



BIBLIOTHEEK
PPO sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

RAPPORT 53

**INVLOED VAN DE OPKWEEK-
CONDITIES VAN MOERPLANTEN
OP DE BEWORTELING VAN
HET STEK**

Ir. B.P.A.M. Kunneman

**1998
Boomteeltpraktijkonderzoek**

*ISBN. 96 0805
P-12-B-53*

Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het Boomteeltpraktijkonderzoek. Het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de Stichting Praktijkonderzoek voor de Boomteelt zijn niet aansprakelijk voor eventuele gevolgen, ontstaan door het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.

INHOUD

	WOORD VOORAF	7
	SAMENVATTING	8
	SUMMARY	10
1	INLEIDING	13
1.1	Algemeen	13
1.2	Doel van het onderzoek	13
1.3	Opzet van het onderzoek	14
1.3.1	Algemene opkweekcondities van de moerplanten	15
1.3.2	Algemene stekomstandigheden	15
1.3.3	Verwerking van de gegevens	16
2	EFFECT VAN DE DAGLENGTE OP DE BEWORTELING	17
2.1	Inleiding	17
2.2	<i>Corylus maxima</i> 'Purpurea'	17
2.3	<i>Betula pendula</i> 'Purpurea'	18
2.4	<i>Quercus robur</i>	20
2.5	<i>Pinus mugo</i>	21
2.6	Conclusies	22
3	LICHTINTENSITEIT	25
3.1	Inleiding	25
3.2	<i>Corylus maxima</i> 'Purpurea'	26
3.3	<i>Betula pendula</i> 'Purpurea'	26
3.4	<i>Malus</i>	28
3.5	<i>Quercus robur</i>	31
3.6	<i>Pinus mugo</i>	32
3.7	Conclusies	32
4.	INVLOED VAN HET STEKTIJDSTIP OP DE BEWORTELING	35
4.1	Inleiding	35
4.2	<i>Corylus maxima</i> 'Purpurea'	35
4.3	<i>Betula pendula</i> 'Purpurea'	36
4.4	<i>Malus</i>	38
4.5	<i>Quercus robur</i>	43
4.6	<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Frisia'	43
4.7	Conclusies	44
5	RELATIE TUSSEN STEKKENMERKEN EN DE BEWORTELING	45
5.1	Inleiding	45
5.2	Relatie tussen stekkenmerken en beworteling bij <i>Quercus robur</i>	45
5.3	Conclusies	47
6	ALGEMENE CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	49
7	LITERATUUR	51

WOORD VOORAF

De vermeerdering heeft in de boomkwekerijsector altijd een belangrijke rol gespeeld. Tegelijkertijd is er te constateren dat er in andere takken van de tuinbouw veel meer onderzoek is gedaan naar de invloed van moederplanten op het resultaat in de vermeerdering. De veelheid aan gewassen en cultivars maakt het onderzoek zeer gecompliceerd. Niettemin is inzicht in de reactie van een beperkt aantal gewassen zinvol. In het onderzoek dat verricht is op het Proefstation voor de Boomkwekerij in de jaren 1985-1995 is goed inzicht verkregen in de mogelijkheden om de kwaliteit van het uitgangsmateriaal te verbeteren. Daarmee is de basis gelegd voor een beter resultaat bij de productie van het uitgangsmateriaal.

Dr. Ir. J. van de Vooren

SAMENVATTING

Het stekresultaat wordt bepaald door de kwaliteit van de onbewortelde stekken op het moment van afsnijden van de moerplant en de omstandigheden waaronder de stekken worden beworteld. De kwaliteit van onbewortelde stekken wordt bepaald door de kwaliteit van de moerplant. De kwaliteit van de moerplant wordt onder andere bepaald door de leeftijd, de methode van vermeerderen, de mate van snoei en de condities waaronder de moerplanten opgroeien. Indirect hebben deze factoren dus allemaal invloed op het stekresultaat. In dit project is nagegaan in hoeverre de klimaatcondities waaronder moerplanten worden geteeld, van invloed zijn op de stekresultaten. Tevens is onderzocht of de stekresultaten afhangen van het tijdstip van stekname en van het type stek. Het onderzoek is grotendeels uitgevoerd met de gewassen *Corylus maxima* 'Purpurea', *Betula pendula* 'Purpurea', *Malus* 'M 9', *Malus floribunda*, *Pinus mugo* 'Gnom', *Pinus mugo* 'Mops', *Robinia pseudoacacia* 'Frisia', *Quercus robur* 'Beta', en *Quercus robur* 'Gamma'. Uit eerder onderzoek en literatuur was reeds bekend dat de teelt van moerplanten in kassen een duidelijk positief effect op de beworteling heeft. In dit onderzoek zijn de moerplanten dan ook standaard in kassen opgekweekt. De vergelijking met materiaal dat buiten wordt geteeld is niet in het onderzoek meegenomen. De invloed van de factoren daglengte, lichtintensiteit, koelen van moerplanten, stektijdstip en stektype zijn onderzocht. Daarnaast is nagegaan in hoeverre met behulp van kenmerken van het stek op het moment van knippen is te voorspellen wat de bewortelbaarheid is van deze stekken.

Het effect van daglengte is onderzocht bij *Quercus robur*, *Corylus maxima* 'Purpurea', *Pinus mugo* en *Betula pendula*. De effecten van de daglengte zijn vaak tweeledig. In enkele gevallen lijkt het bewortelingsresultaat van stekken als gevolg van een korte dag behandeling van de moerplanten te verbeteren (*Quercus* en *Betula*). Aan de andere kant heeft een kortedag behandeling een nadelig effect op het aantal stekken dat van de moerplanten kan worden geoogst (*Betula* en *Quercus*). Ook lijkt het daglengte-effect afhankelijk van het stektijdstip. Later in het seizoen op latere stektijdstippen lijkt het effect van korte dag behandelingen kleiner dan op eerdere stektijdstippen. Soms is op latere stektijdstippen het effect op de beworteling zelfs negatief in vergelijking met lange dag behandelingen.

Het effect van lichtintensiteit is onderzocht bij *Quercus*, *Betula*, *Pinus mugo*, *Malus* en *Corylus*. Lichtintensiteit is onderzocht door planten te schermen. De effecten van de schermbehandelingen waren gewas afhankelijk. Bij *Malus* verbeterde schermen van de moerplanten het bewortelingsresultaat, bij *Betula* werd de beworteling juist minder en bij *Corylus* was er alleen een negatief effect indien zeer sterk werd geschermd (90 % lichtreductie) en bij *Quercus* en *Pinus* was het effect van schermen onduidelijk. Schermbehandelingen hebben zowel invloed op de habitus van het blad als op het niveau van de fotosynthese. Het is moeilijk om het juiste evenwicht tussen beide te bepalen. Dit is waarschijnlijk niet alleen afhankelijk van het gewas maar ook van de klimaatcondities waaronder de moerplanten opgroeien en de omstandigheden waaronder de stekken worden beworteld.

Ook wat het juiste stektijdstip betreft is er geen eenduidige conclusie te trekken. Met het tijdstip wordt meer het ontwikkelingsstadium van de scheuten bedoeld dan een werkelijk tijdstip. Het ontwikkelingsstadium is moeilijk vast te leggen in termen van hardheid van de scheut of scheutlengte omdat externe factoren als lichtintensiteit deze eigenschappen beïnvloeden. Wel loopt in het algemeen de bewortelbaarheid terug als de hardheid van het onderste gedeelte van de stek groter is. Dit is het geval bij *Malus* 'M 9' (kloon 337), *Robinia pseudoacacia* 'Frisia' en *Quercus robur*. Bij deze gewassen moet er vroeg gestekt worden. Bij *Malus floribunda* is de beworteling van hardere stekken beter en *Corylus maxima* 'Purpurea' loopt niet uit indien te vroeg wordt gestekt omdat dan de ogen niet ver genoeg zijn ontwikkeld.

Bij *Quercus robur* is nagegaan of er een relatie bestaat tussen kenmerken op het moment waarop het stek wordt gemaakt en de bewortelbaarheid van deze stekken. Er waren geen eenduidige uiterlijke kenmerken die een grote relatie hadden met de bewortelbaarheid van de stekken. Ook bij andere gewassen is dit het geval. Slechts indien meerdere kenmerken worden gecombineerd dan is er een duidelijke relatie met de bewortelingsresultaten.

De algemene conclusie is dat bij moeilijk wortelende gewassen er een duidelijke invloed is van de moerplanten op het bewortelingsresultaat. Een optimale moerplant is jong, eventueel via weefselkweek vermeerderd en in kassen geteeld. Specifieke behandelingen als bijvoorbeeld lange dag behandelingen dragen slechts in beperkte mate bij tot het verbeteren van het bewortelingsresultaat en zijn in de praktijk te lastig en te duur. Schermbehandelingen zijn sterk gewas afhankelijk zodat geen algemene richtlijn is te geven. De keuze van het juiste stektijdstip is gewas afhankelijk en wordt tevens beïnvloed door het buitenklimaat. Een duidelijker inzicht in de verschillende klimaatsfactoren kan pas worden verkregen indien alle klimaatomstandigheden volledig geconditioneerd kunnen worden. Dit geldt zowel voor de moerplant als voor de stekken. Beide zouden in klimaatcellen moeten worden gekweekt. Voor het brede sortiment houtige gewassen lijkt deze optie niet reëel temeer daar de effecten die mogen worden verwacht geen zwart-wit effecten zullen zijn.

Een goede beworteling is pas dan mogelijk indien aan vele voorwaarden is voldaan. Indien de inwendige kwaliteit van stekken zou kunnen worden gemeten, zou gemakkelijker nagegaan kunnen worden wat de invloed van een aantal factoren is. Helaas zijn er op dit moment weinig aanwijzingen hoe deze kwaliteit kan worden gemeten.

Mede op basis van het onderzoek bij *Quercus* kan worden geconcludeerd dat de genetische achtergronden van de verschillende gewassen (cultivars) een niet te onderschatten invloed hebben op de resultaten. Gunstige effecten die bepaalde factoren hebben bij de ene cultivar, blijken geen effect te hebben bij andere cultivars. Helaas zijn de achtergronden van de recalcitrantie van dergelijke gewassen (nog) niet bekend. Dat bepaalde gewassen (cultivars) ondanks alle inspanningen niet of nauwelijks kunnen worden beworteld is dus een gegeven waarmee in de praktijk terdege rekening moet worden gehouden.

Gezien de soms wisselende resultaten van stek afkomstig van dezelfde moerplanten van buiten waarbij de stekomstandigheden zelf niet zo veel verschillen, mag worden aangenomen dat de moerplant toch grote effecten kan hebben. Deze effecten zijn niet altijd toe te schrijven aan de heersende klimatologische omstandigheden op het moment van, of de periode vóór de stekname. De verschillen in reactie zouden dan mogelijk een gevolg kunnen zijn van de bemestingstoestand van de moerplanten en/of de vochttoestand van de moerplanten.

SUMMARY

The success of rooting of cuttings is determined by the quality of the unrooted cuttings at the moment they are taken from the stock plant and by the rooting conditions. In turn, the quality of the stock plant depends on age, the propagation method, pruning and growing conditions. All these factors therefore indirectly affect the rootability of cuttings.

In this project, the effect of climatic conditions during the growth of the stock plants on the rooting of cuttings was studied. Also investigated were the effects of the time the cuttings were taken and the type of the cuttings. The experimental species were *Corylus maxima* 'Purpurea', *Betula pendula* 'Purpurea', *Malus* 'M 9', *Malus floribunda*, *Pinus mugo* 'Gnom', *Pinus mugo* 'Mops', *Robinia pseudoacacia* 'Frisia', *Quercus robur* 'Beta', and *Quercus robur* 'Gamma'.

From preliminary research and from a perusal of the literature it was concluded that growing the stock plants in a greenhouse improved the rootability of the cuttings. Therefore all the stock plants used in this research were greenhouse-grown. The following factors were studied to ascertain their effect on rootability: day length, light intensity, cold storage of stock plants, time of taking the cuttings, and type of cutting. The correlations between various characteristics and rootability were ascertained, in an attempt to be able to predict rooting success.

The influence of the day length on rooting was studied in *Quercus robur*, *Corylus maxima* 'Purpurea', *Pinus mugo* and *Betula pendula*. Short day treatments sometimes improved rooting (*Quercus* and *Betula*). When applied during the growth of stock plants of *Betula* and *Quercus* they reduced the number of cuttings. The effects of day length seemed to be modified by the time the cuttings were taken. At later stages during the growing season the short day treatment seemed to have a minor effect. Sometimes a short day treatment later in the season reduced the rooting capacity.

The effects of light intensity were studied in *Quercus*, *Betula*, *Pinus mugo*, *Malus* and *Corylus*. Screens were used to achieve different light intensities. The effects of light intensity were found to vary among species. In *Malus* the rooting percentages were enhanced by screening, in *Betula* they were reduced. In *Corylus*, rooting was only reduced at heavy screening (90 % light reduction). The effects of screening in *Quercus* and *Pinus* were unclear. Though screening may promote rooting, it affects the plant's habitus and photosynthesis. It is difficult to determine the balance, which is affected by the species, the other climate conditions during stock plant growth and also the rooting conditions.

No final conclusions could be drawn about the optimal period for taking the cuttings. The developmental stage of the shoot is more important than the time. This stage cannot be defined easily in terms of shoot length or firmness because these are affected by other factors such as light intensity.

In general, the rooting is reduced with increasing firmness of the lower part of the cutting. This was found in *Malus* 'M 9' (clone 337), *Robinia pseudoacacia* 'Frisia' and *Quercus robur*. Therefore, cuttings of these species have to be taken early in the development of the shoot. In *Malus floribunda*, firmer cuttings root better. The optimal period for taking cuttings of *Corylus maxima* 'Purpurea' is late in the shoot development, when the auxiliary buds are sufficiently developed to produce viable rooted cuttings.

The possible relation between morphological characteristics at the moment of taking the cuttings and the rootability of these cuttings was studied in *Quercus robur*. No single morphological feature was found to have a strong relation with rootability. Similar results were obtained in other species. Combinations of various characteristics did correlate well with rootability, however.

In general, the rooting results in species that are difficult to root species depend greatly on the stock plants. A good stock plant is young, possibly propagated by tissue culture and has been grown in a greenhouse. Specific treatments, such as long day, merely modify the rooting. These treatments are too laborious and too expensive for application in practice. The efficacy of screening depends on the species and is influenced by the climate outdoors. A complete view on the combined action of all climatic factors can only be obtained by monitoring stock plants and cuttings under controlled conditions. This is not a realistic option, given the vast number of species. Furthermore, only minor effects can be expected.

Well rooted cuttings can only be obtained if all conditions are optimal. If their internal quality could be analysed, the effect of specific factors could be evaluated. Unfortunately, there are not many methods currently available to do this.

Based on the results for *Quercus* it can be concluded that the genetic background of the various species and cultivars has a major effect on the rooting results. Factors that promote rooting in one cultivar seem to have no effect in other cultivars. However, the cause of recalcitrance in general is not known. In practice, some cultivars do not root at all, or root only poorly, in spite of various treatments.

