

BIBLIOTHEEK
PPO sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

RAPPORT 34

DEELRAPPORT 4:

BEPALEN VAN DE OPTIMALE
CONDITIES VOOR VERPAKKEN,
BEWAREN EN TRANSPORT VAN
BOOMKWEKERIJGEWASSEN
(project 3500)

SAMENVATTEND EINDRAPPORT

Ir. E.M. van Hees-Boukema
Drs. M.B.M. Ravesloot
Ir. N. A. Leek

1994
Boomteeltpraktijkonderzoek, Boskoop

P12 B

34

1996 1996 298



Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het proefstation en de auteur. Het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, de Stichting Proefstation voor de Boomkwekerij, de Stichting Boomteeltproeftuin voor Noord-Brabant, Limburg en Zeeland (Horst), de Stichting Boomteeltproeftuin "De Boutenburg" (Lienden) en de Stichting Boomteeltproeftuin Noord-Nederland (Noordbroek) stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen, ontstaan door het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.

INHOUDSOPGAVE

	WOORD VOORAF	7
1	INLEIDING	9
2	BEWAREN	10
2.1	Gekoeld bewaren	10
2.1.1	Optimale bewaaromstandigheden	10
2.1.2	Gekoelde bewaring in de praktijk	10
2.1.3	Planttemperatuur	11
2.1.4	Uitdroging in de koelcel	12
2.1.5	Schimmels	12
2.1.6	Grote temperatuurwisselingen	13
2.2	Bewaring in loodsen	13
2.2.1	Loodsklimaat	13
2.2.2	Planttemperatuur	14
2.2.3	Verbeteren van het loodsklimaat	15
2.2.4	Klimaatsomstandigheden in sorteerruimten	15
2.3	Ethyleen	16
3	VERPAKKEN	17
3.1	Uitdroging	17
3.2	Schadedrempel	17
3.3	Beschermen tegen uitdroging	18
3.4	Gebruik van zakken tijdens gekoelde bewaring	19
3.5	Uitdroging in boxpallets	19
3.6	Verpakken van planten bij het afleveren	20
3.7	Worteldip	21
4	TRANSPORT	23
4.1	Onbeschermd transport	23
4.2	Typen vrachtwagen	23
4.3	Laden en lossen	24
4.4	Bindmaterialen	24
4.5	Pot- en containerplanten	25
5	INWENDIGE KWALITEIT	26
5.1	Winterrust	26
5.2	Vitaliteit	26
6	GEMECHANISEERD ROOIEN, UITSPOELEN EN ONTBLADEREN	28
6.1	Beperken van schade bij machinaal rooien	28
6.2	Voorkomen van schade bij het uitspoelen van wortels	28
6.3	Is vroeg rooien mogelijk zonder kwaliteitsverlies?	28

7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	30
7.1	Omstandigheden in de praktijk	30
7.2	Vervolgonderzoek	32

WOORD VOORAF

Bij de afzet van Nederlandse boomkwekerijproducten zijn diverse schakels betrokken. Voordat een plant bij de afnemer staat zijn er veel handelingen aan voorafgegaan.

Alhoewel de Nederlandse Boomkwekerij erom bekend staat dat zij een kwalitatief goed produkt aflevert, zijn er in de afzetketen voortdurend risico's, die kunnen leiden tot kwaliteitsverlies.

Omdat afnemers in binnen- en buitenland steeds kritischer worden, wordt de noodzaak om kwalitatief hoogwaardige produkten af te leveren steeds groter. Om haar marktpositie te versterken, met name op de exportmarkt, acht de sector het noodzakelijk te komen tot integrale ketenbeheersing, waarbij alle schakels van de keten zijn betrokken. Tegen deze achtergrond is door de werkgroep Kwaliteitsbevordering Boomkwekerijgewassen (WKB) van het Landbouwschap het project "Kwaliteitsbeheersing in de keten" geïnitieerd. Dit project werd gefinancierd door het Produktschap voor Siergewassen en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en omvatte zowel voorlichtingsactiviteiten als onderzoek.

Door het Boomteeltpraktijkonderzoek (BPO) is in opdracht het onderzoek uitgevoerd naar het "Verbeteren van de condities bij bewaring, verpakking en transport". Over de resultaten van dit onderzoek zijn drie deelrapporten uitgebracht. Deel 1 behelst een inventarisatie die van november 1992 tot in de zomer van 1993 is uitgevoerd binnen een groot aantal gewasgroepen uit de boomkwekerijsector. Deel 2 behandelt een literatuurstudie. In deel 3 worden experimenten die in het kader van dit project zijn uitgevoerd beschreven. Tot slot is een samenvattend eindrapport verschenen. In dit samenvattende eindrapport zijn tevens de voorlopige resultaten opgenomen van nog lopende onderzoeksitems, die in het reguliere BPO programma waren opgenomen.

Iedereen die op enigerlei wijze een bijdrage heeft geleverd aan het ketenonderzoek boomkwekerijgewassen wordt hiervoor hartelijk bedankt. Zonder de bereidwilligheid van de bedrijven uit de sector zou het onmogelijk geweest zijn dit onderzoek naar de afzetketen van boomkwekerijgewassen uit te voeren.

Ik ben ervan overtuigd dat het invoeren van de onderzoeksresultaten zal bijdragen tot een betere kwaliteit van het boomkwekerijprodukt bij de afnemer.

Ir. A. van der Schaaf.
Boskoop, oktober 1994.

1 INLEIDING

De kwaliteit van het Nederlandse boomkwekerijproduct wordt van steeds groter belang. In een markt met een toenemende concurrentie stelt de afnemer steeds meer eisen ten aanzien van de kwaliteit. Het is vooral belangrijk om een goed geteeld product in de lange reeks van schakels van producent naar afnemer met de nodige zorg te omgeven. De vitaliteit van een naaktwortelig product kan in een korte tijd teniet worden gedaan.

Het project "Kwaliteitsbeheersing in de Keten" heeft als doelstellingen: "Nagaan waar, in welke mate en waardoor kwaliteitsverlies in de keten ontstaat, vanaf het moment van rooien tot het herplanten bij de eindgebruiker en bepalen op welke wijze kwaliteitsverlies kan worden voorkomen of beperkt".

Als onderdeel van het project "Kwaliteitsbeheersing in de keten", is bij het proefstation voor de Boomkwekerij een viertal onderzoeken uitgevoerd. Drie van deze onderzoeken zijn ondergebracht binnen het reguliere proefstationsonderzoek. Dit waren machinaal rooien, ontbladeren en uitspoelen. Een vierde, additioneel onderzoek betrof het bepalen van de optimale condities voor het verpakken, bewaren en transporteren van boomkwekerijgewassen.

De condities voor naaktwortelig verhandelde gewassen stonden in dit onderzoek centraal. De meeste aandacht is besteed aan de omstandigheden bij de producenten en producent-handelaren. Handelingen tijdens de teelt en bij het herplanten zijn niet in het onderzoek betrokken, hoewel ze uiteraard wel invloed op de aanslag en hergroei hebben.

Aan het onderwerp is door een part-time wetenschappelijk onderzoeker en een fulltime hoger technisch onderzoeker gedurende twee jaar gewerkt, van september 1992 tot en met september 1994. In deze periode zijn een inventarisatie uitgevoerd naar de verwerking van boomkwekerijproducten in de praktijk, een literatuurstudie en een twaalfstal experimenten.

De resultaten zijn opgenomen in een drietal deelrapporten en in een samenvattend eindrapport. Het eerste deelrapport bevat in detail de resultaten van een inventarisatie naar de werkwijze en omstandigheden die in de praktijk tijdens de afzetfase voorkomen. Deelrapport twee is een verslag van een literatuurstudie naar de optimale condities voor de afzet van boomkwekerijgewassen. Hierin zijn ook de optimale omstandigheden opgenomen voor tijdens de groeifase verhandelde pot- en containerplanten. In het derde deelrapport zijn de experimenten beschreven, die in het kader van het project zijn uitgevoerd. Het betreft hier onderzoek naar de ethyleengevoeligheid van gewassen in rust, de geschiktheid van verpakkingsmaterialen, de bruikbaarheid van worteldip, effecten van temperatuurschommelingen tijdens de afzet, de verbetering van opslag in boxpallets, de effecten van uitdroging en een door een stageair verricht onderzoek naar de geschiktheid van bindmaterialen.

Het rapport dat hier voor u ligt, is een samenvatting van de belangrijkste bevindingen van het totale onderzoeksproject. Voor details wordt verwezen naar voornoemde deelrapporten. In dit samenvattende rapport zijn ook de voorlopige resultaten opgenomen van de onderzoeken naar het machinaal rooien, het ontbladeren en het uitspoelen.

