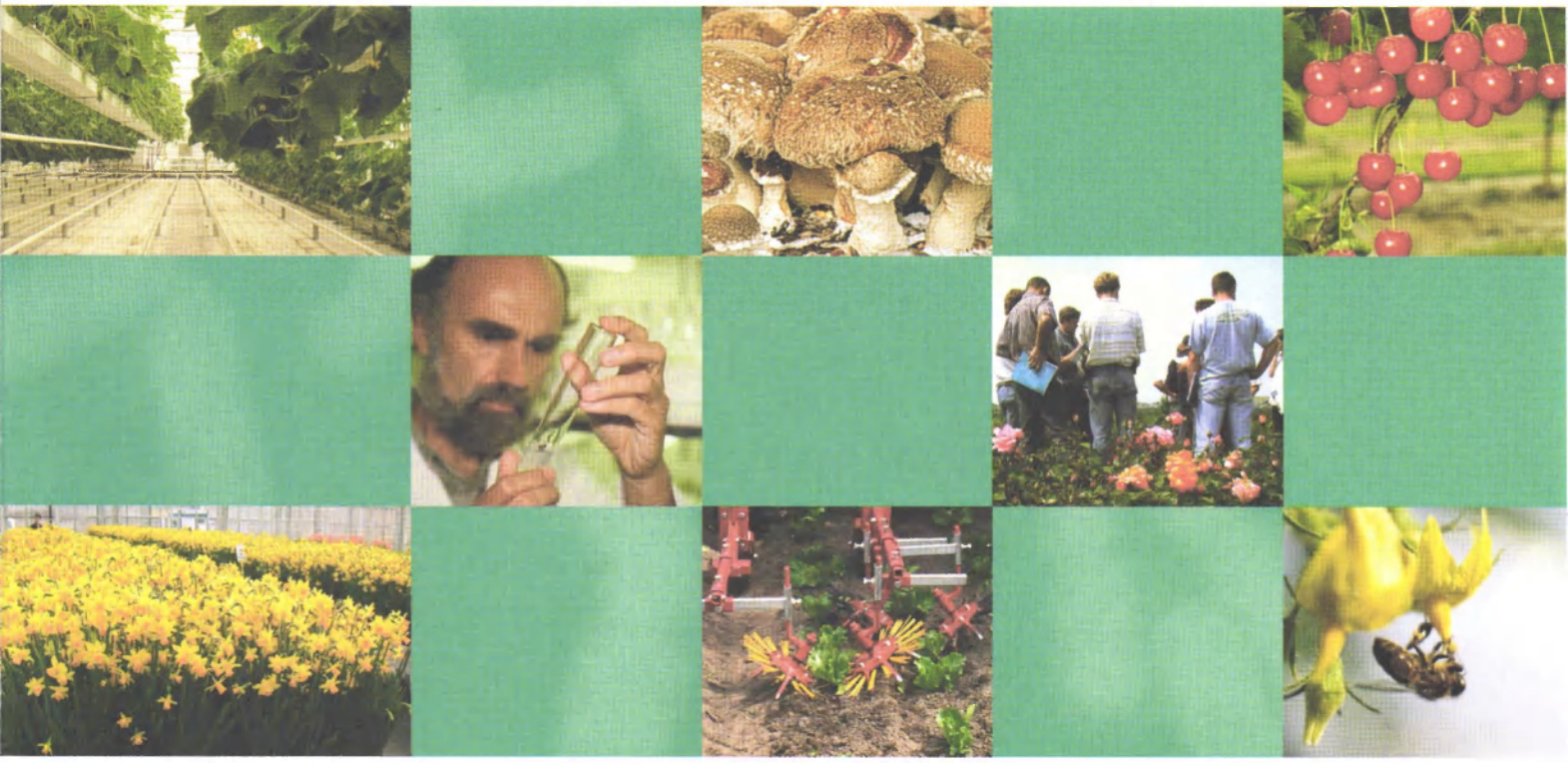
PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING
WAGENINGEN UR

Ontwikkeling van biologisch afbreekbare wortelkluitverpakkingen

Handmatig geknoopte gaaslappen

Ton Baltissen (PPO), Pieter van Dalfsen (PPO), Bart van der Sluis (PPO)
Jeroen van Bon (AFSG), Frans Kappen (AFSG), Gerald Schennink (AFSG),
Mark Hallmann (UT-Twenthe)



Productschap Tuinbouw

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Sector Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
PPO - nr. 32 311081 00/32 360016 00

Augustus 2007

BIBLIOTHEEK
PPO Sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462123

Ontwikkeling van biologisch afbreekbare wortelkluitverpakkingen

Handmatig geknoopte gaaslappen

Ton Baltissen (PPO), Pieter van Dalfsen (PPO), Bart van der Sluis (PPO)
Jeroen van Bon (AFSG), Frans Kappen (AFSG), Gerald Schennink (AFSG),
Mark Hallmann (UT-Twenthe)

P13
C

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Sector Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
PPO - nr. 32 311081 00/32 360016 00

Augustus 2007

M

228 6842

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Productschap Tuinbouw

Projectnummer: 32 311081 00 / 32 360016 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse
: Postbus 85, 2160 AB Lisse
Tel. : 0252-462121
Fax : 0252-462100
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1 SAMENVATTING 5

2 INLEIDING 7

3 ALTERNATIEVE CONCEPTEN HANDMATIG INGAZEN 9
3.1 Concepten wortelkluitverpakkingen 9
3.1.1 Buitenzijde kluit – instantane eigenschappen 9
3.1.2 Buitenzijde kluit – niet instantane eigenschappen 10
3.1.3 Volledige kluit 12
3.1.4 Overig 12
3.2 Sterkte-zwakte analyse concepten 13
3.3 Uitwerking en beoordeling concepten 15
3.3.1 Overzicht van de concepten 15
3.3.2 Beoordeling 16
3.3.3 Uiteindelijke keuze 16
3.4 Prototypes concepten 17

4 VERDUURZAMEN 21
4.1 Verduurzaming jute gaaslappen I 21
4.2 Experimenten en resultaten verduurzaming gaaslappen I 22
4.3 Verduurzaming van jute gaaslappen II 23
4.4 Experimenten en resultaten verduurzaming van jute gaaslappen II 23

5 PRODUCTIE EN TESTEN VAN MATERIALEN IN DE PRAKTIJK 27
5.1 Productie materialen 27
5.1.1 Verduurzaamde jute I (5-7-2005) 27
5.1.2 Verschillende prototypes gaaslappen (12-10-2005) 27
5.1.3 Procedure vervaardiging verduurzaamde katoen 28
5.1.4 Verduurzaamde Jute II - gaaslappen gecoat met Ecoflex (6-10-2006) 28
5.2 Testen materialen in de praktijk 28
5.3 Bioplastics 29
5.3.1 Inleiding 29
5.3.2 Testresultaten 29

6 TOEVOEGINGEN AAN DE KLUIT 31

7 COMMUNICATIE 33

8 CONCLUSIES 35

9 LITERATUUR 37

BIJLAGE 1: POSTER BOOMTEELTTECHNIEKDAGEN 39

BIJLAGE 2: IMPLEMENTATIE VAN BIO-AFBREEKBARE FOLIE ROND KLUITEN 41

BIJLAGE 3: VERSLAG 'ORIËNTATIE VERDUURZAMEN JUTE GAASLAPPEN VOOR WORTELKLUITEN LAANBOMEN' 51

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

BIJLAGE 4: TOEVOEGINGEN AAN DE KLUIT 55

BIJLAGE 5: CONCLUSIES ENQUÊTE OP DE BOOMTEELTTECHNIEKDAGEN 61

1 Samenvatting

Dit verslag beschrijft de resultaten van het project 'Biologisch afbreekbare wortelkluitverpakkingen (handmatig) in de periode mei 2003 tot en met voorjaar 2007. Dit project beoogde de ontwikkeling van een alternatief voor huidige gebruikte (acryl)gaaslap. Acryl gaaslappen zijn grotendeels voorzien van acrylvezel, waaraan jutevezels zijn toegevoegd. Deze acrylvezels vormen een milieu- of verwerkingsprobleem omdat het gaat om een onverteerbaar polymeer. Het verwijderen van de acryl-gaaslap bij het planten kost tijd en wordt daarom vaak niet gedaan. De bestaande (volledig afbreekbare) jutegaaslap voldoet niet, omdat vooral tijdens langere opkuilperioden de gaaslap aan de onderzijde van de kluit verteert. Dit heeft tot gevolg dat de kluit opnieuw ingegaasd moet worden, hetgeen extra arbeid kost. Door een alternatief te ontwikkelen die tijdsbesparing oplevert en daarnaast het werk minder specialistisch maakt, wordt bovengenoemd probleem het hoofd geboden.

De alternatieve gaaslap moet door de gehele keten bruikbaar en biologisch afbreekbaar zijn. De alternatieve gaaslap moet langzamer verteren dan de huidige om zo te vermijden dat de kluiten opnieuw ingegaasd moet worden na opgekuild te zijn (uiteindelijke eis vanuit de begeleidingscommissie: de alternatieve gaaslap moet een levensduur hebben van minimaal 8 maanden). Tevens moet de gaaslap de vitaliteit van de sierteeltproducten behouden en tijdsbesparingen opleveren (o.a. tijdens ingazen, niet verwijderen van oude gaaslap bij het planten).

In samenwerking met de Universiteit Twente en WUR-AFSG is een aantal concepten voor alternatieve verpakkingen beschreven en uitgewerkt in hoofdstuk 3. Op basis van een sterkte-zwakte analyse (hoofdstuk 3.2), een nadere beoordeling d.m.v. verschillende criteria en in overleg met de begeleidingscommissie, lijken de concepten met zakken op basis van (krimp)folie en de gaaslap met folie (en eventuele inkeping) in eerste instantie het meest geschikt. Ook lijkt het gebruik van machinegaas in een handmatige opstelling veelbelovend. Een aantal prototypes (hoofdstuk 5) is geproduceerd en in de praktijk uitgetest. De eerste praktijktesten wezen uit dat er weinig tijdsbesparing is met de nieuwe concepten t.o.v. de huidige wijze van ingazen. Vooral bij een losse of onregelmatige kluit bleek de nieuwe manier zeer inefficiënt. Wel lijken de netten van een aantal bioplastics (bijvoorbeeld FKUR-net) langzamer af te breken dan het niet-verduurzaamde jute net.

Een jute gaaslap is volledig biologisch afbreekbaar, maar het tijdsbestek waarin dit gebeurt is in veel gevallen te kort. Daarom worden in veel gevallen gaaslappen met niet afbreekbare acrylvezels gebruikt. Er zijn praktijktesten uitgevoerd met 100% jute gaaslappen die verduurzaamd zijn door de lappen met pyrolyse olie, met furaanhars of thermisch te behandelen (hoofdstuk 4.3 en 5.1.1). De behandelde lappen blijken echter even snel te verteren als de onbehandelde gaaslappen. De thermisch behandelde gaaslappen bleken al zwakker te zijn bij het maken van de kluiten.

Een alternatieve manier van verduurzamen is het impregneren van de jute netten met een flexibel bioplastic (Ecoflex). De verwachting is dat de vertering langzamer zal gaan (hoofdstuk 5.1.4). Ook deze manier van verduurzamen blijkt (nog) niet het gewenste resultaat te hebben.
Een andere toepassing van Ecoflex of andere bioplastics is een 'gaaslap' die volledig bestaat uit dit soort materialen. Eerste testen geven de potentie van deze materialen aan. De ontwikkelingen op gebied van bioplastics gaan snel en bedrijven hebben hier belangstelling voor getoond.

In eerste instantie is onderzoek gedaan naar alternatieve wijzen van de wortelkluit verpakken. Dit heeft niet geleid tot een alternatief voor de huidige gaaslap. Diverse methodes van verduurzamen van de jute gaaslap hebben ook niet geleid tot een alternatief, waarbij gezegd moet worden dat er nog vele niet uitgeteste wijzen van verduurzaming zijn. De jute gaaslap produceren uit bioplastics lijkt potentie te hebben.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

2 Inleiding

Dit verslag beschrijft de resultaten van het project 'Biologisch afbreekbare wortelkluitverpakkingen (handmatig)' in de periode mei 2003 tot en met voorjaar 2007. Dit deelproject heeft parallel gelopen met het deelproject machinegaas. Hiervan verschijnt een apart rapport.

Het project beoogde de ontwikkeling van een alternatief voor huidige gebruikte (acryl)gaaslap, die voldoet aan de volgende eisen:

- Alternatieve gaaslap moet door de gehele keten bruikbaar zijn
- Alternatieve gaaslap moet biologisch afbreekbaar zijn
- Alternatieve gaaslap moet tijdsbesparing opleveren bij het planten (niet verwijderen van oude gaaslap)
- Alternatieve gaaslap moet de vitaliteit van de sierteeltproducten tijdens de afzet beter behouden dan traditionele gaaslappen (doordat bijvoorbeeld uitdroging van de wortelkluit zoveel mogelijk voorkomen wordt).

En daarnaast moet zoveel mogelijk aan de volgende wensen voldaan worden:

- Alternatieve gaaslap moet tijdsbesparing opleven bij ingazen
- Alternatieve gaaslap moet het 'ingazen ' minder specialistisch werk maken

Dit rapport behandelt voornamelijk de productontwikkeling rondom het thema van een volledig biologisch afbreekbare gaaslap (of gelijkwaardig alternatief) voor handmatige verwerking. Op sommige momenten verloopt de ontwikkeling van een machinaal te verwerken, biologisch afbreekbare versie van de gaaslap gelijktijdig.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten aangaande nieuwe concepten vermeld. Hoofdstuk 4 en 5 rapporteert over de experimenten aangaande verduurzaming van de traditionele jute gaaslappen. In hoofdstuk 5 wordt een overzicht gegeven van de materialen/producten die gebruikt zijn voor de diverse veldtesten en de resultaten van die testen. Vervolgens worden de conclusies en aanbevelingen weergegeven. In een apart hoofdstuk wordt aangegeven welke mogelijkheden er zijn om de kwaliteit van de kluit te verbeteren.

Het project is begeleid door leden vanuit de Stichting Hulpmaterialen. Op basis van de resultaten van het project en hun aanbevelingen is het plan van aanpak bijgesteld. Ook het programma van wensen en eisen is opgesteld in overleg met de Stichting Hulpmaterialen.

3 Alternatieve concepten handmatig ingazen

3.1 Concepten wortelkluitverpakkingen

Alternatieve verpakkingen ter vervanging van de gaaslap voor handmatig gebruik kunnen worden onderverdeeld in 4 categorieën. Deze worden in de volgende hoofdstukken besproken. Het hierna volgende is het resultaat van een aantal interne brainstormsessies, hier en daar aangevuld met de mening van een externe expert. Hierbij wordt elke categorie kort beschreven en wordt een aantal voorbeelden praktisch uitgewerkt. Verder volgt waar mogelijk een prijsindicatie voor de materialen in de gebruikte concepten. Met het woord concepten worden de materialen, de vorm en vaak ook de wijze van aanbrengen bedoeld.

3.1.1 Buitenzijde kluit – instantane eigenschappen

Deze concepten worden aan de buitenzijde van de wortelkluit aangebracht en hebben direct na het aanbrengen de gewenste eigenschappen. De concepten kunnen worden onderverdeeld in de wijze van aanbrengen om de kluit. Denk daarbij aan:

- vouwen/knopen
- wikkelen
- krimpen
- etc.