Some rooting results did not correlate with climatological conditions of the stock plants in the period of shoot growth or at the moment of taking the cuttings. This might be due to differences in fertilisation or in the humidity level of the stock plants.

1 INLEIDING

1.1 ALGEMEEN

Het belang van stekken als vermeerderingsmethode binnen de boomkwekerij neemt toe. Dit is een gevolg van de verbeterde stekresultaten. Een van de oorzaken waarom stekresultaten in de loop van de tijd beter zijn geworden, is dat er steeds meer kennis is over de effecten van moerplanten op de beworteling. Door moerplanten in kassen of tunnels aan te trekken of geheel in kassen te telen kan de beworteling van stek duidelijk worden verbeterd. Dit geldt vooral voor gewassen waarbij de beworteling normaal moeizaam verloopt. Daarnaast is duidelijk geworden dat het vermogen van stekken om te kunnen bewortelen sterk afhangt van de mate waarin de moerplanten juveniel zijn of nog juveniele delen bezitten. Het gebruik van weefselkweek, waardoor moerplanten kunnen worden gerejuveneerd, heeft geleid tot betere bewortelingsresultaten bij gewassen waarin de beworteling voorheen matig of slecht was. Wel is gebleken dat de betere beworteling van weefselkweek moerplanten tijdelijk is. Bij het ouder worden van de moerplanten verdwijnt deze gunstige eigenschap. Bij het ene gewas gaat dit sneller dan bij het andere gewas.

In het algemeen zijn de stekresultaten van jonge moerplanten beter dan die van oudere moerplanten. Jonge moerplanten bevinden zich in een meer juveniel groeistadium. Tevens zijn er aanwijzingen dat ook de bemesting en vochtvoorziening van moerplanten effect heeft op de beworteling. Te hoge bemestingsniveaus van de moerplanten hebben een negatieve invloed op de beworteling.

1.2. DOEL VAN DIT ONDERZOEK

Zoals uit de algemene inleiding al is gebleken, is er de nodige kennis over de invloed van de moerplant op het stekresultaat. Helaas is de kennis echter nogal versnipperd. Van specifieke boomkwekerijgewassen is vaak weinig bekend. Dit project had tot doel om de kennis van moerplanteffecten bij de beworteling van boomkwekerijgewassen te vergroten. Daarbij is gekozen voor een duidelijk afgebakend onderzoeksterrein. Het onderzoek heeft zich beperkt tot:

1. De effecten van het klimaat tijdens de opkweek van de moerplanten op het bewortelingsresultaat
2. De effecten van het stektijdstip en de hardheid van het stek op de beworteling.
3. De invloed van het stektype op de beworteling

Een vierde doel van dit project was om na te gaan in hoeverre bepaalde kenmerken die de stekken bezitten op het moment van knippen een relatie hebben met de bewortelingscapaciteit van deze stekken. Kenmerken die sterke relaties hebben met beworteling zouden kunnen dienen als kwaliteitskenmerk voor de bewortelbaarheid van stekken. Aan de andere kant kunnen deze kenmerken worden gebruikt als vroege toets bij het onderzoek naar effecten van teeltmaatregelen van moerplanten op de kwaliteit en bewortelbaarheid van stek.

1.3. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Er is juist voor de factoren klimaat, stektijdstip en stektype gekozen omdat de verwachting was dat ze grote effecten op de beworteling kunnen hebben. Er is geen vergelijking gemaakt tussen stek afkomstig uit de kas ten opzichte van stek van buiten omdat uit literatuur en voorgaand onderzoek reeds voldoende duidelijk was dat door de teelt van moerplanten in de kas de beworteling van moeilijk bewortelbare gewassen sterk kon worden verbeterd. Hetzelfde geldt voor de overduidelijke effecten van juveniliteit (leeftijd) en het gebruik van weefselkweek moerplanten die in eerdere projecten reeds zijn aangetoond. Hiervan is een voorbeeld in tabel 1 te zien.

Tabel 1.

Bewortelingspercentages van *Betula pendula* 'Purpurea' stek afkomstig van moerplanten (in pot) van verschillende herkomsten (weefselkweek of stek) en leeftijden opgekweekt in de kas of buiten

	in de kas	buiten
weefselkweek 1,5 jaar	51	4
weefselkweek 2,5 jaar	17	0
weefselkweek 3,5 jaar	13	0
gestekt 1,8 jaar	22	0
gestekt 2,8 jaar	9	0

Bron: Verhoeven, P.A.W., De Boomkwekerij 2 (17) 32-33

Een ander voordeel van de opkweek van moerplanten in de kas is dat vroeger in het seizoen kan worden gestekt zodat er hetzelfde seizoen nog knoppen uitlopen en groei plaatsvindt waardoor de stekken gemakkelijker overwinteren.

Zoals reeds is vermeld, richtte dit project zich uitsluitend op de effecten van het klimaat tijdens de opkweek van moerplanten op de beworteling van stek afkomstig van deze moerplanten. Daartoe zijn de stekken in dit project dan ook zo veel mogelijk onder standaard condities beworteld. Slechts als aan deze voorwaarde is voldaan, dan kan er een duidelijke conclusie worden getrokken over de moerplanteffecten. In andere gevallen is het effect van moerplantbehandelingen niet te scheiden van effecten van het klimaat en overige omstandigheden tijdens de beworteling. Omdat het klimaat in opeenvolgende jaren niet hetzelfde is, zijn de proeven gedurende een aantal opeenvolgende seizoenen uitgevoerd. In het onderzoek is gekozen voor het gebruik van een beperkt aantal toetsgewassen. Hiervoor zijn de volgende redenen aan te geven:

- Het aantal boomkwekerijgewassen waarbij grote effecten van de moerplant op de beworteling worden verwacht, is te groot om alle gewassen tegelijk te kunnen onderzoeken.
- Om duidelijke conclusies te kunnen trekken moesten de experimenten gedurende meerdere achtereenvolgende jaren worden herhaald. Daarbij is telkens gebruik gemaakt van dezelfde moerplanten om ongewenste effecten van moerplant herkomst en/of opkweekeffecten te voorkomen.
- Voor onderzoek naar effecten van moerplanten op de bewortelbaarheid van stek is relatief veel kasruimte nodig voor de moerplanten. De beschikbare kasruimte is beperkt.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van de gewassen *Betula pendula* 'Purpurea', *Corylus maxima* 'Purpurea', *Malus floribunda*, *Malus* 'M 9', *Robinia pseudoacacia* 'Frisia', *Pinus mugo* 'Gnom', *Pinus mugo* 'Mops', *Quercus robur* 'Beta' en *Quercus robur* 'Gamma'. Bij de keuze van de gewassen hebben enkele overwegingen een rol gespeeld. In de eerste plaats is de keuze gebaseerd op de verwachting dat bij deze gewassen een gecontroleerde opkweek van de moederplanten perspectief biedt voor een verbeterde beworteling. Deze verwachtingen zijn grotendeels gebaseerd op ervaringen uit eerder onderzoek en de literatuur. Een tweede overweging is de mate van wortelbaarheid van de gewassen. In principe zijn alle gekozen gewassen niet al te gemakkelijk te bewortelen. Wel is er een zekere gradatie in moeilijkheidsgraad van *Betula* en *Corylus* waarbij beworteling onder goede omstandigheden wel mogelijk is tot *Pinus* en *Quercus* welke gewassen als zeer moeilijk bewortelbaar bekend staan.

1.3.1 Algemene opkweekcondities van de moederplanten

Binnen dit project zijn moederplanten gebruikt die, tenzij anders vermeld, zijn opgekweekt in potten in kassen. Om de moederplanten niet al te zeer uit te putten zijn ze na het stekseizoen naar buiten of in koude tunnels gebracht. Daar hebben ze een natuurlijke koudeperiode gekregen.

Meestal zijn de moederplanten in de winterperiode uit de potten gehaald en opgekuild. In het voorjaar werden de moederplanten opgepot in een standaard bemeste potgrond. De grootte van de potten varieerde van 7,5-15 liter, afhankelijk van de grootte van de moederplanten. Vanaf februari werden de potten binnen gebracht. In een periode van vier weken werd de temperatuur opgevoerd naar minimaal 18°C 's nachts en 21°C overdag. De planten stonden tenzij anders vermeld onder een natuurlijke daglengte. Boven een instraling van 125 J/cm².u werd er geschermd met een 60% scherm. Als de scheutgroei goed op gang was gekomen, werden de moederplanten bijgemest met 2-3 g/l potgrond Osmocoat met een werkingsduur van 8-12 maanden. Water werd (indien nodig) dagelijks gegeven via druppelslangen. Van de moederplanten werd één of meerdere malen stek genomen. Vanaf augustus werden de planten weer naar buiten gebracht zodat ze af konden harden.

1.3.2 Algemene stekomstandigheden

De stekken werden beworteld in stekkassen onder waternevel, mist of plastic. de minimale nachttemperatuur in deze kassen bedroeg 18°C, de minimale dagtemperatuur 21°C. Bij een temperatuur van meer dan 25°C werd het kasdek gekoeld door middel van dakberegening. Boven een instraling van 125 J/cm².u werd er geschermd met een 60% scherm. Boven 175 J/cm².u ging een tweede scherm dicht waardoor in totaal 76% van het zonlicht werd weggeschermd. De stekken werden weggestoken in 48 gaats multitrays. Indien de stekken erg veel blad hadden werden 24 in plaats van 48 gaten benut. In principe is van de stekken geen blad ingenomen. Alleen de bladeren van *Corylus* waren zo groot dat zij wel moesten worden ingenomen. De trays stonden op een 8 cm steenwol laag met een waterniveau van 1 cm. In de stekkassen werd CO₂ gedoseerd tot een concentratie van 800 mg/l. In de nevelkas werd gedurende 3 seconden geneveld met een maximale interval tijd van 30 minuten beneden een instraling van 125 J/cm².u en 10 minuten boven een instraling van 125 J/cm².u. In de mistkas werd beneden een RV van 90% gedurende 5 seconden mist in de kas gebracht via een MacPenny miststelsel. Na 6-10 weken werden de stekken beoordeeld. Van de stekken werd het percentage beworteling bepaald, het percentage rotte en gecalde stekken en het gemiddelde aantal wortels per bewortelde stek.

1.3.3 Verwerking van de gegevens

In dit project zijn de meeste proeven uitgevoerd in orthogonale (split-plot) proefschemas met 2-4 factoren in 2-4 herhalingen. Deze proeven zijn verwerkt met behulp van variantie-analyse al dan niet na transformatie van de gegevens. Verschillen tussen behandelingen zijn weergegeven met behulp van LSD toetsen ($p=0.05$)

2 EFFECT VAN DAGLENGTE OP DE BEWORTELING

2.1 INLEIDING

Planten reageren vaak sterk op de daglengte. De daglengte bepaalt het al dan niet bloeien en/of het in rust gaan. Beide zaken hebben effect op de groei en de fysiologie van de scheuten. Uit de literatuur over effecten van daglengte op de beworteling blijkt dat lange dag behandelingen van de moerplanten de beworteling kan bevorderen (Moe 1988, Welander 1995). In ons onderzoek is het effect van de daglengte op de beworteling van *Betula*, *Corylus*, *Pinus* en *Quercus* nagegaan.

Bij het onderzoek naar daglengte-effecten is het van belang dat effecten van daglengte strikt worden gescheiden van effecten veroorzaakt door verschil in lichthoeveelheden die de planten in een etmaal ontvangen. Daarom zijn de daglengte-verschillen aangebracht door schermen in combinatie met bijbelichting door middel van gloeilampen. Hierdoor zijn de totale hoeveelheden licht die de planten kregen bij de verschillende daglengte behandelingen vrijwel gelijk. Dit is in tegenstelling tot vorige projecten waarbij verschillen in daglengte werden verkregen door middel van bijbelichting met SON-T lampen waardoor ook de totale hoeveelheid licht per etmaal toenam.

2.2 *CORYLUS MAXIMA* 'PURPUREA'

In een voorgaand project is de invloed van daglengte, lichtintensiteit en etioleren onderzocht op de bewortelbaarheid van stekken van moerplanten van *Corylus maxima* 'Purpurea'. In opeenvolgende jaren verschilden de resultaten nogal. Dit kan zijn veroorzaakt door verschillen in lichtintensiteit in de opeenvolgende jaren en/of door het verschil in uitgangsmateriaal. In 1991 en 1992 is daarom nogmaals het effect van de daglengte op de bewortelbaarheid van moerplanten van dit gewas onderzocht. Een totaal overzicht van de bewortelingspercentages van beide projecten staat vermeld in tabel 2.

Tabel 2

Effect van de daglengte op het percentage beworteling van *Corylus maxima* 'Purpurea' gedurende vijf jaar.

jaar	daglengte behandeling			
	ND	KD	LD16	LD24
1987		75	96	94
1988	17	32	50	
1990	54	50	39	58
1991	92	86	90	86
1992		77	76	
gemiddeld		64	70	

* In 1987, 1988 en 1990 is dagverlenging verkregen door SON-T lampen waardoor ook de totale lichthoeveelheid per etmaal toenam.

** Niet elk jaar zijn alle behandelingen uitgevoerd.

Als uiteindelijke conclusie uit deze reeks van experimenten kan worden gesteld dat de daglengte waaronder de moerplanten worden opgekweekt geen of slechts een geringe invloed heeft op het bewortelingsvermogen van de stekken. De op het oog betere bewortelingsresultaten bij LD in 1987 en 1988 lijken meer een gevolg van meer licht dan van daglengte. In de laatste twee jaar waarin de lichthoeveelheden vergelijkbaar zijn is geen significant daglengte-effect aanwezig. Ook was er geen daglengte effect op het uitlopen van de ogen na de beworteling en op het gemiddelde aantal wortels per bewortelde stek. Het uitlopen is een maat voor de kwaliteit van het stek want alleen de stekken die reeds voor de winter een schot hebben gemaakt hebben geen problemen met de overwintering. Ook het aantal wortels is een kwaliteitskenmerk want over het algemeen is er een betere groei naarmate het aantal geïnitieerde wortels toeneemt (Kunneman 1991, Denissen 1995). De mindere beworteling in 1988 en 1990 lijkt een gevolg te zijn van een mindere kwaliteit moerplanten. In deze jaren zijn oudere (3 of 4 jaar) moerplanten gebruikt. De invloed van klimaatsverschillen tussen de jaren zowel tijdens de groei van de moerplanten als tijdens de bewortelingsperiode is echter niet uit te sluiten.

2.3 **BETULA PENDULA 'PURPUREA'**

Evenals *Corylus* is in een eerder project ook *Betula* als toetsgewas gebruikt voor onderzoek naar effecten van daglengte, lichtintensiteit en etioleren op de stekbaarheid van moerplanten. In dat project ging het om *Betula utilis* 'Doorenbos'. Lange dag (met SOT-T belichting) gaf bij dit gewas een lichte verbetering van de bewortelbaarheid. (Marczynski en Joustra 1993).

In dit project is de invloed van daglengte op de stekbaarheid van moerplanten van *Betula pendula* 'Purpurea' onderzocht. Daarbij is uitgegaan van moerplanten van enkele jaren oud die via weefselkweek zijn vermeerderd. Er zijn twee proeven gedaan, in 1991 en in 1992. In beide jaren werd in principe twee maal van de moerplanten gestekt. Een deel van de stekken is beworteld bij een verhoogde CO₂ concentratie (minimaal 800 mg/l).

