



Callusstek verkort de keten

Onderzoek naar de optimalisatie van het bewortelingsproces



E.A. van Os, G. van den Boogaard, T. Habraken, H. Harkema, E. Pekkeriet, J. Sonneveld,
E. van Winsen

Rapport nr. 552



Callusstek verkort de keten

Onderzoek naar de optimalisatie van het bewortelingsproces



E.A. van Os, G. van den Boogaard, T. Habraken, H. Harkema, E. Pekkeriet, J. Sonneveld,
E. van Winsen

Rapport nr. 552



1792669

Colofon

Titel	Callusstek verkort de keten
Auteur(s)	E.A. van Os, G. van den Boogaard, T. Habraken, H. Harkema, E. Pekkeriet, J. Sonneveld, E. van Winsen
A&F nummer	552
ISBN-nummer	90-6754-975-4
Publicatiedatum	November 2005
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	
Goedgekeurd door	Naam functionaris

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology & Food Innovations B.V. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

Samenvatting

In dit rapport wordt verslag gedaan van twee bewortelingsproeven om te komen tot voorbewerkt uitgangsmateriaal dat direct op kokos bij de eindgebruiker kan worden opgekweekt. Hierdoor zijn logistieke voordelen te behalen en kan het substraat efficiënter worden gebruikt. Dit rapport moet gezien worden als het eindresultaat van hoofdactiviteit 2 “Optimalisatie bewortelingsproces”, de werkpakketten 5 en 6 van het project “Mobysant ketenverkorting uitgangsmateriaal”. Dit project is medegefinancierd door AKK.

Chrysanthenstek wordt vrijwel uitsluitend in Afrika geproduceerd. Vandaar komt het per vliegtuig naar Nederland, waar de chrysanthenvermeerderders het stek bewortelen en uitleveren aan de telers. Het idee is om de beworteling niet meer bij de vermeerderders te laten gebeuren, maar direct bij de tuinder. Dit verkort de transportketen enorm.

Twee bewortelingsproeven zijn uitgevoerd om te onderzoeken in hoeverre het proces van bewortelen kan worden beïnvloed door de temperatuur tussen plukken en steken aan te passen. Hiervoor zijn steeds twee cultivars gebruikt: Delianne en Feeling Green.

In de eerste proef is getoetst op bewaar temperatuur (4 en 18 °C) van een 7 dagen oud stek gedurende 3 dagen. Overige behandelingsfactoren waren plaatsing van het stek in licht of donker, rechtop of op zijn kop staand stek, bepoederen bij het plukken of bij het steken. In de tweede proef is 12 dagen oud stek gebruikt dat 4 dagen bij verschillende temperaturen werd bewaard, waarbij de gekozen behandelingen voortkomen uit de resultaten uit proef 1.

Uit proef 1 komt naar voren dat aantal en lengte van wortels een goede parameter zijn om te meten. Steklengte, aantal blaadjes en versgewicht blijken geen goede parameters te zijn.

Bepoederen na het plukken is beter dan bij het steken. Rechtop of op zijn kop geplaatst stek maakt niets uit, evenals plaatsing in het licht of donker. Beide bewortelingsproeven met een bewaar temperatuur variërend tussen 4 en 18 °C gedurende 3-4 dagen leveren geen eenduidig recept op om de werkwijze van bewortelen sterk te wijzigen. Bij alle temperaturen is stek goed te bewortelen.

Gezien de geringe effecten zou het nuttig kunnen zijn om de behandelingsduur uit te breiden van plukken tot steken, dus ca. 10-14 dagen en om het gestoken stek uit te laten groeien tot een oogstbare bloem.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Methoden	6
2.1 Analyse van de keten	6
2.2 Bewortelingsproeven	8
2.2.1 Proef 1	9
2.2.2 Proef 2	10
3 Resultaten	14
3.1 Proef 1	14
3.2 Proef 2	15
3.2.1 Temperaturen	15
3.2.2 Visuele beoordeling	16
3.2.3 Wortels	16
3.2.4 Lengte van het stek	18
4 Discussie	19
5 Conclusies uit de bewortelingsproeven	21
6 Receptbeschrijving voor het verkrijgen van callusstek	22
Literatuur	23
Dankbetuiging	24
Bijlage 1: Fotocompositie van de opzet van proef 2	25
Bijlage 2: Wortelontwikkeling in proef 2	27

1 Inleiding

Mobysant is een initiatief van 13 ondernemers die tot doel hebben de concurrentiekracht van de Chrysantensector te versterken. Hiertoe zijn twee belangrijke innovaties nodig:

- Een nieuw mobiel teeltsysteem waarmee op basis van wijder zetten de productie per vierkante meter met 30 % kan worden verhoogd bij gelijkblijvende energie en arbeidsinzet en door gebruik van kokos een groeiversnelling gerealiseerd kan worden.
- Ontwikkeling van voorbewerkt (callusvorming) uitgangsmateriaal dat direct opgekweekt kan worden op kokos bij de eindgebruiker (chrysantenteler), waardoor:
 - enorme logistieke voordelen te behalen zijn, waardoor de kosten van bewortelde chrysanten significant zullen dalen (besparingen in transport, opslag en afstemmingsverliezen). Voor beworteld stek op een perspot is 30 keer zoveel transport- en opslagvolume nodig dan voor onbeworteld stek.
 - het iets duurere steksubstraat (kokos) recyclebaar wordt en betere groeikarakteristieken kunnen worden benut waardoor de kosten van substraat per saldo kunnen dalen in plaats van zullen stijgen.

In dit rapport wordt verslag gedaan van onderzoek om te komen tot het, bovengenoemde, voorbewerkte uitgangsmateriaal zoals in hoofdactiviteit 2 “optimalisatie bewortelingsproces” wordt beschreven. Deze activiteit is onderverdeld in de werkpakketten “onderzoek groeiverlies” en “ontwikkeling bewortelingsmethode”.

Allereerst is een analyse gemaakt van de keten zoals die momenteel geldt voor chrysantenstek. Daarna zijn proeven gedaan naar mogelijk groeiverlies van stekken, ontstaan tijdens het bewaren tussen het plukken van het stek in Afrika en het steken bij de chrysantenteler. Afgesloten wordt met het aangeven van het “recept” op hoofdlijnen voor beworteling ten behoeve van het Mobysant systeem.

