 1996. Effects of IBA, cutting type and rooting media on rooting of *Rosa centifolia*. J. Hort. Sci. 71: 729-737.
- Aminah, H., Dick, JMCP, Grace, J. 1997. Influence of irradiance on water relations and carbon flux during rooting of *Shorea leprosula* leafy stem cuttings. Tree Physiol. 17: 445-452.
- Anonymous, 2005. Stabiele potroos ligt lekker bij de handel. Vakblad voor de Bloemisterij 11: 28.
- Azimi, M. and Bisgrove, R.J. 1975. Rooting of hardwood cuttings of rose rootstocks and cultivars. Exp. Hort. 27: 22-27.
- Balakrishnamurthy, G. and Rao, V.N.M. 1989. The influence of IBA and season on clonal multiplication of Edward rose (*Rosa bourboniana* Desp.). Res. And Developm. Reporter 6(1): 92-102.
- Bannisseht, Q. von. 2006. Minder bedrijven, meer grond. De Boomkwekerij 3: 18-21.
- Bredmose, N. and Hansen, J. 1996. Topophysis affects the potential of axillary bud growth, fresh biomass accumulation and specific fresh weight in single-stem roses (*Rosa hybrida* L.). Ann. Bot. 78: 215-222.
- Bredmose, N., Kristiansen, K. and Nielsen, B. 2004. Propagation temperature, PPFD, auxin treatment, cutting size and cutting position affect root formation, axillary bud growth and shoot development in miniature rose (*Rosa hybrida* L.) plants and alter homogeneity. J. Hort Sci & Biotechnol. 79 (3): 458-465.
- Costa, J.M.R.C. 2002. The role of the leaf on the dynamics of growth and rooting of leafy stem cuttings of rose. PhD thesis, Plant Sciences Group, The Netherlands. 187 pp.
- Costa, J.M. and Challa, H. 2002. The effect of the original leaf area on growth of softwood cuttings and planting material of rose. Sci. Hort. 95 (1): 111-121.
- Das, P., Mahapatra, P. and Das, R.C. 1978. Effect of growth regulators on rooting in stem cuttings of some rose rootstocks. Orissa J. Hort. 6: 31-33.
- Davies, F.T., Hembrik, C.E., Pemberton, H.B., Faan, Y. 1987. Grafting and adventitious root formation of Texas field rose bushes. Acta Hort. 189: 89-100.
- Davis, T.D. 1988. Photosynthesis during adventitious rooting. In: T.D. Davis, B.E. Haissig and N. Sankhla (eds). Adventitious root formation in cuttings. Discorides Press, Portland Oregon, pp 79-87.
- Davis, T.D. and Potter, J.R. 1989. Relations between carbohydrate, water status and adventitious root formation in leafy pea cuttings rooted under various levels of atmospheric CO₂ and relative humidity. Physiol. Plant. 77: 185-190.
- Dick, J.M.C.P. and Dewar, R.C. 1992. A mechanistic model of carbohydrates dynamics during adventitious root development in leafy cuttings. Ann. Bot. 70: 371-377.
- Druege, U., Zerche, S., Kadner, R.D., Ernst, M. 2000. Relation between nitrogen status, carbohydrate distribution and subsequent rooting of Chrysanthemum cuttings as affected by pre/harvest nitrogen supply and cold-storage. Ann. Bot. 85: 687-701.
- Dubois, L.A.M. and De Vries. DP.1991. Variation in adventitious root formation of softwood cuttings of *Rosa chinensis* minima (Sims) Voss cultivars. Sci Hort 47: 345-349.
- Ende, R. van den. 2004. Eigen wortel of toch onderstam?: Het ideaal is dat de roos zelf de sterkste wortels maakt. Oogst: Tuinbouw 37: 26-27.
- Ercisli, S., Esitken, A. and Sahin, F. 2004. Exogenous IBA and inoculation with *Agrobacterium rubi* stimulate adventitious root formation on hardwood stem cuttings of two rose genotypes. Hort. Sci. 39(3): 533-534.
- Gillman, J.H. and Zlesak, D.C. 2000. Mist applications of sodium silicate to Rose (*Rosa* L.x 'Nearly Wild') cuttings decrease leaflet drop and increase rooting. HortSci. 35: 773.
- Grange, R.I. and Loach, K. 1983. Environmental factors affecting water loss from leafy cuttings in open and polyethylene/enclosed mist systems. J. Hort. Sci. 58: 1-7.
- Grant, W.J.R., Fan, H.M., Downton, W.J.S. and Loveys, B.R. 1992. Effects of CO₂ enrichment on the physiology and propagation of two Australian ornamental plants, *Chamelaucium unicanatum* (Schauer) x *Chamelaucium floriferum* (MS) and *Correa schlehtendalli* (Behr). Sci. Hort. 52: 337-342.
- Grisyuk, S.N. 1986. Criteria for assessing the readiness of rose shoots for propagation by cuttings. Byulleten Glavnogo Botanicheskogo Sada. 142: 59-61.

- Gunes, M. and Sen, S.M. 2001. A study on propagation ability of some rose hips (*Rosa spp.*) by hard-wood cuttings. *Bahce* 30 (1/2): 17-24.