In 1991 kon van de moerplanten onder korte dag condities geen tweede keer stek worden genomen omdat de hergroei van deze planten gering was. Het effect van de daglengte op het bewortelingspercentage was beperkt. Toedienen van CO₂ aan de stekken verhoogde in 1991 het bewortelingspercentage sterker dan de daglengtebehandelingen van de moerplanten (tabel 3a).

Een kortedag behandeling van de moerplanten had wel een sterk positief effect op het aantal wortels dat werd gevormd (tabel 3b).

Het vers- en drooggewicht van de stekken op het moment van stekname was op beide stektijdstippen vergelijkbaar. Indien naar de groei van de stekken tijdens de bewortelingsperiode werd gekeken (toename in versgewicht) dan bleek dat deze in de eerste serie (april) het sterkst was bij stekken afkomstig uit KD (tabel 3c). In eerder onderzoek, ook met weefselkweek planten, is reeds naar voren gekomen dat er een sterk positieve relatie is tussen de groei in de eerste weken en het aantal wortels.

Tabel 3

Effect van steektijdstip, daglengte en CO₂ op het bewortelingspercentage (a), aantal wortels (b) en toename van het versgewicht (c) van *Betula pendula* 'Purpurea' in 1991 (met CO₂ (CO₂) of zonder CO₂ (K))

Bewortelingspercentage

Stekdatum	daglengte							
	ND		KD 8 uur		LD 16 uur		LD 24 uur	
	K	CO ₂	K	CO ₂	K	CO ₂	K	CO ₂
23 april	56	91	82	97	78	91	62	89
15 juni	58	71	-	-	67	72	70	81

Gemiddeld aantal wortels per bewortelde stek

stekdatum	daglengte							
	ND		KD 8 uur		LD 16 uur		LD 24 uur	
	K	CO ₂	K	CO ₂	K	CO ₂	K	CO ₂
23 april	5,2	7,8	9,6	10,4	5,2	7,2	5,8	6,5
15 juni	3,0	5,0	-	-	7,0	6,9	5,5	7,8

Toename versgewicht (in grammen) per stek

stekdatum	daglengte							
	ND		KD 8 uur		LD 16 uur		LD 24 uur	
	K	CO ₂	K	CO ₂	K	CO ₂	K	CO ₂
23 april	0,9	2,1	1,4	2,5	0,9	1,8	0,6	2,0
15 juni	0,4	1,1	-	-	0,5	0,6	0,2	1,5

In 1992 is een vergelijkbaar experiment uitgevoerd maar nu alleen bij KD en LD en er is gestekt op drie tijdstippen. Ook in dat jaar is het effect van daglengte op o.a. bewortelingspercentage, aantal wortels en toename van het versgewicht onderzocht (tabel 4).

Ook in 1992 was er een klein positief effect van KD op het bewortelingspercentage en een sterker effect op het aantal wortels en de groei van de stekken tijdens de bewortelingsperiode.

Tabel 4
Effect van daglengte op bewortelingspercentage, aantal wortels en toename van het versgewicht van *Betula pendula* 'Purpurea' (gemiddelde waarden van drie stektijdstoppen)

	LD	KD
bewortelingspercentage	43	53
aantal wortels	3,08	3,97
toename versgewicht (g)	0,30	0,50

In dit experiment was gebruik gemaakt van dezelfde moerplanten als in 1991. De gemiddeld slechtere beworteling in vergelijking met het voorgaande jaar kan hiervan een gevolg zijn (zie effect leeftijd moerplanten in tabel 1).

Bij *Betula pendula* 'Purpurea' blijkt dat een kortedag behandeling van de moerplanten zowel een kleine verbetering geeft van het bewortelingspercentage als een sterke toename van het aantal wortels en de groei en ontwikkeling van de stekken. De effecten worden echter beïnvloed door oogsttijdstop en CO₂ toediening aan de stekken. Bij een later oogsttijdstop is de beworteling minder en zijn de effecten van CO₂ toediening geringer. Beide verschijnselen kunnen te maken hebben met de gewijzigde klimaatomstandigheden waaronder de stekken bewortelen. De gemiddelde temperatuur is hoger waardoor de stekresultaten negatief kunnen worden beïnvloed. Deze hogere temperatuur leidt ook tot hogere "natuurlijke" CO₂ concentraties in de kas waardoor de verschillen tussen geen extra CO₂ toedienen en CO₂ dosering geringer worden. Ook de ouderdom van de moerplanten lijkt een rol te spelen bij het uiteindelijke effect van de moerplantbehandelingen op de beworteling.

2.4 QUERCUS ROBUR

Ook bij dit gewas is gedurende enkele jaren de invloed van de daglengte op de bewortelbaarheid van de stekken onderzocht. In een voorgaand project aan het eind van de tachtiger jaren is de invloed nagegaan van de daglengte op moerplanten van *Quercus robur* op de stekproductie en stekresultaten. Dit betrof twee- tot driejarige zaailingen. De beworteling bij ND, KD en LD bleek niet veel te verschillen (tabel 5). LD was verkregen door bij te belichten met SON-T lampen waardoor de totale lichthoeveelheid bij deze behandeling veel hoger was dan bij de korte dag behandeling.

Tabel 5

Samengevatte bewortelingsresultaten van *Quercus robur* proeven in 1987, 1988, 1991 en 1992. Bewortelingspercentages gedurende de vier proeven en gemiddelde bewortelingspercentage van KD en LD

	daglengte			
	jaar	KD	ND	LD
<i>Quercus robur</i>	1987	40	40	44
	1988	48	42	55
<i>Quercus robur</i> 'Gamma'	1991	52	27	39
	1992	68	-	56
Gemiddeld		52		49

1987 tweejarige zaailingen

1988 driejarige zaailingen (zelfde planten als in 1987) topstekken

1991 en 1992 drie- resp. vierjarige enten *Quercus robur* 'Gamma'

1987 en 1988 0.4 % Jiffy grow

1991 en 1992 0.5 % IBZ

In dit project zijn in 1991 en 1992 twee klonen gebruikt, 'Beta' en 'Gamma'. De lichthoeveelheid die de stekken per etmaal ontvingen bij KD en LD was gelijk. De beworteling van 'Beta' bleek echter zo slecht te zijn (geen behandelingen boven 5 % beworteling) dat in het verdere onderzoek deze kloon niet meer is gebruikt. Bij *Quercus robur* 'Gamma' bleek een korte dag een lichte verbetering van het bewortelingspercentage op te leveren (tabel 5). Over het gemiddelde aantal wortels per stek is bij *Quercus robur* geen duidelijke uitspraak te doen omdat het aantal nogal variabel is en het gemiddelde aantal wortels erg laag ligt (1-5). Evenals bij andere gewassen ging ook bij *Quercus robur* een korte dag behandeling gepaard met een sterke reductie van het aantal stekken dat kon worden geoogst.

Uit de resultaten van de verschillende proeven blijkt dat de verschillen in bewortelbaarheid niet zo groot te zijn. In 1991 en 1992 waren verschillen tussen korte en lange dag behandelingen van moerplanten wel significant maar de grootste invloed op de beworteling had het stektijdstip. In hoofdstuk 4 zal hierop worden teruggekomen. De stekresultaten onder natuurlijke daglengte zijn wat daglengte betreft weer niet vergelijkbaar met de KD en LD behandelingen omdat bij deze behandeling de totale lichthoeveelheid die de moerplanten ontvingen, niet gelijk was met die van de andere twee behandelingen. Hetzelfde geldt voor de LD behandelingen in 1987 en 1988. De eindconclusie is dan ook dat als er dan enig effect is van de daglengte, dit een klein positief effect van een KD behandeling is.

2.5 PINUS MUGO

Ook bij het gewas *Pinus mugo* is aan het eind van de jaren tachtig nagegaan in hoeverre de bewortelingsresultaten door middel van moerplantbehandelingen konden worden verbeterd. Tabel 6 geeft de bewortelingspercentages van twee partijen *Pinus mugo* (driejarige zaailingen), *Pinus mugo* 'Mops' en *Pinus pumila* 'Glauca' (driejarige enten) in 1989.

Tabel 6

Invloed van daglengte op het bewortelingspercentage van *Pinus mugo*. Per regel zijn getallen die door een verschillende letter worden gevolgd significant verschillend ($p > 0,05$)

	daglengte		
	ND	LD	KD
<i>Pinus mugo</i>	50 ab	59 b	21 a
<i>Pinus mugo</i>	70 a	93 b	70 a
<i>Pinus mugo</i> 'Mops'	4 a	43 b	28 b
<i>Pinus pumila</i> 'Glauca'	11 a	15 a	5 a

Uit dit experiment bleek dat de beworteling van twee partijen *Pinus mugo* bij een moerplantbehandeling met LD beter was dan een met KD (LD wederom verkregen met SON-T lampen). Bij de twee cultivars was er geen verschil in bewortelingspercentage tussen KD en LD. De bewortelingspercentages van de cultivars waren ook veel lager dan van de soort (minder juveniel)

2.6 CONCLUSIES

In de literatuur worden nogal eens positieve effecten gevonden van lange dag behandelingen van moerplanten op de beworteling van stekken (Moe 1988). Helaas verschilden bij een aantal experimenten (Marczynski en Joustra 1993, Welander 1995) de totale hoeveelheden licht tussen de daglengte behandelingen zodat niet is na te gaan of effecten zijn veroorzaakt door de daglengte en/of door de lichthoeveelheid. Over effecten van lange dag behandelingen op de bewortelbaarheid zijn dus vaak geen duidelijke conclusies te trekken. Wel wordt in de literatuur een positief effect van lange dag op de scheutgroei verondersteld en daardoor het aantal stekken dat wordt gevormd (Witaszek 1989).

Uit onze experimenten blijkt dat LD geen positief effect had op de beworteling van *Corylus*. Bij *Betula* was de beworteling van stekken beter als de moerplanten in korte dag werden opgekweekt. Vooral het aantal wortels en de toename van versgewicht en drooggewicht was groter bij stekken afkomstig van moerplanten uit een korte dag. De extra groei wordt mogelijk veroorzaakt doordat tijdens de korte dag periode de scheutgroei is afgeremd. In principe (bij dezelfde dagelijkse hoeveelheid licht) kan de hoeveelheid assimilaten in de stekken dan toenemen zodat ze tijdens de bewortelingsperiode minder snel uitgeput raken. Ook bij *Quercus* lijkt een KD behandeling van de moerplanten iets gunstiger. Het enige gewas waarbij LD gunstiger was (met extra licht) was *Pinus mugo*. Voor alle gewassen behalve *Pinus mugo* geldt dat de vegetatieve groei van de moerplanten onder korte dag condities was geremd zodat de totale hoeveelheid stek van KD moerplanten geringer was. Dat dit bij *Pinus mugo* niet zo is, kan worden veroorzaakt doordat het uitlopen van de knoppen bij dit gewas puur op reserves berust. Bladhoudende gewassen kunnen aan het einde van de winterperiode meer reserves bevatten omdat gedurende de gehele winter assimilatie mogelijk is.

Het negatieve effect van KD op de beschikbare hoeveelheid stekken komt vooral later in het seizoen tot uiting bij een tweede schot.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat er bij de onderzochte gewassen te weinig positieve effecten zijn van specifieke korte en lange dag behandelingen die toepassing in de praktijk rechtvaardigen gezien de hoge kosten die dergelijke specifieke behandelingen met zich meebrengen. De natuurlijke daglengte in deze stekperiode (grotendeels vergelijkbaar met lange dag) leidt tot stekresultaten die niet sterk verschillen met die van specifieke daglengtebehandelingen. De algemene veronderstelling dat een KD behandeling de bewortelbaarheid vermindert is onjuist.

3 LICHTINTENSITEIT

3.1 INLEIDING

Heeft de daglengte bij planten veelal een morfogenetisch effect, de lichtintensiteit is vooral van belang voor de hoogte van de fotosynthese. Daarom wordt de opbouw van reserve stoffen en de groei sterk door de lichtintensiteit bepaald. Van belang is dat lichtintensiteit altijd in verband moet worden gezien met de daglengte. De intensiteit samen met de duur van de belichting bepalen de totale hoeveelheid licht die een plant per etmaal ontvangt. Bij een korte dag van acht uur met een bepaalde lichtintensiteit krijgt een plant evenveel licht als bij een lange dag met de helft van de lichtintensiteit. In feite is vaak niet zozeer de lichtintensiteit van belang maar wel deze totale dagelijkse lichthoeveelheid. Daarbij is een lagere lichtintensiteit over meerdere uren van de dag veelal effectiever voor de netto fotosynthese dan een kortere periode met een hogere lichtintensiteit. Een voorbeeld van een grotere effectiviteit van een meer gespreide belichting op de beworteling van *Corylus avelana* 'Contorta' geeft tabel 7. Bij dezelfde lichthoeveelheden per dag is het resultaat indien de belichting over de gehele dag van 16 uur is gespreid beter dan wanneer de belichting wordt geconcentreerd in 8 uur waarna met gloeilampen de daglengte tot 16 uur wordt aangevuld.

Tabel 7

Invloed van de verdeling van de hoeveelheid licht (in $\mu\text{mol}/\text{cm}^2 \cdot \text{dag}$) over een lange dag periode op het percentage goed bewortelde stekken van *Corylus avelana* 'Contorta' (bij lichtverdeling over 8 uur zijn de planten ook nog 8 uur bijbelicht met gloeilampen).

Lichtverdeling over:	% goede stekken	lichthoeveelheid
8 uur	50	640
	31	480
	10	320
16 uur	60	640
	39	480
	26	320

Moe (1988) geeft een overzicht van de literatuur over positieve effecten van bijbelichten van moerplanten op de stekproductie. Ook Bertram et. al (1989), Hendrix and Ludolph (1990), Ganmore-Neumann and Hagiladi (1990) en Wang and Andersen (1988) melden dergelijke effecten. De effecten van een toenemende lichtintensiteit op de bewortelbaarheid kunnen zowel positief als negatief zijn (Moe and Andersen 1988). De resultaten van de verschillende onderzoeken zijn niet altijd even goed vergelijkbaar omdat niet altijd duidelijk is wat het werkelijke lichtniveau is geweest. Tevens liep de range waarbinnen is gewerkt nogal uiteen. Een positief effect van een toenemende lichtintensiteit op de bewortelbaarheid van *Corylus maxima* 'Purpurea' en *Betula utilis* 'Doorenbos' moerplanten wordt vermeld door Marczynski and Joustra (1993). Verschillen in belichtingsniveaus kunnen zowel worden verkregen door behandelingen extra bij te belichten als door extra te schermen. In ons onderzoek zijn vrijwel uitsluitend schermbehandelingen toegepast. Bijbelichten van moerplanten lijkt uit kostenoverwegingen voor de praktijk niet of nauwelijks haalbaar.

3.2 *CORYLUS MAXIMA* 'PURPUREA'

In twee experimenten in 1991 met *Corylus maxima* 'Purpurea' lijkt de lichthoeveelheid binnen vrij ruime grenzen te kunnen liggen voor een goede beworteling (zie tabel 8).