2 BEWAREN

2.1 GEKOELD BEWAREN

2.1.1 Optimale bewaaromstandigheden

Uit literatuuronderzoek blijkt dat naaktwortelige gewassen het langst kunnen worden bewaard, wanneer ze tijdens de winterrust worden geroid en bij -2°C worden opgeslagen. Bij temperaturen onder het vriespunt bestaat de minste kans op schimmelgroei en is de activiteit van de planten minimaal. Bij planten die vroeg in het najaar worden geroid, is het niet zeker of ze voldoende afgehard zijn, oftewel of ze al voldoende in rust zijn. Bij vroeg geroidde planten bestaat dan ook het risico dat ze niet volledig winterhard zijn en door bewaring bij temperaturen onder nul vorstschade leiden. Hetzelfde geldt voor planten die aan het eind van de winter of vroeg in het voorjaar worden geroid, als ze al actief zijn. Vroeg en laat in het seizoen geroidde planten zijn dan ook niet geschikt om langdurig ingevroren te bewaren. De beste bewaar temperatuur voor deze planten is vlak boven het vriespunt.

Voor een bewaar duur van enige weken voldoen temperaturen vlak boven het vriespunt goed, ook voor planten die in rust zijn. Wel is de kans op schimmelgroei dan groter, is de ademhalingssnelheid en dus het verbruik van suikers en zetmeel hoger en worden de planten eerder actief.

De resultaten van een bewaar onderzoek met rozenonderstammen (*Rosa canina* 'Inermis') bevestigen deze algemene lijn. De knoppen waren na 11 weken bewaring bij -2°C minder ver ontwikkeld dan bij $+4^{\circ}\text{C}$ en waren niet aangetast door schimmels. Na 11 weken bewaring bij $+4^{\circ}\text{C}$ kwam oppervlakkige schimmelgroei voor, vooral op wondvlakken. De planten liepen door de voorsprong in knopontwikkeling na opslag bij deze temperatuur wel eerder uit.

2.1.2 Gekoelde bewaring in de praktijk

Tijdens de inventarisatie zijn op verschillende bedrijven temperatuurmetingen verricht in koelcellen (zie figuur 1). In de praktijk blijkt de werkelijke ruimtetemperatuur soms af te wijken van de ingestelde waarde. Temperatuursverschillen tussen verschillende plaatsen in een koelcel zijn eveneens geconstateerd. Slechts weinigen blijken thermometers en regelapparatuur periodiek te laten iijken.

De metingen in de praktijk indiceren eveneens dat temperatuurschommelingen van enkele graden in koelcellen geen uitzondering zijn. Deze temperatuurschommelingen zijn een bijeffect van de in de praktijk gangbare directe koelingen, waarbij de koelunits zich in de koelruimte bevinden. Vaker ontdooien of -indien meerdere koelunits in de koelcel aanwezig zijn- na elkaar ontdooien beperken de temperatuurfluctuaties.

Figuur 1
Gemiddelde temperatuur, ingestelde waarde en maximale van de temperatuur in zeven koel- of vriescellen.

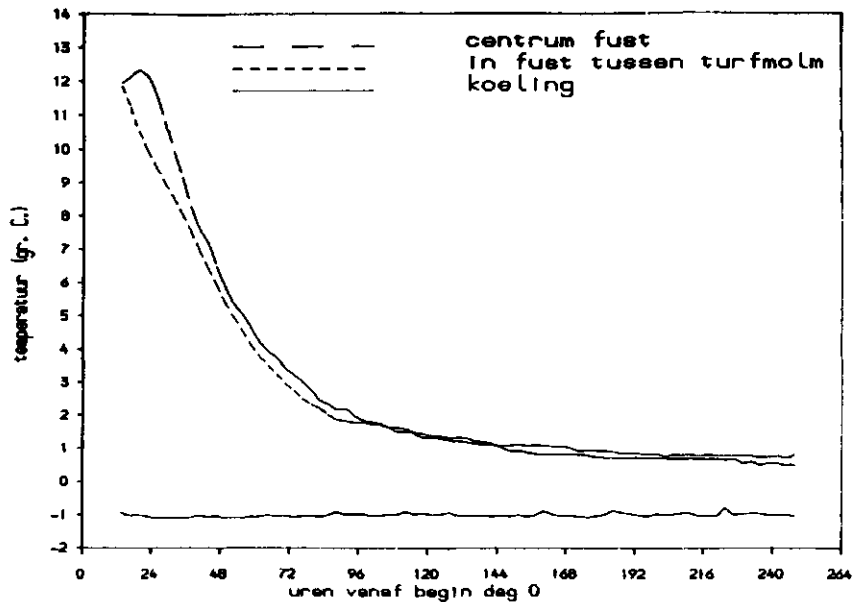
	gemiddelde temperatuur	ingestelde temperatuur	temperatuur variatie
koelcel			
1	0,3	+0	2,7
2	0,1	0,1	0,4
3	2,4	+0	3,0
4	0,5	+0	1,3
vriescel			
1	-3,8	-1,0	2,9
2	-1,7	-1,5	1,4
3	-1,0	-2,0	0,2

2.1.3 Planttemperatuur

De temperatuur die tussen de planten in het fust gemeten wordt is meestal hoger dan de ruimtetemperatuur. De oorzaak hiervoor is de eigen warmteproductie van de planten en de warmteproductie van verterend restblad. De stapelen verpakkingswijze van de planten en de koelcapaciteit dient zodanig te zijn dat de planten snel afkoelen. Houdt ruimte tussen pallets en afstand tot de muren. Verpakking vertraagt het inkoelen. Breng folies of verpakking pas aan na een voorcoelperiode. Verwijder restblad zo veel mogelijk.

Turfstrooisel rond de wortels in een boxpallet blijkt ertoe te leiden dat de temperatuur daar door de geringere ventilatie (nog) hoger blijft dan de temperatuur in het midden (figuur 2).

Controle of de gewenste temperatuur rond de plant ook gerealiseerd wordt verdient in de praktijk extra aandacht.



Figuur 2

Registraties van plant- en ruimtetemperatuur na inslag van een boompallet in een vriescel. Na 48 uur blijft de planttemperatuur constant. De temperatuur tussen planten is hoger dan de ruimtetemperatuur. Tussen de wortels, die zijn bedekt met turfmoalm, is de temperatuur hoger dan tussen het opgewas in het centrum van het fust.

2.1.4 Uitdroging in de koelcel

Ook in koelingen planten drogen planten uit, ondanks dat de relatieve luchtvochtigheid in koelcellen gewoonlijk hoog is. Door condensatie op het koelelement en door de grote luchtverplaatsing veroorzaakt door de ventilatoren wordt vochtonttrekking uit het gewas veroorzaakt. Ook door het openen van deuren wordt vocht uit de koelcel afgevoerd. Het is daarom zinvol om ook in koelingen planten tegen uitdroging te beschermen.

Een van de mogelijkheden om uitdroging te voorkomen is het gebruik van luchtbevochtigers. Vergelijking van verschillende methoden van gekoelde bewaring van *Rosa 'Diamond Jubilee'*, toonde aan dat zowel verpakt bewaren bij -2°C , als naaktwortelige of verpakte opslag bij $+1^{\circ}\text{C}$ in een koelcel met luchtbevochtiging goed voldoen. Ondanks een bewaarduur van bijna zes maanden werd geen gewichtsverlies geconstateerd. Het aanslagpercentage was vrijwel 100% en de hergroei goed.

2.1.5 Schimmels

Temperatuurschommelingen kunnen leiden tot condensvorming. De kans op condensvorming is vooral groot als de relatieve luchtvochtigheid hoog is, zoals in koelcellen. Kleine temperatuursverschillen veroorzaken al snel het natslaan van planten. Schimmelsporen hebben water nodig om te kiemen en condens op de planten vergroot de kans op schimmelaantastingen. Dit is een belangrijke reden om tijdens bewaring in de koelcel de temperatuur constant te houden.

Toevoeging van buffermaterialen, zoals turfmoalm, sphagnum, zaagsel en dergelijke, rondom de wortels van planten ter voorkoming van schimmeligroei is bij gebruik van zakken volgens publicaties in de literatuur overbodig of zelfs nadelig.

2.1.6 Grote temperatuurwisselingen

Tot nu toe was onbekend of grote temperatuurwisselingen op zichzelf ook nadelig zijn voor de plant. Vooral afwisselend vriezen en dooien zou schadelijk kunnen zijn door de vorming van ijskristallen tussen de cellen die de celwanden zouden kunnen beschadigen.

Rozenonderstammen (*Rosa canina* 'Inermis') die ten gevolge van de lange ontdooitijd van de koelunits tijdens de bewaarperioden onbedoeld meerdere malen zijn blootgesteld aan temperatuurschommelingen groter dan 12°C onderonden hiervan geen nadelen voor de hergroei.

In een experiment met *Alchemilla mollis*, eenjarig winterstek van *Cornus alba* 'Elegantissima' en tweejarige zaailingen (1+1) van *Quercus robur* werd de invloed van grote temperatuurschommelingen gericht onderzocht. Vanaf het rooien in oktober of december werden de planten bij -2°C of bij +1°C bewaard. Gedurende de bewaarperiode zijn de planten drie maal voor een periode van vier dagen uit de koel- of vriescel in een verwarmde loods geplaatst. De temperatuur in deze loods was +17°C. Als controlebehandeling bleef een deel van de planten gedurende de gehele bewaarperiode bij -2°C. De planten waren de volledige bewaarperiode verpakt in polyethyleen, zowel in de loods als in de koelcel. Uitdrogingseffecten spelen dus geen rol.