Een aantal concepten worden verder uitgewerkt.

3.1.1.1 Krimpfolie

De folie wordt om de kluit aangebracht en krimpt bij verhoogde temperatuur om de kluit heen. De benodigde warmte kan van diverse bronnen komen (föhn, verwarmd dompelbad, IR straling). Figuur 1 laat zien hoe een bestaande verpakkingstechniek voor de gewenste, nieuwe, toepassing gebruikt kan worden.

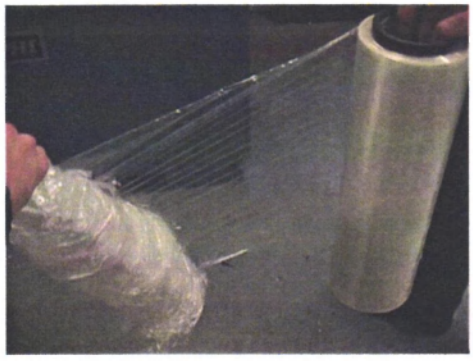
Indicatie prijs materialen:
Biologisch afbreekbare krimpfolie: 5 euro/kg.

Figuur 1. Krimpfolie

3.1.1.2 Stretchfolie

Een stretchfolie wordt om de kluit gewikkeld. Tijdens dit wikkelen wordt het materiaal licht verstrekt zodat de gewenste stevigheid om de kluit wordt bereikt (zie figuur 2). Veel stretchfolies bezitten intrinsiek een bepaalde plakkracht, zodat een lijmbewerking achteraf niet noodzakelijk is. Het aanbrengen van de folie kan zowel handmatig als semi-automatisch gebeuren. Dit concept vormt evenals 3.1.1.1 een nieuwe toepassing voor een bestaande verpakkingstechniek.

Indicatie prijs materialen:
Biologisch afbreekbare stretchfolie: 5 euro/kg.



Figuur 2. Stretchfolie.

3.1.2 Buitenzijde kluit – niet instantane eigenschappen

Naast de verpakkingsvormen uit categorie 3.1.1 bestaat er ook nog een groot aantal andere concepten die aan de buitenzijde van een kluit worden aangebracht. Deze verschillende concepten hebben na applicatie echter wel enige tijd nodig om de gewenste eigenschappen te krijgen. De verschillende fysische en chemische processen die hieraan ten grondslag liggen zijn zeer divers.

- Oplossen/emulgeren materiaal (gewenste eigenschappen na droging).
- Smelten materiaal (gewenste eigenschappen na stollen).
- 2 of meer componenten systemen (gewenste eigenschappen na chemische reactie).

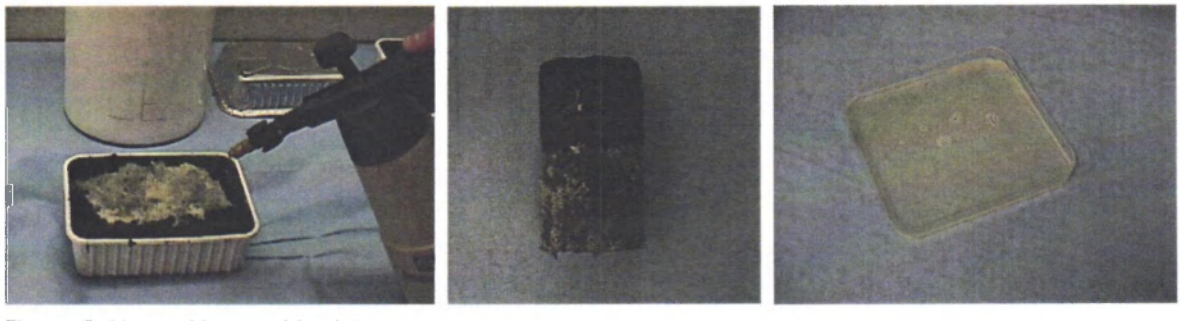
Het aanbrengen van de verschillende materialen kan ook op diverse manieren gebeuren, zoals: dompelen, spuiten, gieten, smeren, schuimen, etc.

Het zal duidelijk zijn dat deze categorie concepten zeer breed is. Een aantal concepten is verder uitgewerkt.

3.1.2.1 Natuurrubber

De kluit wordt rondom volgespoten met een dunne verspuitbare rubberlatex (zie figuur 3). Deze rubberlatex hardt uit en geeft een sterke maar ook veerkrachtige verpakking. De latex uit dit concept is natuurlijk ook middels andere technieken op de kluit aan te brengen.

Indicatie prijs materialen:
Rubberlatex (natuurrubber): 4 euro/kg.

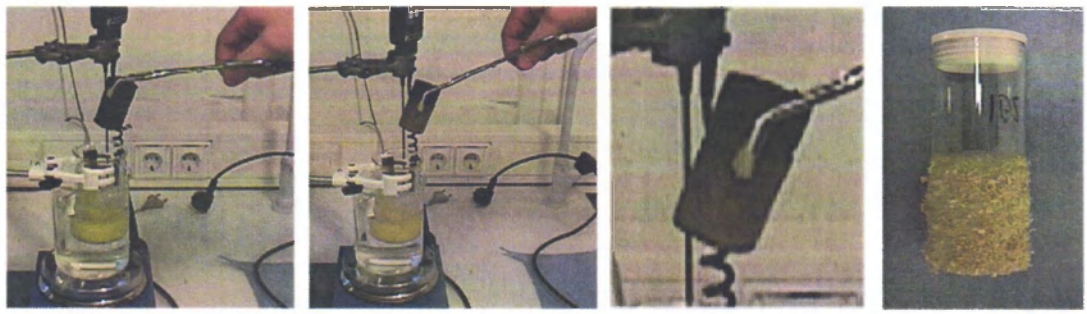


Figuur 3. Verspuitbare rubberlatex

3.1.2.2 Bijenwas

De bijenwas wordt verhit tot een temperatuur boven het smeltpunt. De kluit kan nu van een laagje was worden voorzien door hem kort in de gesmolten was onder te dompelen en de aangebrachte laag te laten stollen (zie Figuur 4). De eigenschappen van de verpakkingslaag kunnen worden beïnvloed door gebruik te maken van vullers zoals krijt en zaagsel.

Indicatie prijs materialen:
Bijenwas: 8 euro/kg.
Andere waxen kunnen aanmerkelijk goedkoper zijn (3 euro/kg). Wellicht zijn deze alternatieven ook toepasbaar.



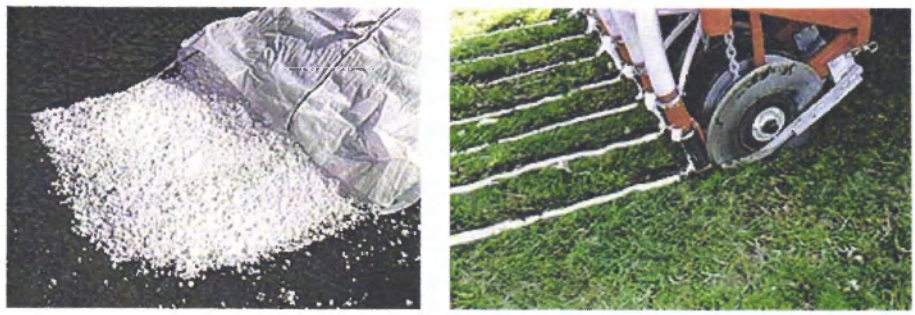
Figuur 4. Bijenwas

3.1.2.3 Schuimen

Fytofoam is een afbreekbaar schuim dat gebruikt wordt in de tuinbouw als substraatmateriaal maar ook in de grond onder bijvoorbeeld voetbalvelden en golfbanen teneinde een betere waterhuishouding te kunnen realiseren. Het schuim wordt gemaakt door een opgeschuimde aminoplast hars met een verharder uit te laten reageren. Het schuim is verkrijgbaar als kant en klare losse vlokken of substraatblokken, maar het kan ook middels een mobiele installatie op locatie voor landbouwdoeleinden worden geproduceerd.

Deze huidige techniek kan echter niet gebruikt worden voor het rondom volschuimen van een kluit zoals in dit concept beoogd is. Fytofoam heeft echter enkele ideeën voor alternatieve productie- en applicatie wijzen waardoor dit concept mogelijk wel te realiseren is. Dit zou met enkele oriënterende experimenten getest kunnen worden.

Indicatie prijs materialen:
Daar het om een zeer ruw concept gaat is het moeilijk om een inschatting te maken van de benodigde materialen en bijbehorende prijzen.



Figuur 5. Afbreekbaar schuim

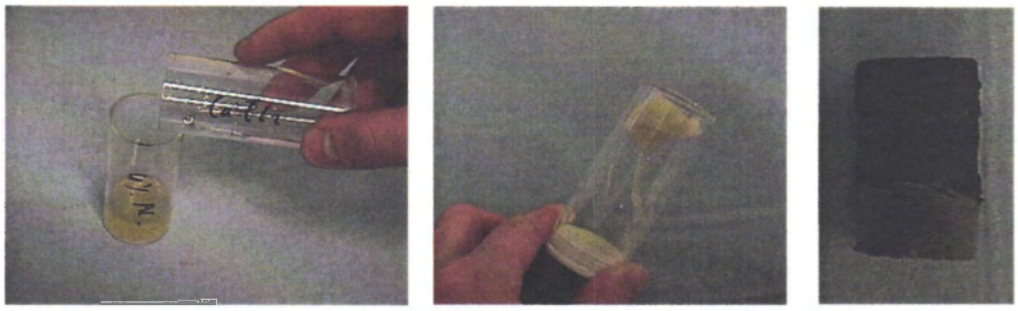
3.1.3 Volledige kluit

Deze categorie concepten werkt niet aan de buitenzijde van de wortelkluit maar juist in de kluit zelf. Dergelijke concepten verbeteren veelal de samenhang in de kluit. Hierdoor is een verpakking aan de buitenzijde niet noodzakelijk. Als applicatietechniek ligt het impregneren voor de hand.

3.1.3.1 Impregneren

Wanneer een kluit geïmpregneerd wordt met een alginaatoplossing, kan deze vervolgens uitharden in een $CaCl_2$ oplossing.
Een laagviscose 4% oplossing van alginaat in water (alginaat wordt ook in talrijke voedingsproducten wordt gebruikt) reageert met een waterige 10% oplossing van $CaCl_2$ (andere Ca^{2+}-zouten kunnen ook worden gebruikt) instantaan tot een zeer hoog viscose gel. Het zout zorgt hier als crosslinker (binder) voor sterke onderlinge samenhang in het opgeloste alginaat.
In conceptvorm wordt deze crosslinking toegepast door een kluit eerst een aantal minuten met de laagviskeuze alginaatoplossing te impregneren. Vervolgens wordt de kluit enkele seconde ondergedompeld in de zoutoplossing. De hoogvisceuze massa die in/om de kluit ontstaat droogt vervolgens tot een harde laag.

Indicatie prijs materialen:
Alginaat (food grade): 10 euro/kg
$CaCl_2$ (food grade): 4 euro/kg



Figuur 6. Alginaat-oplossing

3.1.4 Overig

Naast de verschillende verpakkingen uit de bovenstaande categorieën kunnen ook nog enkele andere concepten worden gegenereerd die niet binnen deze categorieën vallen.

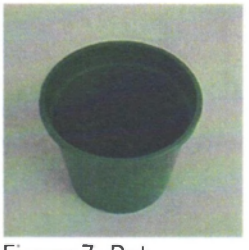
3.1.4.1 Boomteelt in schuim

Zo kunnen de bomen mogelijk worden geteeld in een schuimlaag (voorbeeld Fytofoam, zie paragraaf 3.1.2.3). Na het uitsteken van de kluit is de externe verpakking wellicht overbodig.

Indicatie prijs materialen:
Het is zeer lastig een prijsindicatie te geven voor het biologisch afbreekbare Fytofoam daar de materiaalspecificaties, die de prijs sterk beïnvloeden, nog dienen te worden bepaald.

3.1.4.2 Pot of container

Een ander concept gaat uit van het oppotten van de kluiten in biologisch afbreekbare bloempotten (zie figuur 7). Wanneer de wortelkluiten smaller worden afgestoken passen ze altijd in de afbreekbare pot. De overgebleven ruime kan doormiddel van verschillende materialen worden opgevuld. Afbreekbaar schuim vormt hierbij zeker een goede optie.



Figuur 7. Pot

Indicatie prijs materialen:
Biologisch afbreekbaar plastic (t.b.v. pot): 2 euro/kg.
Biologisch afbreekbaar schuim: onbekend (zie boven).

3.2 Sterkte-zwakte analyse concepten

In het voorgaande hoofdstuk is een groot aantal potentiële verpakkingsconcepten beschreven ter vervanging van de gaaslap voor handmatig gebruik. Om de toepasbaarheid van deze concepten in praktijksituaties te testen is er in het voorjaar van 2004 door PPO, AFSG en Universiteit Twente een screening uitgevoerd. In principe zouden alle concepten zoals vermeld in tabel 1 gescreend worden. Tijdens de uiteindelijke test is dit voor concept 8 en 9 niet mogelijk gebleken. Daarnaast staan in tabel 1 de belangrijkste sterke en zwakke punten van elk concept vermeld. In figuur 8 en 9 zijn enkele foto's te zien, gemaakt tijdens uitvoeren van deze screening.

Tabel 1. Sterkte-zwakte analyse concepten

	Concept	Sterk	Zwak
1	Krimpfolie	- 1 laag - past om kluit - sterkte - stempel na krimp	- extra warmte apparaat (investering) - 1 richting krimp - nog geen bio-folies op de markt - bedrukking
2	Gaaslap met folie	- geen extra apparatuur - zelfde materiaal als machinematige methode - bekende methode van werken (zelfde als huidige methode) - extra functionaliteit (geen zandverlies)	- niet gebruiksvriendelijk (zelfde nadelen als huidige methode) - knopen blijft moeilijk
3	Machine-netjes handmatig toepassen	- bekende en werkende materialen	- moeilijk bevestigen - hulpmiddelen vereist
4	Zakken	- makkelijk	- passen / dode hoeken - zand in hoeken
5	Spuiten van natuurrubber latex	- past altijd om kluit	- tijd nodig voor drogen - kluit valt voor die tijd uit elkaar
6	Stretch folie	- bekend materiaal	- meerdere lagen - moet blijven plakken terwijl er zand op kan komen

7	Wikkelen folie	- materiaal bekend van het inpakken van strobalen - hoeft niet te plakken	- meerdere lagen
8	Dompelen	- snel	- vervuilen
9	Impregneren	- stevige kluit	- duurt lang - vervuilen

Figuur 8. Bespuiten van een wortelkluit met een natuurrubberlatex

Figuur 9. Twee alternatieven voor de handmatige gaaslap in beeld; links de gaaslap voorzien van een stuk (biologisch afbreekbare) folie, rechts de afbreekbare foliezak.

Op basis van deze sterkte-zwakte analyse lijken de concepten met krimpfolie, (al of niet elastische) zakken en de gaaslap voorzien van folie in eerste instantie het meest geschikt. Deze concepten zijn dan ook verder uitgewerkt.

3.3 Uitwerking en beoordeling concepten

Bovengenoemde drie veelbelovende concepten zijn verder uitgewerkt en uitgebreid beschreven in een rapport (Hallmann, 2005). Hieruit was het de bedoeling om aan de hand van een 8-tal geselecteerde hoofdcriteria te bepalen welke concepten de voorkeur hebben om te worden uitgewerkt tot prototype met bijbehorend hulpmiddel om de verpakking aan te kunnen brengen.