Tabel 8

Invloed van schermen (0, 30 en 60 %) van moederplanten op het bewortelingspercentage van *Corylus maxima* 'Purpurea'

lichthoeveelheid	bewortelingspercentage	
	proef 1	proef 2
100 %	98	84
70 %	82	89
40 %	86	86

Pas wanneer de lichthoeveelheid zeer klein wordt door bijvoorbeeld 90 % van het licht bij de moederplanten weg te schermen, dan vermindert de beworteling van *Corylus maxima* 'Purpurea' sterk (Marczynski en Joustra 1993). Ook leidt een kleinere hoeveelheid licht tot stekken die blijkbaar minder reservestoffen bezitten waardoor de uitloop van ogen wordt vertraagd. Hierdoor overwinterden deze stekken veel moeilijker.

3.3 *BETULA PENDULA* 'PURPUREA'

Bij dit gewas zijn moederplanten opgekweekt onder twee schermniveaus namelijk ongeschermd of een continu scherm van 60 %. Er is op drie tijdstippen van deze moederplanten gestekt. Schermen bleek een negatief effect te hebben op de bewortelbaarheid (tabel 9). Dit effect was sterker naarmate er eerder was gestekt, dus naarmate het gewas zachter was. (Met de schermbehandeling hardt het gewas langzamer af dus is op hetzelfde stektijdstip dan ook zachter). Als maat voor de hardheid van de stekken is in dit project het drogestofgehalte van gehele stekken op het moment van knippen bepaald en het drogestofgehalte van de onderste cm van de stekken. Op hetzelfde stektijdstip waren deze waarden van geschermden moederplanten dan ook lager. Er was in deze proef een sterke correlatie tussen zowel het drogestofpercentage van de stek als de stekbasis bij het inzetten en de bewortelbaarheid (Figuur 1). Het aantal wortels werd niet door het schermen van de moederplanten beïnvloed. Het stektijdstip had wel een grote invloed op het aantal wortels.

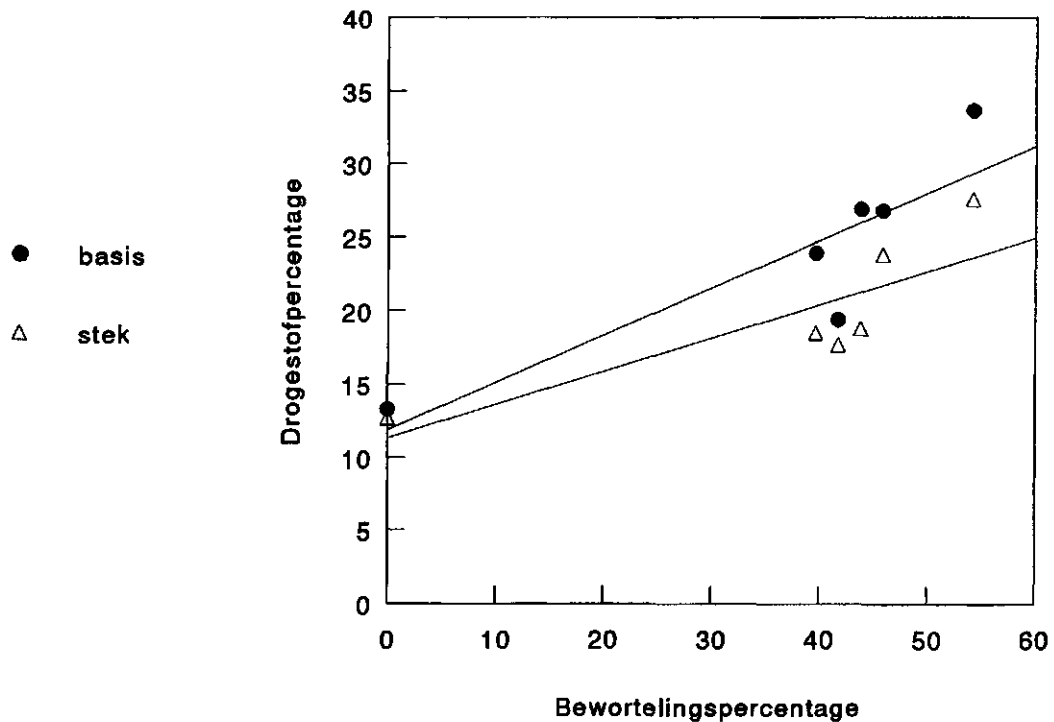
Tabel 9.
Invloed van schermen (60 % lichtreductie) en stektijdstip op het drogestofgehalte van stek en stekbasis, het bewortelingspercentage en het gemiddelde aantal wortels per bewortelde stek van *Betula pendula* 'Purpurea'.

behandeling		DS basis	DS stek	% bew.	aantal
ongeschermd	21 april	19,4	17,7	42	3,55
	12 mei	26,8	23,8	46	2,95
	31 mei	33,7	27,6	54	2,40
geschermd	21 april	13,3	12,7	0	3,95
	12 mei	23,9	18,5	40	3,95
	31 mei	26,9	18,8	44	2,53

Zowel tijdstip als schermniveau hebben een significant effect op de beworteling ($p < 0.001$) en het drooggewicht van de bewortelde stekken ($p < 0.007$ en $p < 0.001$)
 Het aantal wortels wordt alleen door het tijdstip bepaald ($p < 0.001$)

Figuur 1
Correlatie tussen drogestofpercentage (hardheid) van stekken (driehoek) en hardheid van stekbasis (rondje) en het bewortelingspercentage (correlatiecoëfficiënt DS basis - % beworteling 0.88)(correlatiecoëfficiënt DS stek - % beworteling 0.83)

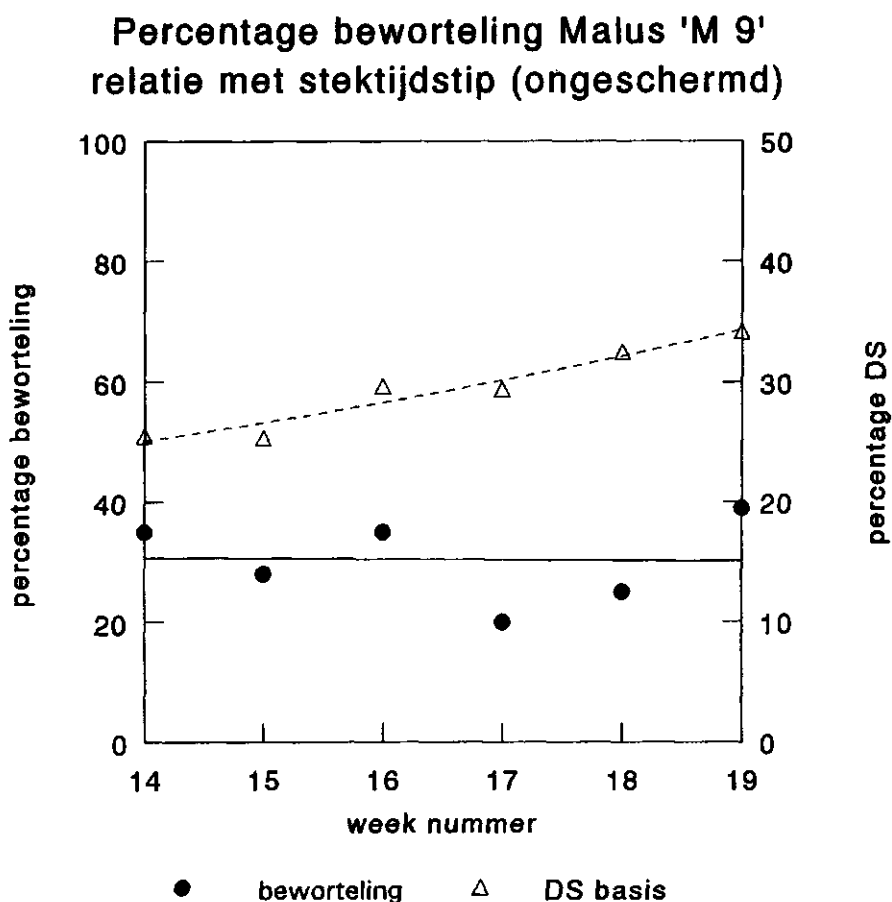
Correlatie stekhardheid en beworteling



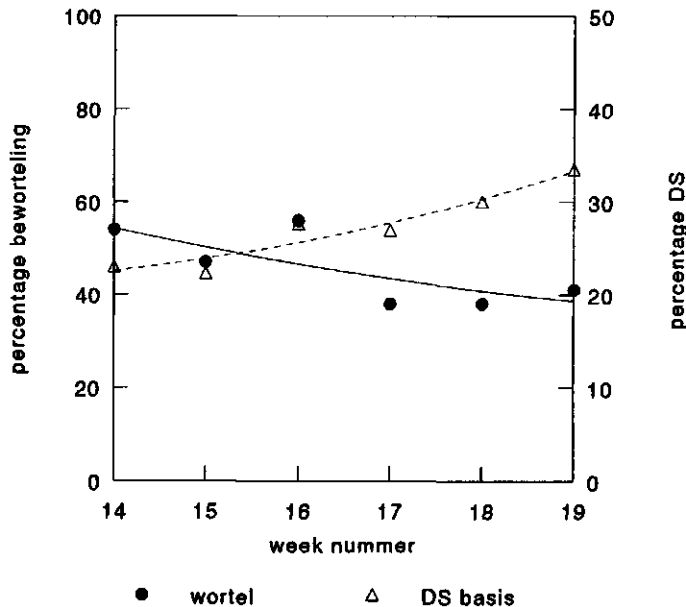
3.4 MALUS

In oriënterende proeven was gebleken dat stekken van *Malus* 'M 9' (kloon 337) beter bewortelde als de lichtintensiteit tijdens de bewortelingsperiode niet al te hoog was. Mogelijk is ook de lichtintensiteit waaronder de moerplanten groeien van belang. Van winterstekken van *Malus* is reeds bekend dat deze minder goed bewortelen indien zij in het volle zonlicht zijn gegroeid (Howard 1985?). In 1994 is nagegaan wat het effect is van continu 60 % van het invallende licht in de kas wegschermen bij de moerplanten. Van de geschermdde en ongeschermdde moerplanten werd op zes achtereenvolgende weken stek genomen. In Figuur 2a en 2b zijn de bewortelingspercentages en de percentages drogestof van de stekbasis op de achtereenvolgende stektijdstippen weergegeven.

Figuur 2
Involed van stektijdstip en schermen van moerplanten op het bewortelingspercentage van *Malus* 'M 9' (kloon 337) en relatie met de hardheid (drogestofpercentage) van de onderste cm van het stek (a. ongeschermd, b. geschermd)



Percentage beworteling *Malus* 'M 9'
relatie met stektijdstip (geschermd)

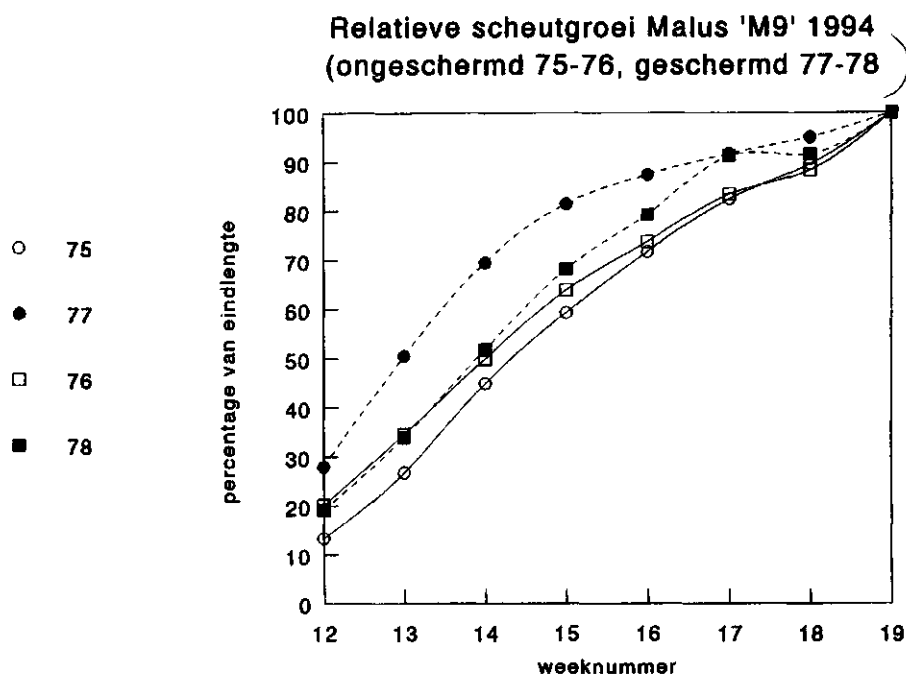


Op de eerste stektijdstippen was de beworteling van geschermdde planten duidelijk beter dan die van de ongeschermdde moerplanten. De afname in bewortelbaarheid in de tijd was groter voor de geschermdde moerplanten. De hardheid van de stekken afkomstig van geschermdde moerplanten was significant minder dan die van stekken van ongeschermdde moerplanten hoewel de verschillen klein waren. Naarmate het stektijdstip later werd werden de verschillen in hardheid minder. Het verschil in hardheid komt door een verschil in groei tussen de geschermdde- en ongeschermdde moerplanten.