Er kon in deze proef niet worden aangetoond dat grote temperatuurschommelingen of afwisselend vriezen en dooien nadelig zijn voor de plant. Een gemiddeld hogere bewaar temperatuur heeft de planten wel een groeivoorsprong gegeven, die leidde tot het eerder uitlopen van de ogen. In oktober gerooide eiken die werden ingevroren, hadden een lager aanslagpercentage. Dit bevestigt de ervaring dat vroeg gerooide eiken vorstgevoelig zijn.

De resultaten van deze proef betekenen voor de praktijk dat een tijdelijk verblijf van planten in een verwarmde ruimte, bijvoorbeeld om te sorteren, niet nadelig voor de plant hoeft te zijn, zolang de plant tenminste verpakt of afgedekt zijn, ter bescherming tegen uitdroging. Ook moet er rekening mee worden gehouden dat de plant, als deze na de echte winterrust geen koudebehoefte (meer) heeft, onder invloed van de hoge temperatuur actief wordt. Dit wordt vaak geconstateerd bij vaste planten, wanneer de bewaarperiode onderbroken wordt om de planten uit te spoelen of te sorteren. Het verdient aanbeveling om de duur van het verblijf van de planten bij hoge temperaturen tot een minimum te beperken.

2.2 BEWARING IN LOODSEN

2.2.1 Loodsklimaat

Planten die worden verhandeld, worden zowel bij de producent als de handelaar tijdelijk opgeslagen in loodsen. De meeste loodsen zijn niet geconditioneerd en de planten zijn doorgaans onverpakt.

Tijdens de inventarisatie zijn tussen januari en april de klimaatsomstandigheden in loodsen doorgemeten. De gemeten temperatuur en relatieve luchtvochtigheid (RV) zijn omgerekend naar dampdruktekort. Het dampdruktekort is -afgezien van de windinvloed- bepalend voor de snelheid van uitdroging.

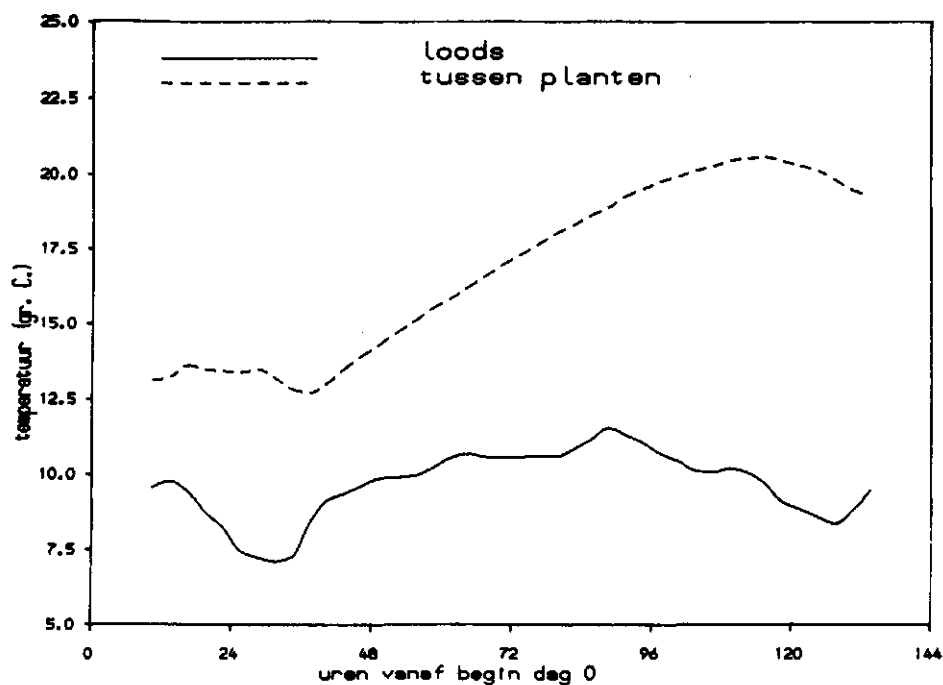
Zoals verwacht, blijken de condities in de loods in de loop van het voorjaar te verslechteren: de temperatuur stijgt, de relatieve luchtvochtigheid daalt en daardoor neemt het dampdruktekort toe (figuur 3). De activiteit van de planten en de uitdrogingssnelheid nemen daardoor toe. Daarbij komt dat planten die niet meer in rust zijn meer te lijden hebben van uitdroging.

Figuur 3.
Gemiddelde temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en dampdruktekort in 34 loodsen gedurende de maanden januari t/m mei 1993

maand	temperatuur (°C)	relatieve luchtvochtigheid (RV)	dampdruktekort (N/m ²)
januari	6,4	96	96
februari	4,5	90	80
maart	6,9	80	194
april	14,7	75	425
mei	16,5	76	447

2.2.2 Planttemperatuur

Evenals bij gekoelde bewaring werd ook de temperatuur tussen planten in loodsen gemeten. In een stapel rozenonderstammen van ongeveer een meter hoog, bleek de planttemperatuur ruim 20°C te zijn, terwijl de loodstemperatuur maximaal 12°C was (figuur 4). Dit soort incidenten doet vermoeden dat planten meer schade leiden door te hoge temperaturen dan op grond van metingen aan de ruimtetemperatuur verondersteld wordt. Door gebrekkige afvoer van de eigen warmteproductie van de planten in stapels kan de temperatuur oplopen tot ongewenst hoogte. In extreme gevallen treedt ernstige broei op en gaat in korte tijd de gehele partij planten verloren. Broei wordt versterkt door de aanwezigheid van restblad. Bij de verrotting komt veel warmte vrij. Door planten pas te rooien na de bladval en restblad te verwijderen kan broei worden voorkomen. Loopt de temperatuur tussen de planten toch op, dan dienen de planten losser en minder hoog gestapeld worden. Het controleren van de planttemperatuur is noodzakelijk.



Figuur 4

De ruimtetemperatuur in een loods en de temperatuur in een stapel ongesorteerde rozenonderstammen van ± 1 meter hoog. De metingen zijn verricht in januari.

2.2.3

Verbeteren van het loodsklimaat

Er bestaat een grote variatie in loodstypen. Loodsen met een onverharde vloer hebben een hogere luchtvochtigheid dan loods en met een betonnen vloer. Het klimaat in de loods blijkt eenvoudig te verbeteren te zijn door de deuren zoveel mogelijk gesloten te houden.

Andere mogelijkheden die werden aangetroffen om het klimaat in loods en te verbeteren zijn isolatie, het buitensluiten van zonlicht, de afvoer van warme lucht uit de nok, het actief aanzuigen van koude, vochtige lucht wanneer het buiten kouder is dan in de loods en het plaatsen van luchtbevochtigers. De streef temperatuur voor de tijdelijke bewaring van planten in loods en ligt rond de 5°C.

Het heeft de voorkeur om een loods niet te verwarmen en een aparte ruimte in te richten voor het verpakken en sorteren van planten.

2.2.4

Klimaatomstandigheden in sorteerruimten

Het klimaat in sorteerruimten is in verband met de gewenste arbeidsomstandigheden voor het personeel warmer en droger dan voor planten goed is. Metingen geven aan dat het dampdruktekort in sorteerruimten gemiddeld 350 N/m² is. Dit is ongeveer vier keer zo groot als het dampdruktekort in januari of februari in een loods. Planten drogen daardoor ook vier keer zo snel uit. De hogere temperaturen vergroten, zoals al eerder opgemerkt, de activiteit van de plant en versnellen het uitlopen. De beste methode om de nadelige gevolgen voor de plant te beperken zijn het kort houden van de doorlooptijden. Het is beter geen grotere partijen in de sorteerruimte te brengen dan binnen een dagdeel verwerkt kunnen worden en verwerkte planten dienen direct weer afgevoerd te worden. Bescherm planten tegen uitdroging door de planten ten minste af te dekken.

Bij het gebruik van heteluchtkanonnen in de sorteerruimte zijn de temperatuur-

met een grote luchtverplaatsing veroorzaakt door de ventilatoren. Een en ander kan leiden tot overbodig snelle uitdroging van de planten. Gebruik van heteluchtkanonnen in ruimten met naaktwortelige planten wordt afgeraden, ook al vanwege de kans op de vorming van koolmonoxide en ethyleen bij een onjuiste afstelling van de brander.

Luchtbevochtigers kunnen de relatieve vochtigheid in de sorteerruimte verbeteren.

Figuur 5

Gemiddelde temperatuur en minimum en maximum waarden van temperatuur en RV in een met heteluchtkanonnen verwarmde sorteerruimte.

gemiddelde temperatuur	minimale temperatuur	maximale temperatuur	gemiddelde RV	minimale RV	maximale RV
16°C	9°C	19°C	80%	56	97

2.3

ETHYLEEN

Veel groene en bloeiende planten zijn gevoelig voor ethyleenconcentraties hoger dan 0,3 - 0,5 microgram per liter lucht. Te hoge temperatuur in combinatie met lichtgebrek en te hoge ethyleenconcentraties zijn vermoedelijk de belangrijkste oorzaken van bladvergeling, bladval en bloemrui bij gewassen die tijdens de groei- of bloeifase verhandeld worden. De plant zelf vormt ethyleen, maar ook uitlaatgassen en rijpend fruit zijn ethyleenbronnen. Onder ongunstige omstandigheden neemt de ethyleenproductie door de plant toe. Bij gebrekkige ventilatie kan ethyleen zich ophopen.