2 Methoden

2.1 Analyse van de keten

A Moederplant

- Productie uitsluitend in Afrika (Oeganda, Kenia, Ethiopië), vanwege risicospreiding in meerdere landen en om reden van lagere arbeidskosten en klimaat. Bedrijven liggen in landen op de evenaar en voor een goed klimaat is de altitude belangrijk zodat etmaaltemperatuur door het jaar heen vrij constant is. Er is echter wel van enige seizoensspreiding sprake, waardoor in Kenia de piek in de stekproductie in december valt als in NL de behoefte aan stek juist laag is. In Ethiopië valt de productiepiek in mei en juni, vergelijkbaar met NL.
- De vermeerderingsbedrijven zijn samenwerkingsverbanden tussen een Nederlandse vermeerderaar en een Afrikaans teeltbedrijf, waarbij het bedrijf in Afrika de kas, materialen en arbeid ter beschikking stelt en Deliflor met 2 mensen het management en de verwerking van orders uit Nederland en de aanplant van cultivars regelt. De kassen zijn onverwarmd, maar wel helemaal dicht om ziekterisico's zo klein mogelijk te houden (0-tolerantie voor export van stek). "Good growing practices" worden toegepast ivm iso-certificering.
- Hoeveelheid en cultivarselectie vinden plaats in NL. Stek (de nieuwe moederplant) wordt opgepot in de vollegrond en na 5 weken kan het eerste stek worden geplukt (soms wordt er gebruik gemaakt van Vitromateriaal, dit vergt extra tijd om in productie te komen) Weer 15 weken later is de moederplant "uitgeput" en wordt deze geroid, waarna de grond wordt gestoomd (na elke moederplantenteelt) en herbemest (organische mest, onderhoudsbemesting). Continu wordt stek geplukt van moederplanten (7 dagen lang), van dezelfde moederplant wordt 3x per week stek geplukt met een hoeveelheid van 0,5-3 stuks per week per plant (gemiddeld 1,6 is afhankelijk van seizoen en cultivar). Kwaliteit van het stek is afhankelijk van regelmatig plukken en is, dus, order onafhankelijk. Moederplanten worden niet in substraat geteeld vanwege kwetsbaarheid van het systeem (stroomuitval, etc) en investering, terwijl voordelen niet groot zijn.
- Afhankelijk van de cultivar wordt het geplukte stek gepoederd (met groeihormoon behandeld), dit kan leiden tot minder houdbaar stek en mergnecrose (holtrekkers). Bovendien versnelt poederen het verouderingsproces van stek
- Plukploegen van ca. 15 vrouwen plukken stek met een mesje waarbij het heft 4 tot 6 cm lang is. Het stek wordt gebroken. Per ploeg is er één voor-lady die de kwaliteit bewaakt en zorgt voor afvoer en registratie van het stek. Hierdoor is elk stek traceerbaar. Er zijn per bedrijf 8-10 plukploegen.

B Stek

- Stek wordt met 52 stuks (50 verkoopbaar) in een plastic zak verpakt en binnen een half uur na plukken in een koelcel opgeslagen (temp. 4-5°C) tot maximaal 14 dagen (sommige rassen maximaal 7-10 dagen opslag). 2000-3000 stuks worden in een doos verpakt (60x40x10cm) afhankelijk of het fijnbladige of grofbladige rassen zijn (2500 gemiddeld).

- Meestal worden de dozen met stek 's middags op het vliegveld aangeleverd, vertrekt 's avonds het vliegtuig en is na een vlucht van 12 uur de partij de volgende ochtend bij de vermeerderaar. Transport vindt of gemengd plaats met passagiers en andere lading op vluchten van KLM en Martinair of met vrachttransportcarriers. Temperatuur is bij charters moeilijk te regelen of te beïnvloeden. Wel wordt met iedere partij een puck meegestuurd die automatisch de temperatuur registreert. Deze puck wordt eerst uitgelezen bij de vermeerderaar waarna verwerking van partijen wordt bepaald. Doordat vrachtcarriers vooral transport van Zuid naar Noord hebben, wordt door hen getracht de kosten zo laag mogelijk te houden en neemt de betrouwbaarheid af doordat vluchten vertraagd of geannuleerd worden. Dit is het laatste jaar een reden tot zorg geworden. Daarom wordt met een grotere voorraad dan voorheen gewerkt om zonodig slechte partijen (veroorzaakt door vertraging, hoge/lage temp/RV) niet te hoeven gebruiken. Kosten van voorraad beheer nemen daardoor toe. Een zending komt bij de vermeerderaar en wordt daar in koelcel (4-5°C) uitgezet en afhankelijk van de houdbaarheidsdatum gestoken.
- Er is slechts een heel klein deel dat door tuinders zelf wordt beworteld. Er zijn geen tuinders die eigen moederplanten aanhouden. Deze lijnen zullen dan ook niet verder geanalyseerd worden binnen dit project.
- Potgrond wordt ingekocht in bulk van b.v. Klassman (of Tref of Bas van Buuren), bemest en geperst in drie potmaten afhankelijk van ras en jaargetijde. In de winter komen er 90 in een bak, in de zomer 112. Doordat Deliflor weinig extra assimilatielicht heeft hangen worden er drie potmaten gehanteerd. Dus bij een hoog lichtniveau zijn er een/twee potmaten. Perspotten worden na persen in gestandaardiseerde schuifbak (60x40cm) geplaatst. Kosten van hoogwaardige potgrond bedragen ca. €25,-/m³ (laagwaardige potgrond ca. €20,-/m³. Per m³ zijn 10000 potten te persen
- Steksorteren vindt niet plaats. Kwaliteitssortering is alleen visueel bij plukken. Stekers steken alles.
- Steksteken vindt uitsluitend met de hand plaats. Deliflor heeft 5 lijnen met maximaal 12 stekers per lijn en die via een uitzendbureau worden ingehuurd afhankelijk van de seizoensdrukke. Ze krijgen uitbetaald naar kwantiteit en kwaliteit. Deliflor en Fides hebben een gezamenlijk project voor de ontwikkeling van een steksteekrobot. Dekker heeft een robot/automaat met strips die in Afrika gelijk met stekplukken worden volgestoken.
- Stek heeft 13 – 18 dg nodig tot beworteling afhankelijk van ras en licht. Met veel lamplicht (>5000 lux) kan beworteling 11-14dg worden.
- Beworteling vindt plaats bij 21°C pottemperatuur (bodemverwarming) en ruimtetemperatuur van 18°C. Wortelvorming is sterk temperatuurafhankelijk. In de winter worden de kisten afgedekt met plastic. Verder is jaarrond benevelen voldoende. Standaard worden stekken alleen preventief met Daconil behandeld tegen schimmels bij beworteling in perspot. Eerste 6-7 dg is de RV erg hoog. Laatste 4-5dg wordt afgehard.
- In de vrachtauto van Deliflor naar tuinder wordt geconditioneerd op 8-10°C. Er is ook nog een werkvoorraad (1-2dg) op Deliflor in de koelcel met deze temperatuur.

- 1-5x per week wordt een bewortelde partij naar zelfde tuinder gebracht. Frequentie is afhankelijk van aantal plantvakken, zijn er veel dan heeft de tuinder een min of meer gelijke productie, bij weinig vakken zijn schommelingen in productie groter. Binnendienst checkt regelmatig of partij door tuinder op juiste dag nog gewenst is om afstemming te optimaliseren.
- Weggroei bij tuinder is grootste bottleneck. Potten worden bovenop grond geplaatst, er is wortelbreuk (invalshoek voor pythium, waartegen altijd een behandeling met Aaterra moet plaatsvinden) en wortels aan zijkant pot zijn een beetje voor niets. Na uitzetten staat groei stil ook al door lage RV in kas vergeleken bij microklimaat bij beworteling. Uiteindelijk 1-2 dagen tijdsverlies voordat groei herstart.

C Callusstek

Bij gebruik van callusstek blijft fase A Moederplant hetzelfde.

- Callusvorming door extra licht en temperatuur (pre-rooting). Er is nog geen recept beschikbaar, dat is doel van dit onderzoek (werkpakket 5 en 6).
- Callusvorming kan zowel in Afrika als in NL plaatsvinden. In Afrika is het de vraag of omstandigheden voldoende beheersbaar (licht, temperatuur, vochtigheid) zijn om voldoende callus en voldoende voordeel te krijgen. Door callusvorming wordt ook houdbaarheid sterk beïnvloed (bladvergeling, botrytis).
- Wordt sterk in Afrika direct in houder verpakt (Dekker strip) of in zakje. Transport van Dekker strip levert “maar” 15 tot-20% extra transportkosten op. Bij transport is dichtheid (volume/kg) in stekken per m³ van belang. Indien je naar machinale verwerking (steken, planten) wil, moet je de stekken verenigd houden vanaf plukken. Strips of iets dergelijks zijn dan vereist en het moet in Afrika al gebeuren. Concentratie poeder is van belang voor stek (leeglopers, holtrekkers). Vloeibaar stekpoeder (gel) is duurder en wordt niet gebruikt.
- Wordt met de hand gestoken en geplant dan kan sterk in 24 uur bij Deliflor zijn en daar vervolgens de ideale behandeling krijgen. Gezien de administratie op Schiphol (PD: keuring, kwaliteit, gezondheid) zal sterk eerst naar Deliflor gaan en niet gelijk naar de tuinder.
- Op termijn gaat het met de hand planten eruit en wordt alleen machinaal geplant. Dit laatste zal ook kwaliteit van de weggroei ten goede komen door vermindering van aantal handelingen.
- Steken in substraat: in strip, dan machinaal in plug of goot met substraat of naakt in houder voor voedingsfilmgoot, geen perspot. Los: met hand steken. Voor voedingsfilm geldt dat houder t/m oogst mee moet gaan.

