

Ontwikkeling van biologisch afbreekbare wortelkluitverpakkingen

Machinegas

Ton Baltissen (PPO), Pieter van Dalzen (PPO), Bart van der Sluis (PPO), Jeroen van Bon (AFSG), Frans Kappen (AFSG), Gerald Schennink (AFSG)

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

december 2007

© 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.



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 : infobomen.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 TESTEN VAN FOLIES TUSSEN MACHINEGAAS EN KLUIT IN 2003.....	9
2.1 Proefopzet	9
2.2 Conclusies	10
3 TESTEN VAN FOLIES TUSSEN MACHINEGAAS EN KLUIT IN 2004.....	13
3.1 Proefopzet	13
3.2 Conclusies	13
4 DEMONSTRATIE KLUITEN INGAZEN MET BIOLOGISCH AFBREEKBAAR FOLIE	15
4.1 Opzet	15
4.2 Resultaten.....	15
4.2.1 Najaarsopplant	15
4.2.2 voorjaarsopplant.....	16
4.3 Conclusies en aanbevelingen	16
5 2 ^E DEMONSTRATIE KLUITEN INGAZEN MET BIOLOGISCH AFBREEKBAAR FOLIE	17
5.1 Opzet	17
5.2 Resultaten.....	17
5.3 Conclusies	19
6 SELECTIE MATERIALEN VOOR BIOLOGISCH AFBREEKBAAR MACHINEGAAS.....	21
6.1 Inventarisatie van biologisch afbreekbare garens.....	21
6.2 Productie van prototypes	22
6.3 Praktijkproef ingazen met prototypes	22
6.4 Biologische afbreekbaarheid rubber in machinegaas.....	22
7 TESTEN VAN PROTOTYPES MACHINEGAAS IN 2004	23
7.1 Proefopzet	23
7.2 Conclusies	23
8 VERDUURZAMEN MACHINEGAAS	25
9 COMMUNICATIE.....	27
10 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	29
11 LITERATUUR	31
BIJLAGE 1: VERDUURZAMEN MACHINEGAAS	33
BIJLAGE 2: POSTER BOOMTEELTTECHNIEKDAGEN.....	41
BIJLAGE 3: CONCLUSIES ENQUÊTE OP DE BOOMTEELTTECHNIEKDAGEN.....	43

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de resultaten van het project 'Biologisch afbreekbare wortelkluitverpakkingen, onderdeel machinegaas'. In de teelt van sierheesters en coniferen wordt veel gebruik gemaakt van machinegaas. Bij het rooien en ingazen geeft het gebruik van machinegaas grote tijdswinst in vergelijking met handmatig geknoopte gaaslappen. Het verwijderen van dit machinegaas bij het planten kost echter weer tijd, terwijl niet verwijderen van het machinegaas een milieuprobleem oplevert. In het gaas zijn namelijk polyestervezels verwerkt. Een ander belangrijk nadeel van deze vollegrondsproducten is het verlies van grond door het gaas met als gevolg vieze winkels, vieze kofferbakken van auto's, etc. Een alternatief in de vorm van 'in pot drukken' ondervangt deze nadelen gedeeltelijk, maar is weer kostbaarder. In de periode mei 2003 tot zomer 2007 is de toepassing van een biologisch afbreekbare folie tussen kluit en machinegaas ontwikkeld, waardoor vervuiling in de keten wordt tegengegaan. Ook is gewerkt aan het ontwikkelen van een biologisch afbreekbaar prototype van machinegaas.

In het onderdeel machinegaas is onderzoek verricht aan 2 thema's:

1. Biologisch afbreekbare folies tussen kluit en machinegaas. Het in het project betrokken mechanisatiebedrijf Schrauwen Machinebouw B.V. heeft een nieuw verpakkingsconcept bedacht. Door een biologisch afbreekbare folie aan te brengen tussen het machinegaas en de kluit wordt voorkomen dat de grond uit de kluit verdwijnt. Een dergelijk verpakte kluit kan bij de eindgebruiker met folie en al in de grond geplaatst kan worden.
2. Het ontwikkelen van biologisch afbreekbaar machinegaas. Het nieuwe machinegaas moet stevig genoeg blijven tijdens periode tussen rooien bij leverancier en planten door eindgebruiker. Zodra plant geplant is, mag de plant geen/weinig hinder ondervinden van de materialen i.v.m. groei.

Ad 1. Biologisch afbreekbare folies tussen kluit en machinegaas (hoofdstuk 2 tot 5).