De gevoeligheid voor ethyleen verschilt per soort en zelfs per cultivar en wordt onder andere beïnvloed door de temperatuur, de hoogte van de concentratie en de blootstellingsduur en het groeistadium van de plant.

Tot nu toe was onbekend of kortstondige blootstelling aan hoge ethyleenconcentraties tijdens de winterrust invloed heeft op de aanslag en hergroei van boomkwekerijgewassen. Om dit te onderzoeken werden van vier gewassen bundels planten gedurende 24 uur aan 0, 0,1, 1,0 en 5,0 ppm ethyleen blootgesteld. De gewassen waren *Malus communis*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur* en *Rosa canina* 'Inermis'. Het experiment werd twee keer uitgevoerd, namelijk in december en in maart. Dit om na te gaan of er verschillen in gevoeligheid bestaan tussen planten in echte winterrust en planten waarvan de aan koudebehoefte al is voldaan. Er was geen enkel effect van ethyleen op het aanslagpercentage of op het uitlopen van knoppen waar te nemen.

De conclusie is, dat in tegenstelling tot gewassen in de groei- of bloeifase, gewassen zonder blad in winterrust weinig gevoelig zijn voor kortstondige blootstelling aan hoge ethyleenconcentraties.

Ethyleenschade is door preventieve maatregelen goed te voorkomen. Vermijd gecombineerde opslag van planten met fruit en spuit opslagruimten waar fruit is opgeslagen eerst schoon. Gebruik bij voorkeur elektrische heftrucks. Kachels moeten een afvoer naar buiten hebben. Zorg altijd voor een goede ventilatie.

3 VERPAKKEN

3.1 UITDROGING

Zowel uit de literatuur als uit de inventarisatie blijkt dat een van de grootste problemen in de afzetfase van naaktwortelige gewassen het gevaar voor uitdrogen is. Tenzij sprake is van broei, verloopt uitdroging veel sneller dan uitputting van reservestoffen. In de keten zijn vele momenten aan te wijzen waar de kans op uitdrogen groot is: na het rooien op het veld, tijdens onbeschermd transport, in de loods, in de sorteerruimte en op de plantplaats. Het komt voor dat planten na het rooien een volledige werkdag onafgedekt buiten liggen. Het verblijf in de sorteerruimte bedraagt gewoonlijk ook vier tot acht uur.

In de afzetfase kan de uitdroging bij de achtereenvolgende handelingen en schakels behoorlijk oplopen. Het vochttekort kan pas weer worden aangevuld wanneer de wortels weer met vocht in contact komen, worden gekuild, of geplant. Zijn de omstandigheden dan ongunstig, dan zal de plant zich langzaam herstellen of zelfs nog verder uitdrogen.

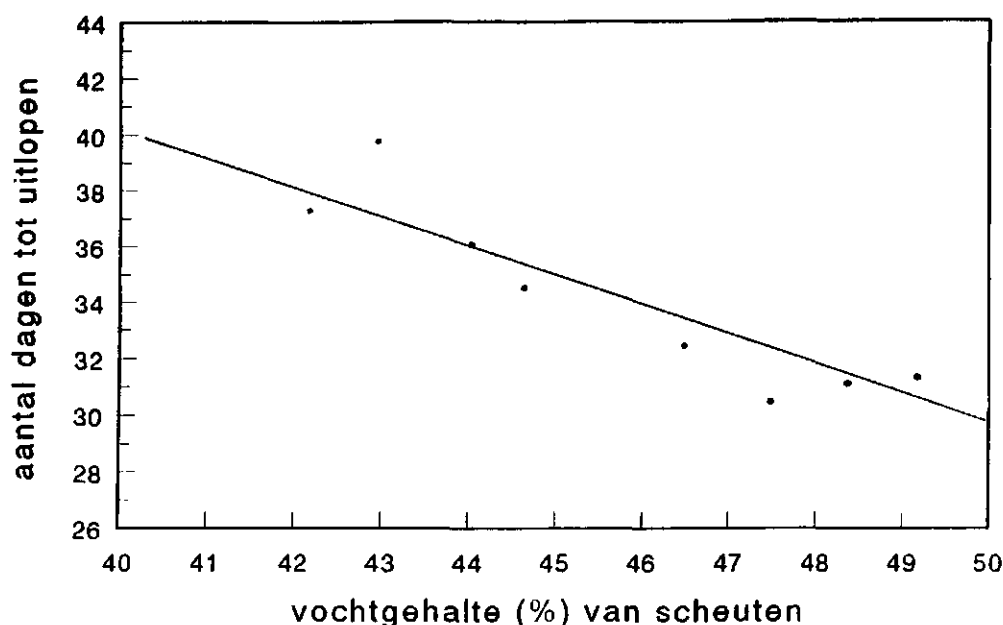
Het is belangrijk er bij iedere handeling naar te streven de uitdroging tot een minimum te beperken. Het kort houden van de verwerkingstijden draagt hieraan bij. Dit vraagt een goede werkplanning en organisatie. Er dient naar gestreefd te worden naaktwortelige planten nooit onafgedekt buiten te laten liggen. Dus planten direct na het rooien afvoeren of ten minste afdekken en bij het laden en lossen planten niet buiten op het erf laten liggen.

3.2 SCHADEDREMPEL

Tot op een zeker niveau is uitdroging een omkeerbaar proces. Droogt een plant nog verder uit dan treden gevolgen op voor de aanslag en hergroei. In een experiment met *Quercus robur*, *Rosa* 'Diamond Jubilee' en *Rosa canina* 'Inermis' is geprobeerd vast te stellen boven welke kritieke uitdrogingsgrens uitval optreedt. Door planten 0 tot 8 weken onverpakt in de koelcel te bewaren werden gewichtsverliezen van maximaal $\pm 20\%$ bereikt.

Er trad in deze proef geen uitval op. De kritische grens was kennelijk nog niet bereikt. Bij de beide rozencultivars kon zelfs geen verband met de uitloopduur worden vastgesteld. Bij eik leidde een toename van het gewichtsverlies en daarmee samenhangend een afname van het vochtgehalte van de plant tot het later uitlopen van de knoppen (figuur 6). Het vochtgehalte van de scheuten had een grotere invloed op de tijd tussen uitplanten en het uitlopen van de knoppen dan het vochtgehalte van de wortels.

Dat in deze proef weinig invloed van de uitdroging op de groei geconstateerd werd komt waarschijnlijk door het koude en natte voorjaar, waardoor planten in staat waren zich te herstellen. In de praktijk zijn de omstandigheden na het uitplanten meestal minder gunstig. Er mag dan ook op grond van deze proef niet geconcludeerd worden dat het gevaar van uitdroging niet belangrijk is.



Figuur 6
De tijd tussen het planten en het uitlopen van de knoppen van *Quercus robur* in relatie tot het vochtgehalte in de scheuten. Hoe lager het vochtgehalte des te later lopen knoppen uit.

3.3 BESCHERMEN TEGEN UITDROGING

Het beschermen van planten tegen uitdroging kan op diverse manieren: het kort houden van de blootstellingsduur, aanpassen van het klimaat in de ruimte waar planten verblijven en het aanpassen van het klimaat rond de plant. De verschillende mogelijkheden kunnen tegelijkertijd worden toegepast. Het aanpassen van het klimaat rond de plant komt voornamelijk neer op het verpakken van gehele planten of alleen de wortels en het afdekken van planten met dekkleden en dergelijke. Zolang planten nog niet zijn verwerkt en min of meer als bulk worden behandeld, worden dekkleden gebruikt. Lang niet altijd worden planten in de afzetfase verpakt. Wanneer planten worden verpakt wordt dit voornamelijk toegepast bij planten die al zijn verwerkt en gesorteerd. Vaste planten worden na het scheuren vaak gewikkeld in polyethyleenfolie in veenmankisten opgeslagen. Bij andere gewasgroepen, bijvoorbeeld bij rozen en bos- en haagplantsoen worden de planten pas verpakt vóór het afleveren.

De functionele eisen die aan verpakkings- en afdekmaterialen gesteld worden zijn als volgt. Waterdichtheid is belangrijk ter voorkoming van vochtverlies door de planten. Waterbestendigheid is nodig opdat de stevigheid blijft behouden ook als het materiaal nat is. Het materiaal dient ondoorlatend voor licht te zijn, omdat anders onder invloed van straling de temperatuur oploopt. Deze eis is voor opslag van planten in het donker, bijvoorbeeld in de koelcel, niet relevant. Wel wanneer planten tijdens de verhandeling tijdelijk buiten komen te staan. Zuurstof- en CO₂-doorlatendheid is gewenst, opdat actieve gewassen niet stikken. Het materiaal dient verder sterk te zijn, zodat tijdens de verwerking geen scheuren of ongemak ontstaan.