3.3.1 Overzicht van de concepten

Doordat er uiteindelijk van sommige concepten diverse uitvoeringsvormen bedacht zijn, hebben we in totaal 7 concepten/uitvoeringsvormen beoordeeld.

1. Een vel van krimpfolie wordt om de kluit gevouwen door de kluit door een cirkelvorm te drukken. Deze folie wordt vervolgens naar de stam gevouwen en daar vastgemaakt.

2. De kluit wordt in een elastisch vel of elastische zak geduwd waarna door het twisten van de kluit ten opzichte van het punt waar de verpakking vast wordt gehouden het materiaal zich om de stam vormt waar het vastgemaakt kan worden.

3. Een huls van (krimp)folie wordt om de kluit aangebracht. Bij de krimpfolie zou zowel aan een mono- als bi-axiale variant gedacht kunnen worden.
De huls wordt over een vorm gehaald waarna de kluit in de vorm wordt geplaatst.

4. De huls wordt in een vorm gehangen waarna de kluit in de huls wordt geplaatst.

5. Een soort van broodzak wordt over een kluit gehaald waarbij de kluiten allemaal vergelijkbare afmetingen hebben gekregen. Afhankelijk van de toegepaste positie van de boom zou gewerkt kunnen worden met een uitsparing voor de stam in de zak.

6. Een latex zak wordt om de kluit gehaald / getrokken. Eventueel wordt deze vervolgens nog bij de stam samengevouwen en vastgemaakt.

7. Een ruitvorm (van biogaas), waarin een uitsparing voor de stam is gemaakt, wordt om de kluit gevouwen en vervolgens op een nog nader te bepalen manier vastgemaakt.

Hierbij dient nog verder te worden opgemerkt dat van sommige van deze concepten verder ook nog bekeken zou moeten worden hoe de verpakking uiteindelijk vastgemaakt zou moeten worden en hoe er eventueel informatie aangebracht dient te worden.

Figuur 10. Schematische voorstelling van concepten

3.3.2 Beoordeling

In het bovenvermelde rapport (Hallmann, 2005) staat het proces van beoordeling beschreven (Tabel 2).

Tabel 2 ***Overzicht met de gegeven beoordeling aan de concepten***

criterium	globaal belang (in plussen)	Gaaslap	Krimpfolie	Rubber folie	Huls van folie	Huls van folie	Broodzak	Rubber folie	Ruitvorm
#1. winstmarge	5	= referentie	0	-	-	-	+	-	+
#2. hoofdfunctie	5	= referentie	+	+	+	+	+	+	+
#3. kwaliteit	7	= referentie	+	0	+	+	+	0	+
#4. gebruiksvriendelijkheid 1	4	= referentie	+	0	0	0	+	-	+
#5. algemene toepasbaarheid	1	= referentie	0	+	+	+	+	+	+
#6. bijfunctie 1	1	= referentie	-	-	0	0	-	0	0
#7. veiligheid & gezondheid	2	= referentie	0	-	-	-	0	-	+
#8. milieu-impact	0	= referentie	+	0	+	+	+	0	+

De kwaliteit wordt als hoofdcriterium gezien (boom moet blijven leven), gevolgd door de winstmarge (arbeidskosten) en de hoofdfunctie (er moet geen grond verloren gaan). De gebruiksvriendelijkheid (hoe gemakkelijk is het snel aanbrengen aan te leren) is ook van belang. De overige criteria zijn veel minder belangrijk.

Op basis van kwaliteit vallen de rubberconcepten (2 en 6) af: verwacht wordt dat de bio-afbreekbaarheid veel langzamer gaat dan van de andere concepten.

Alle concepten zijn een soort zak, waardoor er geen grond verloren gaat.

Op basis van de winstmarge (arbeidskosten) is de voorkeur voor concept 5 (broodzak) en 7 (ruiten gaasvorm).

3.3.3 Uiteindelijke keuze

Op basis van bovenstaande argumenten en in overleg met de begeleidingscommissie is uiteindelijk de volgende keuze gemaakt voor het uitwerken van de meest veelbelovende concepten tot prototypes:

- Concept 7 (gaaslap met biofolie) lijkt het meest op de huidige methode. Voordeel is de bekendheid, de waarschijnlijk iets snellere afhandeling en bij gebruik van een folie raakt er geen grond verloren. Punt van aandacht is het gemakkelijk vastmaken van de 2 uiteinden.

- Concept 5 kan in 2 versies uitgevoerd worden:
  - Broodzak van niet-krimpende folie. De zak zal zo vormgegeven moeten worden dat er zo min mogelijk dode hoeken in de zak ontstaan.
  - Broodzak van krimpfolie. Door na het aanbrengen van de zak de folie te laten krimpen worden dode hoeken voorkomen.

- Naast bovengenoemde concepten is er tijdens de uitvoering van het project nog een 3^{e} variant ontstaan. Dit betreft het handmatig gebruik van het machinegaasnet (met folie). In te pakken op een manier die lijkt op het inpakken van een kerstboom.

3.4 Prototypes concepten

Op basis van de sterkte-zwakte analyse zoals beschreven in hoofdstuk 3.2 en de beoordeling van concepten zoals beschreven in hoofdstuk 3.3.2, zijn van een aantal concepten prototypes gemaakt. Op onderstaande foto's zijn voorbeelden hiervan te zien (figuur 11 tot en met figuur 15).

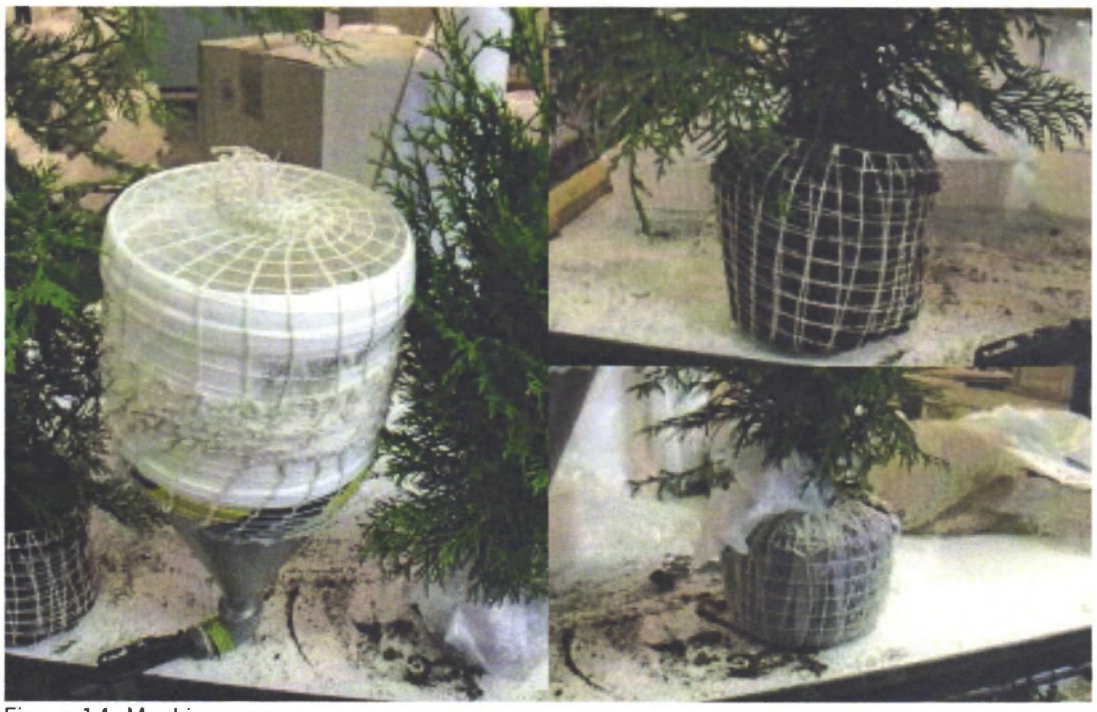
Figuur 11. Gaaslap met biofolie.

Bovenstaande figuur 11 laat een kluit met jutegaas in ruitvorm met inkeping met en zonder folie zien. Ook alternatieve bioplastic gaas is mogelijk. Door de ruitvorm met inkeping hoeft er slechts één knoop gelegd te worden. Ook is het mogelijk het geheel vast te maken met een broodclip. In de praktijk blijkt dat het moeilijk is om de kluit bij elkaar te houden met één hand. Normaliter wordt daarvoor een eerste losse knoop gebruikt en wordt het geheel met een tweede knoop strak aangetrokken.

Figuur 12. Broodzakmethode.

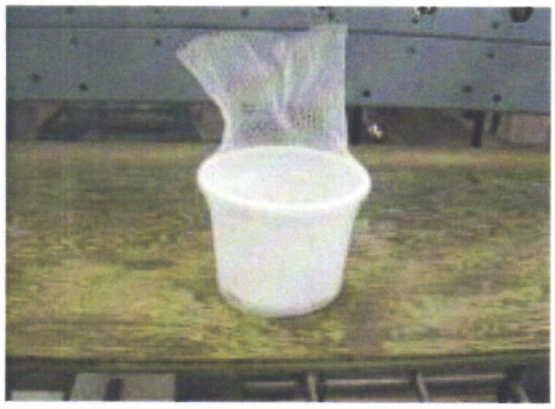
Wanneer een kluit in een speciale mal wordt gelegd, kan daarover gemakkelijk een zak getrokken worden die vervolgens met één knoop strak aangetrokken kan worden (zie figuur 12). Wanneer de kluit voor een groot gedeelte uit los zand bestaat, kan dit zand in de hoeken van de zak blijven zitten. Bij het gebruik van krimpfolie (zie figuur 13) wordt de folie strak om de kluit getrokken waardoor de vorm van de kluit behouden blijft.

Figuur 13. Broodzakmethode met krimpfolie.



Figuur 14. Machinegaas.

Een concept waarbij het machinegaas gebruikt wordt, is afgebeeld in figuur 14. Een rol van het machinegaas wordt op een trechter geschoven. Door de kluit in de trechter te plaatsen, wordt het machinegaas strak om de kluit getrokken. Analoog aan de machinematige methode kan er eventueel een stuk folie tussen de kluit en het gaas gedaan worden om verlies van grond te voorkomen.



Figuur 15. Krimpgaas.

Bij een bepaalde vorm van weven wordt een gazen huls vanzelf strak om een vorm getrokken (zie figuur 15). Krimpen door middel van een thermische behandeling is hierbij niet nodig. De kluit kan zowel met een trechter als op de broodzakmethode ingepakt worden.

Op de Boomteelttechniekdagen in Haaren van 22 en 23 juni 2005 zijn bovenstaande prototypes tentoongesteld. Tevens is er een poster (zie bijlage 1) gemaakt. Tijdens deze dagen zijn de prototypes gedemonstreerd en uitgelegd aan de begeleidingscommissie (Stichting Hulpmaterialen). Verder hebben zij hun reactie schriftelijk weergegeven. Ook is er een enquête gehouden onder de bezoekers van de demodagen.

Met enkele van bovenstaande prototypes zijn veldtesten gedaan. Uitkomsten van deze testen zijn separaat gerapporteerd in hoofdstuk 5.

4 Verduurzamen

4.1 Verduurzaming jute gaaslappen I

Een jute gaaslap is volledig biologisch afbreekbaar. Het tijdsspanne waarin dit gebeurt, is echter veelal te kort. Om jute gaaslappen te verduurzamen zijn diverse mogelijkheden bestudeerd (zie tabel 3).

Tabel 3. Mogelijkheden verduurzamen.

Behandeling	**1. Acetylering**	**2. Plantaardige olie**	**3. Furaan hars**	**4. Pyrolyse olie**	**5. Thermisch**
Grondstof beschikbaarheid	Azijnzuur-anhydride	ELO, tall olie, anderen	Beschikbaar	Beperkt beschikbaar	n.v.t.
Grondstof kosten		ELO 1.6 €/kg	2 €/kg	0.1-0.2 €/kg	n.v.t.
Proces kosten	Hoog	Laag (evt. 2-staps)	2-staps	2-staps	laag
Condities proces	Hoge temp (160°C), hoge druk	Temp <100°C, zonder druk, droging	Impregnatie lage temp. (<60°C), hoge temp. Curing (180°C)	Impregnatie lage temp. (<60°C), hoge temp curing (160°C)	180-200 °C
Toepasbaarheid labschaal	Drukvat bij A&F niet operationeel; optie bij SHR	Impregnatie in bad. Curing room-T of oven	Impregnatie in bad. Curing eenvoudig in oven.	Impregnatie in bad. Curing eenvoudig in oven.	Eenvoudig in oven (stikstof atmosfeer)
Toepasbaarheid industrie	Titanwood? (geacetyleerd hout)	Toepasbaar, echter beschikbaarheid alle grondstoffen was onbekend ??	Toepasbaar	Toepasbaar	Toepasbaar
Positief	Verlenging duurzaamheid factor 2-4	Beschikbaarheid, eenvoudig proces, toepasbaarheid	Verlengt duurzaamheid, beschikbaar, toepasbaar		Goedkoop en toepasbaar proces
Negatief	- Invloed ondities op rubber? - Sterkte vezel neemt 25% af - Duur proces - Homogeniteit behandeling? - labbehandeling uitbesteden - Industriële toe-pasbaarheid?	Impregnatie effectiviteit? Homogeniteit behandeling? Schimmelwerendheid ?	Curing bij hoge temperatuur	Geur, beschikbaarheid grondstof	Sterkte vezel neemt af, brosheid neemt toe?

Op het moment van uitvoering was het acetyleren van vezels/netten nog niet commercieel uitvoerbaar, zekere vooruitzichten op snelle industriële implementatie was ook niet aanwezig. Daarom is deze optie niet

verder onderzocht. Daarnaast bestonden er ook t.a.v. het gebruik van de plantaardige olie een groot aantal vraagtekens waardoor deze optie niet verder is meegenomen.

Uiteindelijk zijn er experimenten uitgevoerd waarmee katoenen netjes, jute netjes en een rami/katoen vezel verduurzaamd zijn door het materiaal te behandelen met furaan hars of pyrolyse olie of door het een thermische behandeling te laten ondergaan. De verduurzaming is uitgevoerd volgens interne werkprocedures.

Bij de jute vezel bleek zowel de thermische behandeling als de behandeling m.b.v. furaan hars en/of pyrolyse olie mogelijk. Bij de katoenen netjes en de rami/katoen vezels daarentegen lijkt het gebruik van de pyrolyse olie de voorkeur te hebben.

4.2 Experimenten en resultaten verduurzaming gaaslappen I

De testen zijn uitgevoerd bij Boomkwekerij M. Van den Oever in september 2005. Vanuit dit bedrijf kwam een vraag bij het Productschap Tuinbouw (PT) binnen betreffende het verlengen van de houdbaarheid van de gaaslap bij laanbomen. Vanuit dit project zijn gaaslappen verduurzaamd en getest bij dit bedrijf.