Hierbij zijn diverse soorten biologisch afbreekbare folies getest. Een aantal folies vielen af, omdat deze niet voldeden aan de gewenste houdbaarheid in de keten (te vroege degradatie). Een aantal andere folies viel af, omdat de degradatie van deze folie na het opplanten te langzaam verliep, met als gevolg dat deze planten het niet overleefden. De resterende folies hebben perspectief voor toepassing. Omdat de resultaten van de uitgevoerde proeven niet altijd eenduidig waren, is het niet mogelijk 1 folie aan te bevelen. Uit al de proeven kan geconcludeerd worden dat sommige folies het verlies van vocht vanuit de kluit tijdens de keten kunnen tegengaan. Kluiten in een geperforeerde folie verloren echter evenveel vocht als kluiten zonder folie. Verder hadden kluiten, die met folie geplant werden, vaak een slechtere overleving dan kluiten zonder folie. Het gebruik van biologisch afbreekbare folies heeft dus risico's, vooral als de omstandigheden na het planten slecht zijn. Perforaties in de folies kunnen in dit geval juist de kans op overleving vergroten, omdat de wortels via de perforaties snel buiten de kluit kunnen komen. Het verdient aanbeveling om plantinstructies mee te geven aan de gebruiker bij het gebruik van deze folies. De folie kan op het moment van planten het beste worden beschadigd, maar hoeft niet te worden verwijderd.

Ad 2. Ontwikkeling van biologisch afbreekbaar machinegaas (hoofdstuk 6 tot 8).

In dit onderdeel is eerst ingezet op het vervangen van polyester garens door biologisch afbreekbare garens. Van de 4 geteste alternatieven, waarin het polyester garen vervangen was, was van 2 prototypes (hennep/katoen en ramie/katoen) de sterkte van het materiaal na een ketensimulatie van 8 weken (bijna) voldoende. Van deze prototypes is, zoals verwacht, geen negatief effect gevonden in de opplantproef. Daarnaast is ingezet op het verduurzamen van het bestaande katoenen machinegaas. Het verduurzamen van katoenen machinegaas met pyrolyseolie gaf een onvoldoende resultaat. Dergelijke prototypes gaven te weinig verbetering van de houdbaarheid t.o.v. katoenen machinegaas. Bovendien was dit machinegaas veel slechter verwerkbaar. Dit onderdeel heeft niet geleid tot een alternatief voor het polyester/katoenen machinegaas.

1 Inleiding

In de teelt van sierheesters en coniferen wordt veel gebruik gemaakt van machinegaas. Bij het rooien en ingazen geeft het gebruik van machinegaas grote tijdswinst in vergelijking met handmatig geknoopte gaaslappen. Het verwijderen van dit machinegaas bij het planten kost echter weer veel tijd, terwijl niet verwijderen van het machinegaas een milieuprobleem oplevert. In het gaas zijn namelijk polyestervezels verwerkt. Een ander belangrijk nadeel van deze vollegrondproducten is het verlies van grond door het gaas met als gevolg vieze winkels, vieze kofferbakken van auto's, etc. Een alternatief in de vorm van 'in pot drukken' ondervangt deze nadelen gedeeltelijk, maar is weer kostbaarder.

Dit verslag beschrijft de resultaten van het onderdeel Machinegaas in het project 'Biologisch afbreekbare kluitverpakkingen'. Het project heeft gelopen van mei 2003 tot en met zomer 2007. Dit deelproject heeft parallel gelopen met het deelproject 'handmatig geknoopte gaaslappen'. Hiervan is een apart rapport verschenen.

In het onderdeel machinegaas is onderzoek verricht aan 2 thema's:

1. Het in het project betrokken mechanisatiebedrijf Schrauwen Machinebouw B.V. heeft een nieuw verpakkingsconcept bedacht. Tussen het machinegaas en de kluit wordt op een eenvoudige manier een folie aangebracht. Deze folie voorkomt dat de grond uit de kluit verdwijnt. PPO kwam vervolgens met het idee om hiervoor een biologisch afbreekbare folie te gebruiken. Een dergelijk verpakte kluit kan bij de eindgebruiker met folie en al in de grond geplaatst kan worden.
2. Het ontwikkelen van biologisch afbreekbaar machinegaas. Het nieuwe machinegaas moet stevig genoeg blijven tijdens periode tussen rooien bij leverancier en planten door eindgebruiker. Zodra plant geplant is, mag de plant geen/weinig hinder ondervinden van de materialen i.v.m. groei.