3.4 GEBRUIK VAN ZAKKEN TIJDENS GEKOELDE BEWARING

Ondanks een hoge relatieve luchtvochtigheid in koelcellen, is het ook bij gekoelde bewaring zinvol om de planten tegen uitdroging te beschermen. Verpakt bewaren is een mogelijkheid om het vochtverlies te beperken. Een experiment met rozenonderstammen toonde aan dat het gewichtsverlies van bundels planten die in witte polyethyleenzakken of vijflagig gecoate papieren zakken na 11 weken in de koelcel bij -2, +1 of 4°C slechts $\pm 5\%$ was. Onverpakte planten waren ondanks een luchtvochtigheid van minstens 90% na zeven weken volledig uitgedroogd. Het gewichtsverlies van de onverpakte planten was toen $\pm 35\%$. Geweven polypropyleen zakken, beperken het gewichtsverlies ten opzichte van niet verpakken slechts weinig. Na elf weken was het gewichtsverlies van planten in deze polypropyleen zakken 22%. Dit was nadelig voor de aanslag en hergroei. Een voordeel van de polypropyleenzakken was, dat door de open structuur geen condensvorming of schimmelgroei voorkwam.

3.5 UITDROGING IN BOXPALLETEN

Planten die in boxpalleten of boompalleten worden opgeslagen en getransporteerd, liggen meestal met de wortels naar buiten. De takken liggen zo weliswaar beschermd, maar de wortels staan bloot aan uitdroging.

In twee experimenten, een in de koelcel en een in een loods, is nagegaan of omhulling van de boxpalleten met pallethoezen of wikkefolie en het met de wortels naar binnen stapelen van de planten een verbetering is ten opzichte van de standaard stapelmethode. De invloed van de verschillende behandelingen op schimmelgroei, planttemperatuur, uitdroging tijdens de opslagperiode werd vastgesteld en de aanslag en de hergroei van planten werden waargenomen.

Het eerste experiment werd met *Quercus robur* uitgevoerd. In januari werden de planten drie weken in een geïsoleerde loods opgeslagen. Bij een herhaling van de proef in maart werden de planten daar twee weken bewaard. Het tweede experiment betrof bewaring van *Rosa canina* 'Inermis' in een koelcel.

De resultaten van beide experimenten komen in hoofdlijnen met elkaar overeen, hoewel bij 'Inermis' verschillen in uitdroging en hergroei niet significant waren. Omhulling van de boxpalleten vermindert de uitdroging, maar vergroot de aantasting door schimmels. Dit is vooral het geval bij gebruik van pallethoezen. Stapelen met de wortels naar binnen verminderde het vochtverlies, maar minder dan omhullen van de boxpalleten (figuur 7). De verschillen in uitdroging tussen de behandelingen leidden niet tot verschillen in aanslagpercentage.

Figuur 7

De gewichtsafname (in percentage t.o.v. het versgewicht) van rozenonderstammen *Rosa canina* 'Inermis' en het vochtpercentage van wortels en scheuten van tweejarige eiken *Quercus robur* tijdens opslag in boxpallets.

na rooien		57	49	52	47
standaard stapelwijze	10,4	53	47	50	45
wortels binnen	9,3	54	47	50	46
wikkelfolie	7,2	54	48	51	46
pallethoes	6,2	52	48	50	46

Het omhullen van de boxpallets en het met de wortels naar binnen stapelen, heeft invloed op de temperatuur tussen de planten (Figuur 8). De temperatuur tussen de planten volgde in grote lijnen het verloop van de ruimtetemperatuur. Er was dus geen sprake van broei. De hogere temperatuur verklaart de zichtbaar verder uitgelopen knoppen van 'Inermis' en het eerder uitlopen van de knoppen bij zowel *Quercus* als 'Inermis' bij deze behandelingen.

Figuur 8

De gemiddelde temperatuur in boxpallets met tweejarige eiken (*Quercus robur*) en rozenonderstammen (*Rosa canina* 'Inermis')

	<i>Rosa canina</i> 'Inermis' °C	<i>Quercus</i> januari °C	<i>Quercus</i> maart °C
ruimte	0,7	6,1	8,5
standaard stapelwijze	0,9	6,7	8,4
wortels binnen	1,2	6,8	9,8
wikkelfolie	1,7	6,4	8,9
pallethoes	2,3	7,4	9,1

3.6

VERPAKKEN VAN PLANTEN BIJ HET AFLEVEREN

In een oriënterend experiment naar de geschiktheid van zakken voor het afleveren van planten werd het temperatuursverloop in zakken van diverse in de praktijk gebruikte materialen vergeleken. De zakken lagen buiten op een erf. De temperatuur bleek het meest op te lopen in zakken van materiaal dat het meeste licht doorlaat (figuur 9).

Figuur 9
Maximale temperatuur en minimale RV in zakken van verschillende materialen en de lichtdoorlatendheid van het materiaal. De zakken lagen buiten op het erf.

materiaal	maximale temperatuur °C	minimale temperatuur °C	lichttransmissie (%)
polyethyleen			
wit PE	32	16	58
groen PE	26	30	18
zwart PE	18	32	0
zwart/wit PE	15	54	0
papier			
Svenco papier	23	37	1
Weyerhaeuser	19	31	0
monocoat papier	16	45	0

In een volgende proef werden een tweetal nieuw ontwikkelde papieren zakken en een nieuwe zwart-witte polyethyleenzak die zwart van binnen is en wit van buiten vergeleken met gangbare witte en zwarte polyethyleen zakken. De papieren zakken waren voorzien van een waterafstotende coating op zetmeelbasis. De coating vormt geen belemmering voor de papierrecycling.

Zakken met rozenonderstammen en berkezaailingen werden in april zes dagen lang buiten op het erf gelegd.

De temperatuur in de melkwitte zakken fluctueerde sterk. Overdag liep de temperatuur onder invloed van de zon sterk op, 's nachts daalde de temperatuur door uitstraling tot onder de buitentemperatuur. De temperatuur in de andere zaktypen volgde in grote lijnen het verloop van de buitentemperatuur. In de zwart-witte zak werd 's nachts een lagere temperatuur geconstateerd dan buiten.

Het aanslagpercentage rozenonderstammen verpakt in witte polyethyleenzakken was lager dan van onderstammen die onverpakt buiten hadden gelegen. Dit wordt geweten aan de hoge temperaturen. De aanslag en hergroei van de planten in de papieren zakken liet bij beide gewassen te wensen over. Bovendien bleken deze zakken onvoldoende bestand tegen regen.

De aanslag en hergroei was het best van planten die in de zwarte of zwart-witte polyethyleen zakken waren bewaard. Deze zakken zijn voor de aflevering het meest geschikt bevonden.

3.7

WORTELDIP

Als alternatief voor verpakken om naaktwortelige planten tegen uitdroging te beschermen is gebruik van waterabsorberende polyacrylaten rond de wortels een mogelijkheid. Deze polyacrylaten zijn in staat tot 400 keer het eigen gewicht in water op te nemen. In droge vorm zijn deze stoffen fijne korrels, na toevoeging van water ontstaat een gelei-achtige brij. Een laag worteldip rond de wortels beschermt de planten niet alleen tegen uitdroging, maar voorziet de wortels ook van een watervoorraad.

Een experiment met gekoelde bewaring van rozenonderstammen *Rosa canina* 'Inermis' gaf een betere aanslag en hergroei van met worteldip behandelde planten te zien dan onbehandelde planten. De onderstammen in deze proef werden in de periode november/december gedurende vier weken met of zonder worteldip bij +4°C in de koelcel bewaard. Toepassing in vriescellen bleek niet zinvol.

In een tweede experiment zijn vijf soorten bos- en haagplantsoen gedurende drie weken in maart met of zonder worteldip bewaard. De soorten waren: *Quercus robur*, *Fagus sylvatica*, *Betula pubescens*, *Crataegus monogyna* en *Rosa canina* 'Inermis'. De temperatuur in de loods was gemiddeld 7,5°C met een maximum van 15°C. De relatieve luchtvochtigheid was gemiddeld 78%. Worteldip had een gunstig effect op de hoogte van het vochtgehalte van de planten aan het eind van de bewaarperiode. Bij de rozenonderstammen was binnen drie weken de hoeveelheid worteldip aan de planten volledig uitgedroogd. Behalve bij de rozenonderstammen gingen alle onbehandelde planten dood (figuur 10).

Figuur 10

Aanslagpercentages van met en zonder worteldip behandelde planten, die drie weken in een onverwarmde loods hebben gelegen.

gewas	met worteldip	zonder worteldip
<i>Betula pubescens</i>	62	0
<i>Crataegus monogyna</i>	50	0
<i>Fagus sylvatica</i>	75	0
<i>Rosa canina</i> 'Inermis'	80	43 (grondscheuten)
<i>Quercus robur</i>	82	0

Van de behandelde planten overleefde een aanzienlijk deel, hoewel vooral bij *Crataegus* ook hier kwaliteitsvermindering voorkwam in de vorm van ingestorven toppen.