De periode tussen het rooimoment (november) en het afleveren van laanbomen wordt steeds langer. In het najaar wordt op voorraad gerooid of worden bomen aangevoerd uit het buitenland en opgekuild. De kuilperiode kan oplopen tot 4 maanden. Om verdroging en vorstschade te voorkomen worden de kluiten met stro en een grondmengsel afgedekt. De jute die momenteel gebruikt wordt (in combinatie met de draadkorf) verliest onder deze condities al snel haar stevigheid. Na een maand is de jute verteerd en verliest haar functie. De stevigheid is erg belangrijk omdat bij het op- en afladen van de bomen voor transport met een haak gewerkt wordt. Als de jute te ver verteerd is wordt met de haak de wortelkluit beschadigd en gaat de functie verloren.

Uitgevoerde behandelingen met de gaaslappen:

- Verduurzaamde jute door onderdompeling in pyrolyse olie (gewichtstoename 30-35%).
- Verduurzaamde jute door onderdompeling in Furaanhars (gewichtstoename 30%).
- Verduurzaamde jute door een thermische behandeling (gewichtsafname 9 %)

In onderstaande tabel zijn de geteste varianten weergegeven.

Tabel 4. Weergave behandelingen en aantal behandelde jutelappen.

	Behandeling	Aantal	Leverancier
1	jute gaaslap standaard	10	AFSG
2	lappen behandeld met olie (uit biomassa) en een temperatuur van 160 – 180°C	10	AFSG
3	lappen thermisch behandeld (220°C)	10	AFSG
4	lappen behandeld met hars (furaan, bestanddeel van hout) en een temperatuur van 160 – 180°C	10	AFSG
5	lappen standaard, dubbel	4	Arends de Arend
6	lappen weving H185	4	Arends de Arend
7	lappen weving H305	4	Arends de Arend
8	lappen weving H215	4	Arends de Arend

De gekluite bomen zijn op 11 juli 2005 per behandeling verdeeld in twee partijen van gelijke aantallen en gelabeld. Beide partijen zijn apart in willekeurige volgorde opgekuild. De eerste partij is op 6 september beoordeeld. Beoogd was om de tweede partij na 4 maanden te beoordelen.
Omdat er op het moment van de proefneming geen gerooide bomen voorradig waren is gekozen voor coniferen met kluit (diameter ca. 30 cm). Bij een klein deel is gebruik gemaakt van beschikbare Liriodendrons.

Bij het beoordelen op 6 september 2005 van de mate van vertering is de volgende klassenindeling aangehouden:

1. volledig functioneel
2. eerste verschijnselen van vertering
3. niet meer functioneel

Tabel 5. Functionaliteit van de gaaslappen na 2 maanden naar drie klassen

	standaard	**olie**	**thermisch**	**hars**	**Standaard dubbel**	**H185**	**H305**	**H215**
Kluit 1	3	3	3	3	3	3	3	3
Kluit 2	3	3	3	3	3	3	3	3
Kluit 3	3	3	3	3				
Kluit 4	3	3	3	3				
Kluit 5	3	3	-	3				

Resultaat

- De behandelde lappen verteren even snel als de onbehandelde gaaslappen. In alle gevallen waren de onderkanten van de kluiten volledig verteerd en ze scheurden los bij het oppakken van de planten (Coniferen, Liriodendron).
- De knoop aan de bovenkant van de kluit bezat bij de standaard en bij de behandelingen met olie en hars nog enige stevigheid. Bij de thermische behandeling en de drie 'wevingen van Arends' was ook de vertering van de knoop ver gevorderd. Op de jute-lappen van Arends is bovendien schimmelvorming (wit) waargenomen.
- Beoordeling van wortelschade was niet mogelijk omdat de dichtheid van de wortelstructuur per kluit sterk uiteen liep. Bovendien zou schade ook veroorzaakt kunnen zijn omdat de bomen in een ongunstige (zomer) periode zijn gekluit en opgekuild.
- De thermisch behandelde gaaslappen bleken al zwakker te zijn bij het maken van de kluiten (11 juli).

Naar aanleiding van deze resultaten is de proef niet verder vervolgd. Voor een uitgebreide beschrijving van deze test en foto's wordt verwezen naar bijlage 3

4.3 Verduurzaming van jute gaaslappen II

Aangezien de vertering van behandelde jute gaaslappen (netten) (pyrolyse olie, furaanhars, thermisch, zie onderdeel 4.2) even snel gaat als de onbehandelde netten is in het vervolg van het project nog geprobeerd de jute netten te behandelen met een flexibel bioplastic. Door de jute vezels te coaten met dit plastic zal de vertering naar verwachting vertraagd worden.

4.4 Experimenten en resultaten verduurzaming van jute gaaslappen II

De behandeling bestaat uit het impregneren van jute netten met een oplossing van een flexibel bioplastic (Ecoflex). Een gaaslap van 25 gram weegt na behandeling ongeveer 33 gram (± 32% gewichtstoename).

De experimenten zijn uitgevoerd bij PPO en enkele telers (praktijksituatie). Planten met behandelde gaaslappen zijn opgekuild en vergeleken met niet behandelde gaaslappen. Bij PPO zijn in november 2006 Magnolia stellata ingegaasd en opgekuild. De beoordeling heeft plaatsgevonden in maart 2007. De resultaten staan in tabel 6.

Tabel 6. Behandelingen en resultaten gaaslappen.

Behandeling	Plant-conditie	Vertering gaasnet	Wortels vanuit de kluit
Jute gaaslap, onbehandeld	5	5	1
Jute gaaslap, behandeld met bioplastic	5	4.5	1
Gaaslap van producent X	5	2	1

Plantconditie (1-5) : 1: dood; 5: uitstekende conditie
Vertering gaas (1-5) : 1: nog volledig intact; 5: gaas sterk verteerd;
Vorming nieuwe wortels (1-5): 1: geen nieuwe wortels; 5: veel nieuwe wortels

Foto 1. Kluiten met verduurzaamde jute gaaslappen.

Foto 2. Ketensimulatie van resp. producent X-kluit, jute gaaslap-kluit en een verduurzaamde jute gaaslap-kluit.

De gaaslap van producent X bestaat voor 25% uit bio-afbreekbare materialen, de overige 75% is acryl. De afbreekbaren draden waren volledig verteerd,waarmee dus 50% in 1 draadrichting is weggevallen. De andere draadrichting was nog volledig intact. Ook na ketensimulatie blijft de kluit volledig intact (zie foto 2).

Bij een kweker in Boskoop is een aantal *Chamaecyparis obtusa* 'Nana Gracilis' gegaasd in jute gaaslappen, behandeld met bioplastic. Men vond het materiaal stug om mee te werken. Eind maart 2007 was bij al deze planten de gaaslap nog wel zichtbaar, maar erg breekbaar bij aanraken. De planten waren in goede conditie.

Concluderend kan men zeggen dat er weinig verschillen te zien zijn tussen behandelde en niet-behandelde netten. Een behandeld net ziet er na enkele maanden in de grond op het oog nog goed uit, maar blijkt geen sterkte meer te hebben.

5 Productie en testen van materialen in de praktijk

5.1 Productie materialen

Gedurende de projectperiode zijn materialen geproduceerd en beschikbaar gesteld voor praktijktesten. Hieronder volgt een overzicht. Telkens is vermeld welke materialen gemaakt zijn en wanneer.

5.1.1 Verduurzaamde jute I (5-7-2005)

- Verduurzaamde jute door onderdompeling in pyrolyse olie (gewichtstoename 30-35%).
- Verduurzaamde jute door onderdompeling in Furaanhars (gewichtstoename 30%).
- Verduurzaamde jute door een thermische behandeling (gewichtsafname 9 %)

Deze materialen zijn gebruikt bij van den Oever. Uitgevoerde test en resultaten staan beschreven in hoofdstuk 4.2.

5.1.2 Verschillende prototypes gaaslappen (12-10-2005)

In de herfst van 2005 zijn zowel op het deelproject handmatige gaaslap als machinegaas een aantal praktijkproeven aangelegd. Voor de volledigheid vermelden we hier alle geleverde materialen incl. de herkomst.

5.1.2.1 Handmatige gaaslap

- Ruitvorm met inkeping
  - FKUR-net (45x45cm; Natura Packaging) 50 stuks
  - Zetmeel (45x45cm; Nature Packaging) 50 stuks
  - Jute (±50x50cm) 50 stuks
- Broodzak
  - Krimpfolie (verstrekte Bioparfolie) 50 stuks
- Net
  - Verduurzaamde katoen, concentratie Ix (zie 5.1.3.) 15m
  - Verduurzaamde katoen, concentratie IIx (zie 5.1.3.) 15m
  - Katoen (Schrauwen) 15m
  - FKUR-net (Natura Packaging) 10m

5.1.2.2 Machinegaas

- Net
  - Verduurzaamde katoen, concentratie Ib (zie 5.1.3.) 15m
  - Verduurzaamde katoen, concentratie IIb (zie 5.1.3.) 15m
  - Katoen (Schrauwen) 15m
  - FKUR-net (Nature Packaging) 10m
- Folie
  - Novamont, zwart, 10µ, geperforeerd, 45cm (Novamont) 2 rollen
  - Gelaagd Biop, wit, 25µ, geperforeerd, 45cm (AFSG) 2 rollen

5.1.3 Procedure vervaardiging verduurzaamde katoen

Rollen van katoenen netten zijn bij AFSG één of twee keer door een pyrolyse-olie oplossing gehaald. Vervolgens zijn ze gedroogd. Deze procedure is uitgevoerd in 2 concentraties. Productiewijze is uitgevoerd volgens interne voorschriften.
Daardoor ontstonden er 4 varianten.
Concentratie Ix : 1 keer door een oplossing met concentratie 1
Concentratie IIx : 2 keer door een oplossing met concentratie 1
Concentratie Ib : 1 keer door een oplossing met concentratie 2
Concentratie IIb : 2 keer door een oplossing met concentratie 2

5.1.4 Verduurzaamde Jute II - gaaslappen gecoat met Ecoflex (6-10-2006)

Het coaten is uitgevoerd volgens interne procedures. Voor diverse proeven in het najaar van 2006 zijn de volgende producten aangeleverd.

- Jute gaaslappen (verkregen via PPO) gedompeld in Ecoflex (gewichtstoename 33%).
- Katoenen net (verkregen via Schrauwen) gedompeld in Ecoflex (gewichtstoename 30%).

5.2 Testen materialen in de praktijk

De volgende drie proeven zijn uitgevoerd:
Proef 1 Bepalen van de taaktijd / moeilijkheidsgraad van de ontwikkelde verpakkingsconcepten
Proef 2 Houdbaarheid van biologisch afbreekbare verpakkingen rond wortelkluiten in de keten
Proef 3 Houdbaarheid van verpakkingen rond wortelkluiten tijdens opkuilen (i.p.v. opplanten)

In dit hoofdstuk wordt alleen de doelstelling en de conclusie weergegeven. Het verslag is integraal in de bijlage 2 opgenomen.

Proef 1
Doelstelling: het testen van de taaktijd en moeilijkheidsgraad bij het aanbrengen van ontwikkelde verpakkingsconcepten.
Conclusies:

- De taaktijd voor het knopen van een buxusplant met de standaard materialen (jute gaaslap en acryl gaaslap) bedraagt bijna 19 seconden door een ervaren persoon.
- Knopen met alternatieve gaaslappen vraagt meer tijd. Met name het ontwikkelde nieuwe knoopconcept (jute ruitvorm met inkeping) bleek veel tijd te kosten. Dat was vooral te wijten aan het feit dat de weving de gaaslappen ongeschikt maakte voor het maken van een inkeping.
- Het nieuwe knoopconcept werd als moeilijk ervaren en riep scepsis op.
- Het broodzak-concept met bijbehorende hulpmiddel (schep) bleek ongeschikt. Bovendien bleek het onmogelijk om de folie te laten (gaten).
- Handmatig kluiten met machinegaas (met trechter) vraagt ongeveer evenveel tijd als de standaard gaaslap (19,3 seconden).
- Andere knoopconcepten bieden geen perspectief.

Proef 2
Doelstelling: het testen van de houdbaarheid van handmatig aangebrachte verpakkingsconcepten rond wortelkluiten van Buxus in de keten
Conclusies:

- Gaaslappen gemaakt van de getoetste bio-afbreekbare materialen (direct beschikbaar in de markt) zijn niet voldoende stevig en zijn als zodanig niet geschikt voor toepassing in de praktijk. Oplossingen dienen gezocht te worden op het terrein van weving, strengdikte etc.
- Verduurzaamd katoen (pyrolyseolie) vertraagt wel de afbraak maar verslechtert de beginkwaliteit en de verwerkbaarheid en is als zodanig niet geschikt voor toepassing in de praktijk.

Proef 3
Doelstelling: testen van houdbaarheid van verpakkingen rond wortelkluiten tijdens opkuilen
Conclusies:
Gaaslappen gemaakt van PLA, folie en 2x verduurzaamde katoen breken minder snel af (opkuilen) in vergelijk met katoen en jute. Licht verduurzaamde katoen degradeert in een hoger tempo.

5.3 Bioplastics

5.3.1 Inleiding

Bioplastics zijn biologisch afbreekbare materialen (plastics) gebaseerd op natuurlijke, hernieuwbare of niet hernieuwbare grondstoffen (zetmeel uit aardappelen of maïs, olie). Bioplastics zijn composteerbaar en breken in de grond langzaam af. Bioplastics hebben de laatste jaren een sterke technologische ontwikkeling doorgemaakt en steeds meer verpakkingen worden geproduceerd van bioplastics.

Bij de start van het project waren de bioplastics nog niet in beeld, maar in de laatste fase van het project wel.

Op de volgende wijze zijn bioplastics ingezet:

- testen van materialen die in de markt verkrijgbaar zijn en als verpakking worden ingezet voor bijvoorbeeld uien
- behandelen (coaten) van jute gaaslappen met bioplastic
- behandelen (coaten) stukjes katoenen machinegaas met bioplastic, waarbij het machinegaas als 'gaaslap' werd gebruikt
- test van bioplastic net, met en zonder bio-folie, geproduceerd door buitenlandse fabrikant die de mogelijkheden onderzoekt van deze materialen voor de boomkwekerijmarkt

De doelstelling, bij de testen van de lappen bestaande uit bioplastic, was om na te gaan of de materialen ingezet konden worden als wortelkluitverpakking. De bioplastic "gaaslappen" waren niet speciaal gemaakt voor deze toepassing. Grootte, maaswijdte, knoopbaarheid waren hier niet op afgestemd.

5.3.2 Testresultaten

De resultaten van in de markt verkrijgbare materialen worden besproken in bijlage 2. Het was moeilijk om hier een goed beeld van te krijgen, omdat het niet echt mogelijk was een "goede gaaslap" te maken. De resultaten van de behandelde gaaslappen zijn besproken in hoofdstuk 4.4.

De resultaten van de netten van de buitenlandse producent staan in tabel 7. De opplantdatum was december 2006 met Magnolia stellata bij PPO Boskoop (veengrond). Beoordeling eind maart 2007. Het betrof een oriënterende test met 5 planten per behandeling. Ook zijn in deze test biologisch afbreekbare folies tussen grond en net geplaatst, met als doel gronduitval tijdens transport te verminderen. Zie hiervoor het rapport van machinegaas.

Tabel 7.