In hoofdstuk 2 en 3 worden de resultaten beschreven van proeven met biologisch afbreekbare folies tussen machinegaas en kluit. In hoofdstuk 4 en 5 worden demonstraties met deze innovatie beschreven. In hoofdstuk 6 tot 8 worden de resultaten beschreven van prototypes van biologisch afbreekbaar machinegaas. Tenslotte worden de conclusies en aanbevelingen gegeven.

Het project is begeleid door leden van de Stichting Hulpmaterialen (Raad voor de Boomkwekerij). Op basis van de resultaten van het project en hun aanbevelingen is plan van aanpak bijgesteld.

2 Testen van folies tussen machinegaas en kluit in 2003

In de hier beschreven proeven is gezocht naar een geschikte biologisch afbreekbare folie tussen de kluit en machinegaas. De folie moet biologisch afbreekbaar zijn, zodat het alternatief niet vóór het planten verwijderd hoeft te worden en dus tegelijkertijd een arbeidsbesparing oplevert. De folie moet stevig genoeg blijven tijdens de periode tussen rooien bij leverancier en planten door afnemer. Zodra plant geplant is, mag de plant geen/weinig hinder ondervinden i.v.m. groei. Voor uitgebreide resultaten wordt verwezen naar Deelrapport 1. Testen van folies tussen machinegaas en kluit.

2.1 Proefopzet

De proeven zijn uitgevoerd met *Thuja occidentalis* 'Brabant', maat 80 - 100 cm. De planten zijn gerooid op 24 juli 2003. Direct na het rooien werden de planten ingegaasd in machinegaas (Zutex, Zundert) waarbij in de verschillende behandelingen verschillende soorten folie werd aangebracht (zie Tabel 1 en Figuur 1). Een gedeelte van de planten onderging een ketensimulatie bij PPO in Boskoop. Deze planten werden gedurende 7 weken regelmatig beoordeeld op vochtgehalte in de kluit, de houdbaarheid van de folie en de conditie van de planten. Een ander gedeelte van de planten werden opgeplant op de PPO-locatie in Horst. Tijdens het groeiseizoen werd de bovengrondse conditie van de planten beoordeeld. Aan het eind van het groeiseizoen is de conditie van het gewas, de doorgroei van de wortels door de folie en de vertering van de folie beoordeeld.

De volgende folies zijn betrokken in het onderzoek:

Tabel 1. Behandelingen voor biologisch afbreekbare folies tussen machinegaas in 2003.

Beh. nr.	Naam	Type	Kleur	Leverancier
A	Alleen machinegaas	n.v.t.	n.v.t.	Zutex
B	zetmeelfolie 12 μm	mulch	zwart	Hyplast
C	zetmeelfolie 17 μm	mulch	zwart	Hyplast
D	zetmeelfolie 22 μm	verpakking	wit/groen	Natura GmbH
E	zetmeelfolie 25 μm	meerlaags	doorschijnend	BIOP
F	zetmeelfolie 45 μm	verpakking	wit/groen	Natura GmbH
G	Ecoflex 25 μm	mulch	zwart	BASF
H	Cellulose	Cellophane 335 MS	doorschijnend	UCB



Figuur 1. Voorbeeld van ingegaasde kluit met biologisch afbreekbare folie tussen kluit en machinegaas.

2.2 Conclusies

Uit deze proeven konden de volgende conclusies getrokken worden:

Algemeen in ketensimulatie:

- De kluiten die bovenin de palletbox lagen, hadden al na 1 dag het laagste vochtgehalte in de kluit.
- De plantconditie bleef gedurende de eerste 2 weken in alle behandelingen zeer goed, ondanks een zeer ongunstig rooimoment. Hierna ging de kwaliteit toch snel achteruit in alle behandelingen.
- Er zijn geen grote negatieve effecten van de folies op de conditie van de planten gevonden.