Worteldip beperkt de gevolgen van uitdroging, maar met name de wortels aan de buitenkant van de bundel drogen toch uit.

Gebruik van worteldip heeft een aantal praktische bezwaren die om een oplossing vragen. Het aanbrengen van worteldip is bewerkelijk. Het is nog niet duidelijk of het dompelen van bundels in een vooraf klaargemaakte bak met worteldip beter is of het bestuiven van wortels met poeder en het vervolgens natspuiten. Gemorste worteldip maakt de werkvloer spekglad.

4 TRANSPORT

4.1 ONBESCHERMD TRANSPORT

Transport van het veld naar de loods of naar de verwerkingsplaats blijkt in de praktijk vaak onbeschermd te gebeuren. De belangrijkste reden om beschermd te vervoeren is het beperken van de invloed van de rijwind op de uitdroging. Ter illustratie is een tabel opgenomen met de rijnsnelheid en de bijbehorende windkracht (figuur 11).

De korte afstand, de geringe rijnsnelheid en regenachtig of bewolkt weer zijn motieven die door kwekers worden aangevoerd om het aanbrengen van een dekkleed achterwege te laten. De zwaarte van de dekkleden maakt het afdekken tijdrovend. Er is behoefte aan een lichtgewicht dekzeil, dat toch sterk is. De eigenschappen van het materiaal moeten verhinderen dat de temperatuur onder het zeil onder invloed van zonnestraling oploopt. Behalve deze extra aanvulling gelden in wezen voor dekkleden dezelfde eisen als voor verpakkingsmateriaal.

Figuur 11
De rijnsnelheid van auto en de overeenkomstige windkracht.

rijnsnelheid (km/uur)	windsnelheid (m/sec)	windkracht (Beaufort)	omschrijving KNMI
10	2,8	2	zwakke wind
20	5,6	4	matige wind
30	8,3	5	vrij krachtige wind
50	13,6	6/7	krachtige tot harde wind
70	19,4	8	stormachtige wind
80	22,2	9	storm
100	27,8	10	zware storm
110	30,6	11	zeer zware storm
120	33,3	12	orkaan

4.2 TYPEN VRACHTWAGENS

Het merendeel van het transport van boomkwekerijgewassen vindt plaats via de weg. Voor het transport van boomkwekerijgewassen zijn voornamelijk drie typen vrachtwagens in gebruik. Huifwagens of wagens met een dekzeil, isothermwagens en koelwagens. Ter vergelijking van de eigenschappen van de typen vrachtwagens werd gedurende enige dagen in lege laadruimten van stilstaande vrachtwagens de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid gemeten. De temperatuur in huifwagens bleek onder invloed van de buitentemperatuur en zonnestraling snel op te lopen en sterk te fluctueren. Zilverkleurig reflecterend zeil verminderde de invloed van zonneschijn op de temperatuur niet. In isothermwagens volgde de temperatuur het temperatuursverloop buiten. Zonneschijn

verhoogde de temperatuur in het laadruim maar weinig. In de koelwagen bleef de temperatuur 6-7°C. De ingestelde temperatuur van 3°C werd bij een buitentemperatuur van 8-15°C niet bereikt.

De koelcapaciteit van vrachtwagens is vaak onvoldoende om de temperatuur van de lading te verlagen. Wel bleek uit metingen van transporten naar Italië, Polen, Engeland en Noorwegen dat koelwagens de temperatuur van een uit voorgekoeld produkt constant houden.

In geladen huifwagens schommelde de temperatuur tussen de planten weinig. De invloed van het weer op het klimaat in het laadruim was groot. De planttemperatuur lag bij de gemeten transporten gemiddeld wel enige graden hoger dan de buitentemperatuur. De relatieve luchtvochtigheid is zeer hoog. Zeker bij transporten over lange afstanden betekent dit dat de gewassen actief worden en het klimaat voor schimmels gunstig is.

Isothermwagens beperken de invloed van de buitenomstandigheden, maar voeren de warmte uit het laadruim ook traag af. Een lage temperatuur van de planten bij het laden en ventilatiemogelijkheden zijn dus erg belangrijk.

4.3 LADEN EN LOSSEN

Planten die niet zijn gepalletiseerd lopen meer kans op bij het laden en lossen beschadigd te worden. Lopen over planten komt nog altijd voor. Bij het laden zijn vaak wel voorzieningen aanwezig om de planten voorzichtig in de wagen te tillen. Bij het lossen ontbreken deze vaak, waardoor takbreuk of beschadiging van de wortels kan ontstaan.

4.4 BINDMATERIALEN

In de praktijk werden wonden aan de bast van gewassen geconstateerd door verkeerd gebruik van bindmaterialen. Deze schade kan worden voorkomen door het touw niet te strak aan te trekken en bundels niet aan het touw op te tillen.

Een deel van de schade is te wijten aan een verkeerde materiaalkeuze. Vergelijking van bindmaterialen die gebruikt worden voor het bundelen van bossen en het opbinden van kronen toonde aan dat van kunststof touw polypropyleen touw het best is. Het is zacht, elastisch, bestendig tegen vocht en goedkoop. Sisaltouw voldoet goed wanneer de gewassen niet worden gekuild. Voorwaarde is dat het gebruikte touw 3-3,5 mm dik is en ongetwijnd. Getwijnde touwen worden dunner als er spanning op staat veroorzaken diepere wonden in de bast. Touwen van natuurlijke vezels zijn ongeschikt voor het bundelen van planten die worden gekuild, omdat het materiaal verteerd. Nadeel van kunststof materiaal is het restmateriaal. Dit veroorzaakt zwerfvuil en de kans op beschadiging van groundbewerkingsmachines. De ontwikkeling van een algemeen toepasbare touwsoort op basis van natuurlijke vezels met een bekende degradatietijd is gewenst.

Metaaldraad is alleen geschikt voor het met een drillbinder bundelen van onderstammen. De verwondingen die door het stroppen worden veroorzaakt vallen boven de entplaats. Het geteste bindband, folieband en een elastisch koord waren alle breder dan 3 mm en bleken alle geschikt.

4.5 POT- EN CONTAINERPLANTEN

Pot- en containerplanten worden in tegenstelling tot naaktwortelig verhandelde gewassen ook in blad of tijdens de bloei verhandeld. In de literatuur was nauwelijks informatie over de omstandigheden in de afzetfase van deze gewasgroep te vinden. Om een indruk te krijgen van de optimale condities voor pot- en containerplanten kunnen wel vergelijkingen worden getrokken met de omstandigheden die kamerplanten vereisen. Bladvergeling, bladval en bloemrui en verwelking zijn de belangrijkste schadebeelden. Ook aantasting door *Botrytis* is een probleem. De schadebeelden worden voornamelijk veroorzaakt door te hoge temperaturen in combinatie met opslag in het donker, blootstelling aan ethyleen en uitdroging. Vaak is sprake van een combinatie van factoren.

Verlagen van de temperatuur is een belangrijke maatregel om schade te voorkomen. Temperatuurverlaging vermindert de ethyleengevoeligheid van en de ethyleenproductie door de plant, het remt de ademhalingsnelheid en dus het verbruik van assimilaten en vertraagt de groei en de uitbloei. Ook de schimmelgroei wordt erdoor geremd. Het voorkomen van condens door het constant houden van de temperatuur is ter voorkoming van schimmels eveneens belangrijk. De afzetketen van bloemisterijgewassen is grotendeels geconditioneerd.

De optimale temperatuur verschilt per soort, maar ligt voor boomkwekerijgewassen tijdens het groeiseizoen vermoedelijk rond de 12°C. In de voor- en najaar zal deze temperatuur lager liggen. De gevoeligheid van planten voor hoge en lage temperaturen hangt namelijk samen met het groeistadium van planten.

Mechanische beschadigingen kunnen worden beperkt door planten rechtop te vervoeren, het aantal handelingen te beperken en niet over te pakken. Het vervoeren van pot- en containerplanten in open wagens is niet ongebruikelijk, maar gezien gevaar voor stormschade aan de planten ongewenst.

5 INWENDIGE KWALITEIT

5.1 WINTERRUST

Naaktwortelige gewassen dienen te worden gerooid wanneer ze in winterrust zijn. De gevoeligheid voor ongunstige omstandigheden, zoals droogte en kou, is dan het kleinst. Planten die niet in rust zijn wanneer ze worden gerooid, zijn minder winterhard. Wanneer ze voor de winter weer worden uitgeplant lopen ze meer risico op vorstschade. Omdat vroeg gerooide planten ook minder goed te bewaren zijn kan dit risico niet worden uitgesloten door de planten gedurende de winter gekoeld op te slaan. Het vaststellen van de rooidatum is dus erg belangrijk. De tendens om gewassen steeds vroeger te rooien is in strijd met de vitaliteitseisen die aan planten worden gesteld.

Er bestaat geen methode om met zekerheid de rusttoestand van een plant vast te stellen. Criteria die nu gehanteerd worden zijn onder andere: datum van bladval, aanwezigheid van witte wortels en vorming van een eindknop. Met name in de overgangsfase tussen groei- en ruststadium is een goed meetbaar criterium om de rooidatum vast te kunnen stellen gewenst.