2.2 Bewortelingsproeven

Aan de hand van bovenstaande analyse en al opgedane ervaringen met de beworteling van sterk in de Fides proefkas ten behoeve van het Mobysant teeltsysteem zijn een aantal bewortelingsproeven uitgevoerd. Proef 1 is vooral een inleiding op de problematiek. Proef 2 is als voortschrijdend inzicht voortgekomen uit proef 1.

2.2.1 Proef 1

Onderstaande proef is uitgevoerd met de behandelingen:

- Bewaartemperatuur: 4 en 18°C
- Stand in doos: rechtop en op zijn kop
- Omgeving: Licht en donker
- Bepoederen: bij plukken of bij steken
- Cultivar: Feeling Green, Delianne

In tabel 1 is het proefschema weergegeven. Alle behandelingen zijn in drievoud uitgevoerd met per behandeling 5 stekken.

Tabel 1: Proefschema uitgevoerd voor twee cultivars (Feeling Green, Delianne Yellow)

No	Bepoederen (bij plukken +; bij steken -)	Bewaartemperatuur [°C]	Stand in doos (rechtop:↑; op zijn kop↓)	Omgeving (licht +; donker -)
1	+	4	↓	+
2	+	4	↓	-
3	+	4	↑	+
4	+	4	↑	-
5	+	18	↓	+
6	+	18	↓	-
7	+	18	↑	+
8	+	18	↑	-
9	-	4	↓	+
10	-	4	↓	-
11	-	4	↑	+
12	-	4	↑	-
13	-	18	↓	+
14	-	18	↓	-
15	-	18	↑	+
16	-	18	↑	-

Het stek is geplukt op 28 februari 2005 (wk 09-1), de proef is begonnen op 7 maart (wk 10-1), het stek is gestoken op 10 maart (wk 10-4).

Waarnemingen

- verricht op 14 maart, 16 maart en 18 maart: aantal wortels, lengte wortels, versgewicht, drooggewicht;
- verricht op 21 maart: steklengte, aantal blaadjes, versgewicht, drooggewicht.

Lengte van de wortels en het aantal wortels.

Om de data statistisch te verwerken zijn klassen omgezet in aantal stuks (middenwaarde) of middenlengte.

Meetdag 14 maart:

Lengte wortels:

Klasse midden

0 → 0

<0.5	→ 0.25
< 1	→ 0.75
< 1.5	→ 1.25
< 2	→ 1.75
< 2.5	→ 2.25

Aantal wortels:

Klasse	waarde
P	→ 0
P-E	→ 1
E	→ 2
M	→ 5

Meetdag 16 maart:

Lengte wortels:

< 10 mm=kort	→ 5
10-20 mm = midden	→ 15
>20 mm=lang	→ 25

Aantal wortels:

<10=weinig	→ 5
10-15=middelmatig	→ 12.5
15-25=veel	→ 20
>25=zeer veel	→ 30

Meetdag 18 maart:

Aantal wortels

Weinig	→ 5
Midden	→ 12.5
Veel	→ 20

Steklengte en aantal blaadjes (21 maart):

Voor de toetsing in GENSTAT zijn de gemiddelden per herhaling als uitgangspunt genomen.

Drooggewicht stek: uitgedrukt in % van het versgewicht op de datum van monstername/beoordeling. Versgewicht en drooggewicht wortels uitgedrukt in grammen en in % van het versgewicht van de hele stek op de datum van monstername/beoordeling.

2.2.2 *Proef 2*

Uit de resultaten van het vorige experiment bleek dat de invloed van de temperatuur aanzienlijk was. Hier is in de tweede proef op doorgegaan.

Van de gemeten parameters werd vooral het aantal wortels en de wortellengte beïnvloed. Ook de drooggewichten van de hele stek werden beïnvloed door de variabelen, maar heel beperkt. Zes dagen na steken waren de verschillen tussen de behandelingen het beste waarneembaar.

Het aantal stekken per behandeling was in de eerste proef wat aan de beperkte kant en de methode van bepaling van wortellengte en aantal wortels verschilde van dag tot dag. Dit maakt dat er grote verschillen tussen de behandelingen nodig waren om te kunnen zeggen of een behandeling een relevant effect had.

Doel van de nieuwe proef is om inzicht te krijgen in het effect van verschillende temperaturen en temperatuurwisselingen op de ontwikkeling van callus(stek) en wortels na het steken (aantal en lengte wortels), waardoor verkorting van de logistieke keten tot de mogelijkheden behoort.

Proefopzet

Als variabelen worden verschillende temperatuurregiems gevolgd. Stekken worden bewaard in de standaard zakjes. Op een aantal tijdstippen worden het aantal wortels en de wortellengte bepaald. Er wordt uitgegaan van een bewaarduur 4 dagen. De proef wordt uitgevoerd met de cultivars Delianne Yellow en Feeling Green (tabel 2).

Tabel 2: Behandelingschema

Behandelingsnummer	Temperatuurregiem
1	4°C, 4 dagen
2	12°C, 4 dagen
3	15°C, 4 dagen
4	18°C, 4 dagen
5	2 dagen 4°C + 2 dagen 12°C
6	2 dagen 12°C + 2 dagen 4°C
7	2 dagen 4°C + 2 dagen 18°C
8	2 dagen 18°C + 2 dagen 4°C
9	Als 7, maar bij temperatuurwisseling zakjes enkele uren buiten de doos gelegd voor een snelle opwarming

Experiment wordt in 4 cellen uitgevoerd bij A&F in Wageningen, na twee dagen worden behandelingen 5-8 omgezet. Ongeopende zakjes worden in kartonnen doos in cel geplaatst, allemaal met wortels naar beneden. Dataloggers zijn in zakje aangebracht om de temperatuur te registreren, hetgeen met name van belang is voor de behandelingen 5-8 waarvan het onbekend is hoelang de temperatuurstijging/daling duurt.

Motivatie behandelingen.

Behandelingen 1 en 4: herhaling van voorgaande experiment.

Behandelingen 7 en 8: Er wordt van uitgegaan dat er bij 4°C meer wortels gevormd worden en dat bij 18°C de wortels meer groeien. Behandeling 7 zou beide voordelen kunnen combineren: eerst meer wortels, dan meer groei. Behandeling 8 dient ter controle van behandeling 7.

Behandelingen 5 en 6: als behandelingen 7 en 8, maar met een lagere temperatuursom (dagen*temperatuur). Behandeling 9 heeft hetzelfde temperatuurregiem als 7, maar op het

moment van de temperatuurwisseling worden de zakjes enkele uren buiten de doos gehouden en snel opgewarmd. Dit om inzicht te krijgen in de traagheid van opwarmen en afkoelen door de verpakking.

Meetmomenten en monstergrootte .