Algemeen in opplantproef:

- In de opplantproef van de kluiten met folies, zijn de resultaten van bovengrondse groei, wortelgroei door folie en vertering van folie nauw met elkaar verbonden. Het is moeilijk om de afzonderlijke waarnemingen juist te interpreteren. De reden is het laat inzetten van de proef (eind juli).
- In deze proef bleek een folie tussen kluit en machinegaas een negatieve invloed heeft, zodra de planten geplant zijn. Waarschijnlijk krijgt de kluit te weinig water aangevoerd van onderen of van boven d.m.v. watergeven. Het late planttijdstip zal hierbij een duidelijke rol gespeeld hebben.
- De resultaten van bovengrondse groei en ondergrondse groei komen goed met elkaar overeen in de verschillende behandelingen. Kluiten waar de wortels snel buiten de folie konden doorwortelen, hebben ook meer overleving.
- Overigens is de mate van vertering niet alleen bepalend voor de doorwortelbaarheid van de folie. In het geval van Ecoflexfolie waren sommige wortels in staat om door folie te dringen. Dit heeft wellicht te maken met de doorsteekweerstand van de folies. Mogelijk bieden dunnere folies in die gevallen perspectief.

Conclusies per folie:

- De zetmeelfolie 12 μm behield een goede houdbaarheid tijdens de ketensimulatie. De vochtigheid van de kluit was niet hoger dan de behandeling met alleen machinegaas. Na opplanten in de zomer was de vertering van deze folie te langzaam; de meeste bomen gingen dood. Deze folie heeft geen perspectief voor vervolgprouven, omdat deze folie waarschijnlijk te veel problemen oplevert bij de hergroei van de planten.
- De zetmeelfolie 17 μm had na een ketensimulatie van 1 maand een te slechte houdbaarheid. De vertering ging te snel. In de opplantproef kwam deze folie wel als beste naar voren m.b.t. vertering en hergroei van planten. Deze folie is niet geschikt als folie tussen kluit en machinegaas, vanwege de te slechte houdbaarheid tijdens de keten.
- De zetmeelfolie 22 μm had, evenals de zetmeelfolie 17 μm , een te slechte houdbaarheid. Hoewel de houdbaarheid gemiddeld iets beter was, was de houdbaarheid toch te slecht voor een ketenduur van 1 maand. Ook groei door de folie was slecht, hoewel dit bij een normaal rooimoment wellicht geen probleem is. Deze folie is waarschijnlijk minder geschikt als folie tussen kluit en machinegaas, vanwege de te slechte houdbaarheid tijdens de keten.
- De zetmeelfolie 25 μm vertoonde een redelijk goede houdbaarheid. De houdbaarheid voldeed na 1 maand niet meer aan de eisen in de keten. Kluiten met deze folie hadden 2 en 4 weken na inzetten van de ketensimulatie een hoger vochtgehalte dan de kluiten met alleen machinegaas. In de opplantproef was er sprake van enige wortelgroei buiten de kluit. Deze folie heeft goede perspectieven voor vervolgprouven. Daarbij verdient het aanbeveling ook enkele nieuwe varianten van deze folie te testen.
- De zetmeelfolie 45 μm kwam qua houdbaarheid overeen met de zetmeelfolie 25 μm . Er werd geen hoger vochtgehalte gemeten in kluiten met deze folie als in kluiten zonder folie. De resultaten in de opplantproef waren slechter (hoewel niet significant) dan de zetmeelfolie 25 μm . Deze folie heeft weinig perspectieven voor vervolgprouven.
- De Ecoflexfolie 25 μm behield de beste houdbaarheid van de geteste folies. Het vochtgehalte in de kluiten was niet aantoonbaar hoger dan in kluiten zonder folie. In de opplantproef kwam deze folie niet erg gunstig naar voren. De vertering van deze folie was te langzaam; de meeste bomen gingen dood. Deze folie heeft geen perspectief voor vervolgprouven, omdat deze folie waarschijnlijk te veel problemen oplevert bij de hergroei van de planten. Een mogelijkheid is wel om een nog

- dunnere folie te kiezen, bijv. 12 μm .
- De cellulosefolie had een te slechte houdbaarheid voor de ketenduur van 1 maand. Het vochtgehalte in kluiten met een cellulosefolie lag tijdens de eerste twee weken duidelijk hoger dan in kluiten zonder vochtgehalte. Veel bomen, met deze folie rond de kluit, gingen dood. Toch was de vertering van deze folie aan het eind van het seizoen voldoende goed. Deze folie heeft beperkt perspectief voor vervolgprouven, omdat deze folie mogelijk te veel problemen oplevert bij de hergroei van de planten.