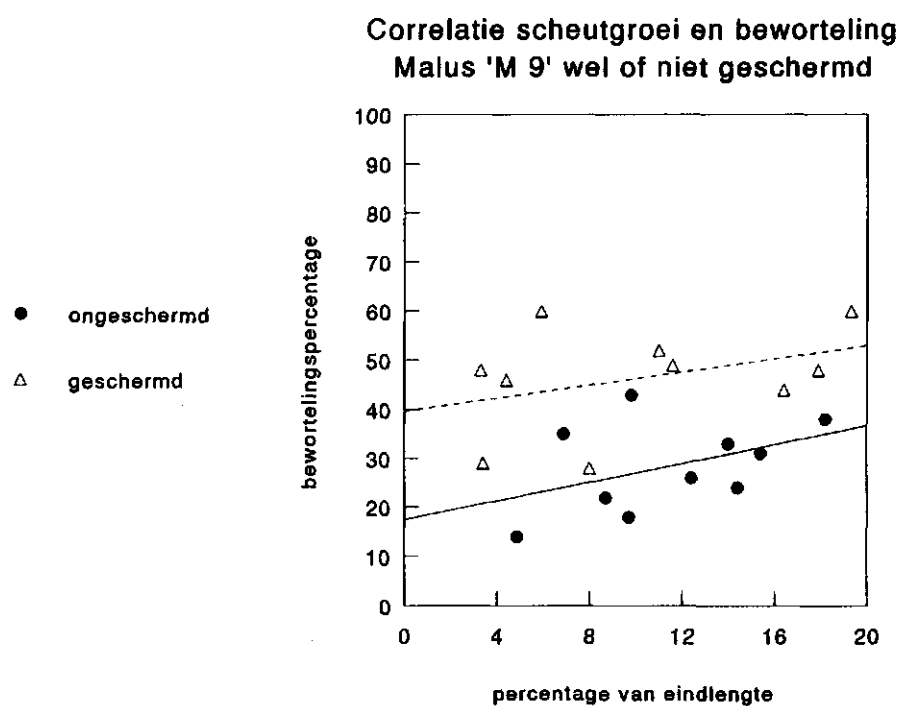
Bij *Malus* zou de stekbaarheid van moerplanten wel eens af kunnen hangen van de mate van scheutgroei voorafgaand aan het stektijdstip. Om na te gaan of dit in deze proef het geval was, is tijdens het uitlopen van de ogen van deze moerplanten van een aantal representatieve scheuten wekelijks de lengte gemeten. Bij de geschermdde planten groeiden de scheuten sneller dan bij de ongeschermdde planten. Daardoor was het niet mogelijk om een goede correlatie te berekenen tussen lengtegroei van de scheuten de week voorafgaand aan de stekname en het bewortelingspercentage. Ook de eindlengte van de geschermdde scheuten was groter. Om dit verschil in groeisnelheid te compenseren is de groei als percentage van de gemiddeld bereikte eindlengte van de scheuten berekend (Figuur 3). Wordt deze relatieve scheutgroei (van de laatste week voor stekname) uitgezet tegen het bewortelingspercentage (figuur 5) dan is er een licht positieve correlatie tussen groei en bewortelingspercentage. In voorgaande proeven (zie hoofdstuk 5) werd juist een negatieve correlatie gevonden. Een verklaring voor het verschil met andere proeven is dat in deze proef op het eerste stektijdstip (figuur 3, week 14) de gemiddelde scheutlengte al bijna de helft van de maximale scheutlengte had bereikt. De scheutgroei was dus al aan het afnemen terwijl in voorgaande jaren de groei op de eerste stektijdstippen nog niet op zijn maximum was. Hieruit zou de conclusie kunnen worden getrokken dat de beworteling optimaal is op het moment dat de groeisnelheid maximaal is. In deze

proef is er dus aan de late kant gestekt. Dit verklaart daarmee ook het niet al te hoge bewortelingspercentage.

Figuur 3
Relatieve scheutgroei (als percentage van bereikte eindlengte) van *Malus 'M 9'* (kloon 337) van geschermd (dichte figuren) en ongeschermd (open figuren).



Figuur 4
Correlatie tussen relatieve scheutgroei van *Malus 'M 9'* (kloon 337) en bewortelingspercentage bij geschermd en ongeschermd moerplanten.



3.5 QUERCUS ROBUR

Ook bij *Quercus robur* is de invloed van de lichtintensiteit waaronder moerplanten opgroeien op de bewortelbaarheid van de stekken onderzocht door de moerplanten te schermen. In 1993 en 1994 werden moerplanten in pot in de kas niet geschermd of continu geschermd (60 %). In beide jaren waren de bewortelingspercentages niet erg hoog en was het verloop van de beworteling van stekken van verschillende stektijdstoppen grillig. Daardoor kunnen er geen duidelijke uitspraken worden gedaan over het effect van het schermen op het bewortelingspercentage. Een samenvatting van de behaalde bewortelingsresultaten is vermeld in tabel 10. Wel was er in beide jaren een significant verschil in DS gehalte van de stekbasis op het moment van stekken tussen de twee schermbehandelingen (figuur 5a en 5b).

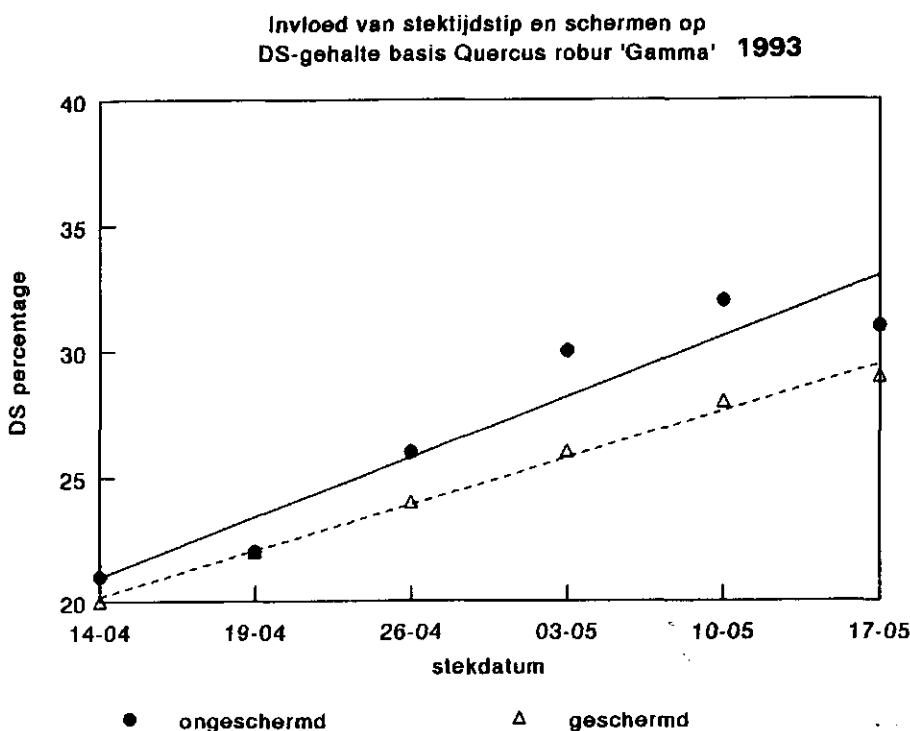
Tabel 10

Involed van schermen (60 %) op het percentage beworteling van *Quercus robur* 'Gamma' in twee experimenten. (In beide jaren geen betrouwbaar verschil tussen wel of niet schermen; P = 0.05.)

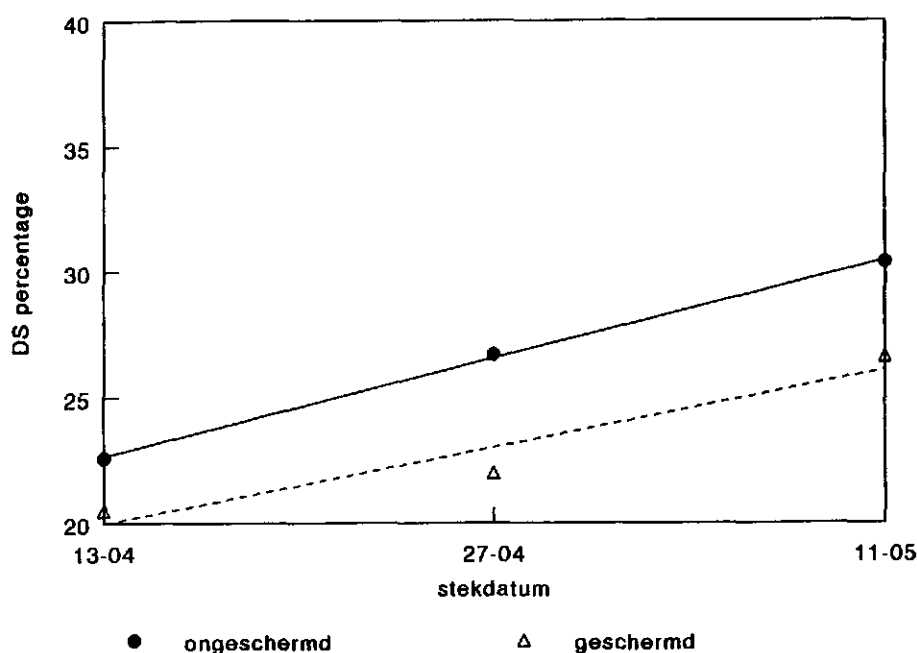
Jaar	behandeling	geschermd	ongeschermd
1993	tijdstop 1	22	15
	tijdstop 2	53	43
1994	stek uit top	17	14
	stek van basis	21	26

Figuur 5

Drogestofgehalte van de stekbasis van stekken op verschillende stektijdstoppen afkomstig van geschermd- en ongeschermd- moerplanten in 1993 (a) en 1994 (b)



Invloed van stektijdstip en schermen op
DS-gehalte basis *Quercus robur* 'Gamma' 1994



3.6 PINUS MUGO

In 1992 is een proef gedaan waarin geschermden en ongeschermden moederplanten van *Pinus mugo* 'Mops' en *Pinus mugo* 'Gnom' zijn gestekt. Er zijn op verschillende tijdstippen stekken genomen met en zonder hiel. *Pinus mugo* 'Mops' bewortelde voor maximaal 7 %, *Pinus mugo* 'Gnom' bewortelde in het geheel niet. een verklaring werd gezocht in het feit dat de moederplanten in de potten in de kas niet goed groeiden. In 1993 en 1994 is daarom uitgegaan van moederplanten die buiten stonden. In dit onderzoek naar de invloed van de daglengte en schermen op de beworteling van *Pinus mugo* 'Gnom' en *Pinus mugo* 'Mops' was de opkweek van de moederplanten niet optimaal zodat geen aanvullende resultaten meer beschikbaar kwamen.

3.7 CONCLUSIE

De hoeveelheid licht die de moederplanten per etmaal ontvangen, bepaalt in hoge mate de kwaliteit van het stek. Voldoende licht zorgt dat er voldoende reservestoffen in de stekbladeren worden opgebouwd zodat de stekken de stress periode tijdens de beworteling goed kunnen doorstaan. Teveel licht geeft echter ook slechte bewortelingsresultaten. Dit is mogelijk een gevolg van een hoger respiratieniveau van de stekken doordat het compensatiepunt voor de fotosynthese bij een hogere lichtintensiteit ligt.

Uit de literatuur blijkt dat het effect van licht zeer sterk soort- en zelfs cultivar-afhankelijk is zodat het moeilijk is aan te geven wat het optimale lichtniveau per cultivar is. Tevens is er vaak een interactie tussen de lichthoeveelheid waaronder de moederplanten zijn opgekweekt en de optimale lichthoeveelheid tijdens de beworteling (Moe 1988). Ook uit onze experimenten blijkt de soortafhankelijkheid.

Bij *Betula* leidde een lagere lichtintensiteit tot een slechtere beworteling. De stekken waren bij deze lichtintensiteit minder hard; ze hebben mogelijk te weinig reservestoffen kunnen opbouwen. Daardoor bleef ook de groei van de bewortelde stekken achter (minder drooggewicht). Bij *Corylus* was er binnen redelijke lichtniveaus geen duidelijk verschil in beworteling tussen stek van geschermd- en ongeschermd moerplanten. Alleen bij erg lage lichtintensiteiten (90 % schermen) was er een slechtere beworteling. Stekken van moerplanten van *Malus* bewortelden beter bij een lagere (60 % scherm) lichtintensiteit. Bij *Quercus robur* was het effect van de hoeveelheid licht onduidelijk en de beworteling van *Pinus mugo* was te slecht om duidelijke uitspraken te kunnen doen. De hardheidsmetingen correleren per proef vaak goed met de bewortelingsresultaten. De variatie in hardheid tussen de verschillende experimenten is echter te groot om deze metingen te kunnen gebruiken als een betrouwbaar kenmerk om de bewortelingscapaciteit van stekken vast te kunnen stellen.

4 EFFECT VAN HET STEKTIJDSTIP OP DE BEWORTELING

4.1 INLEIDING

Het kenmerk van zomerstekken is dat bij deze stekken blad aanwezig is. Voor bladverliezende heesters en bomen betekent dit dat de stekperiode beperkt is tot een gedeelte van het jaar (vanaf het einde van het voorjaar tot oktober). Het optimale stektijdstip is veelal moeilijk aan te geven omdat dit afhankelijk is van vele factoren. Vooral de klimaatomstandigheden waaronder het nieuwe schot wordt gevormd, bepalen in hoge mate het juiste stektijdstip. Bij coniferen waarbij de groei vrijwel het gehele jaar plaatsvindt kan in principe het gehele jaar door worden gestekt. Er zijn bij coniferen vaak optima en minima in stekresultaat gedurende het seizoen te vinden. Deze zijn niet altijd direct te verklaren door de klimaatomstandigheden waaronder de moederplanten zijn opgegroeid of het klimaat tijdens de beworteling (Bertrums 1994, Watkins en Witte 1988). Bij het bepalen van het juiste stektijdstip spelen onder andere ook snoei en vochtvoorziening van de moederplanten een rol. Over het algemeen valt de optimale stekperiode van bladverliezende gewassen vroeger in het seizoen dan die van bladhoudende gewassen. Bij vele gewassen zijn de beste stekresultaten te verkrijgen indien de scheuten nog niet al te zeer zijn afgerijpt. Bij stekken die vroeg in het seizoen worden gemaakt levert bovendien de overwintering minder problemen op. Bij andere gewassen echter is te vroeg stekken funest omdat de okselknoppen dan niet voldoende zijn ontwikkeld waardoor het uitlopen van nieuwe scheuten onmogelijk wordt. Naarmate zachtere stekken worden gemaakt zijn er minder reservestoffen voorradig en zijn de stekken dus gevoeliger voor langdurige niet optimale bewortelingscondities. Bij zachtere stekken zijn de stekomstandigheden dus extra belangrijk. Deze stekken drogen snel uit en zijn gevoelig voor verbranding. Indien moederplanten onder glas worden geteeld of worden aangetrokken in kassen of plastic tunnels dan wordt daarmee de groei van de scheuten sterk versneld en valt daardoor ook het optimale stektijdstip vroeger in het seizoen. Deze moederplanten kunnen veelal meerdere keren worden gestekt omdat weer snel nieuwe scheuten ontwikkelen.

4.2 *CORYLUS MAXIMA* 'PURPUREA'

In de bewortelingsproeven die met *Corylus maxima* 'Purpurea' zijn uitgevoerd, bleek dat de stekresultaten op verschillende stektijdstippen niet zo veel verschilden maar dat de hergroei van de stekken vaak tegenviel. Dit werd veroorzaakt doordat alle op het stek aanwezige okselknoppen tijdens en na de bewortelingsperiode waren afgestorven. Hiervoor zijn twee mogelijke oorzaken aan te geven. De okselknoppen zijn verdroogd tijdens de beworteling of ze waren op het moment van stekname nog niet voldoende ontwikkeld. Een aanwijzing dat het ontwikkelingsstadium een rol speelde was dat als er nog okselknoppen uitliepen dat dan vaak de onderste okselknoppen waren. Dit zijn de oudste knoppen op het stek en dus de verst ontwikkelde knoppen. In 1992 is daarom onderzocht of het aantal okselknoppen aan een stek (meer knoppen, meer kans op een goede knop) en het ontwikkelingsstadium van de okselknoppen (tijdstippen) van invloed was op het uitlopen van de stekken. Er is op drie tijdstippen in het seizoen gestekt. Er zijn vier typen stek gebruikt; a. topstekken met minimaal drie volgroeide bladeren, tussenstekken met b. twee of c. drie ogen waarvan het onderste stekblad is verwijderd en d. lidstek met slechts een blad. Het stektype had ook in deze proef geen invloed op het bewortelingspercentage. Wel nam in dit experiment het bewortelingspercentage toe indien later werd gestekt (van 72 naar 81%). Zowel het stektijdstip als het type stek bleken een grote invloed te hebben op het percentage bewortelde stekken waarbij een of meerdere ogen voor de winter uitliepen (tabel 11). Dit zijn de stekken waarbij tijdens de overwintering de minste problemen zijn.