Behandelingen 1 – 9: op de dag van het steken vindt een visuele beoordeling plaats op kleur/veroudering. Vervolgens 4 en 7 dagen na het steken zijn de wortels beoordeeld op aantal en lengte. Op 10 dagen en 14 dagen na het steken is de lengte van het bewortelde stek gemeten. De metingen en tellingen worden uitgevoerd aan 10 stekken per behandeling, er zijn 4 herhalingen per behandeling. Elke herhaling komt uit een ander zakje stek.

Stek wordt gestoken in de Mobysant V-goot van 6m lengte, gevuld met kokossubstraat. Goten staan tegen elkaar (6cm rijafstand), in de goot is de plantafstand 10cm; totaal 167 stekken per m². Stekken worden na steken op standaard wijze afgedekt met folie en krijgen standaard klimaat. Per goot (behandeling) komen de te beoordelen stekken uit één zakje.

In figuur 1 is een schematisch overzicht gegeven van de plaatsing van de stekken na het steken. Behandelingen (B1 – B9) zijn ad random geplaatst. Tussen de behandelingen en herhalingen zijn bufferrijen geplaatst. Door meetmomenten (na 4, 7, 10 en 14 dagen) als blok te plaatsen wordt het microklimaat het minst verstoord. Per goot staan 60 planten, per cultivar zijn er 39 goten nodig, dus $39 \times 60 = 2340$ stekken. Hiervoor en als reserve zijn per cultivar 3000 stekken besteld.

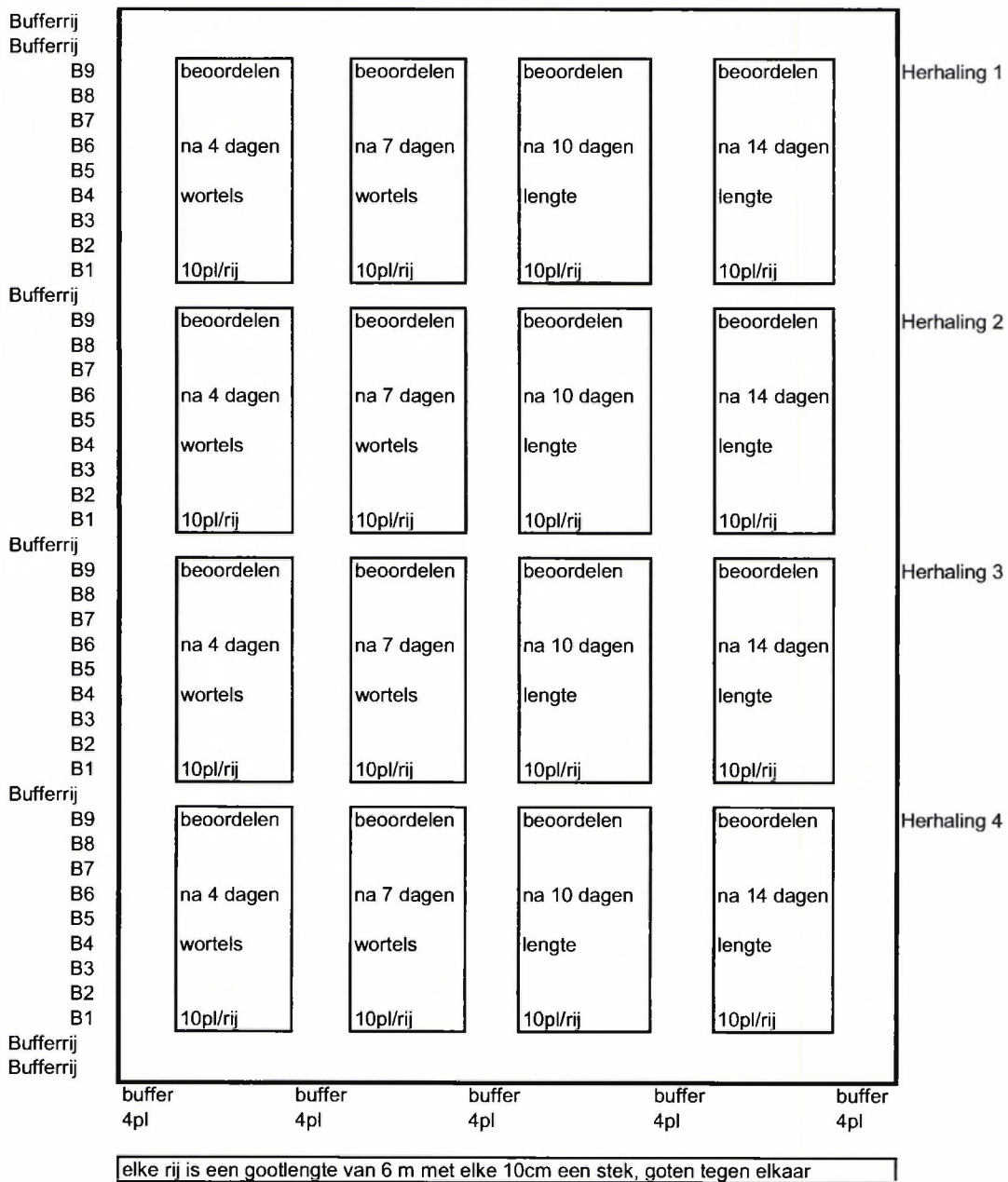
Voor het goed volgen in de tijd zijn de wortellengte en het aantal wortels op alle meetmomenten op dezelfde manier gemeten (tabel 3).

Tabel 3: Klassenindeling voor het tellen van het aantal en de lengte van wortels

Klassen	Aantal wortels		Klassen	Lengte wortels	
	Omschrijving	Klassemidden [-]		Lengte in mm	Klassemidden [mm]
1	Niets	0	1	<1	0,5
2	Primordia	0,5	2	1-2	1,5
3	2-5	3,5	3	3-5	4
4	6-10	8	4	6-10	8
5	11-15	13	5	11-20	15
6	16-25	20,5	6	21-40	30
7	26-50	38	7	41-60	50

Tijdschema

Stek is geplukt op 29 juli en na bepoederen in zakjes en dozen gedaan. 4 aug. is de partij afgeleverd bij A&F in Wageningen en bij 4°C geplaatst. 10 aug. is het stek over 4 koelcellen verdeeld volgens het behandelingsschema (tabel 2). 12 aug. is een deel omgezet naar een andere temperatuur. Op 14 aug zijn de behandelingen, 96 uur na de start van de bewaarproef, gekoeld naar 4°C. Op 15 aug. is het stek eerst in gekoelde styroporbakken naar Fides vervoerd en vervolgens in kokos gestoken (bijlage 1). Op 19 en 22 aug. (4 en 7 dagen na steken) zijn aantal en lengte van de wortels bepaald. Op 25 en 29 aug. is de lengte van het stek gemeten.



Figuur 1 Schematisch overzicht van de plaatsing van de stekken in proef 2

3 Resultaten

3.1 Proef 1

Voor alle kenmerken is een variantie-analyse uitgevoerd met alle mogelijke interacties. Voor elke variabele (behalve de cultivar) is nagegaan bij welke combinaties van variabelen de variabele een significant positief of negatief effect heeft op de parameters. Elk significant positief effect ($p < 0.05$) kreeg de waarde 1 toegekend, elk significant negatief effect de waarde -1, was er geen significant effect dan waarde 0. Uitgegaan is van het gebruik van IBA (IBA+), de hoogste temperatuur (18°C), met licht (licht +) en stand in de doos rechtop (stand op). Tenslotte is er met de waarden uit de tabellen gerekend om inzicht te krijgen in het belang van de parameters en de variabelen. De belangrijkste resultaten zijn tenslotte samengevat in tabel 4.