Behandeling	Plant-conditie	Vertering gaasnet	Vertering folie	Wortels vanuit de kluit
Bioplastic-net, geen folie	5	3	-	1
Bioplastic-net, zwarte folie	5	3	3	1
Bioplastic-net, witte folie	5	3	2	1

Plantconditie (1-5) : 1: dood; 5: uitstekende conditie
Vertering gaas (1-5) : 1: nog volledig intact; 5: gaas sterk verteerd
Vertering folie (1-5) : 1: nog volledig intact; 5: folie sterk verteerd
Vorming nieuwe wortels (1-5) : 1: geen nieuwe wortels; 5: veel nieuwe wortels

Bij beoordeling zat het bioplastic-net nog goed om de kluit. Het materiaal was echter te zwak om transport in de keten te kunnen doorstaan. Het net was bij aanbrengen echter al aan de zwakke kant. De folies waren nog wel voldoende sterk.

Foto 3. Van links naar rechts: bioplastic & wit folie, & zwart folie en zonder folie.

6 Toevoegingen aan de kluit

Het is belangrijk dat planten met een groot deel van de oorspronkelijke kluit worden verpakt. Diverse materialen zijn voorhanden om de grond in de wortelkluit te verbeteren en meer samenhang te geven, waardoor een steviger grondkluit wordt behouden.
In het kader van dit project is een beperkte deskstudie uitgevoerd naar materialen die toegevoegd kunnen worden aan de kluit en de effecten die bereikt kunnen worden. Effecten die bereikt kunnen worden zijn:

1. Verhogen van de watercapaciteit of vochtbuffer;
2. Verbeteren van de structuur, luchtgehalte en zuurstofvoorziening;
3. Verbeteren van de samenhang en stabiliteit van de grondkluit;
4. Verhogen van de buffercapaciteit van voedingsstoffen;
5. Verbeteren van de microbiële activiteit en verhogen mineralisatie;
6. Ziektewerendheid vergroten;
7. Langzaamwerkende stikstof bron en verlagen van het uitspoelingverlies

De mogelijke materialen zijn:

- potgrond en andere organische stofbronnen (compost)
- vochtbinders
- klei
- voedingsstoffen
- mycorrhiza
- antagonisten (bijvoorbeeld met compost)
- plantversterkers
- effectieve micro-organismen (EM)

Toevoegingen kunnen effect hebben op vochtgehalte, voedingstoestand, structuur en bodemleven van een kluit. Voordat men materialen of organismen gaat toevoegen aan de grond of kluit moeten een aantal vragen worden gesteld en beantwoord.
Is de toevoeging aan de grond of kluit nodig?
Welk probleem moet worden opgelost?
Welk effect of effecten moeten worden bereikt?
Hoe kan de oplossing worden bereikt?

Om effecten te bereiken kunnen vaak één of meer toepassingen en of materialen worden gebruikt.
De haalbaarheid zal goed moeten worden bekeken, waarbij de kosten natuurlijk een belangrijke rol spelen.
Voor specifieke markten zou een toevoeging meerwaarde kunnen hebben.

Voor de volledige deskstudie wordt verwezen naar bijlage 4.

7 Communicatie

De begeleidingscommissie bestond uit leden van de Stichting hulpmaterialen van de Raad voor de Boomkwekerij. Deze commissie is enkele malen bij elkaar geweest om de voortgang van het project te bespreken. Ook is t.b.v de begeleidingscommissie een beslisdocument opgesteld t.a.v. de concepten en besproken. Daarbij zijn ook resultaten van de concepten gepresenteerd. Leden van de begeleidingscommissie hebben ook materialen getest op hun bedrijf.

In het kader van dit project zijn de volgende artikelen verschenen:
1. Biologisch afbreekbare kluit heeft de toekomst. Boomkwekerij 2004, nr. 35.
2. In één werkgang een kluit in bioverpakking. De Boomkwekerij 2006, nr.15

Op de boomteelttechniekdagen te Haaren (NB) is in de stand van PPO het project gepresenteerd middels een poster (bijlage 1) en zijn de concepten visueel gepresenteerd aan de begeleidingscommissie en bezoekers van de beurs.

Op de beurzen Plantarium en Groot Groen in 2005 en 2006 zijn de ontwikkelde materialen gepresenteerd.

Op het congres Bio Kunststoffen in Geisenheim (2006) is een presentatie gegeven, waarin dit project werd gepresenteerd. Hiervan is in de Duitse pers een artikel verschenen.

8 Conclusies

Dit verslag beschrijft de resultaten van het project 'Biologisch afbreekbare wortelkluitverpakkingen (handmatig)' in de periode mei 2003 tot en met voorjaar 2007. Dit project beoogde de ontwikkeling van een alternatief voor huidige gebruikte (acryl)gaaslap. De alternatieve gaaslap moet door de gehele keten bruikbaar en biologisch afbreekbaar zijn. De alternatieve gaaslap moet langzamer verteren dan de huidige jute lap om zo te vermijden dat de kluiten opnieuw ingegaasd moet worden na opgekuild te zijn. Tevens moet de gaaslap de vitaliteit van de sierteeltproducten beschermen en tijdsbesparingen opleveren (o.a. tijdens ingazen en door het niet verwijderen van oude gaaslap bij het planten).

Een aantal concepten voor alternatieve verpakkingen zijn beschreven en uitgewerkt in hoofdstuk 3. Op basis van een sterkte-zwakte analyse en een nadere beoordeling d.m.v. verschillende criteria, lijken de concepten met zakken op basis van (krimp)folie en de gaaslap met folie (en eventuele inkeping) in eerste instantie het meest geschikt. Ook lijkt het gebruik van machinegaas in een handmatige opstelling veelbelovend. Een aantal prototypes is in de praktijk uitgetest. De eerste praktijktesten wezen uit dat er weinig tijdsbesparing is met de nieuwe concepten t.o.v. de huidig manier van ingazen. Vooral bij een losse of onregelmatige kluit bleek de nieuwe manier zeer inefficiënt. Wel lijken de netten van een aantal bioplastics (bijvoorbeeld FKUR-net) langzamer af te breken dan het niet verduurzaamde jute net.

Een jute gaaslap is volledig biologisch afbreekbaar, maar het tijdsbestek waarin dit gebeurt is in veel gevallen te kort. Daarom worden in veel gevallen gaaslappen met niet afbreekbare acrylvezels gebruikt. Er zijn praktijktesten uitgevoerd met 100% jute-gaaslappen die verduurzaamd zijn door de lappen met pyrolyse olie, met furaanhars of thermisch te behandelen. De behandelde lappen blijken echter even snel te verteren als de onbehandelde gaaslappen. De thermisch behandelde gaaslappen bleken al zwakker te zijn bij het maken van de kluiten.

Een alternatieve manier van verduurzamen is het impregneren van de jute netten met een flexibel bioplastic (Ecoflex). De verwachting is dat de vertering langzamer zal gaan. Ook deze manier van verduurzamen blijkt (nog) niet het gewenste resultaat te hebben.

Bij de start van het project waren de bioplastics nog niet in beeld. Juist de laatste jaren zijn de technische ontwikkelingen snel gegaan en ook de prijs van de bioplastics zakt langzaam naar een acceptabel niveau. In de laatste fase van het project zijn de bioplastics dan ook nadrukkelijk meegenomen als alternatief. Deze oplossingsrichting lijkt perspectief te hebben, maar kon onvoldoende onderzocht worden.

Geconstateerd moet worden dat er geen volwaardig alternatief voor de jute gaaslap ontwikkeld kon worden. Vele varianten en mogelijkheden zijn gescreend en/of getest. Daarmee zijn de mogelijkheden echter niet uitgeput. Vooral de materialen van bioplastics lijken perspectief te bieden.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

9 Literatuur

Aendekerk, T., 2006. Toevoegingen aan de kluit. PPO Bomen.

Baltissen A., Hallmann, M., 2005. Resultaten van enquêtes (marktonderzoek) naar aanleiding van de demonstratie van diverse prototypes op de boomteelttechniekdagen in Haaren (NB) op 22 en 23 juni 2005. PPO Bomen.

Hallmann, M., 2004. Literature research for the master thesis project to apply on the PPO burlap case. University of Twente.

Hallmann, M., 2004. Concepten wortelkluiten. Interne notitie.

Hallmann, M., 2005. Biologisch afbreekbaar alternatief voor gaaslap. Uiteenzetting van biologisch afbreekbare alternatieven voor de traditionele handmatige gaaslap rondom wortelkluiten en een opzet om tot een keuze van een concept te komen. PPO Bomen.

Schuring, W., Dalfsen van, P., 2002. Testen van biologisch afbreekbare alternatieven voor de traditionele gaaslap rond wortelkluiten. Rapport 311311 C. PPO Bomen.

Sluis van der B., 2006. Implementatie van bio-afbreekbare folie rond kluiten. PPO Bomen.

Bijlage 1: Poster boomteelttechniekdagen

AGROTECHNOLOGY & FOOD INNOVATIONS
WAGENINGEN UR

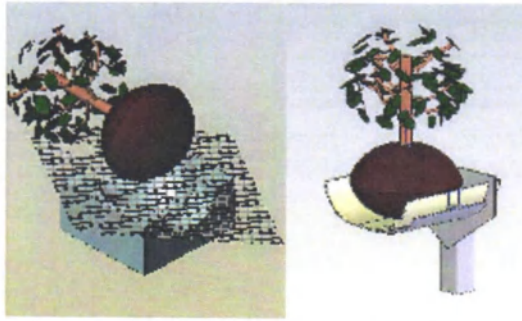
Ontwikkeling van 100 % bio-afbreekbare gaaslappen en machinegaas

M. Haßmann, ir. G. Schennink, ir. F. Kappen, ing. P. van Dalfsen

Vollegrondsgeteelde sierproducten worden na het rooien voorzien van gaaslappen zodat de kluit niet uiteenvalt in de afzetketen.
Sinds 1 mei 2003 wordt een project uitgevoerd door Agrotechnologie & Food Innovations B.V. (A & F) en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) waarin alternatieven worden ontwikkeld voor het arbeids-intensieve en ARBO-technisch minder verantwoorde handmatige ingazen.
Gelijktijdig met de conceptontwikkeling worden daarnaast een aantal verduurzamingstechnieken voor gaaslappen getest. In geval van het handmatige ingazen worden veelal jute gaaslappen gebruikt. Dit type gaaslap verteert vaak te snel, waardoor momenteel vaak acrylgaas-lappen gebruikt worden. Deze zijn niet 100 % biologisch afbreekbaar en moeten voor het planten van het product verwijderd worden.

Beoogde effecten

De alternatieve gaaslap moet voldoen aan:
- door de gehele keten bruikbaar
- 100 % biologisch afbreekbaar (na funktionele periode)
- tijdsbesparing opleveren bij het planten (niet verwijderen van oude gaaslap)
- vitaliteit beter behouden
- tijdsbesparing opleveren bij ingazen
- ingazen minder specialistisch werk maken



Concepten I en II: Ruitvormige gaaslap en broodzak van bioplastic

Concept III: Handmatig ingazen met uitrekbaar net

Conceptontwikkeling

Na inventarisatie van een groot aantal mogelijke concepten zijn er een drietal concepten met de volgende kenmerken verder uitgewerkt:

I - Ruitvormige gaaslap (van bioplastic)
- slechts één knoop aan de zijkant van de kluit
- mogelijkheid tot alternatieve bevestiging (bijv. clip)

II - Broodzak met folie van bioplastic
- slechts één knoop
- geen verlies van grond
- eventueel ook met krimpfolie

III - Handmatig ingazen met uitrekbaar net
- stevige kluit
- snelle handeling (geen knoop nodig)
- combinatie met bioplastic folie mogelijk

Verduurzamen gaaslappen

Tevens worden diverse methoden ter verduurzaming van de huidige 100 % jute gaaslap getest:
1. Behandelen met (uithardbare) plantaardige oliën
2. Acetyleren van het jute
3. Thermisch behandelen
4. Alternatieve materialen

Dit project is mede mogelijk gemaakt door financiering van Productschap Tuinbouw.

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
Postbus 17, 6700 AA Wageningen
Tel 0317 475020
Fax 0317 475347
E-mail info.agrotechnology.andfood@wur.nl
Internet www.agrotechnology.andfood.wur.nl

Bijlage 2: Implementatie van bio-afbreekbare folie rond kluiten

1. Taaktijd en moeilijkheidsgraad bij het aanbrengen van de Verpakkingsconcepten

1.1 Doelstelling

Het testen van de taaktijd en moeilijkheidsgraad bij het aanbrengen van ontwikkelde verpakkingsconcepten

1.2 Proefopzet

Voor het testen van de taaktijd en moeilijkheidsgraad van de ontwikkelde verpakkingsconcepten zijn twee praktijkmensen gevraagd mee te werken. De proef heeft plaatsgevonden op de PPO-locatie in Boskoop

De deelnemers kregen per variant 1 kluit in te pakken om moeilijkheid in te schatten en ervaring op te bouwen. Daarna werd per persoon 3 maal de tijd geklokt om 5 buxusbomen (met veenkluiten) in te gazen. De buxusbomen lagen op het veld gereed en de verpakkingen lagen in de buurt.

Eventuele bijzonderheden bij de ontwikkelde alternatieve concepten werden genoteerd (bijv. snel scheuren, kleven, etc.).

1.3 Vergelijking van producten

De in tabel 1 genoemde behandelingen werden met elkaar vergeleken in de taaktijden test. De gemiddelde taaktijd per boom is in deze tabel weergegeven.

Tabel 1. De behandelingen die in de taaktijden bepaling zijn opgenomen en de resultaten.

Beh. nr.	Naam	Bijzonderheden	Taaktijd (sec/boom)	Producent
A	Jute gaaslap		18,8	
B	Acryl gaaslap		18,9	
C	Broodzak	Krimpfolie	24,9	Bioparfolie
D	Machinegaas katoen		19,3	Schrauwen
E	Ruitvorm Jute	Knoopmethode 1 *)	34,9	
F	Ruitvorm Jute	Knoopmethode 2	29,4	
G	Ruitvorm PLA		-	FKUR-net Nature packaging
H	Ruitvorm zetmeel		-	Nature Packaging
I	Flexibel biologisch afbreekbaar net	diameter 25 cm	-	
J	Machinegaas katoen	Verduurzaamd 1x	-	Schrauwen
K	Machinegaas katoen	Verduurzaamd 2x		Schrauwen

*) de 2 knoopmethoden verschillen wat betreft de volgorde van dichtvouwen.

Aanvullende opmerkingen

- De referentie materialen (A, B) knopen goed en bieden een goede gelegenheid tot aanvullen.
- Bij het gebruik van de broodzak dient opgemerkt te worden dat Buxus een gemakkelijk gewas is om te kluiten. Het openvouwen van de zakken verliep moeizaam. De schep (hulpmiddel) had geen optimale vorm en vertraagde het proces. Het verhitten van de krimpfolie verliep niet goed. Er vielen gaten in de folie i.p.v. krimp.
- Het aanbrengen van het machinegaas vond plaats met behulp van een trechter. De kwaliteit van de kluit viel tegen. Een nadeel is dat bijvullen van de kluit bij dit systeem onmogelijk is.
- Bij de jute-ruitvorm hoeft slechts één knoop gelegd te worden. Nadelen: de kans op losraken is vrij groot. De kluiten blijven gedeeltelijk openstaan.

Andere typen gaaslappen zoals PLA-buisnet, zetmeel-net en met pyrolyse olie behandelde katoen machinegaas, bleken ongeschikt voor een redelijk betrouwbare taaktijden bepaling. De materialen waren handmatig nauwelijks te verwerken.