Tabel 11

Invloed van type stek en stektijdstip op het percentage stekken dat nog voor de winter met een of meerdere ogen uitloopt.

a = topstekken met minimaal drie volgroeide bladeren

b = tussenstek met twee ogen

c = tussenstek met drie ogen

d = lidstek

Stektype	stektijdstip		
	06-04	27-04	20-05
a	12	37	66
b	35	62	77
c	32	69	69
d	30	49	84

De toename van het percentage hergroei bij een later stektijdstip wijst duidelijk op beter ontwikkelde okselknoppen. Ook de betere bewortelingsresultaten van lidstek en tussenstek wijzen hierop aangezien bij lidstek en tussenstek verder ontwikkelde ogen aanwezig zijn dan bij topstek. Tevens bleek dat als ogen van topstekken uitliepen, dit altijd het onderste, dus verst ontwikkelde oog was. Meerdere ogen aan een stek (stektype twee en drie) gaf geen verbetering van het uitlopen.

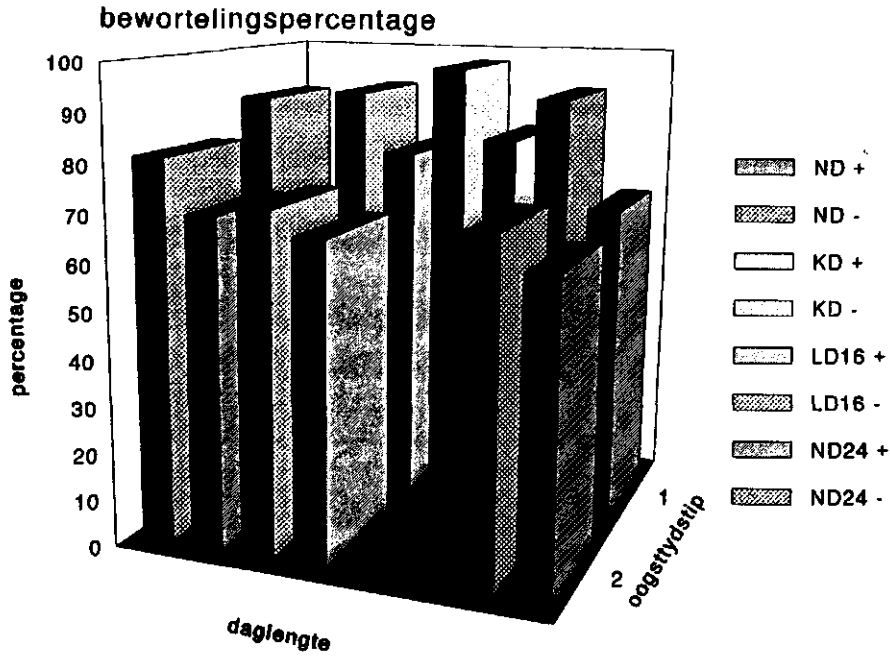
De conclusie uit dit onderzoek is dus dat bij dit gewas de beworteling van de verschillende stektypen vergelijkbaar was. In de praktijk is aan te bevelen om van moerplanten van *Corylus maxima* 'Purpurea' uit een kas of tunnel lidstek te nemen daar dit de grootste hoeveelheid stek oplevert. Dit stek kan nog voor de winter een schot vormen. Stek van buiten moet later worden gestekt om volgroeide okselknoppen te hebben en maakt daardoor voor de winter geen schot meer.

4.3 *BETULA PENDULA* 'PURPUREA'

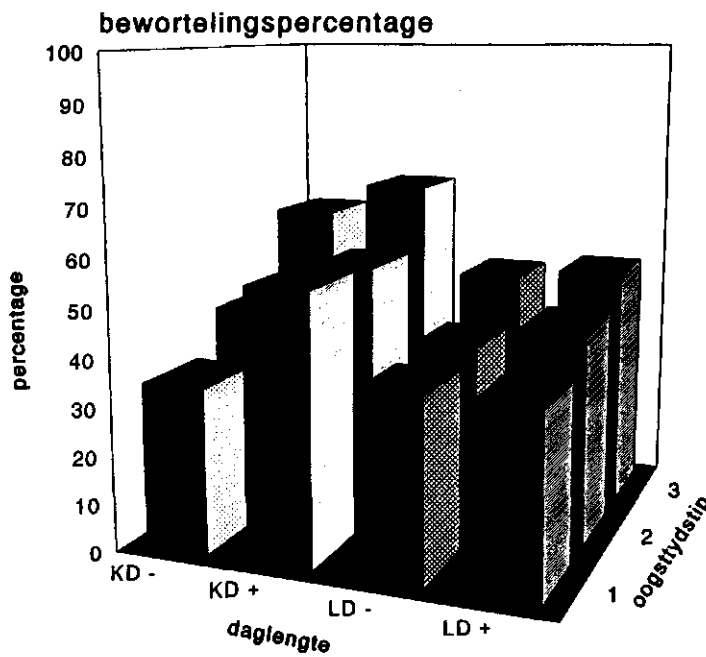
Bij *Betula maxima* 'Purpurea' is in meerdere jaren de invloed van het stektijdstip op de beworteling onderzocht. Bij *Betula maxima* 'Purpurea' bleek dat over het algemeen het bewortelingspercentage op een later tijdstip beter was (figuur 6 en 7) onafhankelijk van andere bewortelings bepalende factoren als daglengte behandeling van de moerplanten en CO₂ toediening van de stekken.

Het aantal wortels liep in 1993 echter terug bij een later stektijdstip. Dit werd mogelijk veroorzaakt door de gewijzigde stekomstandigheden waaronder de stekken bewortelen (op latere tijdstippen een gemiddeld hogere temperatuur en een lagere RV). Om enig inzicht te krijgen in de effecten van een later stektijdstip op de kwaliteit van het stek is nagegaan hoe de hardheid van de stekbasis en het drogestofgehalte van gehele stekken zich ontwikkelden op opeenvolgende stektijdstippen. Er is bij dit gewas een correlatie tussen het percentage beworteling en hardheid van de stekbasis en DS gehalte van het stek (zie Figuur 1 hoofdstuk 3.3). Bij dit gewas is sprake van een verminderde bewortelbaarheid naarmate de stekken zachter zijn. Op latere stektijd-stippen waren de stekken harder dan op vroegere stektijdstippen. Het stektijdstip bepaalt bij *Betula* dus duidelijk de hardheid van het stek en daarmee de bewortelingscapaciteit.

Figuur 6
 Invloed van steektijdstip, daglengte en CO₂ toediening op bewortelingspercentage van *Betula pendula* 'Purpurea' in 1991



Figuur 7
 Invloed van steektijdstip, daglengte en CO₂ toediening op bewortelingspercentage van *Betula pendula* 'Purpurea' in 1992.

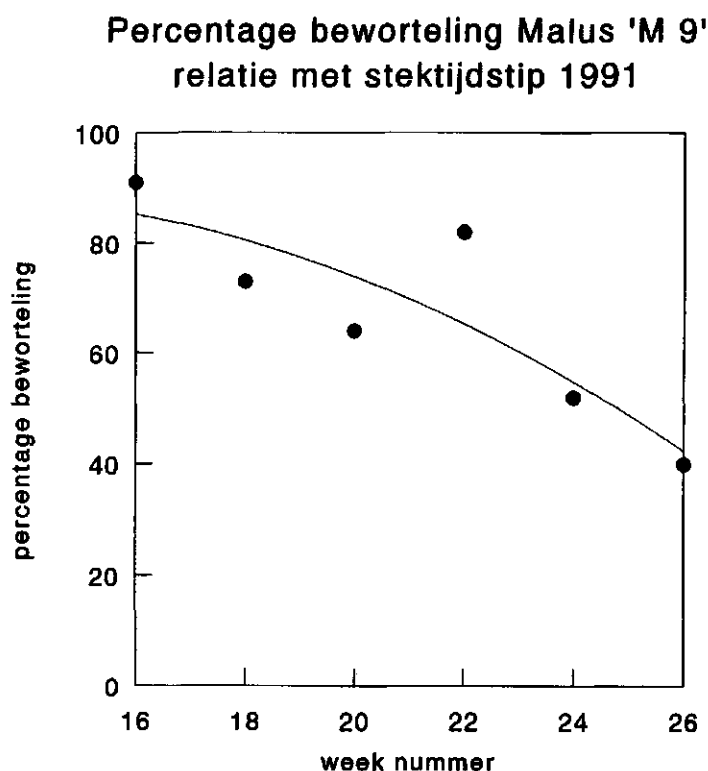


4.4 MALUS

In de afgelopen jaren zijn verschillende proeven uitgevoerd waarbij *Malus 'M 9'* (kloon 337) en *Malus floribunda* op verschillende tijdstippen is gestekt. Van deze gewassen is ook een aantal malen de hardheid van de stekken bepaald om een relatie te kunnen leggen tussen hardheid en bewortelbaarheid. De stekken zijn in alle gevallen beworteld onder waternevel. In 1991, 1992 en 1993 is op zes tijdstippen gestekt van *Malus 'M 9'* (kloon 337) moederplanten die in kassen zijn opgekweekt. In 1992 en 1993 is de proef later in het seizoen nogmaals uitgevoerd met moederplanten die langer in de koelcel hadden gestaan om het uitlopen van de ogen tegen te gaan. Deze ogen zijn later in het seizoen uitgelopen. Daardoor kon een indruk worden verkregen in hoeverre er seizoensinvloeden op de beworteling waren. In 1992 en 1993 is ook het DS gehalte van de onderste cm van het stek bepaald om een indruk te verkrijgen van de hardheid. In Figuur 8, 9a en b en 10a en b en zijn de resultaten van de drie proeven weergegeven.

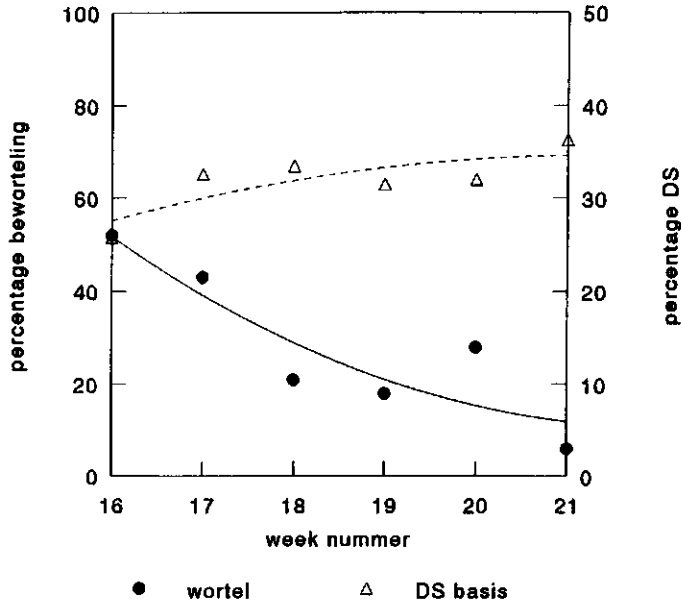
Figuur 8

Invloed van stektijdstip op het bewortelingspercentage van *Malus 'M 9'* (kloon 337) in 1991.

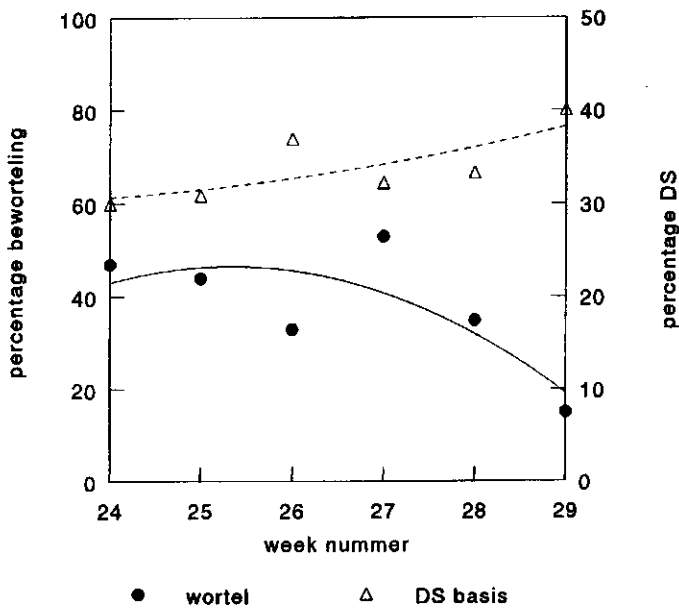


Figuur 9
Invloed van stektijdstip op het bewortelingspercentage en de hardheid van de
onderste cm van het stek (DS) van het eerste (a) en tweede (b) schot van *Malus 'M*
9' (kloon 337) in 1992.