3 Testen van folies tussen machinegaas en kluit in 2004

De hier beschreven proeven zijn een vervolg op de in 2003 uitgevoerde proeven met biologisch afbreekbare folies. Een aantal folies voldeden toen niet aan de eisen. Daarom is in 2004 een vervolgonderzoek uitgevoerd naar de geschiktheid van 4 biologisch afbreekbare folies. De folie moet biologisch afbreekbaar zijn, zodat de verpakking niet vóór het planten verwijderd hoeft te worden. De folie moet sterk genoeg blijven tijdens periode tussen rooien bij kweker en het planten door eindgebruiker. Zodra de plant geplant is, moet de plant makkelijk kunnen hergroeien.

Voor uitgebreide resultaten wordt verwezen naar Deelrapport 2. Vervolgtesten van folies tussen machinegaas en kluit.

3.1 Proefopzet

De proeven zijn uitgevoerd met *Chamaecyparis lawsoniana* 'Columnaris', maat 100 - 125 cm. De planten zijn geroid op 28 april 2004. Direct na het rooien werden de planten ingegaasd in machinegaas (Zutex, Zundert) waarbij in de verschillende behandelingen verschillende soorten folie werd aangebracht (zie Tabel 2). Een gedeelte van de planten onderging een ketensimulatie bij PPO in Boskoop. Deze planten werden gedurende 8 weken regelmatig beoordeeld op vochtgehalte in de kluit, de houdbaarheid van de folie en de conditie van de planten. Ook is daarbij in een aparte proef onderzocht wat de vochtdoorlatendheid van de folies was. Een ander gedeelte van de planten werden opgeplant op een perceel in Saasveld. Aan het eind van het groeiseizoen is de conditie van het gewas, de doorgroei van de wortels door de folie en de vertering van de folie beoordeeld.

De volgende folies zijn betrokken in de proeven:

Tabel 2. Behandelingen voor biologisch afbreekbare folies tussen machinegaas in 2004.

Beh. nr.	Codenaam	Naam folie	Bijzonderheden	Type	Kleur	Leverancier
A	geen folie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		
B	zetmeelfolie 27 µm	Biopar 1262	niet perforeren	meerlaags	doorschijnend	BIOP
C	Ecoflex 12 µm	Basf-Ecoflex	niet perforeren	mulch	zwart	BASF
D	zetmeelfolie 14 µm	Hyplast Biotype 2 WA9950-3	wel perforeren	mulch	zwart	Hyplast
E	zetmeelfolie 41 µm	Natura	niet perforeren	verpakking	wit/groen	Natura GmbH

3.2 Conclusies

De volgende algemene conclusies kunnen getrokken worden:

- De resultaten van de houdbaarheid van de folies in de ketensimulatie zijn tegenstrijdig met de vergelijkbaar uitgevoerde proef in 2003. Sommige folies hadden in 2004 een relatief betere houdbaarheid dan in 2003 en omgekeerd.
- De geperforeerde folie was niet te onderscheiden van de behandeling zonder folie. Blijkbaar verdampt er veel vocht via de perforaties.
- Drie folies (Ecoflex 12 µm, zetmeel 27 µm en zetmeel 41 µm) reduceren het verlies van vocht via de kluit. De folies hebben in de uitgevoerde proef na 4 en 8 weken in de ketensimulatie 17 % respectievelijk 31 % van de totale aanwezige watervoorraad bespaard in vergelijking met kluiten zonder folie. Dit zijn berekende waarden op basis van een kluit met een diameter van 30 cm.
- In de opplantproef hadden alle geteste folies geen aantoonbare (negatieve) effecten op hergroei en doorworteling.

Conclusies en aanbevelingen per folie:

- De geperforeerde zetmeelfolie 14 μm behoorde van de vier geteste folies tot de folies die minder goed houdbaar waren. De houdbaarheid was in de uitgevoerde proef echter ook na 8 weken nog ruim voldoende. Kluiten in deze geperforeerde folie verloren niet aantoonbaar minder vocht dan kluiten zonder folie. In de opplantproeven scoorde deze folie goed. Nieuwe kiemwortels kunnen via de perforaties gemakkelijk naar buiten. Deze geperforeerde folie heeft perspectief voor toepassing, maar het niet tegengaan van vochtverlies is een minpunt.
- De meerlaagse zetmeelfolie 27 μm had evenals de zetmeelfolie 14 μm een vrij goede houdbaarheid. De houdbaarheid was iets minder goed als de Ecoflex 12 μm en zetmeelfolie 41 μm . De zetmeelfolie 27 μm was in staat om vochtverlies vanuit de kluit tegen te gaan. Kluitplanten in deze folie hadden een goede hergroei en beworteling door de kluitverpakking. Deze meerlaagse folie heeft perspectief voor toepassing. De houdbaarheid zou iets verbeterd kunnen worden door de verhoudingen tussen de toegepaste lagen aan te passen.
- De zetmeelfolie 41 μm had een goede houdbaarheid. Ook was de folie in staat om verdamping uit de kluit tegen te gaan. Kluiten in deze folie vertoonden ook een goede hergroei en een goede wortelgroei uit de kluit. De houdbaarheid in de keten van deze folie kan minder goed zijn als de kluiten onder vochtiger omstandigheden verkeren dan in de uitgevoerde proef.
- De Ecoflexfolie 12 μm had in de ketensimulatie ook na 8 weken nog een goede houdbaarheid. Ook deze folie kon verhinderen dat een deel van het vocht uit de kluit verdampte. De verwachting is dat deze folie iets meer risico voor de uiteindelijke hergroei geeft, ondanks dat de gevonden verschillen niet significant bleken te zijn.