1.4 Conclusies

- De taaktijd voor het knopen van een buxusplant met de standaard materialen (jute gaaslap en acryl gaaslap) bedraagt bijna 19 seconden door een ervaren persoon.
- Knopen met alternatieve gaaslappen vraagt meer tijd. Met name het ontwikkelde nieuwe knoopconcept (jute ruitvorm met inkeping) bleek veel tijd te kosten. Dat was vooral te wijten aan het feit dat de weving de gaaslappen ongeschikt maakte voor het maken van een inkeping.
- Het nieuwe knoopconcept werd als moeilijk ervaren en riep scepsis op.
- Het broodzak-concept met bijbehorende hulpmiddel (schep) bleek ongeschikt. Bovendien bleek het onmogelijk om de folie te laten (gaten).
- Handmatig kluiten met machinegaas (met trechter) vraagt ongeveer evenveel tijd als de standaard gaaslap (19,3 seconden).
- Andere knoopconcepten bieden geen perspectief.

2. Houdbaarheid van biologische afbreekbare wortelkluit verpakkingen in de Keten

2.1 Doelstelling

Het testen van de houdbaarheid van handmatig aangebrachte verpakkingsconcepten rond wortelkluiten van Buxus in de keten.

2.2 Proefopzet

Voor het testen van de houdbaarheid van verpakkingen rond wortelkluiten in de keten heeft een simulatie van de keten plaatsgevonden. Tijdens deze ketensimulatie is regelmatig de staat van de gaaslappen beoordeeld. Hiermee werd inzicht verkregen in de houdbaarheid in de keten van de verschillende alternatieven. De proef vond plaats op locatie in Boskoop.

Ketensimulatie:
De planten uit de taaktijden proef werden gedurende de periode eind oktober tot half februari in een ruimte geplaatst bij 15 °C en ca. 80 % luchtvochtigheid (RLV). De planten werden gestapeld in een palletbox. Onderin en bovenop de palletbox werd als buffer een laag planten gelegd met alleen standaard handgaas. Tijdens deze bewaring werden de planten een aantal keer opgetild en neergezet. Tijdens het optillen (na 2, 7 en 11 weken) werden de verschillende materialen beoordeeld.

Foto 1. Planten opgeslagen in box tijdens ketensimulatie.

De beoordeling vond plaats op beginkwaliteit (kluit met gaaslap) en op de houdbaarheid in de tijd.
Beoordeling beginkwaliteit: 1=goed, 2=matig, 3=slecht
Beoordeling houdbaarheid: 1= in originele staat; 2= degradatie komt op gang; 3= sterk verteerd.

2.3 Vergelijking van producten

De in tabel 2 genoemde behandelingen zijn met elkaar vergeleken in de ketensimulatie.

De proef werd uitgevoerd met 5 planten per behandeling in 4 herhalingen. Als gevolg van deze geringe aantallen zijn de meetresultaten niet statistisch getoetst

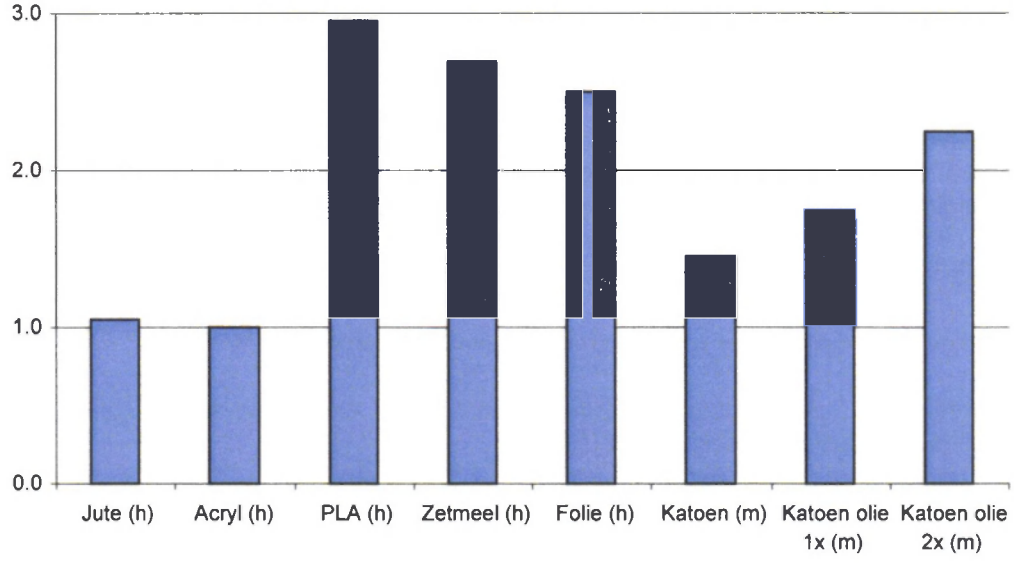
Tabel 2. Behandelingen

Beh. nr.	Naam	Bijzonderheden	Producent
A	Jute gaaslap		
B	Acryl gaaslap		
C	PLA-buisnet	Materiaal gelijk aan ruitvorm PLA	Natura Packaging
D	Zetmeel gaaslap	Hetzelfde als ruitvorm zetmeel	Natura Packaging
E	Broodzak	krimpfolie	
F	Machinegaas katoen onbehandeld		Schrauwen
G	Machinegaas 1x olie		
H	Machinegaas 2x olie		

2.4 Resultaten

2.4.1 Beginkwaliteit

De beginkwaliteit is weergegeven in de staafdiagram in figuur 1.

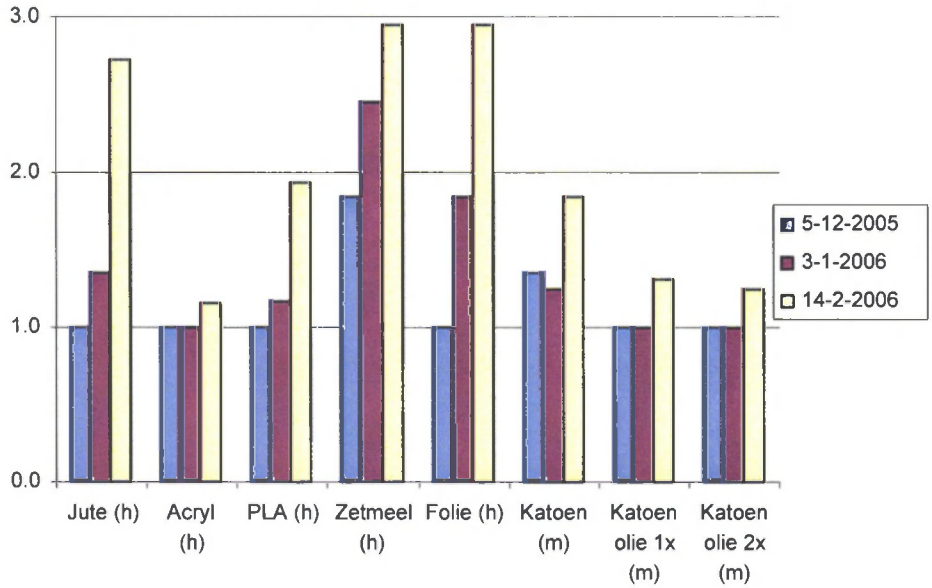


Figuur 1. Gemiddelde beginkwaliteit van de verschillende gaaslappen (h=voor handmatige verwerking, m= voor machinale verwerking); beoordeling beginkwaliteit op de y-as: 1=goed, 2=matig, 3=slecht

De kwaliteit van de gangbare wortelkluiten is goed. Ook machinegaas (katoen) scoort goed. PLA, zetmeel en folie geven onvoldoende stevigheid aan kluit (niet elastisch). Het materiaal bleek te zwak. Het machinegaas geeft een stevige kluit, maar sluit niet helemaal rondom de kluit. De behandelingen met pyrolyseolie hebben de beginkwaliteit van de katoenen versies verslechterd, ze zijn iets brosser geworden.

2.4.2 Degradatie

De degradatie (zie figuur 2) is op drie momenten beoordeeld, namelijk 5 december 2005, 3 januari 2006 en 14 februari 2006.



Figuur 2. Degradatie van verschillende gaaslappen op 3 tijdstippen (h=voor handmatige toepassing; m=voor machinale toepassing). Beoordeling houdbaarheid op de y-as: 1= in originele staat; 2= degradatie komt op gang; 3= sterk verteerd.

De resultaten zijn gebaseerd op gemiddelde uitkomsten en hierbij blijkt:

- De degradatie van de zetmeel- en folie kluitverpakking verloopt in de ketensimulatie nog sneller dan bij jute.
- In de drie maanden blijft de acryl gaaslap vrijwel intact.
- Machinegaas (katoen) verteert minder snel dan jute
- PLA verteert minder snel dan jute
- Katoen, behandeld met pyrolyse olie breekt minder snel af. De degradatie komt overeen met acryl gaaslappen.
- Tweemaal behandelen van katoen geeft geen betere houdbaarheid

2.5 Conclusies

- Gaaslappen gemaakt van de getoetste bio-afbreekbare materialen (direct beschikbaar in de markt) zijn niet voldoende stevig en zijn als zodanig niet geschikt voor toepassing in de praktijk. Oplossingen dienen gezocht te worden op het terrein van weving, strengdikte etc.
- Verduurzaamd katoen (pyrolyseolie) vertraagt wel de afbraak maar verslechtert de beginkwaliteit en de verwerkbaarheid en is als zodanig niet geschikt voor toepassing in de praktijk.

3. Bio-afbreekbaar machinegaas rond kluiten

3.1 Doelstelling

Het testen van de houdbaarheid van prototypes van biologisch afbreekbaar machinegaas zonder folies.

3.2 Proefopzet

De zandkluiten van de coniferen zijn gemaakt met een ingaasmachine. De ingegaasde planten zijn gedeeltelijk opgekuild in een kuilhoek (veen) en met een deel van de planten is een ketensimulatie uitgevoerd (bewaarcel, palletbox). Het andere deel van de planten is opgekuild op de PPO-locatie in Boskoop (iets agressiever dan zandgrond).

3.3 Vergelijking van producten

De in tabel 3 weergegeven behandelingen zijn met elkaar vergeleken in deze proef.

Tabel 3. Behandelingen

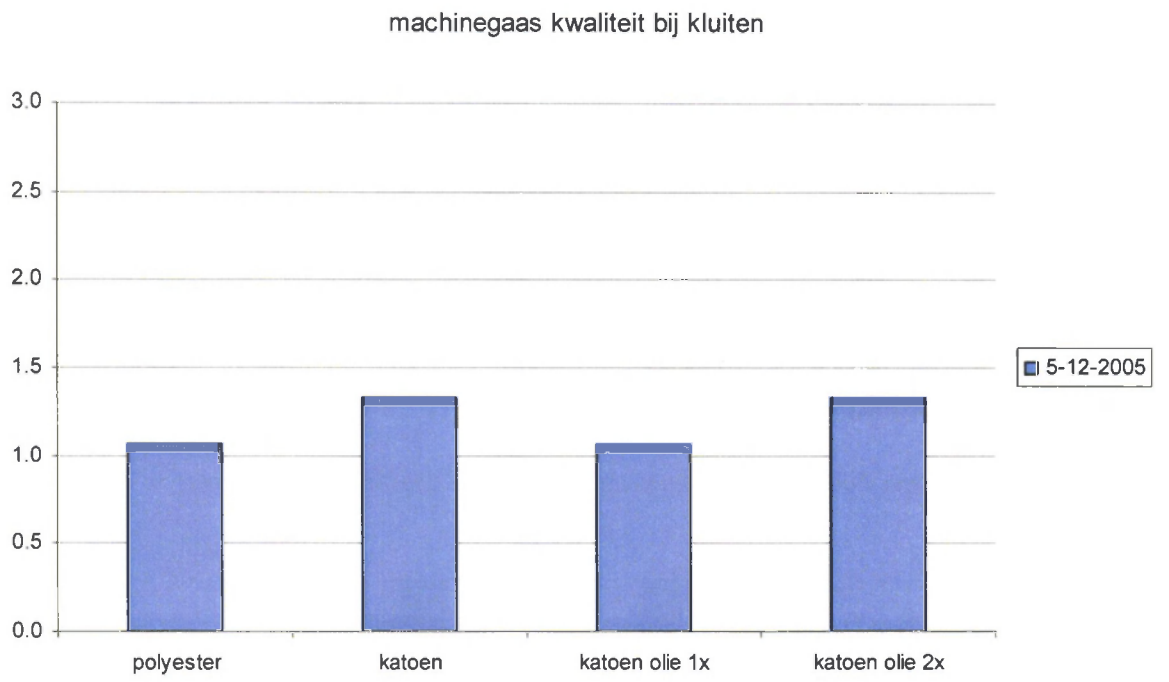
Beh. nr.	Naam	Bijzonderheden
A	Polyester/katoen	
B	Katoen	
C	Verduurzaamd katoen 1.	Katoen behandeld met prolyseolie uit biomassa (kraakproces bij 160 °C)
D	Verduurzaamd katoen 2.	idem, dubbele hoeveelheid

De proeven (2) werden uitgevoerd in 3 herhalingen met 5 coniferen per herhaling.
De beoordeling vond plaats op beginkwaliteit (kluit met gaaslap) en op de houdbaarheid in de tijd.
Beoordeling beginkwaliteit: 1=goed, 2=matig, 3=slecht.
Beoordeling houdbaarheid: 1: in originele staat; 2: degradatie komt op gang; 3: sterk verteerd.

3.4 Resultaat ketensimulatie

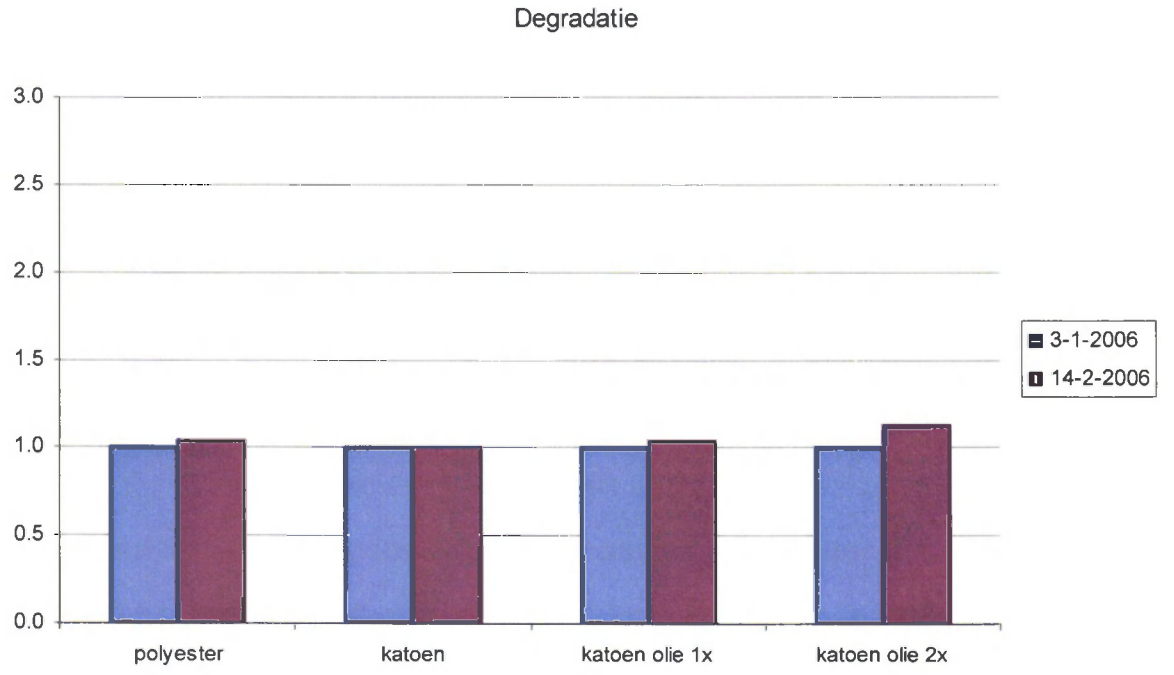
3.4.1 Kwaliteit

De beginkwaliteit van de wortelkluiten loopt per behandeling niet ver uit elkaar (figuur 3). De combinatie katoen/polyester heeft de beste beginkwaliteit. Ook de stevigheid van het verduurzaamde machinegaas scoorde goed. Hoewel door de stugheid van het materiaal het gaas bij de openingen soms open bleef staan.