Tabel 4: Significante factoren in eerste bewortelingsproef

	CV	IBA	Temp	Licht	Stand
Lengte wortels 11-1	***	***	***	NS	NS
Lengte wortels 11-3	NS	***	***	*	NS
Aantal wortels 11-1	***	***	***	NS	NS
Aantal wortels 11-3	NS	***	***	NS	NS
Aantal wortels 11-5	**	***	***	NS	NS
Lengte steel 12-1	***	NS	NS	NS	NS
Aantal blaadjes 12-1	***	NS	NS	NS	NS
Versgewicht stek 11-1	***	NS	***	NS	*
Versgewicht stek 11-3	***	***	NS	NS	NS
Versgewicht stek 11-5	***	**	NS	NS	NS
Versgewicht stek 12-1	***	NS	NS	NS	NS
Drooggewicht stek 11-1	***	*	***	NS	NS
Drooggewicht stek 11-3	***	***	***	NS	NS
Drooggewicht stek 11-5	***	***	**	NS	NS
Drooggewicht stek 12-1	***	NS	NS	NS	NS
Wortelmasse vers grammen	***	***	***	*	NS
Wortelmasse droog grammen	NS	***	NS	NS	*
Wortelmasse vers %	*	***	***	*	NS
Wortelmasse droog %	***	***	**	NS	**

NS = niet significant

* = significant ($0.01 < p < 0.05$)

** = significant ($0.001 < p < 0.01$)

*** = significant ($p < 0.001$)

In donker grijs aangegeven grootheden die minder interessant zijn om te meten

Conclusies m.b.t. de keuze van de parameters:

- Het meten van de *lengte van de wortels* en het tellen (schatten) van het *aantal wortels* levert het grootste aantal significante verschillen op, gevolgd door het vaststellen van de *wortelmasse* (vers of droog).
- Weinig tot geen significante verschillen bij de *steellengte van de stek*, het *aantal blaadjes* en het *versgewicht van de hele stek*.

Conclusies m.b.t. de keuze van de variabelen:

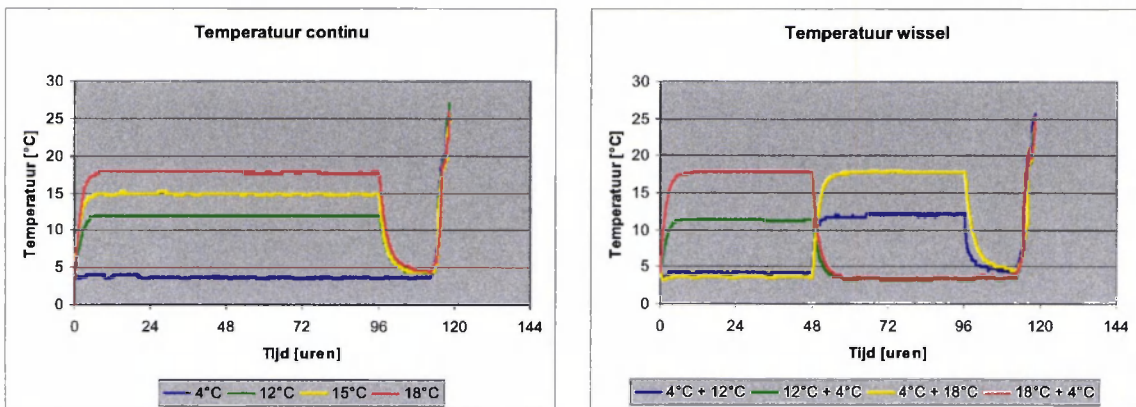
- Bepoederen bij plukken levert meer - en langere wortels in vergelijking met bepoederen bij steken. De groene delen hebben wel een iets lager drooggewicht.. De wortels hadden een iets hoger drooggewicht.
- Bewaring bij 18°C stimuleerde de lengtegroei van de wortels, maar reduceerde het aantal wortels. Bewaring bij 18°C reduceerde het drooggewicht van de hele stek iets.
- Stek van Feeling Green had een hoger versgewicht dan stek van Delianne Yellow, maar een lager drooggewicht (%!!!).
- De variabelen “stand” en “licht” waren van weinig of geen invloed.

3.2 Proef 2

In Bijlage 1 is een foto-overzicht gegeven van lay-out van deze proef.

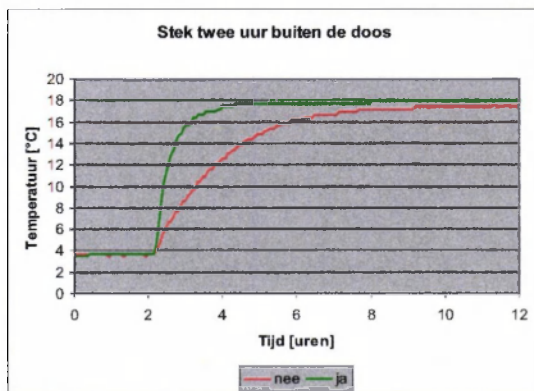
3.2.1 Temperaturen

Gedurende de bewaarproef zijn per behandeling i-buttons (temperatuurdataloggers) in het zakje met stek geplaatst. In fig. 1 zijn de gerealiseerde waarden weergegeven. Te zien is dat op uur 0 het stek na bewaring op 4°C bij verschillende temperaturen is geplaatst. In de linkergrafiek zijn de ingestelde temperaturen gedurende 96 uur gehandhaafd, in de rechtergrafiek zijn de partijen na 48 uur bij een andere temperatuur geplaatst. Vervolgens is bij alle behandelingen de temperatuur gezakt naar 4°C. De oplopende temperatuur tussen 110 en 120 uur geeft de stijging aan gedurende transport en uitpakken voorafgaand aan het steken.



Figuur 2 Overzicht van gerealiseerde temperaturen, links 4 dagen een gelijke temperatuur; rechts na twee dagen een andere temperatuur

In figuur 2 is het effect te zien van het uitpakken van de zakjes uit de doos op het moment van de temperatuurwissel (van 4° naar 18°C) bij behandelingen 7 (niet uitpakken, zoals andere behandelingen) en 9 (wel uitpakken).



Figuur 3 Invloed van uitpakken (behandeling 9; groene lichte lijn; ja) en niet uitpakken (behandeling 7, rode donkere lijn, nee)

3.2.2 Visuele beoordeling

Na het bewaren is bij het steken een visuele beoordeling uitgevoerd op bladkleur en algeheel voorkomen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5. Het blijkt dat de partijen die bij hogere temperatuur zijn bewaard meer geelverkleuring vertonen dan partijen die bij een lagere temperatuur zijn bewaard.

Tabel 5: Visuele beoordeling van het stek op het moment van steken van Feeling Green*

Behandeling	Beoordeling
4°C	niet vergeeld
12°C	licht vergeeld (alleen steel)
15°C	vergeeld
18°C	ernstig vergeeld
4°C + 12°C	zeer lichte vergeling
12°C + 4°C	zeer lichte vergeling
4°C + 18°C	zeer lichte tot lichte vergeling
18°C + 4°C	zeer lichte tot lichte vergeling

* Delianne vertoonde geen verkleuring

3.2.3 Wortels

Na 4 en 7 dagen zijn het aantal wortels en de lengte van de wortels bepaald. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6. Hoewel aantal en lengte zijn beoordeeld in klassen is hier voor de overzichtelijkheid het gemiddelde voor de klassenmiddens weergegeven. In bijlage 2 is een foto-overzicht gegeven op het moment van beoordelen.