Figuur 2. Voorbeeld van doorworteling door biologisch afbreekbare folie, ca. 5 maanden na opplanten.

4 Demonstratie kluiten ingazen met biologisch afbreekbaar folie

Nadat in 2003 en 2004 diverse proeven zijn uitgevoerd met biologisch afbreekbare folies tussen machinegaas en kluit is er in 2005 en 2006 een demonstratie uitgevoerd met een kweker en een handelspartij.

4.1 Opzet

De demonstraties zijn uitgevoerd met *Chamaecyparis lawsoniana* 'Columnaris' en *Thuja occidentalis* 'Brabant'. Uitvoering van de proef vond plaats in Middelbeers (N-Br). In zowel de najaars als voorjaarsopplant zijn de folies handmatig op de ingaasmachine (Schrauwen, Zundert) gelegd, behalve de groene folie in de voorjaarsopplant. De najaarsopplant is eind oktober 2005 uitgevoerd. De voorjaarsopplant is uitgevoerd op 2 mei 2006. De omstandigheden voor de voorjaarsopplant waren erg ongunstig. Het vochtgehalte in de kluit op moment van rooien was niet hoog. Vervolgens was er dat voorjaar een lange droge periode.

Op 12 juli 2006 zijn alle behandelingen beoordeeld op overleving en doorworteling van de kluit.

4.2 Resultaten

4.2.1 Najaarsopplant

De zwarte folie kon niet machinaal verwerkt worden, omdat deze folie te dun is. Daarom is deze handmatig aangebracht.

In Tabel 3 is te zien dat in de behandeling met alleen machinegaas nagenoeg alle coniferen het zonder schade hebben overleefd. Bij de behandeling met de geperforeerde zwarte folie heeft ook een groot deel van de bomen het overleefd. Er lijkt wel wat meer risico te zijn op uitval. Wanneer een witte folie rond de kluit werd aangebracht, was er wel sprake van uitval, met name bij *Chamaecyparis*. Opvallend was dat bij de kluiten met een witte folie minder wortels door de folie kwamen dan bij de geperforeerde zwarte folie. De kluiten met alleen machinegaas hadden veel meer wortelontwikkeling buiten de kluit dan bij kluiten met een geperforeerde zwarte folie. Desondanks was de conditie van kluiten met deze zwarte folie toch vaak goed. Alle kluiten met de geperforeerde broodzak waren doodgegaan.

Tabel 3. Overleving van coniferen met biologisch afbreekbare folie rond wortelkluit bij najaarsopplant.

Behandeling	Gewas	Totaal aantal bomen	Aantal dood	Aantal met slechte conditie	Aantal met goede conditie
Alleen machinegaas	Thuja	11	0	0	11
Alleen machinegaas	Chamaecyparis	15	0	1	14
Witte folie	Thuja	11	3	1	7
Witte folie	Chamaecyparis	12	7	3	2
Geperforeerde zwarte folie	Thuja	12	1	1	10
Geperforeerde zwarte folie	Chamaecyparis	12	1	0	11
krimpfolie	Chamaecyparis	3	3	0	0

4.2.2 voorjaarsopplant

In de voorjaarsopplant was er veel uitval (zie Tabel 4). De planten gingen van bovenaf dood; vochtgebrek is waarschijnlijk de oorzaak. In de behandeling met alleen machinegaas was de minste uitval. In alle behandelingen met folie was de uitval zeer groot; er was geen verschil in overleving tussen de folies. Bij *Chamaecyparis* was er meer overleving dan bij *Thuja*.