5.2 VITALITEIT

Evenals voor het bepalen van het ruststadium ontbreken duidelijke criteria om de vitaliteit van planten vast te stellen. Schade die planten in de loop van de afzetfase hebben opgelopen is vaak niet zichtbaar. Een vitaliteitstoets zou hier uitkomst kunnen bieden. Metingen van gehalten van stofwisselingsprodukten of hormonen, variëren niet alleen met de vitaliteit van planten, maar ook met het ruststadium. Onderzoek bij het ATO-DLO naar het ontwikkelen van een vitaliteitstoets geeft eveneens aan dat een geschikte parameter moeilijk te vinden is. Ook metingen van de potentiële wortelgroei en de waterpotentiaal hebben deze beperking.

Metingen van de mate van celbeschadiging volgens een in Groot Brittannië ontwikkelde methode zou mogelijkheden kunnen bieden om tot een vitaliteitstoets te komen. Bij deze methode worden wortelmonsters in schoon water gedaan. Wanneer het celweefsel beschadigd is spoelt de celinhoud uit. Dit veroorzaakt het oplopen van de elektrische geleidbaarheid (EC) van het water. Door de EC van het monster te meten kan de omvang van de celbeschadiging bepaald worden. De methode wordt aangeduid met de term elektrolietenlekage. In dit project is bij een aantal proeven de elektrolietenlekage van wortels gemeten.

Bij *Quercus robur* vertoonde de elektrolietenlekage uit wortelmonsters een significant rechtlijnig verband met het vochtgehalte van de plant. Met een stijging van de elektrolietenlekage en een daling van het vochtgehalte deden de planten er langer over om uit te lopen. Bij *Rosa canina* 'Inermis' en *Rosa* 'Diamond Jubilee' bestond eveneens een significante correlatie tussen het vochtgehalte in de plant en de elektrolietenlekage. Een verband met de hergroei kon hier niet worden aangetoond.

Quercus robur die in oktober werd gerooid en bij -2°C werd bewaard had een hoger elektrolietenlekage dan eiken die in december werden gerooid. De in oktober gerooide eiken vertoonden 85% uitval, de in december gerooide eiken overleefden alle. Ook hier bestaat dus een verband tussen vitaliteit en de elektrolietenlekage.

In Groot Brittannië wordt in de praktijk het meten van de elektrolietenlekage van fijne wortels bij een drietal naaldhoutgewassen reeds toegepast om de vitaliteit

te meten. De methode is in een laboratorium binnen 48 uur uitvoerbaar. In hoeverre de elektrolietenlekkage afhankelijk is van het groei- of ruststadium van de plant is nog onbekend.

6 GEMECHANISEERD ROOIEN, UITSPOELEN EN ONTBLADEREN

Naast het onderzoek naar "Bewaren, verpakken en transport van boomkwekerij-producten" zijn in het B.P.O. programma drie onderzoeken opgenomen naar schade t.g.v. machinaal rooien, naar de invloed van ontbladeren op de gewas-kwaliteit en naar het tegengaan van schade bij het uitspoelen. Over deze onderwerpen wordt afzonderlijk gerapporteerd. Omdat zij deel uit maken van het totale ketenonderzoek worden in dit rapport een aantal, deels voorlopige resulta-ten gepresenteerd.

6.1 BEPERKEN VAN SCHADE BIJ MACHINAAL ROOIEN

Voor de gewasgroepen bos- en haagplantsoen, vruchtbomen en laanbomen zijn een aantal in de praktijk gebruikte machines tijdens rooiwerkzaamheden beoor-deeld op het veroorzaken van schade. Ook zijn partijen in de loods op schade gecontroleerd. Tevens zijn praktijkervaringen geïnventariseerd. Er werd geen schade aan plantmateriaal geconstateerd. Conclusie is dan ook dat met rooima-chines en mechanische hulpmiddelen planten zonder schade kunnen worden gerooid. Indien wel schade ontstaat moet dit worden geweten aan onzorgvuldig-heden tijdens het rooien.

6.2 VOORKOMEN VAN SCHADE BIJ HET UITSPOELEN VAN WORTELS

In verschillende experimenten is nagegaan of er door uitspoelen kwaliteitsverlies ontstaat. Met twee probleemgewassen (*Dicentra spectabilis* en *Hydrangea petiolaris*) en twee niet-probleem gewassen (*Astilbe japonica* en *Carogana arborescens*) zijn proeven uitgevoerd met verschillende substraten om het uitspoelen te vergemakkelijken, waardoor minder schade aan het wortelstelsel ontstaat. Tevens zijn dezelfde gewassen gespoeld met een waterdruk van 2, 4 en 8 bar. Bij deze behandelingen was de aanslag van genoemde gewassen goed en werd dus geen negatieve invloed van het spoelen vastgesteld. In 1994 zijn 6 heesters en 6 vaste planten (door de praktijk als probleemgewassen aangewe-zen) in onderzoek genomen. Hierbij trad uitval op bij *Kerria* en *Potentilla* en bij de vaste planten *Delphinium* en *Aconitum*. De voorlopige indruk is dat de uitval bij de gewassen is veroorzaakt door een combinatie van uitspoelen, en de uitge-voerde transport- en douanesimulatie. Groeiverschillen moeten nog worden beoordeeld. De voorlopige conclusie is dat slechts bij een beperkt aantal gewas-sen uitval na uitspoelen optreedt en dat deze uitval versterkt wordt door andere oorzaken in de afzetketen. Een uitgespoeld gewas behoeft extra zorg in het afzettraject, omdat dit gewas kwetsbaarder is. Aanslagproblemen van gespoelde planten in importlanden zijn hoogst waarschijnlijk terug te voeren op onzorgvuldige behandeling in de keten.

6.3 IS VROEG ROOIEN MOGELIJK ZONDER KWALITEITSVERLIES?

Voor de gewasgroepen vruchtbomen, bos- en haagplantsoen en sierheesters zijn in 1992 en 1993 experimenten uitgevoerd om een geschikte ontbladeringsme-thode te vinden waardoor vroeg gerooid kan worden zonder dat kwaliteitsverlies optreedt. Ontbladeren kan chemisch, mechanisch of handmatig worden uitge-

voerd. Mechanisch ontbladeren met een geselmachine resulteerde bij *Malus* soorten in schade aan bast en knoppen en een geringere uitloop in het eropvolgende voorjaar. Handmatig ontbladeren is te arbeidsintensief. Chemische ontbladering lijkt de meeste perspectieven te bieden, alleen staan de in de vruchtbomenteelt toegepaste middelen ter discussie. Experimenten tonen aan dat een experimenteel middel mogelijkheden biedt voor chemische ontbladering in de boomkwekerij.

Er zijn verschillende concentraties van het middel toegepast op verschillende tijdstippen al of niet in combinatie met ondersnijden. Voor de meeste gewassen gaf een concentratie van 8% een snellere bladval dan 4%. De rooitijdstippen konden voor de meeste gewassen één tot drie weken worden vervroegd.

Bij deze beperkte vervroeging van het rooitijdstip kon in het voorjaar bij de meeste gewassen geen kwaliteitsverlies worden geconstateerd.

In 1994 wordt het onderzoek voortgezet, waarbij de bespuitingen eerder en vaker worden uitgevoerd om gewassen met een relatief late bladval (vanaf december) vroeg (eerste helft oktober) te kunnen rooien. De vraag is dan hoe bij deze sterkere vervroeging van het rooitijdstip de plantkwaliteit reageert.

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1 OMSTANDIGHEDEN IN DE PRAKTIJK

Organisatie

Het merendeel van de kwekers en handelaren blijkt zich in de praktijk bewust te zijn van de gevaren voor uitdroging van de plant. Vrijwel iedereen erkent het gevaar van het onafgedekt op het veld laten liggen van naaktwortelige gewassen, het onbeschermd (intern) transporteren. Dat dit in de praktijk toch voorkomt is te wijten aan organisatorische redenen.

Een goede planning, waarbij het aantal te verwerken planten steeds is afgestemd op de beschikbare personeelscapaciteit is noodzakelijk. Goede afspraken tussen de schakels is voor een strakke planning onontbeerlijk.

Conditioneren van de keten

De weersgesteldheid is en blijft een onzekere factor die het uitvoeren van de werkplanning en het nakomen van afspraken bemoeilijkt.

Het conditioneren van de keten biedt de mogelijkheid om een betere arbeidsspreiding te realiseren, de invloed van het klimaat op de werkzaamheden en de plantontwikkeling te beperken en het afzetseizoen te verlengen zonder dat dit ten koste gaat van de plantkwaliteit. In een geconditioneerde keten is kuilen overbodig. Conditioneren biedt vooral voordelen wanneer gewassen nog laat in het seizoen afgeleverd worden en voor partijen waarvan het onzeker is wanneer ze worden afgeroepen.

Onderhoud aan koelinrichtingen

In de praktijk blijkt de werkelijke temperatuur in koel- en vriescellen vaak af te wijken van de ingestelde, gewenste ruimtetemperatuur van de cel. Dit heeft invloed op de mogelijke bewaarduur van de gewassen.