- Haissig, B.E. 1986. Metabolic processes in the adventitious rooting of cuttings. In: M.B. Jackson (ed), *New root formation in plants and cuttings*. Long Ashton Research Station, University of Bristol, pp. 141-190.
- Hambrick, C.E., Davies, F.T. and Pemberton, H.B. 1991. Seasonal changes in carbohydrate/nitrogen levels during field rooting of *Rosa multiflora* 'Brooks 56' hardwood cuttings. *Scientia Horticulturae* 46(1-2): 137-146.
- Khosh-Khui, M. and Tafazoli, E. 1979. Effect of acid and base pretreatment on auxin response of Damask rose cuttings. *Sci Hort.* 10(4): 395-399.
- Kooten, O. and Peppelenbos, H. 1993. Controlled atmosphere storage of chrysanthemum cuttings. *Proc. Sixth Int. Controlled Res. Conference 2*: 610-619.
- Loach, K. 1988. Water relations and adventitious rooting. In: T.D. Davis, B.E. Haissig and N. Sankhla (eds). *Adventitious root formation in cuttings*. Discorides Press, Portland Oregon, pp 102-116.
- Lovell, P.H. and White, J. 1986. Anatomical changes during adventitious root formation. In: M.B. Jackson (ed), *New root formation in plants and cuttings*. Long Ashton Research Station, University of Bristol, pp. 141-190.
- Marcelis-van Acker, C.A.M. 1994. Effects of assimilate supply on development and growth potential of axillary buds in roses. *Ann. Bot.* 73: 415-420.
- Middelburg, A.F. 2004. Steeds meer hectares lastige potrozen. *Vakblad voor de Bloemisterij* 39: 50-51.
- Kunneman, B.P.A.M. and Ruesink, J.B. 1997. Interactions between light, temperature and CO₂ in rooting of conifer cuttings. *Acta Hort.* 418: 97-101.
- Newton, A.C., Muthoka, P.N., Dick, J. Mc.P. 1992. The influence of leaf area on the rooting physiology of leafy stem cuttings of *Terminalia spinosa* Eng. *Trees* 6: 210-215.
- Okoro, O.O. and Grace, J. 1976. The physiology of rooting *Populus* cuttings. I. Carbohydrates and photosynthesis. *Physiol. Plant.* 36: 133-138.
- Overbeek, J. van, Gordon, S.A. and Gregory, L.E. 1946. An analysis of the influence of the leaf in the process of root formation in cuttings. *Am. J. Bot.* 33: 100-107.
- Pivetta, K.F.L., Pereira, F.M., Banzatto, D.A. and Graziano, T.T. 1999. Effect of type of cuttings and indolbutyric acid on the rooting of rose (*Rosa sp* 'Red Success) leafy cuttings during two seasons. *Acta Hort.* 482: 333-338.
- Pol, P.A. van de 1988. Partial replacement of the rooting procedure of *Chrysanthemum morifolium* cuttings by pre-rooting storage in the dark. *Acta Hort* 226: 519-524.
- Reuveni, O. and Raviv, M. 1981. Importance of leaf retention to rooting of avocado cuttings. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 106: 127-130.
- Rosenberg, D., Altman, A., Bravdo, B. 1992. A physiological analysis of the differential rooting performance of Calamondin and Pelargonium cuttings under mist and high humidity. *Acta Hort.* 314: 257-269.
- Scagel, C.F. 2001. Cultivar specific effects of mycorrhizal fungi on the rooting of miniature rose cuttings. *J. Environm. Hort.* 19(1): 15-20.
- Scagel, C.F. 2004. Changes in cutting composition during early stages of adventitious rooting of miniature rose altered by inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 129 (5): 624-634.
- Schouten, R., Costa, M. and Kooten O. van. 2003. External quality measurements reveal internal processes. *Acta Hort.* 600: 463-470.
- Smalley, T.J., Dirr, A.M. Armitage, A.M., Wood, B.W. Teskey, R.O., Severson, R.F. 1991. Photosynthesis and leaf water, carbohydrate and hormonal status during rooting of stem cuttings of *Acer rubrum*. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 116: 1052-1057.
- Treeby, M.T. and Considine, J.A. 1982. Propagation of *Vitis champini* planchon cv Ramsey: relationship between carbohydrate metabolism during storage and cutting performance. *Am. J. Enol. Vit.* 33: 53-56.
- Veierskov, B., Andersen, A.S. Stummann, B.M., Henningsen, K.W. 1982. Dynamics of extractable carbohydrates in *Pisum sativum*. I. Carbohydrate content and photosynthesis of pea cuttings in relation to irradiance and stock plant temperatures and genotype. *Physiol. Plant.* 55: 174-178.
- Welander, M. 1994. Influence of environment, fertilizer and genotype on shoot morphology and subsequent rooting of birch cuttings. *Tree Physiol.* 15: 11-18.
- Wilkins, L.C., Graves, W.R., Townsend, A.M. 1995. Development of plants from single node cuttings differs among cultivars of Red Maple and Freeman Maple. *Hort Sci.* 30: 360-362.