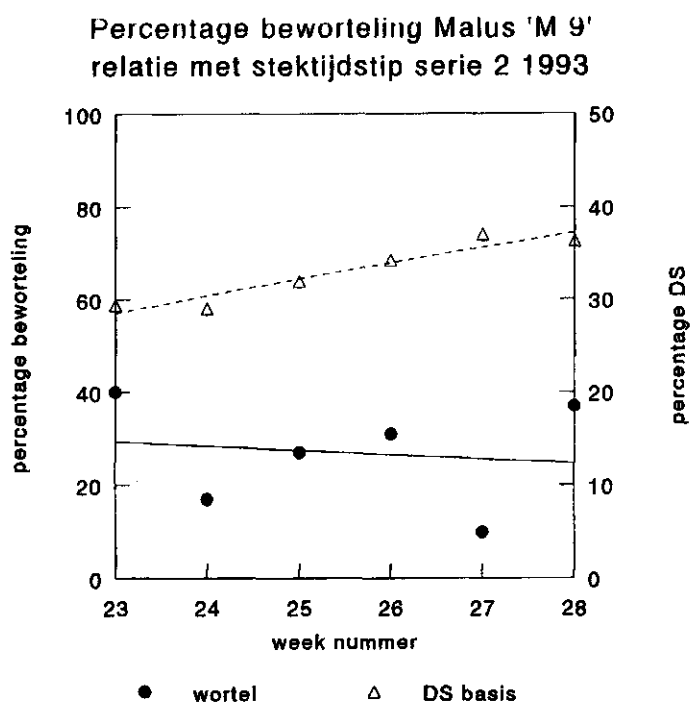
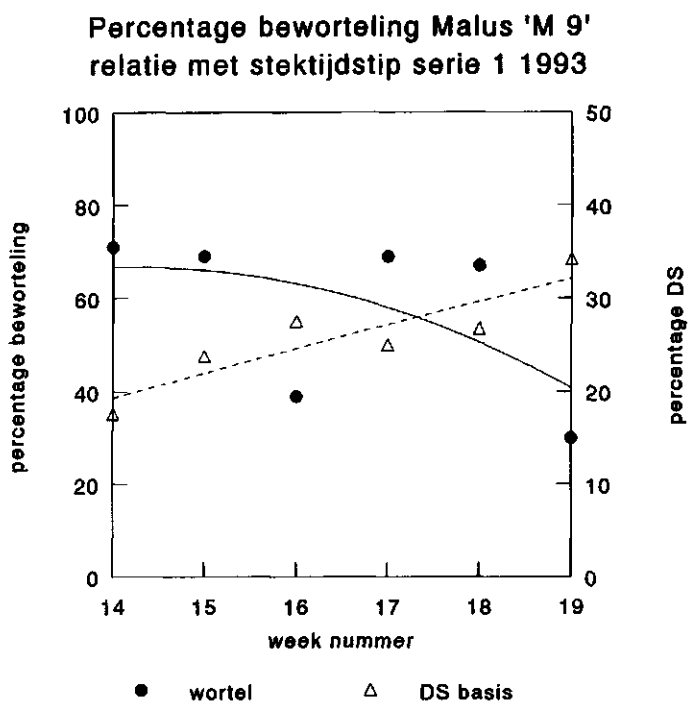
Percentage beworteling Malus 'M 9'
relatie met stektijdstip serie 1 1992



Percentage beworteling Malus 'M 9'
relatie met stektijdstip 1992 serie 2



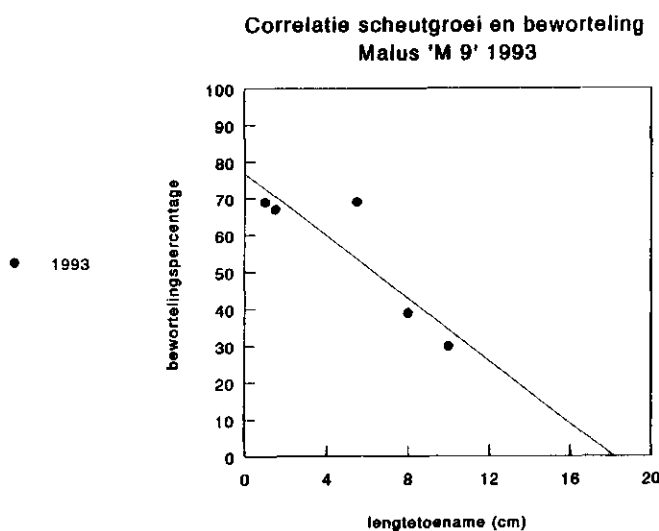
Figuur 10
Invloed van stektijdstip op het bewortelingspercentage en de hardheid van de
onderste cm van het stek (DS) van het eerste (a) en tweede (b) schot van *Malus*
'M 9' (kloon 337) in 1993.



In 1991 was de beworteling beter dan in 1992 en 1993 mogelijk als gevolg van hogere temperaturen in de kas tijdens de bewortelingsperiode als gevolg van de hogere instraling tijdens de eerste weken van de beworteling en/of het toenemen van de leeftijd van de moederplanten. In alle series nam de hardheid van de stekken toe naarmate er later werd gestekt. De beworteling nam in 1991 en 1992 af naarmate er later werd gestekt. In 1993 was deze afname niet duidelijk, daarvoor fluctueerden de stekresultaten teveel. In de proef van 1993 is weer de relatie tussen scheutgroei en beworteling nagegaan. Bij een mindere scheutgroei was er een betere beworteling (figuur 11). In grote lijnen lijkt een toename van de hardheid dus het bewortelingsresultaat te verminderen. De verschillen zijn echter niet altijd even duidelijk.

Figuur 11

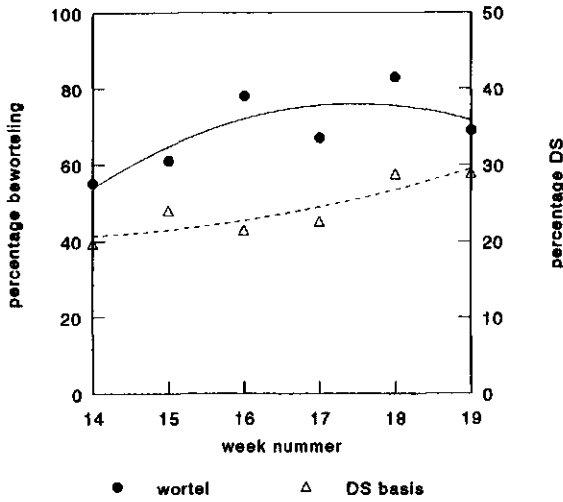
Relatie tussen scheutgroei de week voorafgaand aan de stekname en het bewortelingspercentage van *Malus* 'M 9' (kloon 337).



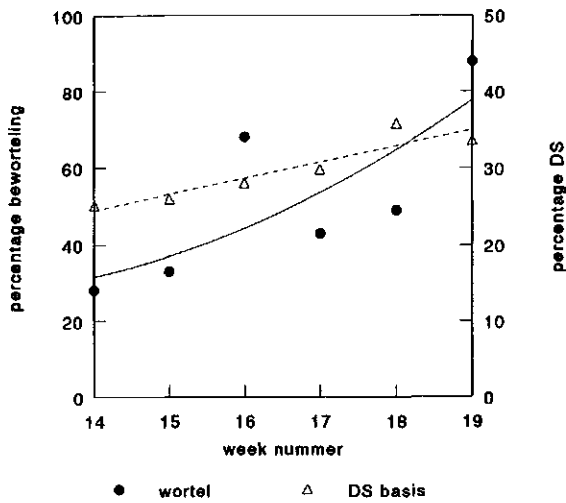
Bij *Malus* 'M 9' (kloon 337) gaf het verloop van het gemiddeld aantal wortels per bewortelde stek op de opeenvolgende stektijdstoppen geen duidelijk beeld. Wel kwam naar voren dat het gemiddelde aantal wortels meestal hoger was bij hogere bewortelingspercentages. Per proef en per stektijdstop varieerde het aantal wortels echter nogal. Waarschijnlijk spelen daarbij de klimaatcondities waaronder de stekken bewortelen een rol.

Bij *Malus floribunda* zijn in 1993 en 1994 vergelijkbare experimenten uitgevoerd. De beworteling op de verschillende stektijdstoppen had een grilliger verloop dan die bij *Malus* 'M 9' (kloon 337). De bewortelingspercentages fluctueerden sterker. Bij *Malus floribunda* leek de beworteling op later stektijdstoppen (toename van de hardheid) juist te verbeteren (figuur 12a en b). Door de sterke schommelingen in bewortelingspercentages was dit beeld echter niet zo duidelijk. Evenals bij *Malus* 'M 9' (kloon 337) was er een (sterke) negatieve correlatie tussen het bewortelingspercentage en de gemiddelde scheutgroei van de moederplanten in de week voorafgaande aan het stektijdstop (figuur 13). De beste beworteling wordt bij *Malus floribunda* blijkbaar verkregen als het stek wordt genomen net voordat de groei van de scheuten stopt. Evenals in andere proeven met *Malus* was er ook bij *Malus floribunda* een sterk verband tussen de hoogte van het bewortelingspercentage en het gemiddelde aantal wortels per bewortelde stek.

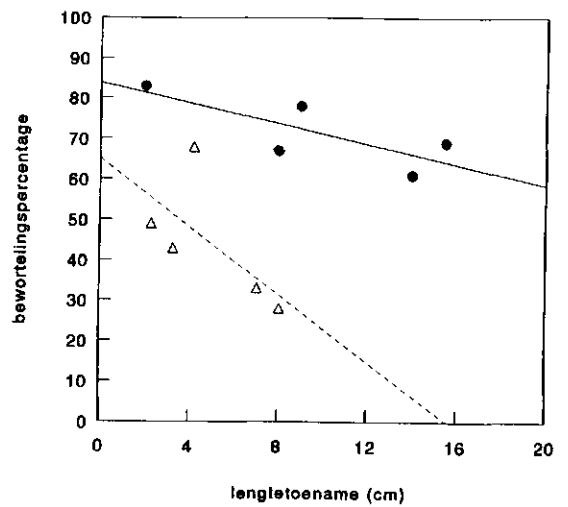
Percentage beworteling *Malus floribunda*
relatie met stektijdstip 1993



Percentage beworteling *Malus floribunda*
relatie met stektijdstip 1994



Correlatie scheutgroei en beworteling
Malus floribunda 1993 en 1994



4.5 QUERCUS

Bij *Quercus* zijn enkele proeven uitgevoerd waarbij op verschillende tijdstippen stek is genomen van moerplanten die in de kas zijn opgekweekt. De gewassen waren *Quercus robur* (zaailingen), *Quercus robur* 'Beta' en *Quercus robur* 'Gamma'. Over *Quercus robur* 'Beta' kunnen we kort zijn. De beworteling van deze cultivar was uitermate moeilijk. Bij alle proeven die zijn uitgevoerd is hooguit twee procent van deze cultivar beworteld. Bij *Quercus robur* is het grote probleem dat er snel een grote hoeveelheid callus wordt gevormd aan de basis van de stekken. De kwaliteit van de stekken lijkt goed te blijven, maar er komen zelfs na lange tijd geen wortels aan.

Bij *Quercus robur* 'Gamma' was er in 1995 een duidelijk effect van het stektijdstip op de beworteling. Er was al snel een optimum in het bewortelingspercentage. Daarna nam de bewortelbaarheid al snel af. Ook in andere jaren was dit het beeld. Werd er nog langer gewacht, tot het moment dat het volgende schot tot ontwikkeling kwam, dan leek de beworteling weer te verbeteren. In de opzet van de experimenten is aan deze fase echter niet zoveel aandacht besteed zodat over het effect van nieuwe scheutgroei op de beworteling geen duidelijke uitspraken kunnen worden gedaan. Bij dit gewas is tevens nagegaan in hoeverre de beworteling kan worden verklaard uit eigenschappen die aan de stekken kunnen worden toegeschreven zoals plaats van stekname (boven of onder in de plant, type scheut (topstek of tussenstek) en steklengte (korte of lange stekken). Bij een juiste combinatie van deze eigenschappen (korte tussenstekken uit de basis van de plant) werd een bevredigend bewortelingsresultaat behaald.

4.6 ROBINIA PSEUDOACACIA 'FRISIA'

Bij *Robinia pseudoacacia* 'Frisia' is nagegaan in hoeverre er verband bestond tussen de hardheid van de onderste cm van het stek op de verschillende stektijdstippen en de beworteling. De moerplanten zijn in de kas opgekweekt onder natuurlijke dag-lengte. Deze kas werd geschermd bij een lichtintensiteit van 175 $\mu\text{mol}/\text{cm}^2 \cdot \text{u}$. De stekken kregen geen groeistof behandeling en werden beworteld onder plastic. (In latere proeven bleek met gebruik van IBZ 0,5 %, CO_2 en bewortelen onder water-niveau de beworteling sterk te verbeteren (tot 98 % beworteling)). Bij dit gewas was er een duidelijk optimum in stekresultaat bij een gematigde hardheid, ofwel een stek-tijdstip dat overeen kwam met een scheut in de volle groei. Werd te vroeg gestekt, dan was er veel uitval door rot. Op de latere stektijdstippen ontstond er veel callus en was de beworteling wederom minder. Bij dit gewas was er dus in tegenstelling tot *Betula* geen lineaire correlatie tussen de hardheid en het stekresultaat (tabel 12).

Tabel 12

Invloed van stektijdstip op bewortelingspercentage en hardheid van stekken van *Robinia pseudoacacia* 'Frisia'.

Tijdstip	DS stekbasis	% beworteling
25 maart	11,6	0
1 april	14,6	31
8 april	16,0	44
15 april	18,7	29
21 april	23,1	13
27 april	27,8	0

4.7 CONCLUSIES

Opkweek van moerplanten in kassen of tunnels vervroegt de scheutgroei. Daardoor kan eerder stek worden genomen. Uit het onderzoek met gekoelde moerplanten waarvan op latere tijdstippen stek is genomen blijkt dat het effect van het stektijdstip op de beworteling berust op een verschil in ontwikkelingsstadium. Met koelen kan hetzelfde ontwikkelingsstadium op een later tijdstip in het jaar worden bereikt. Bij veel gewassen vindt er meerdere keren in een seizoen scheutgroei plaats zodat meerdere cycli van ontwikkelingsstadia worden doorlopen. Dat het ontwikkelingsstadium behalve voor de beworteling ook van belang is voor andere processen bleek bij *Corylus maxima* 'Purpurea' waarbij de stekken voldoende moesten zijn afgerijpt om scheutgroei voor de winter mogelijk te maken. Zowel bij *Betula maxima* 'Purpurea', *Malus* 'M 9' (kloon 337) als bij *Quercus* bleek het stektijdstip van zeer grote invloed te zijn op het bewortelingsresultaat. In het algemeen was het stekresultaat beter indien vroeg wordt gestekt, dat wil zeggen als de scheuten in volle groei zijn en het drogestofgehalte van de stekbasis niet te hoog is. Deze regel gaat echter niet altijd op. Bij *Betula pendula* 'Purpurea' en *Malus floribunda* was de beworteling van zeer vroeg geoogste stekken minder dan die van stekken die op een later tijdstip waren genomen. Bij *Betula* was dit effect sterker indien de moerplanten minder licht kregen. Waarschijnlijk is bij dit gewas de beworteling van al te zacht stek minder omdat deze stekken zeer gevoelig zijn voor niet optimale bewortelingscondities. Bij *Malus* is er mogelijk iets anders aan de hand. Er lijken verschillen te bestaan in reactie tussen de cultivars. *Malus* 'M 9' (kloon 337) heeft een sterk cyclisch groeipatroon. Op een bepaald moment sluit de groei van de scheuten af volgt een rustperiode waarna de scheut opnieuw gaat groeien. *Malus floribunda* groeide echter min of meer continu door. Het niveau van rust zou dus ook een relatie kunnen hebben met de beworteling (Denissen 1995).

In het algemeen bestond er bij alle gewassen een sterk verband tussen aantal wortels en bewortelingspercentage. Het aantal wortels wordt echter ook bepaald door de stekcondities, vooral in de eerste weken. Indien op verschillende tijdstippen wordt gestekt dan zijn ook de bewortelingsomstandigheden, met name de daglengte en de temperatuur, verschillend. Juist bij deze niet al te gemakkelijk bewortelbare gewassen blijkt dit de effecten van het ontwikkelingsstadium (stektijdstip) sterk te verstoren. Het verdient daarom aanbeveling om in de toekomst dit type onderzoek uit te voeren onder strikt geconditioneerde bewortelingsomstandigheden in kweekcellen.