Tabel 6: Gemiddelde per behandeling voor aantal wortels en lengte van wortels bij Delianne en Feeling Green

behand.		aantal wortels				lengte wortels in mm				
		Delianne		Feeling Green		Delianne		Feeling Green		
		4dg	7dg	4dg	7dg	4dg	7dg	4dg	7dg	
continu 4oC	1	16.1	20.4	10.3	22.1	5.2	19.9	3.8	18.2	
continu 12	2	13.9	16.0	20.5	24.4	10.8	21.8	9.0	19.4	
continu 15	3	18.1	17.7	22.8	23.1	15.7	24.4	13.9	21.2	
continu 18	4	24.5	21.9	27.9	25.0	17.7	23.5	16.3	23.3	
	4+12	5	11.7	18.5	14.7	20.1	5.8	19.3	6.1	19.9
	12+4	6	13.4	16.1	14.7	22.8	6.2	23.0	7.1	20.8
	4+18	7	17.0	18.0	18.3	24.3	11.9	22.4	9.0	19.1
	18+4	8	12.8	14.1	19.2	22.3	11.1	24.8	8.6	21.8
niet uitpakken	7	17.0	18.0	18.3	24.3	11.9	22.4	9.0	19.1	
wel uitpakken	9	14.8	16.6	21.5	21.6	11.3	23.5	11.4	20.8	

Tabel 7: Statistische analyse

behand.		aantal wortels				lengte wortels in mm				
		Delianne		Feeling Green		Delianne		Feeling Green		
		4dg	7dg	4dg	7dg	4dg	7dg	4dg	7dg	
continu 4oC	1	bc	cd	a	ab	a	ab	a	a	
continu 12	2	ab	ab	c	b	b	abc	de	a	
continu 15	3	c	bcd	c	ab	c	c	fg	ab	
continu 18	4	d	d	d	b	c	c	g	b	
	4+12	5	a	bc	b	a	a	a	b	ab
	12+4	6	ab	abc	ab	ab	a	bc	bc	ab
	4+18	7	bc	bcd	bc	b	b	abc	cd	a
	18+4	8	a	abc	c	ab	b	c	d	ab
niet uitpakken	7	bc	bcd	bc	b	b	abc	cd	a	
wel uitpakken	9	ab	bc	c	ab	b	c	ef	ab	

per kolom: één of meer dezelfde letters betekent géén significant verschil ($P < 0.05$)

De statistische analyse is samengevat weergegeven in tabel 7. Er zijn tussen de behandelingen wel significante verschillen, maar meer praktisch gezien kan het volgende worden geconcludeerd:

- Continu 18°C levert langere wortels dan continu 4°C, en op dag 4 na het steken ook méér wortels
- Continu 12°C of 15°C zijn soms overeenkomstig behandeling 1 (4°C), soms overeenkomstig behandeling 4 (18°C);
- Er is geen verschil tussen eerst 2 dagen 4°C en dan 2 dagen 12°C en andersom (behandelingen 5 en 6). Hetzelfde geldt voor 4+18 en 18+4;
- Behandelingen 5 en 6 vergeleken met continu 4°C (behandeling 1) of 12°C (behandeling 2) levert geen eenduidige verschillen of overeenkomsten. Hetzelfde geldt voor behandelingen 7 en 8 als die vergeleken worden met behandelingen 1 en 4 (continu 4°C of 18°C);
- Er is geen verschil tussenuitpakken en niet uitpakken (behandelingen 7 en 9);

- Verschillen na 4 dagen meten zijn in de meeste gevallen groter dan na 7 dagen;
- De totale temperatuursom die het stek in de verschillende behandelingen heeft gekregen, leidt niet tot een eenduidige conclusie dat de bepalend is voor de groei van wortels.

3.2.4 Lengte van het stek

Tien en 14 dagen na het steken is de lengte van het stek gemeten. Daarnaast is de groei (de toename in lengte tussen dag 14 en dag 10) berekend. De data zijn statistisch geanalyseerd.

Tabel 8: Gemiddelde lengte per behandeling en statistische analyse

	behand.	Lengte in mm		Feeling Green		Delianne + Feeling Green	
		Delianne	14dg	10dg	14dg	10dg*	14dg*
continu 4oC	1	106	127	105	139	c	bc
continu 12	2	104	127	105	140	bc	c
continu 15	3	104	126	107	142	c	c
continu 18	4	100	123	103	138	a	ab
4+12	5	100	123	104	136	ab	a
12+4	6	105	127	103	139	abc	bc
4+18	7	104	127	105	139	abc	bc
18+4	8	104	127	104	140	abc	bc
niet uitpakken	7	104	127	105	139	abc	bc
wel uitpakken	9	104	128	103	140	abc	c

*per kolom: één of meer dezelfde letters betekent géén significant verschil ($P < 0.05$)

Uit de lengtemetingen in tabel 8 kan worden geconcludeerd:

- op dag 10 geeft continu 4, 12 en 15°C langer stek dan continu 18°C;
- op dag 10 is er geen verschil tussen de behandelingen met temperatuurwisseling en uitpakken van stek;
- op dag 14 geeft continu 12 en 15°C langer stek dan continu 18°C, maar geen verschil binnen het traject 4 - 15°C;
- op dag 14 geeft 12 + 4°C langer stek dan 4+12°C, verder geen verschillen;
- gemeten verschillen zijn klein, op dag 10 maximaal 6 mm (Delianne) en 4mm ((Feeling Green) en op dag 14 max 5 mm (Delianne) en 4 mm (Feeling Green).

Analyse van de groei (het verschil in lengte tussen dag 14 en dag 10) levert geen verschillen op.

4 Discussie

Bewaarduur stek

In de eerste proef is het stek 7 dagen oud als de proef start, in proef 2 12 dagen. De temperatuur schommelt tussen 5 en 10°C gedurende transport (24 uur), overigens rond de 5°C in proef 1 en de eerste 4 dagen van proef 2. Hierna is het stek in proef 2 bewaard bij 4°C. De bewaarproef, de behandelingen, duurde in proef 1 3 dagen en in proef 2 4 dagen. De vraag is of de tijd van bewaren niet te kort is ten opzichte van de totale levensduur van het stek. Discussie met stekleveranciers leert dat praktisch gezien met een stekleeftijd van 7-12 dagen rekening moet worden gehouden.

Wortels

In proef 1 werd geconstateerd dat een lage temperatuur (4°C) meer wortels vormde en een hoge temperatuur (18°C) langere wortels. Daarom zijn in proef 2 deze begintemperaturen ingezet en ook de wisseltemperatuur. Helaas is uit proef 2 niet dezelfde conclusie te trekken. Bovendien geeft 18°C vooral bij één cultivar meer vergeeld blad. Toch heeft het verschil in visuele kwaliteit niet geleid tot verschillen in wortelontwikkeling. Er blijken in proef 2 wel verschillen tussen aantal en lengte van wortels, maar dat leidt niet tot een ander eenduidig recept. Eigenlijk zijn alle temperaturen wel goed, als het maar niet te hoog is (dan vergeling oudste blad). Praktisch gezien maakt dit het bewortelingsproces gemakkelijk.

Verskil in lengte

De verschillen in lengte tussen de stekken zijn gering. Hierdoor zijn er geen eenduidige effecten van de behandelingen te constateren. Carvalho (2003) maakt in haar thesis de opmerking dat effecten van temperatuur pas na zeer lange tijd zichtbaar zijn, dit in vergelijking met een proef die Engelse onderzoekers deden en waar geen significante effecten zichtbaar waren, maar eerder werd gemeten. Als dat in deze proef ook het geval is, dan zou een stekbewortelingsproef na bewortelen ook de LD en KD moeten volgen en dan nogmaals meten. Het zou kunnen betekenen dat de nu al iets kortere planten later in de tijd veel kortere planten opleveren. Behandelingen met langere wortels geven geen langere plant. Continu 18°C geeft lange wortels, maar een iets kortere plant na 10 en 14 dagen. De verschillen zijn echter gering.