Bij kluiten met een witte folie waren regelmatig kiemwortels onder de folie te zien, maar nauwelijks kiemwortels door de folie. Bij de geperforeerde zwarte folie kwamen de kiemwortels vaak het eerst door de perforaties buiten de kluit. Opvallend was verder dat de beworteling niet altijd een relatie heeft met de bovengrondse conditie. Sommige planten met jonge kiemwortels waren bovengronds afgestorven, terwijl planten in een matige conditie geen nieuwe wortels hadden.

Tabel 4. Overleving van coniferen met biologisch afbreekbare folie rond wortelkluit bij voorjaarsopplant.

Behandeling	Gewas	Totaal aantal bomen	Aantal dood	Aantal met schade	Aantal zonder schade
Alleen machinegaas	<i>Thuja</i>	8	1	4	3
Alleen machinegaas	<i>Chamaecyparis</i>	12	2	4	6
Witte folie	<i>Thuja</i>	12	12	0	0
Witte folie	<i>Chamaecyparis</i>	12	10	2	0
Groene folie	<i>Thuja</i>	12	12	0	0
Groene folie	<i>Chamaecyparis</i>	12	9	3	0
Geperforeerde zwarte folie	<i>Thuja</i>	12	10	2	0
Geperforeerde zwarte folie	<i>Chamaecyparis</i>	12	9	3	0

4.3 Conclusies en aanbevelingen

- Kluiten uit de najaarsopplant waren duidelijk beter aangeslagen dan de kluiten uit de voorjaarsopplant. Het droge voorjaar zal daar aan bijgedragen hebben.
- Het gebruik van biologisch afbreekbare folies heeft risico's; vooral als de omstandigheden na het planten slecht zijn. De kluit in een biologisch afbreekbare folie zal moeilijker aan water kunnen komen. De geperforeerde zwarte folie gaf van de geteste folies de beste resultaten.
- Perforaties in de folie bespoedigen de uitgroei van wortels buiten de oorspronkelijke kluit, waardoor de kans op overleving toeneemt. Grotere perforaties en/of grotere aantallen perforaties kan het risico verminderen.
- Het verdient aanbeveling om plantinstructies mee te geven aan de eindgebruiker bij het gebruik van biologisch afbreekbare folies. De folie rond de kluit moet gezien worden als transportverpakking en moet bij de eindgebruiker worden beschadigd. De verpakking hoeft dus niet te worden verwijderd, maar moet goed worden opengescheurd of gesneden. Ook het goed in water dompelen en na het planten water geven maakt het risico op uitval kleiner.

5 2^e demonstratie kluiten ingazen met biologisch afbreekbaar folie

Nadat in najaar 2005 en voorjaar 2006 een demonstratie is uitgevoerd met een najaars- en voorjaarsopplant in samenwerking met een kweker en een handelspartij, is er in najaar 2006 een demonstratie uitgevoerd op een Telen met toekomst-bijeenkomst in West Brabant. Doel van deze demonstratie was het tonen van de mogelijkheden van ingazen met een biologisch afbreekbaar folie.

5.1 Opzet

De demonstratie is uitgevoerd met *Thuja occidentalis* 'Brabant'. Uitvoering van de proef vond plaats in Zundert (N-Br). Hierbij is tevens de ingaasmachine met de folie-unit (zie figuur 3) voor het eerst gedemonstreerd aan het vak.

Figuur 3. Op een bestaande ingaasmachine is een folie-unit gebouwd, waardoor het folie direct tussen de kluit en het gaas komt.

Totaal zijn 12 planten verpakt en opgeplant in week 39 (27 september 2006). Er zijn 3 soorten biologisch



afbreekbare folies getest, namelijk wit (geperforeerd), zwart (geperforeerd) en groen. Er zijn 4 bomen per folie ingegaasd. Van elke behandeling hebben 2 planten op Groot Groen gestaan ('ketensimulatie'). Daarna is de helft geplant in Boskoop en de helft in Lisse. Beoordeling van deze planten heeft plaatsgevonden op 26 maart 2007. De overige planten zijn geplant op het perceel in Zundert en zijn op 31 augustus 2007 beoordeeld.