Figuur 3. Machinegaas kwaliteit van de kluiten aan het begin (5-12-'05) Beoordeling kwaliteit op de y-as: 1= goed; 2= tussenpositie; 3= slecht.

3.4.2 Degradatie



Figuur 4. Degradatie van de ingaasmaterialen op twee tijdstippen. Beoordeling houdbaarheid op de y-as: 1= in originele staat; 2= degradatie komt op gang; 3= sterk verteerd

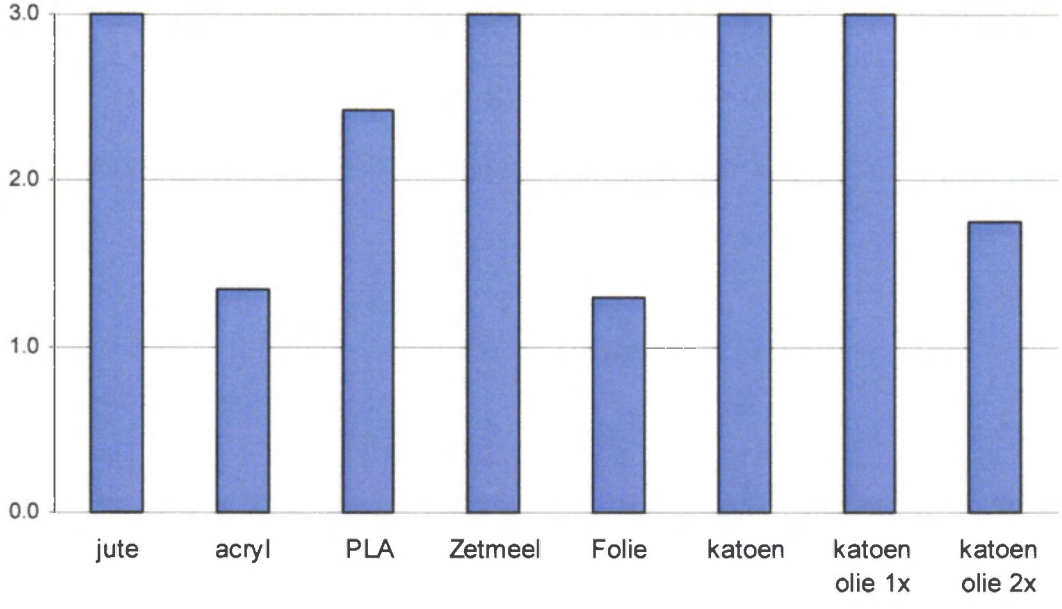
Uit de grafiek blijkt dat de houdbaarheid bij alle behandelingen vrijwel gelijk is. Degradatie vond nauwelijks plaats. De reden hiervoor is dat de wortelkluiten erg droog aangeleverd waren en in de koelcel droog bleven (ondanks tussentijdse bevochtiging).

3.5 Conclusies

Op basis van deze proef kunnen maar zeer beperkt conclusies worden getrokken. De beginkwaliteit van de ingaasmaterialen is goed. Degradatie vond echter nauwelijks plaats. De reden hiervoor is dat de wortelkluiten erg droog aangeleverd waren en in de koelcel droog bleven (ondanks tussentijdse bevochtiging).

4 Resultaten kuilhoek bewaring

De planten zijn in november 2005 opgekuild en in april 2006 is de degradatie beoordeeld.



Figuur 5. Degradatie in kuilhoek. Beoordeling houdbaarheid op de y-as: 1= in originele staat; 2= degradatie komt op gang; 3= sterk verteerd

Gaaslappen gemaakt van PLA, folie en 2x verduurzaamde katoen breken minder snel af (opkuilen) in vergelijk met katoen en jute. Licht verduurzaamde katoen degradeert in een hoger tempo.

5. Conclusies en aanbevelingen van de uitgevoerde deelonderzoeken

Op basis van de deelonderzoeken kan worden geconcludeerd dat:

- alternatieve knoopconcepten geen perspectief bieden
- gaaslappen gemaakt van bio-afbreekbare materialen (direct beschikbaar in de markt) niet voldoende stevig zijn
- PLA en verduurzaamd katoen minder snel afbreken in de ketensimulatie
- PLA, folie en 2x verduurzaamde katoen minder snel afbreken in de kuilhoek
- De huidige materialen niet praktijkrijp zijn

Vanuit het onderzoek bestaan nog mogelijkkheden voor verduurzaming door behandeling van de biologisch afbreekbare gaaslappen (jute) met thermische oliën. Hoewel al een aantal mogelijkheden getest zijn, zijn er nog vele alternatieven over.

De begeleidingscommissie (St. Hulpmaterialen) concludeert dat de verschillende geteste concepten aanleiding geven het bestaande concept van handknopen van de gaaslap te handhaven. Men is van mening dat er diverse mogelijkheden onderzocht zijn, maar dat helaas de oplossing er nog niet bijzit.
Wel vindt de Stichting het belangrijk dat er een volledige biologisch alternatief komt met een langere levensduur dan de jute gaaslap. Men ziet nog mogelijkheden in bioplastics, zeker in combinatie met jute. Een gecombineerde geweven gaaslap van jute en PLA, met de gebruikseigenschappen van de acryllap, lijkt een goed alternatief. PLA alleen lijkt niet sterk genoeg om de kluit goed bij elkaar te houden. De acryldraden zouden dan moeten worden vervangen door PLA. De eis van 8 maanden blijft gehandhaafd.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bijlage 3: Verslag 'Oriëntatie verduurzamen jute gaaslappen voor wortelkluiten laanbomen'

14 september 2005, Bart van der Sluis

Onderzoeksvraag
Door Boomkwekerij M. van den Oever (dhr. Horlings) is aan PPO de vraag gesteld welke mogelijkheden er zijn om jute gaaslappen te verduurzamen.

Aanleiding
De periode tussen het rooimoment (november) en het afleveren van laanbomen wordt steeds langer. In het najaar wordt op voorraad gerooid (optimaliseren van de arbeidsplanning) of worden bomen aangevoerd uit het buitenland en opgekuild. De kuilperiode kan oplopen tot 4 maanden. Om verdroging en vorstschade te voorkomen worden de kluiten met stro en een grondmengsel afgedekt. De jute die momenteel gebruikt wordt (in combinatie met de draadkorf) verliest onder deze condities al snel haar stevigheid. Na een maand is de jute verteerd en verliest haar functie. De stevigheid is erg belangrijk omdat bij het op- en afladen van de bomen voor transport met een haak gewerkt wordt. Als de jute te ver verteert is wordt met de haak de wortelkluit beschadigd en verdwijnt het vasthoudend vermogen.

Proefopzet: 11 juli 2005 op Boomkwekerij Van de Oever te Haaren.
Contactpersoon: Ronald van Grinsven
Conctactpersoon Agrotechnology and Food Innovations (A&F): Gerald Schennink

Behandelingen

	Behandeling	Aantal	Afkomstig van..
1	lappen standaard	10	A&F
2	lappen behandeld met olie (uit biomassa) en een temperatuur van 160 – 180°C	10	A&F
3	lappen thermisch behandeld (220°C)	10	A&F
4	lappen behandeld met hars (furaan, bestanddeel van hout) en een temperatuur van 160 – 180°C	10	A&F
5	lappen standaard, dubbel	4	Arends de Arend
6	lappen weving H185	4	Arends de Arend
7	lappen weving H305	4	Arends de Arend
8	lappen weving H215	4	Arends de Arend

De gekluite bomen zijn op 11 juli 2005 per behandeling verdeeld in twee partijen van gelijke aantallen en gelabeld. Beide partijen zijn apart in willekeurige volgorde opgekuild. De eerste partij is op 6 september beoordeeld. De planning is (was) om de tweede partij na 4 maanden te beoordelen.
Omdat er op het moment van de proefneming geen gerooide bomen voorradig waren is gekozen voor coniferen met kluit (diameter ca. 30 cm). Bij een klein deel is gebruik gemaakt van beschikbare Liriodendrons.

Waarnemingen
Datum: 6 september 2005
Bij het beoordelen van de mate van vertering is de volgende klassenindeling aangehouden:

4. volledig functioneel
5. eerste verschijnselen van vertering
6. niet meer functioneel

Functionaliteit van de gaaslappen na 2 maanden naar drie klassen

	standaard	**olie**	**thermisch**	**hars**	**Standaard dubbel**	**H185**	**H305**	**H215**
Kluit 1	3	3	3	3	3	3	3	3
Kluit 2	3	3	3	3	3	3	3	3
Kluit 3	3	3	3	3				
Kluit 4	3	3	3	3				
Kluit 5	3	3	-	3				

Resultaat

- De behandelde lappen verteren even snel als de onbehandelde gaaslappen. In alle gevallen waren de onderkanten van de kluiten volledig verteert en scheurden los bij het oppakken van de planten (Coniferen, Liriodendron).
- De knoop aan de bovenkant van de kluit bezat bij de standaard en bij de behandelingen met olie en hars nog enige stevigheid. Bij de thermische behandeling en de drie 'wevingen van Arends' was ook de vertering van de knoop ver gevorderd. Op de jute-lappen van Arends is bovendien schimmelvorming (wit) waargenomen.
- Beoordeling van wortelschade was niet mogelijk omdat de dichtheid van de wortelstructuur per kluit sterk uiteen liep. Bovendien zou schade ook veroorzaakt kunnen zijn omdat de bomen in een ongunstige (zomer) periode zijn gekluit en opgekuild.
- De thermisch behandelde gaaslappen bleken al zwakker te zijn bij het maken van de kluiten (11 juli).

Vervolg

1. Huidige proef beeindigen (tweede partij niet meer beoordelen)
2. vervolg met gaaslappen van bioplastics??

Beeldmateriaal

Foto 1. standaard

foto 2. olie

Foto3. thermisch

foto 4. hars

Foto 5 jute dubbel

foto 6 jute weving H185

Foto 7 jute weving 305

foto 8 jute weving H215

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bijlage 4: Toevoegingen aan de kluit

1 Inleiding

Aan het eind van de groeicyclus van één of meerdere jaren worden de planten in de vollegrond gerooid. De bladhoudende heesters en coniferen worden na het onder snijden en/of rondsteken in een zogenaamde gaaslap of net ingebonden. Gewassen, die moeilijk te verplanten zijn, hebben een zwak wortelstelsel en/of een langzame hergroei van wortels. Het is belangrijk dat deze planten met een groot deel van de oorspronkelijke kluit worden verplant. Ook laanbomen kunnen in aanmerking komen om in te gazen waardoor de wortels beter worden beschermd en de aanslag van de bomen zeer sterk kan worden verbeterd.
Diverse materialen zijn voorhanden om de grond in de wortelkluit te verbeteren en meer samenhang te geven, waardoor een steviger grondkluit wordt behouden. Organische materialen, klei en leem zijn onder andere grondstoffen die hiervoor in de vollegrond worden gebruikt.
De diverse materialen die als gaaslap of net voor de wortels worden gebruikt zijn in het begeleidend rapport Verteerbare gaaslappen besproken. Voor de aanplant in plantgaten in particuliere tuinen en stedelijke bebouwing zal naast het prepareren van de plantkluit ook de nodige aandacht moeten worden gegeven aan de bodemsamenstelling in de nieuwe standplaats.
De eisen aan de grond in de nieuwe standplaats worden hier niet besproken. In dit rapport worden de toevoegingen aan de kluit beschreven.

2 Doel

Verbetering van de plantkwaliteit door toevoegingen aan de teelgrond of kluit. Op deze wijze moet het aanslaan van planten verbeterd worden.

3 Werkwijze

Het materiaal of product kan bij het maken van de kluit worden toegevoegd of nog beter is het wanneer in een fase ervoor voor de inplant of tijdens het groeiseizoen in het plantgat of plantsleuf de materialen zijn doorgemengd.
Wanneer kan worden aangegeven welke bodemkundige verbeteringen moeten worden bereikt in de grond, dan kan ook worden getracht deze verbeteringen te realiseren, door het gebruik van grondstoffen of andere ingrepen. Afhankelijk van de gewenste effecten kunnen materialen worden ingezet.
Effecten die kunnen worden bereikt of gestimuleerd wanneer een of meer materialen worden toegevoegd zijn:

1. Verhogen van de watercapaciteit of vochtbuffer;
2. Verbeteren van de structuur, luchtgehalte en zuurstofvoorziening;
3. Verbeteren van de samenhang en stabiliteit van de grondkluit;
4. Verhogen van de buffercapaciteit van voedingsstoffen;
5. Verbeteren van de microbiële activiteit en verhogen mineralisatie;
6. Ziektewerendheid vergroten;
7. Langzaamwerkende stikstof bron en verlagen van het uitspoelingverlies.

4 Materialen en effecten

De gewenste effecten en de materialen die voor toevoeging in aanmerking komen, worden in de volgende paragraaf besproken. De toe te dienen hoeveelheden hangen af van de eigenschappen van het materiaal (chemische-, fysische- en/of biologische eigenschappen) en het beoogde effect.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

4.1 Verhogen van de watercapaciteit of vochtbuffer

4.1.1 Potgrond en andere organische stof bronnen

Doel: Bescherming van de wortels en een extra vochtbuffer.
Potgrond die voldoet aan het RHP-keurmerk kan als aanvulling in de grondkluit worden gebruikt. Eveneens kan aanvulgrond met het RAG –keurmerk worden gebruikt voor dit doel. Het effect op de vochtcapaciteit is afhankelijk van de hoeveelheid die wordt toegevoegd. Wanneer de cultuurgrond vóór het planten van het gewas wordt behandeld zijn de effecten duidelijk hoger.
De hoeveelheid organische stof beïnvloed het vocht vasthoudend vermogen van de grond. Bij een verhoging van het organische stof % van een lemige zandgrond met 1%, wordt het vochtgehalte met 3,8 volume% verhoogd bij veldcapaciteit (pF 2,0). Door het verhogen van het organische stof gehalte wordt tevens de kluit steviger (structuurverbetering).
Om het organische stof gehalte met 1% te verhogen is voor een teeltlaag van 30 cm circa 40 ton effectieve organische stof nodig. Hiervoor zal minimaal 200 m3 aanvulgrond moeten worden aangevoerd. De kosten hiervan zijn inclusief aanbrengen op de grond circa € 5000,00 per ha voor 2 jaar.
Het effect van een betere groei en hogere plantkwaliteit maakt deze investering in een dergelijk geval meer dan goed.