Groei

Positief is om te vermelden dat de groei in het kokossubstraat zeer voortvarend was. In vergelijking met een perspot kon een snellere groei van 1-2 dagen worden geconstateerd op basis van ervaring. Vergelijking met perspot was geen behandeling.

Nu kon uit de groei tussen dag 10 en 14 niets worden geconcludeerd. Indien de stekken ook bij steksteken zouden zijn gemeten kon over een langere periode de groei worden vastgelegd.

Misschien zou dit tot meer informatie kunnen leiden.

Callusstek

Uit beide proeven kan een recept gedestilleerd worden om op een goede manier stek te krijgen dat direct uitgeplant kan worden in de Mobysant goten. Het betere substraat geeft goede mogelijkheden. Temperatuur tijdens het bewaren is minder belangrijk en wisselingen hebben geen positief of negatief effect. Mogelijk dat eerder het afdekplastic verwijderen tot een snellere groei leidt. Dit laatste zal in het reguliere teeltonderzoek worden opgepakt.

5 Conclusies uit de bewortelingsproeven

- Beide bewortelingsproeven met een bewaartemperatuur van het stek variërend tussen 4 en 18°C gedurende 3-4 dagen leveren geen eenduidige conclusie op. Op basis van de gegevens moet worden geconstateerd dat bij alle behandelingstemperaturen goede resultaten zijn te behalen bij een stekleeftijd van ca. 8-12 dagen op het moment dat de beworteling begint.
- Uit proef 1 komt naar voren dat aantal en lengte van de wortels goede parameters zijn om te meten. Wortelmasse is dat ook, maar deze meting is zeer arbeidsintensief en storingsgevoelig (afbreken wortels en groei in substraat).
- Steklengte, aantal blaadjes en versgewicht stek leveren geen significante verschillen in proef 1.
- Bepoederen bij het plukken geeft meer en langere wortels in vergelijking met het bepoederen bij het steken.
- Tijdens de bewaring het stek rechtop of op zijn kop zetten of in het licht of in het donker heeft geen effect.
- Op basis van deze resultaten hoeft het recept van bewortelen niet te worden gewijzigd om goed callusstek te krijgen.

6 Receptbeschrijving voor het verkrijgen van callusstek

Uit bovenstaande hoofdstukken en de ervaring van de vermeerderaars kan een algemene receptuur worden beschreven, die per cultivar op details zal worden aangepast.

Protocol

- Stek wordt op lengte geplukt.
- Tijdens plukken wordt stek gepoederd met groeistof (concentratie is cultivar afhankelijk).
- Verpakking van stek in zakjes en dozen, waarbij stand in de doos geen invloed heeft.
- Bewaar temperatuur van stek na verpakken bedraagt 4°C, plaatsing in licht of duisternis heeft geen invloed op latere beworteling.
- Tijdens vliegtuigtransport mag de temperatuur enkele graden oplopen, dit heeft geen invloed op de beworteling.
- Bij de vermeerderaar wordt het stek weer gekoeld tot 4°C.
- Verblijftijd bij de vermeerderaar wordt verkort tot enkele dagen (controle, geen beworteling, alleen opslag) voor efficiënte levering aan telers.
- Leeftijd stek mag niet oplopen tot meer dan 14 dagen.
- Teler organiseert levering van substraat en stek (door vermeerderaar) naar eigen bedrijf.
- Teler steekt stek in Mobysantsysteem in tegen elkaar aanliggende goten met substraat (kokos) gevuld.
- Stek wordt afgedekt met doorzichtig of melkwitte folie en geplaatst bij een temperatuur van 21°C substraattemperatuur en 18°C luchttemperatuur, met geringe variatie afhankelijk van de cultivar.
- Na 5 - 7 dagen wordt plastic verwijderd en stek afgehard waarna groei ongestoord doorgaat.

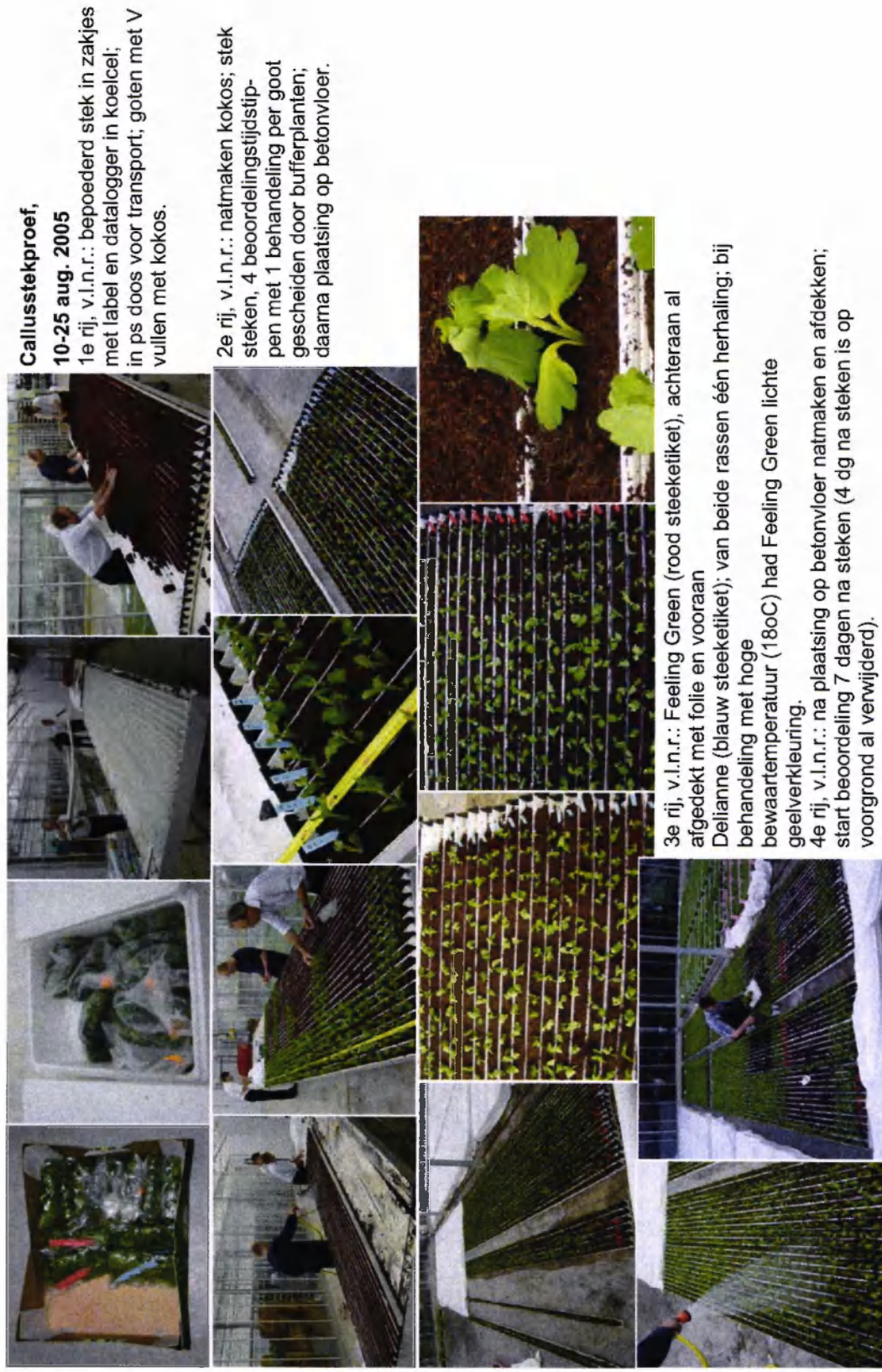
Literatuur

Carvalho, S.M.M Pinto de, 2003. Effects of growth conditions on external quality of cut chrysanthemum: analysis and simulation. Ph.D. Dissertation, Wageningen Agricultural University, Wageningen, 171pp.