5 RELATIE TUSSEN STEKKENMERKEN EN BEWORTELING

5.1 INLEIDING

Tot nu toe is het al dan niet bewortelen van stek van veel gewassen een onvoorspelbaar proces. Zelfs onder, in principe, optimale condities voor beworteling zijn de resultaten bij bepaalde gewassen sterk wisselend afhankelijk van tijdstip van stek nemen, jaar of wijze van opkweek of leeftijd van de moerplanten. Helaas kan een goede of slechte beworteling vaak niet van te voren worden voorspeld op basis van de kwaliteit van het uitgangsmateriaal. Alleen in die gevallen waarbij de stekken duidelijke beschadigingen, gebreksverschijnselen of aantastingen door ziekten of plagen vertonen, is van te voren een mindere beworteling te verwachten. In andere gevallen kan er soms "achteraf" een mogelijke verklaring worden gevonden voor verschillen in beworteling maar vaak tast men in het duister. Om de produktie goed te kunnen plannen zou er voorafgaand aan de beworteling al iets gezegd moeten kunnen worden over het vermogen van de stekken om wortels te kunnen vormen. Indien er een of meerdere kenmerken aan onbewortelde stekken kunnen worden onderscheiden die een relatie hebben met bewortelbaarheid dan zou daarop kunnen worden geselecteerd, de teelt van moerplanten op die wijze kunnen worden aangepast dat meerdere stekken deze kenmerken hebben en de mate van beworteling van een partij vooraf kunnen worden voorspeld. Voor dit doel zijn gemakkelijk meetbare uit- of inwendige kenmerken geschikt. Allerlei bepalingen aan inwendige kenmerken zijn te tijdrovend of te ingewikkeld om als "kwaliteitsbepaling" te kunnen dienen. Daarnaast is het ook niet duidelijk in hoeverre er een relatie is tussen inwendige gehalten aan allerlei stoffen als hormonen en suikers (Hinesley 1992) en de bewortelbaarheid. In eerdere hoofdstukken is reeds aangegeven dat de hardheid van de stekken of beter nog de hardheid van het onderste gedeelte van de stekken geen algemeen geldend kenmerk is voor de bewortelbaarheid van stekken. Ook de groei van de scheuten voorafgaand aan het stekken is geen bruikbaar kenmerk. Bij *Quercus* daarom nagegaan of er mogelijk een relatie is tussen meerdere uitwendige kenmerken van het stek en de bewortelbaarheid.

5.2 RELATIE STEKKENMERKEN EN BEWORTELBAARHEID BIJ *QUERCUS ROBUR*

In de proeven met *Quercus* die in de vorige hoofdstukken zijn beschreven bleek dat de beworteling van dit gewas niet al te gemakkelijk was. De bewortelingspercentages varieerden van zo'n 20-60 procent. Bij dergelijke bewortelingspercentages kan de vraag worden gesteld waarom de ene stek wel beworteld en de andere stek niet. Blijkbaar is de behandeling van de stekken wel zodanig dat beworteling mogelijk is maar niet alle stekken reageren op deze behandeling. De stekken verschillen blijkbaar in hun eigenschappen. Daarom is onderzocht welke eigenschappen (kenmerken) van het stek belangrijk zijn voor het al dan niet bewortelen. In dit onderzoek is daarom bij het nemen van het stek een aantal zichtbare en gemakkelijk te bepalen eigenschappen van individuele stekken vastgelegd. Vervolgens zijn de stekken beworteld en is er nagegaan of er een correlatie was tussen de bewortelbaarheid en een of meer van deze kenmerken.

kenmerken stekken bij beoordeling

- de specifieke moerplant waarvan de stekken afkomstig waren
- stekken afkomstig van een lang- of een kortlot.
- stek van scheuten uit de top van de moerplant of van de basis
- topstek of een tussenstek
- aantal bladeren van de stek
- diameter van de stek
- versgewicht van de stek
- versgewicht van de onderste cm van het stek
- drooggewicht van de onderste cm van het stek
- drogestof gehalte van de onderste cm van het stek

De gegevens uit deze proef zijn verwerkt met behulp van meervoudige regressie-analyse waarbij zowel afzonderlijke factoren zijn getoetst als combinaties van meerdere factoren. Bij afzonderlijke toetsing bleken de specifieke moerplant en het begingewicht van het stek ($p < 0.05$) en afstand van de scheut tot de top, diameter van het stek en de lengte van de scheut ($p < 0.01$) een significant effect te hebben op de bewortelbaarheid. Bij gecombineerde regressie werd het beeld onduidelijk door de vele interacties tussen de kenmerken. Ook allerlei andere problemen maken het uiterst moeilijk om uit dit type experimenten duidelijke conclusies te trekken (Kunneman 1995).

De mate van correlatie tussen de (significante) kenmerken en de beworteling was dermate laag dat deze afzonderlijke kenmerken niet kunnen worden gebruikt om de bewortelbaarheid te voorspellen. Een goede relatie met beworteling werd alleen gevonden indien meerdere kenmerken werden gecombineerd. Daarbij lijkt het minder belangrijk of de afzonderlijke kenmerken wel of niet significante effecten op de bewortelbaarheid hebben. In tabel 13 is de relatie tussen een combinatie van een drietal kenmerken en de beworteling weergegeven. Wordt met deze kenmerken rekening gehouden dan rekent 86 % van de scheuten hetgeen voor *Quercus robur* 'Gamma' bijzonder goed is.

Tabel 13
Effect van scheut positie (basis-top), scheut type (kort-lang) en stektype (tussen-top) op het bewortelingspercentage van *Quercus robur* 'Gamma' stekken. (verschillend aantal stekken per behandeling)

		tussenstek	topstek	gemiddeld	totaal gemiddeld
basis	kort	86	62	67	63
	lang	47	68	60	
top	kort	56	52	53	44
	lang	33	48	35	
gemiddeld	kort	65	57	59	
	lang	38	53	45	
totaal gemiddeld		43	55		49

Bron: Kunneman, 1996 Proceedings Int. Pl. Prop. Society

6.3 CONCLUSIES

Uit het onderzoek bij *Quercus robur* blijkt dat het niet eenvoudig is om eenduidige uitwendige kenmerken aan te wijzen die een grote relatie hebben met de beworteling van stekken. Vergelijkbare proeven bij andere gewassen leiden tot dezelfde conclusie. Daarbij komt nog dat vele kenmerken nogal soort- en/of cultivar specifiek zijn. Verder onderzoek naar uiterlijke bewortelingsbepalende kenmerken lijkt dan ook niet zinvol. Wel is uit het onderzoek nogmaals naar voren gekomen dat de "kwaliteit" van de stekken op het moment van stekname zeer belangrijk is voor een goed bewortelingsresultaat. Dat deze kwaliteit niet voor alle stekken hetzelfde is en moeilijk is te definiëren blijkt uit het feit dat met bepaalde combinaties van kenmerken die op zich geen of nauwelijks een relatie met de beworteling hebben, een zeer hoog bewortelingspercentage wordt bereikt. Dit onderzoek verdient een bredere toepassing ook bij andere gewassen. Op deze wijze is het mogelijk om de groei van moerplanten nog meer gericht te sturen zodat zo veel mogelijk stekken met een goede bewortelingscapaciteit worden verkregen. Ook kunnen de resultaten worden gebruikt voor het ontwerpen van sorteerinrichtingen op basis van meerdere kenmerken (vergelijkbaar met chrysantenstek).

6 ALGEMENE CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het is duidelijk dat de moerplant bij de beworteling van stekken van vele gewassen een grote rol speelt. In een aantal situaties is deze rol doorslaggevend voor de bewortelingsmogelijkheden van het gewas. Bij andere gewassen die van zichzelf een groot regeneratievermogen bezitten kan onder goede bewortelingsomstandigheden een goede beworteling worden verkregen ook al is de conditie van de moerplant op het moment van stekname niet optimaal. Wel leidt een betere conditie van de moerplant dan vaak wel tot een bewortelde stek met een betere kwaliteit bijvoorbeeld door een gemiddeld een groter aantal wortels. Meestal zijn gewassen met een groot regeneratievermogen ook minder gevoelig voor minder gunstige omstandigheden tijdens het bewortelingsproces.

Bij de moerplant spelen zowel de opkweekcondities (klimaat, bemesting, snoei) als mate van juveniliteit een rol. In dit project is met name het effect van de klimaatcondities tijdens het uitlopen van de moerplanten op de beworteling onderzocht. Er kan worden geconstateerd dat in dit onderzoek in een aantal gevallen waarschijnlijk ook de leeftijd (juveniliteit) van de moerplant een belangrijke (storende) rol heeft gespeeld. In het project was er bewust voor gekozen om meerdere jaren met dezelfde moerplanten te werken om verschillen in uitgangsmateriaal (herkomst, teeltwijze en leeftijd) zoveel mogelijk uit te sluiten. Dit had echter wel tot gevolg dat de leeftijd opliep en daarmee de stekbaarheid af. In nieuwe projecten op dit gebied is het daarom aan te bevelen om ieder jaar uit te gaan van moerplanten van dezelfde leeftijd. Wel moeten deze op dezelfde manier zijn opgekweekt. De moerplanten zullen daarom gedurende een aantal jaren op het eigen bedrijf moeten worden vermeerderd en opgekweekt voordat met het stekonderzoek kan worden gestart. Daardoor worden de projecten bijzonder langdurig. Dit is echter de enige manier om van een aantal storende factoren af te komen.

Een andere storende factor is de wisseling in klimaatomstandigheden tijdens de beworteling van het stek van week tot week en van jaar tot jaar. Dit probleem is te ondervangen door de stekken te bewortelen in nog beter geconditioneerde klimaatruimtes met een goede CO₂ voorziening, voldoende licht en een hoge RV. Een probleem hierbij is dat niet voor alle gewassen het optimale bewortelingsklimaat bekend is. Bij gewassen waarbij de beworteling beter is als het klimaat (RV en temperatuur) gedurende een etmaal niet geheel constant is, kan beworteling in klimaatruimten problemen opleveren.

Bij de optimale groeiomstandigheden van de moerplanten blijft de vraag bestaan in hoeverre bemesting daarbij nog een rol speelt. In dit project is met deze factor geen rekening gehouden. Er is uitgegaan van een standaard bemesting voor optimale groei. In de literatuur zijn echter aanwijzingen te vinden dat voor beworteling van stekken de bemesting van moerplanten mogelijk op een ander (lager) niveau zou moeten liggen. In een nog lopend project naar kwaliteit en uniformiteit van stekken hopen we op deze vraag een antwoord te kunnen geven.

De belangrijkste conclusie uit dit project is dat er een aantal algemene principes zijn aan te geven maar dat vele reacties van moerplanten op behandelingen zeer sterk gewas of zelfs cultivar-specifiek zijn.

Algemene principes:

- de gunstige effecten van de teelt van moerplanten in kassen op stekproductie en bewortelingscapaciteit
- een verbetering van de beworteling bij het gebruik van juveniele scheuten (jonge moerplanten, moerplanten uit weefselkweek, scheuten onder uit de moerplant)
- de betere bewortelbaarheid van niet al te harde stekken.

De optimale hardheid en effecten van stektijdstip, daglengtebehandelingen, schermen etc. zijn te onduidelijk of te specifiek om er in het algemeen iets mee te kunnen doen. Daarnaast zijn de effecten die deze behandelingen hebben vaak nog afhankelijk van het stektijdstip. Wil je alles optimaliseren dan zal dat toch per gewas moeten worden uitgezocht. De kosten die specifieke behandelingen met zich meebrengen zullen in verhouding moeten zijn met de verbetering in beworteling die wordt bereikt.

Binnen dit project is geen eenduidig kwaliteitskenmerk gevonden bij onbewortelde stekken dat kan worden gebruikt om het bewortelingsvermogen van deze stekken te voorspellen. Waarschijnlijk is een combinatie van kenmerken bepalend en zijn deze combinaties zeer gewasspecifiek.

Eindconclusie

Dit alles leidt tot de eindconclusie dat er op het gebied van het optimaliseren van moerplanten al heel wat is bereikt, dat er ook nog mogelijkheden zijn om de stekresultaten van specifieke gewassen door middel van een gerichte moerplantbehandeling te verbeteren maar dat ook nog altijd de ervaring en het inzicht van de individuele kweker, meestal aangeduid met de term "groene vingers" bepalend zijn voor optimale bewortelingsresultaten. Slechts bij die gewassen waarbij de vermeerdering door stekken telkens in de praktijk telkens weer problemen oplevert is het verantwoord om, gericht op die specifieke gevallen, nader onderzoek te doen. In principe moet daarbij zowel de opkweek van moerplanten als de beworteling van de stekken onder geconditioneerde omstandigheden plaatsvinden en moet de leeftijd van de moerplant goed zijn gedefinieerd.

7 LITERATUUR

Bertram, L., R. Moe and A.S. Andersen 1989.

Supplementary irradiance to stock plants regulates root formation and growth in top cuttings of a Begonia Elatior-hybrid.
Sci. Hortic.40(1) 71-81.

Denissen en de Klerk 1995.

Beworteling van houtige gewassen in vitro.
Rapport 35 Proefstation voor de Boomkwekerij.

Ganmore-Neumann R. and A. Hagiladi. 1990.

Effect of the NO_3/NH_4 + ratio in nutrientsolution on pelargonium stock plants:yield and quality of cuttings.

Hendrix I. and D. Ludolph 1990.

Mutterpflanzenbelichtung verbessert Stecklingsproduktion.
Deutscher Gartenbau 44(19) 1275.

Hinesley, L.E., D.M. Pharr, L.K. Snelling and S.R. Funderburk. 1992.

Foliar raffinose and succrose in four conifer species:Relationship to seasonal temperature.
J.Amer.Soc. Hort. Sci. 117(5):852-855

Kunneman. B.P.A.M. 1996

Hardwood and softwood cuttings: Factors affecting rootability.
Proc. Int. Pl. Prop. Soc. 45:157-160

Kunneman, B.P.A.M. 1991.

Linden Trees (*Tilia* spp.) in:
Biotechnology in agriculture and forestry Vol 16. (ed. Y.P.S. Bajaj) Springer Verlag Berlin-Heidelberg.

Labeke M.C. van en J v. Wezer 1989.

Toepassingsmogelijkheden van weefselkweekplanten bij de vermenigvuldiging van houtige gewassen 1989.
Verbandsnieuws voor de Belgische Sierteelt 10 479.

Marczynski S. and Joustra M. K., 1993.

Influence of daylength and irradiance on growth of the stock plants and subsequent rooting of cuttings of *Betula utilis* D. Don. and *Corylus maxima* Mill. cultivar 'Purpurea'.
Sci. Hortic.55 291-301.

Maynard B.K. and N.L. Bassuk 1992.

Stock plant etiolation, shading and banding effects on cutting propagation of *Carpinus betulus*.
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(5): 740-744

Moe. And Anderson S. 1988.

Stock plant environment and subsequent adventitious rooting p. 214-234 In Davis, T.D., B.E. Haissig and N. Sankhla (eds.). 1988.
Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides press, Portland USA.

Verhoeven, P.A.W. 1989

Sringen van weefselkweek groeien uitstekend.
De Boomkwekerij 2(17)32-33

Wang Q and A.S. Andersen 1989.

Propagation of Hibiscus rosa-sinensis: Relations between stock plant cultivar, age, environment and growth regulator treatments.
Acta horticulturae 251: 289-309

Watkins, J.A. and W.T. Witte, 1990.

Seasonal rooting of blue chinafir cuttings.
Comb. Proc. Int. Pl. Prop. Sco. 40; 437-441

Welander M. 1995.

Influence of environment, fertilizer and genotype on shoot morphology and subsequent rooting of birch cuttings.
Tree Physiology 15 11-18

Witaszek W. 1989.

Light and growth regulators in the cuttings production of Poinsettia (Euphorbia pulcherrima) mother plants.
Acta hortic. 251 315-318.