4.1.2 Vochtbinders

Doel: Het verhogen van de hoeveelheid gemakkelijk beschikbaar water in minerale gronden tussen pF 2,0 – pF 3,3. Belangrijk voor de groei van planten en het behoud van een goede plantkwaliteit tijdens transport en de hergroei.
Door het toevoegen van vochtbinders wordt de pF-curve (vochtcurve) van de grond veranderd. Agrasoke, Broadleaf P4, Aqua-Protect, Grain d'eau, Aqua Grain, Aqua Gro, Aquastore, Terra Sorb en een groot aantal andere producten kunnen het vochtgehalte of vochtbuffer van de grond te verhogen.
Vergroten van de vochtcapaciteit of vochtbuffer in de grondkluit kan, afhankelijk van de dosis vochtbinders van 1 à 2 kg product/m3 doorgemengd , 8 – 15 volume % water extra buffer zijn.
De kosten zijn circa € 6,00 per kg. Per ha is bij plantgat behandeling dan minimaal 500 kg nodig, een investering, inclusief het aanbrengen, van minimaal € 4000 per ha.
In Nederland worden vochtbinders in de vollegrond niet gebruikt, hoewel het mogelijk interessant is voor de zandgronden met een geringe vochtcapaciteit. Dit product kan in plaats van organische stof worden gebruikt.
Wanneer 10 volume % Fytocell aan een zandgrond wordt toegediend wordt de vochtcapaciteit met 5 à 6 volume % verhoogd (Aendekerk 1999). De kosten hiervan zijn 300 m3 Fytocell à € 30,00 per m3 inclusief het aanbrengen € 10.000 per ha bij volvelds gebruik. Indien plantgat behandeling of plantsleuf behandeling wordt toegepast kunnen de kosten tot ca. € 2.500 worden beperkt.
Voor de kluitgewassen lijkt dit haalbaar.

De industrieel geproduceerde waterbinders bestaan vaak uit een poly acryl amide en kunnen tot maximaal 500 x hun gewicht aan water opnemen. Andere producten van organische oorsprong, die meestal geproduceerd worden op zetmeelbasis kunnen 50 – 80 maal hun gewicht aan water opnemen. Deze laatst genoemde producten breken sneller af waardoor het effect in het tweede groeijaar minimaal is.
Deze producten zijn voor de meerjarige teelten niet interessant.

Een andere groep producten zijn geen echte vochtbinders doch verlagen de oppervlakte spanning.
De indringing van vocht in de kluit wordt verbeterd door de oppervlakte spanning van het water te verlagen. Een product zoals o.a. Water Movement Controle (W.M.C.), Fiba-Zorb, Neodol kan aan het gietwater of vooraf aan de grond worden toegediend. Het water dringt dan gemakkelijker in de grond waardoor efficiënter met water kan worden omgegaan.
Deze producten lijken interessant wanneer de kluiten herbevochtigd moeten worden wanneer deze te droog zijn voor transport in de keten.

4.2 Kleitoevoeging

Doel: Het verhogen van het kleigehalte in de grond, waardoor de samenhang van de wortelkluit wordt verbeterd.
Diverse typen klei, zoals gegranuleerde - en poederklei zijn in de handel en afkomstig uit binnen en buitenland. Met gegranuleerde klei wordt een extra stimulans gegeven aan een opener en stabielere structuur. De kleideeltjes zijn herkenbaar in de grond als structuur aggregaatjes. Het poriënvolume blijft in de grond op peil en de structuur wordt stabieler. Wanneer poederklei wordt gemengd gaan de kleideeltjes tussen de organische stof en zanddeeltje zitten. Het poriënvolume van de grond neemt meestal af en de grond heeft onder een natte omstandigheid sneller luchtgebrek. De hoeveelheid die kan worden toegevoegd is afhankelijk van de granulaire samenstelling van de grond.
Klei houdt vocht en voedingsstoffen vast. De samenstelling van het materiaal bepaalt de mate waarin dit effect optreedt. Vooral kenmerken als de hoeveelheid kleideeltjes, de korrelgrootte en het soort kleimineralen bepalen het bufferend vermogen.
De CEC (Cationen Exchange Capaciteit, Kationen Uitwisselings Capaciteit), ofwel buffercapaciteit voor kationen zoals K, Mg, Ca en NH4 meststoffen, is afhankelijk van de hoeveelheid en soort kleimineralen in de klei. Kleimineralen als Smectiet en Vermiculiet hebben een hoge CEC buffercapaciteit en zorgen daardoor voor een verminderde kans op uitspoeling van meststoffen.
De hoge kosten voor gegranuleerde of poederklei maken dat deze producten voor de vollegrond niet interessant zijn. In potgrondmengsels in containers worden deze kleisoorten met succes gebruikt.
Afgegraven venige klei kan na rijping met succes in de vollegrond op veen worden gebruikt. Dit betekent dat door keuze in de aanvulgrond, de cultuurgrond kan worden verbeterd met betrekking tot de kwaliteit van de kluit . Investeren in een goede kluithoudende vollegrond voor de betreffende gewassen is zeker rendabel.
Onderzoek naar de gewenste samenstelling van de veen- en zandgrond is uitgevoerd in de perioden 1986 – 1999 door PPO (Aendekerk).

4.3 Voedingsstoffen als buffer

Doel: Toevoegen van langzaam werkende meststoffen aan de kluit.
Normaal levert goede cultuurgrond voor de teelt van boomteelt gewassen een mineralisatie van 30 – 100 kg N per ha in groeiseizoen. Er is meestal een aanvullende bemesting noodzakelijk en deze kan eenvoudig met langzaam werkende meststoffen worden toegediend. Het aantal producten dat hiervoor in aanmerking komt is groot en neemt nog verder toe. Een aantal producten van de volgende fabrikanten wordt beproefd en is reeds in de handel: Scott's BV, Compo-Basf BV, DCM NV, Haifa-Chemicals.
Er is veel onderzoek uitgevoerd in de pot- en containerteelt. Nu vindt ook onderzoek in de vollegrond plaats. Ook kan worden overwogen om bij de nieuwe inplant een advies mee te geven over de hoeveelheid meststof die vereist is voor een goede hergroei.

4.4 Mycorrhiza

Doel: Verhogen van de opname van voedingsstoffen door de symbiose van Mycorrhiza schimmels en plantenwortels.
Het gebruik van Mycorrhiza heeft in de tuinbouw geen grote vlucht genomen omdat de positieve effecten van Mycorrhiza bij hogere voedingsniveaus niet of nauwelijks waarneembaar zijn. Diverse onderzoeken zijn met boomteeltgewassen uitgevoerd zowel in de vollegrond als in containers. Voor een optimale gewasgroei blijft een aanvullende bemesting met stikstof vereist en kan niet worden volstaan met de natuurlijke mineralisatie van de grond. Wordt met kunstmest bijgemest, dan neemt de groei en opbrengst toe. De aanwezige toegediende Mycorrhiza kunnen niet voor een extra groei zorgen en zijn minder aanwezig. Wordt niet bijgemest dan blijven de planten kleiner, ondanks de aanwezige Mycorrhiza.

Bij lage voedingsgehalten aan fosfaat- stikstof wordt de groei en opname aan voedingsstoffen positief beïnvloed bij Mycorrhiza. Dit resultaat van Mycorrhiza bij lage voedingsniveaus kan worden benut in aanplant

van stedelijk groen, tuinen en randzones in de natuur. Deze zouden dan kunnen zorgen voor een betere opname van voedingsstoffen en water en een grotere stress bestendigheid.
Het kan dus zinvol zijn om vast te stellen welke Mycorrhiza voor welke gewassen interessant zijn in de fase van groei op de kwekerij, zodat de planten bij uitplant voordeel hebben (makkelijke hergroei).

4.5 Ziektewerende en ziekte-onderdrukkende werking

Doel: Het verhogen van de ziektewerende werking in grond door toediening van antagonisten met compost.
Een groot aantal plantpathogenen is in de land – en tuinbouw bekend. De randvoorwaarden voor uitbreiding van de ziekteverwekkers zijn meestal ook bekend.
Een mogelijkheid is om op een biologische manier te trachten één of meer antagonisten te stimuleren en op deze wijze de ziekteverwekkers te onderdrukken. Deze werking geschiedt door antagonisten op bijvoorbeeld naaldhoutschors te enten en na koloniseren deze schors in de grond te mengen. Deze activiteiten moeten dan in de teelt plaatsvinden.
O.a. groencompost en naaldhoutschors kunnen een zwakke natuurlijke ziekten onderdrukkende werking hebben. Dit kan duidelijk worden versterkt door afhankelijk van de ziekte verwekker één of meer antagonisten in te zetten die de pathogenen of ziekte verwekkers kunnen bestrijden. (Louis Bolk Instituut, 2000).
Een voor dit doel als voorbeeld genoemde ontwikkelde antagonist Trichoderma hamatum 382 kan worden ingezet om de ziekte Rhizoctonia solani en Fusarium te onderdrukken.

4.6 Vruchtbaar Bodemleven, Bio-stimulus en Bio-Fungus

Doel: Verbeteren van de plantgezondheid door toediening van plantversterkers.
Plantversterkers zijn producten die onder bepaalde omstandigheden effecten op de gewaskwaliteit hebben en de gevoeligheid voor ziekte verlagen.
Het bedrijf DCM (De Ceuster Meststoffen) voert al zeer vele jaren onderzoek uit naar bodemverbeteraars en plantversterkers.
Diverse producten zijn door PPO Bomen voor DCM onderzocht. De geteste gevoelige gewassen voor ziekten waren Acer palmatum 'Atropurpureum', Chamaecyparis lawsoniana 'Columnaris', Clematis 'Hagleh Hybrid', Erica darleyensis en Taxus media 'Hicksii'. In de controle, dus zonder de genoemde producten, werden zieke planten waargenomen en de behandelde potten met de genoemde producten bleven meestal gezond. Voor de professionele markt is het van groot belang om te weten welke bijdragen deze producten geven aan het verhogen van de plantkwaliteit en een verminderde ziekte druk.
Hoewel de werking van deze producten wetenschappelijk nog niet kan worden verklaard, moet worden verwacht dat de genoemde organische stofbronnen een geïnduceerde protectie hebben tegen bodemgebonden plantpathogenen (Aendekerk, 2001).

4.7 Effectieve Micro-organismen (EM)

Doel: Verbetering van de bodemvruchtbaarheid door toediening van EM.
Een zeer groot aantal producten van het EM Agriton systeem is voorhanden. Ieder product heeft een specifieke werking doch het einddoel is, dat in het samenspel van deze verschillende producten en werking een bijdrage wordt geleverd aan een hogere bodemvruchtbaarheid. Onderzoek naar de werking van EM is beperkt uitgevoerd. Hierover is geen uitspraak te doen.

5 Conclusies

Toevoegingen kunnen effect hebben op vochtgehalte, voedingstoestand, structuur en bodemleven van een kluit. Voordat men materialen of organismen gaat toevoegen aan de grond of kluit moet een aantal vragen worden gesteld en beantwoord.
Is de toevoeging aan de grond of kluit nodig?
Welk probleem moet worden opgelost?

Welk effect moet worden bereikt?
Hoe kan de oplossing worden bereikt?

Om effecten te bereiken kunnen vaak één of meer toepassingen en of materialen worden gebruikt. Het lijkt het meest voor de hand te liggen om te kiezen voor toepassing vóór de teelt.
De haalbaarheid zal goed moeten worden bekeken, waarbij de kosten natuurlijk een belangrijke rol spelen.

6 Literatuur

Aendekerk, Th.G.L., 1988-1994. Kwaliteitscriteria en gebruikswaarde van aanvulgronden voor de veengrond. PPO.Bomen.
Aendekerk, Th.G.L., 1992-1999, Gebruikswaarde van bodemverbeterende materialen, inclusief GFT-compost op zandgrond in Zundert. PPO Bomen.
Aendekerk, Th.G.L., 1999. Gebruikswaarde onderzoek van Fytofoam als bodemverbeterend materiaal. Rapport Project 1333. PPO.Bomen.
Aendekerk, Th.G.L., 2001. DCM organische producten en de effecten op de plantkwaliteit. Rapport 31 1006. PPO-Bomen.
Anoniem, 2000. Ziektewerendheid en biologische activiteit in de bodem. Workshop, Louis Bolk Instituut en NMI.
Noordwoude. A.A. de Puijselaar. Het EM Agriton systeem voor een gezonde tuinbouw. Agriton.
Potgrond en substraten. 2002. Stichting RHP

Bijlage 5: Conclusies enquête op de boomteelttechniekdagen

Conclusies
Als wordt gekeken naar het totaal aantal enquêtes dat is ingevuld: 2 machinegaas en 8 over de bio-afbreekbare gaaslap dan is dit aantal nogal tegenvallend en maakt dit het verbinden van harde conclusies eraan eigenlijk onmogelijk. Toch hebben de enquêtes in combinatie met de boomteelttechniekdagen zelf wel meer duidelijk gemaakt.

Allereerst kan over het toevoegen van een folie tussen kluit en (machine)gaas gezegd worden dat er eigenlijk wel belangstelling voor bestaat. Schrauwen heeft de nodige geïnteresseerden erover langs gehad en heeft ook aangegeven dat hij het systeem om de folie aan te brengen ook al heeft verkocht aan een kweker. Misschien is het aardig om de resultaten hiervan in de gaten te houden en in de toekomst ook met deze kweker mee te denken over het eventueel nog verder verbeteren van deze 1e versie, bijvoorbeeld wat betreft de dikte van de folie, het type folie en het aanbrengen van (micro)perforaties. Wel lijkt de verwachting te bestaan dat het toevoegen van folie een positieve invloed zal hebben op de kwaliteit van de planten. Of het toevoegen van de folie echt een succes wordt zal waarschijnlijk ook grotendeels afhangen van het feit of klanten bereid zijn om de meerprijs die eraan zit ook te betalen. Vrijwel de meeste kwekers zullen daarom toch wachten met het toevoegen van folie tot het moment dat er vraag naar komt vanuit de markt.

Wat betreft de concepten die als alternatief dienen voor de gaaslap kan worden geconcludeerd dat zelfs met een beperkt aantal ingevulde enquêtes er al sprake is van aanzienlijke verschillen in opvattingen. Een uitgesproken voorkeur komt zodoende niet naar voren en misschien is er ook wel ruimte of juist behoefte aan meerdere varianten.

Nog niet geheel duidelijk is in hoeverre de concepten echt technisch haalbaar zijn en hierover is ook wel enige twijfel naar voren gekomen. Zo is het de vraag of het biogaasnet strak aangetrokken kan worden om stevige kluiten te krijgen en is ook onduidelijk hoe stevig de kluiten worden bij het handmatige machinegaas en of het imago van het machinegaas beter wordt als dit ook geheel biologisch afbreekbaar wordt. Deze dingen verdienen nog zeker meer onderzoek en waarschijnlijk is het verstandig en het meest effectief om dit daadwerkelijk in de praktijk uit te voeren in samenwerking met bijvoorbeeld één of meer kwekers.

Wel lijkt de meeste interesse op het eerste gezicht te bestaan voor het handmatige machinegaas omdat dit al een vertrouwde oplossing is. Misschien kan overwogen worden om meerdere concepten verder uit te werken en ook al op kleine schaal toe te gaan passen. Hiervoor zijn de concepten van het handmatige machinegaas en de ruitvorm van biogaasnet eigenlijk al wel beschikbaar. De markt zal dan vanzelf aangeven aan welk concept de meeste behoefte bestaat en of meerdere oplossingen naast mekaar ook mogelijk zijn.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.