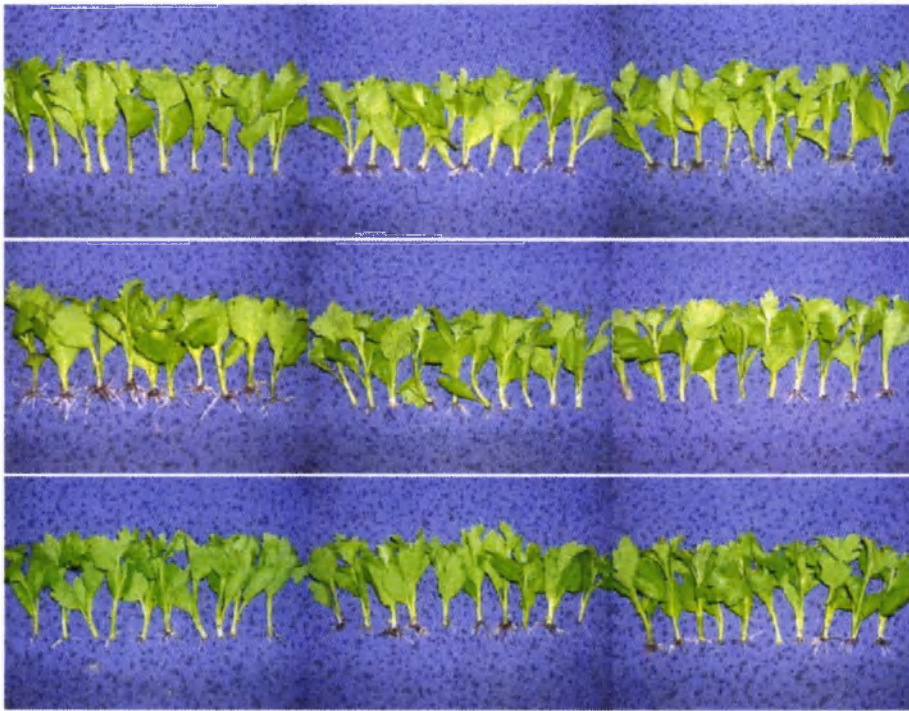
Dankbetuiging

Dit project, in opdracht van de Stichting Mobysant en uitgevoerd door A&F, is behalve door de deelnemers aan Mobysant medegefinancierd door AKK. Wij zijn hen hiervoor zeer erkentelijk.

Bijlage 1: Fotocompositie van de opzet van proef 2



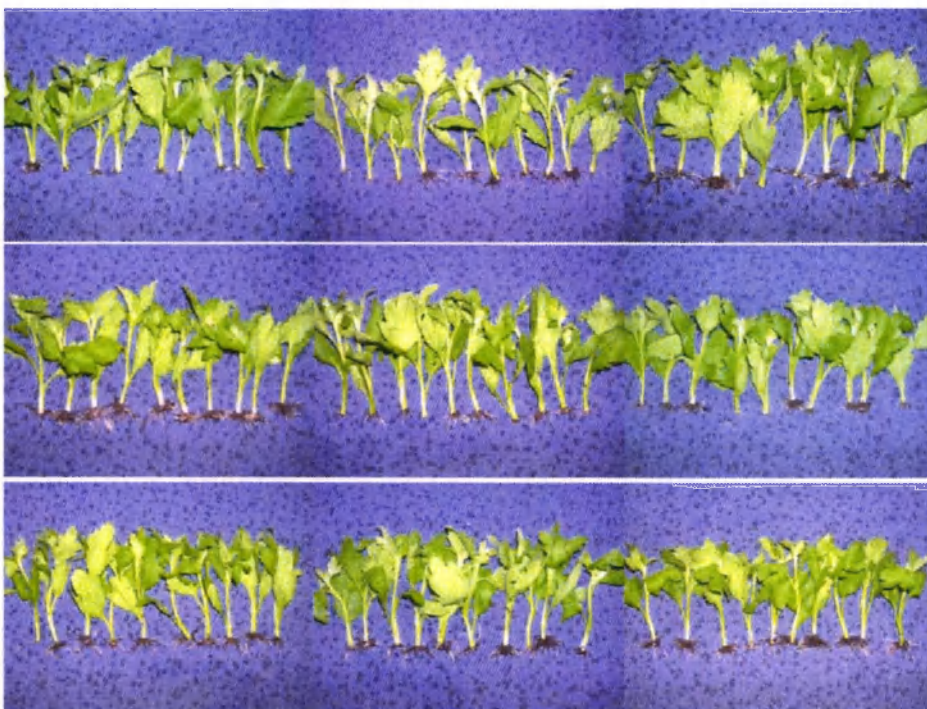
Bijlage 2: Wortelontwikkeling in proef 2



1^e beoordeling
19 aug 2005
Feeling Green
behandelingen
1,2,3

behandelingen
4,5,6

behandelingen
7,8,9



1^e beoordeling
19 aug 2005
Delianne White
behandelingen
1,2,3

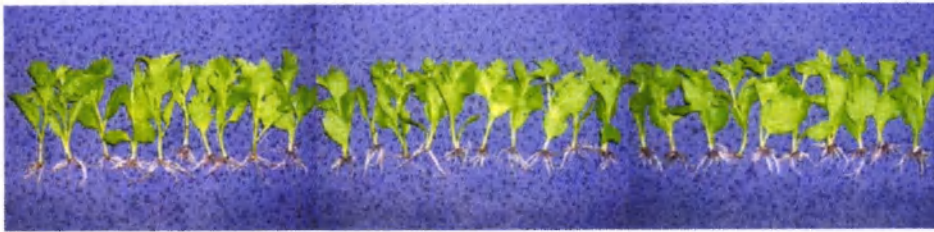
behandelingen
4,5,6

behandelingen
7,8,9



2° beoordeling
22 aug 2005
Feeling Green

behandelingen
1,2,3



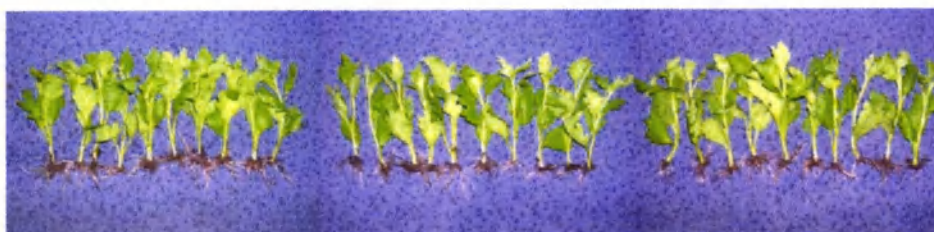
behandelingen
4,5,6



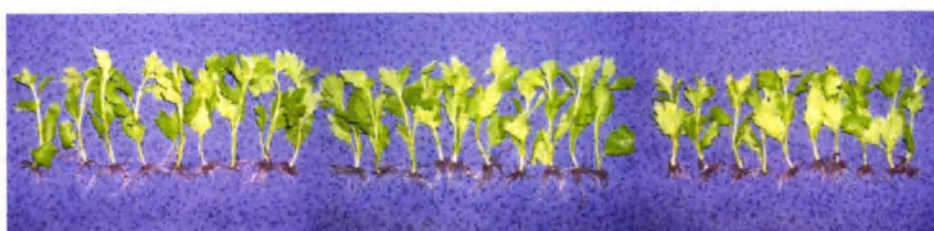
behandelingen
7,8,9



2° beoordeling
22 aug 2005
Delianne
White
behandelingen
1,2,3



behandelingen
4,5,6



behandelingen
7,8,9