Bij de jaarlijkse onderhoudsbeurten dient de oorzaak van deze verschillen te worden opgespoord en verholpen. Het verdient aanbeveling analoge waakthermostaten zonodig opnieuw te kalibreren. Digitale thermostaten vertonen minder drift (verloop ten opzichte van het nulpunt) dan analoge en hebben daarom de voorkeur.

Uitdroging in loodsen

De temperatuur in loodsen neemt naarmate het voorjaar vordert toe en vertoont steeds grotere schommelingen gedurende een etmaal. De relatieve luchtvochtigheid neemt af en het dampdrukttekort neemt toe. Planten drogen daardoor sneller uit en worden eerder actief.

Verbeteringen van het loodsklimaat zijn mogelijk door uitsluitend met gesloten deuren te werken, de werkdag te starten met het bevochtigen van de werkvloer, in deuropeningen tochtlamellen aan te brengen, de vloer (grotendeels) onverhard te laten of luchtbevochtigers te installeren.

Het is mogelijk het loodsklimaat te sturen door gebruik te maken van goedkope, koele vochtige nachtlucht. Warme lucht kan met een ventilator uit de nok worden afgevoerd. Het buitensluiten van daglicht en werken bij TL-licht voorkomt het opwarmen onder invloed van zon.

Uitdroging in sorteerruimten

Uit de meetresultaten is gebleken dat de verdroging van naaktwortelige gewassen in sorteerruimten globaal vier keer zo snel verloopt als in loodsen in dezelfde periode van het jaar. Indien in sorteerruimten heteluchtkanonnen worden ge-

bruikt is de verdampingsnelheid nog groter.

Om vochtverlies te beperken dient de doorlooptijd in sorteerruimten tot een minimum beperkt te worden. Het gebruik van heteluchtkanonnen wordt mede vanwege ethyleenvorming en arbeidsomstandigheden, afgeraden.

Ruimtetemperatuur versus produkttemperatuur

Uit metingen is gebleken dat de produkttemperatuur meestal hoger is dan de ruimtetemperatuur. Zolang deze verschillen gering zijn betekent dit geen probleem voor de vitaliteit. Problemen kunnen ontstaan wanneer restblad aanwezig is, produkten (te) vroeg zijn gerooid, onvoldoende ventilatie mogelijk is door te gesloten fust (kuubkisten), te dicht is gestapeld of bij gebruik van isolerend vulmateriaal, zoals turfmoalm.

Controle van de ruimte- en produkttemperatuur kan problemen in een vroeg stadium signaleren, waardoor op tijd maatregelen kunnen worden genomen.

Afdekken van wortelgoed

Op de meeste bedrijven wordt wortelgoed in loodsen niet extra beschermd. Planten in box- of boompallets worden daarbij vaak met de wortels naar de buitenkant van de pallet gestapeld.

Het afdekken van partijen planten in loodsen of het omhullen van pallets met wikkelfolie vermindert de uitdroging van de planten tijdens bewaring in loodsen.

Vroeg rooien

Hoewel in de praktijk behoefte bestaat om het afzetseizoen te vervroegen is dit vanuit kwaliteitsoogpunt ongewenst. Vroeg gerooide planten zijn ondermeer minder tolerant voor vochtverlies tijdens de keten en zijn minder winterhardheid. De nadelige gevolgen zijn door zorgvuldig handelen tijdens de afzetzfase niet volledig uit te sluiten. Ook bij een korte afzetketen hebben vroeg gerooide planten onvoldoende tijd zich te herstellen. Planten die voor de natuurlijke bladval zijn gerooid zijn ongeschikt voor langdurige en ingevroren bewaring. Indien toch vroeg geleverd dient te worden verdienen pot- en containerplanten de voorkeur, of eventueel kluitplanten.

Onverpakt verhandelen

Veel naaktwortelig verhandelde gewassen worden onverpakt afgeleverd. Onderzoek heeft aangetoond, dat bescherming tegen uitdroging tijdens het verhandelen de vitaliteit ten goede komt.

Het is zinvol te streven naar het gebruik van een type verpakkingsmateriaal in heel de keten. Dit voorkomt onnodig overpakken, maakt de afvalverwerking eenvoudiger. Zwart 0,1 mm MDPE en gecoëxtrudeerde PE zwart/wit folies zijn geschikte materialen om bescherming te bieden tijdens bewaring en aflevering.

Als alternatief voor verpakken kan worteldip worden gebruikt.

Worteldips bestaan uit waterabsorberende polymeren die bescherming bieden tegen uitdroging.

Praktische problemen die een toepassing van worteldip in de weg staan vragen om een oplossing. Hier ligt een taak voor de fabrikanten en het bedrijfsleven.

Transport per as

Huifwagens bieden weinig bescherming tegen hoge of lage buitentemperaturen. Bij koud weer en bij warmte of zonneshijn bestaat kans op schade door vorst of juist te hoog oplopende temperaturen. Bij gesloten, geïsoleerde wagens volgt de ruimtetemperatuur in de wagen de buitentemperatuur, zij het vertraagt.

Evenals bij bewaring is het wenselijk bij transport gebruik te maken van koelwa-

gens. Dit geldt zeker voor planten die over grotere afstanden moeten worden vervoerd en voor planten die niet in winterrust zijn. Het (voor)koelen van planten in combinatie met geconditioneerd vervoerd biedt de meeste zekerheid over het behoud van de plantkwaliteit.

Laden en lossen

Het niet gepalletiseerd verhandelen van gewassen werkt mechanische schade door ruwe omgang met gewassen in de hand. Takbreuk wordt vaak niet veroorzaakt door het opbinden, maar door het onzorgvuldig en/of onjuist laden. Het bevorderen van het gebruik van fust en het rechtop vervoeren van planten voorkomt schade.

Bindmaterialen

Door gebruik van ongeschikte bindmaterialen ontstaat schade aan gewassen in de vorm van wonden aan de bast.

Gebruik bij voorkeur enkeldraads polypropeentouw met een looplengte van 1/400 of 1/600 m.kg⁻¹. Zolang gewassen niet langdurig gekuild worden voldoet enkeldraads sisaltouw met een minimale dikte van 3 mm. Ongeschikt, maar veel gebruikt zijn: anjerspandraad, tomatengaren, paprika-garen en paktouw.

Het verdient uit milieuoogpunt aanbeveling om een verteerbaar bindmateriaal te ontwikkelen, dat ook voor langdurige gekuilde winterbewaring geschikt is.

Afspraken

Kwekers voeren tegen beter weten in handelingen uit die een nadelige invloed kan uitoefenen op de vitaliteit of laten beschermende maatregelen na.

Om dit te voorkomen zijn duidelijke afspraken nodig tussen producent, handelaar en afnemer. Te denken valt aan het vaststellen van de vroegste rooidatum per seizoen, verplicht beschermd (intern) transporteren, verpakt afleveren en het geven van groeigaranties.

In de toekomst kan het certificeren van bedrijven of het invoeren van iso-normen het behoud van de plantkwaliteit in de afzetfase verder bevorderen.

7.2 VERVOLGONDERZOEK

Dekzeilen

Het afdekken van planten tijdens transport wordt nagelaten omdat het zwaar en tijdrovend werk is.

Voor het afdekken van planten tijdens transport is licht, sterk materiaal nodig, waaronder de temperatuur niet snel oploopt. Vergelijkend onderzoek naar bruikbare materialen is nodig.

Aanslagverbetering

Uitdroging van planten is binnen zekere grenzen een omkeerbaar proces. Uit de literatuur blijkt dat het effect van dompelen van wortelstelsels, eventueel met toevoeging van hormonen op de aanslag en hergroei wisselend is.

Onderzoek naar dit onderwerp kan meer duidelijkheid geven over het nut ervan.

Groen verhandelde gewassen

Groenverhandelde gewassen zijn alleen in de inventarisatie en de literatuurstudie aan de orde gekomen. Ethyleen en te hoge temperaturen zijn de belangrijkste oorzaken voor schade.

Onderzoek is nodig naar de specifieke eisen die bepaalde visueel aantrekkelijke gewassen in de verschillende seizoenen tijdens de afzet verlangen.

Rusttoestand

Het moment waarop planten volledig zijn afgehard wordt in de praktijk meestal afgelezen aan de hand van de natuurlijke bladval. Een nauwkeurige bepaling van de rusttoestand is onder andere gewenst in verband met het vaststellen van het rooi-tijdstip. Ook de maximale bewaarduur en de in te stellen bewaartemperatuur zijn afhankelijk van de rusttoestand van de plant.

Om een geschikt criterium te vinden om de mate van rust vast te kunnen stellen is nader onderzoek naar de fysiologie van de winterrust nodig.

Vitaliteitstoets

Er bestaat geen methode om in de keten de vitaliteit van bladverliezend loofhout te meten.

Brits onderzoek aan naaldhout en oriënterende experimenten gedurende dit project aan bladverliezend loofhout geven aan dat de elektrolietenlekkage uit wortelmonsters kan dienen als maat voor de vitaliteit.

Nader onderzoek naar deze methode kan in de toekomst leiden tot de ontwikkeling van de zo noodzakelijke vitaliteitstest.