5.2 Resultaten

Op 26 maart 2007 zijn de planten, die in Boskoop opgeplant waren, beoordeeld. De resultaten hiervan staan in

Tabel 5. De kluiten met witte of groene folie hadden beiden een redelijke hergroei. Daarbij waren bij de kluit met witte folie nieuwe wortels te zien. De kluit in een zwarte folie heeft de behandeling niet overleefd (zie figuur 4). Wat betreft vertering van de folie waren er geen grote verschillen te zien. De witte folie was iets minder ver verteerd.

Tabel 5. Resultaten van demonstratie met kluiten in biologisch afbreekbaar folie, opgeplant in Boskoop.

Behandeling	Plantconditie	Vertering folie	Wortels door het folie
Wit folie (geperforeerd)	3	2	enkele nieuwe wortels
Zwart folie (geperforeerd)	1	3	geen nieuwe wortels
Groen folie (niet geperforeerd)	3	3	geen nieuwe wortels

Plantconditie (1-5): 1: dood; 5: uitstekende conditie

Vertering folie (1-5): 1: nog volledig intact; 5: folie sterk verteerd;



Figuur 4. Resultaten van demonstratie met kluiten in biologisch afbreekbaar folie, opgeplant in Boskoop. Vlnr: groen, wit en zwart folie.

De 3 planten, die in Lisse zijn opgeplant, zijn allen dood gegaan.

Op 31 augustus zijn de planten beoordeeld in Zundert (zie Tabel 6). Alle planten in de folies hebben het overleefd. De plantconditie van de plant ingegaasd met de witte folie was iets minder dan die ingegaasd in de zwarte of groene folie. Er is geen verschil waargenomen in de vertering van de folie; de folie was nog duidelijk zichtbaar. In alle behandelingen waren er op 31 augustus veel nieuwe wortels te zien, die door de folie waren gegroeid.

Tabel 6. Resultaten van demonstratie met kluiten in biologisch afbreekbaar folie, opgeplant in Zundert.

Behandeling	Plantconditie	Vertering folie	Wortels door het folie
Wit folie (geperforeerd)	3	3	veel wortels door de folie
Zwart folie (geperforeerd)	4	3	veel wortels door de folie
Groen folie (niet geperforeerd)	4	3	veel wortels door de folie

Plantconditie (1-5): 1: dood; 5: uitstekende conditie

Vertering folie (1-5): 1: nog volledig intact; 5: folie sterk verteerd;

5.3 Conclusies

- Uit deze demonstratie is weer gebleken dat er risico's zijn bij het toepassen van biologisch afbreekbare folies. Bij de opplantingen in Boskoop en Lisse was er sprake van meer uitval dan in de opplant in Zundert. De planten op de locatie Zundert zijn binnen een dag na rooien en ingazen weer geplant. De planten, bestemd voor Boskoop en Lisse zijn pas ca. 2 weken na rooien en ingazen geplant.
- Uit deze demonstratie zijn geen grote verschillen naar voren gekomen tussen de verschillende folies. De groene folie lijkt de beste resultaten te geven.

6 Selectie materialen voor biologisch afbreekbaar machinegaas

In de boomkwekerij wordt veel gebruik gemaakt van machinegaas. Bij het rooien en ingazen geeft het gebruik van machinegaas grote tijdwinst. Het verwijderen van dit machinegaas bij het planten kost echter weer veel tijd, terwijl niet verwijderen van het machinegaas een milieuprobleem oplevert. In het gaas zijn namelijk polyestervezels verwerkt. Verder bestaat de mening dat doordat machinegaas niet verteert het insnoering van de uitgroeiende wortels kan veroorzaken en daarmee de plant beschadigt.

In de praktijk is machinegaas beschikbaar onder de noemer 'verrotbaar'. Dit machinegaas bevat nog steeds polyestervezels, die na het planten in de grond en vervolgens het verteren van het katoen, achterblijven in de grond. Dergelijk machinegaas voldoet dus niet aan de normen voor biologische afbreekbaarheid.

In het project is het doel een 100% biologisch afbreekbaar machinegaas te ontwikkelen. In de 1^e fase (2003-2004) wordt gewerkt aan het polyester vervangen in de verticale garens. Als dit succesvol is, wordt het polyester vervangen rond het natuurrubber. Ook het natuurrubber zelf wordt in een later stadium aan onderzoek onderworpen. De selectie van de garens is uitgevoerd door A&F (Van Bon et al, 2004). In die rapportage zijn ook de resultaten te vinden van de verwerking van de prototypes op de ingaasmachines.

Startpunt in dit traject is een niet-afbreekbaar polyester (of polyester/katoen) machinegaas. Door daarnaast de afbreekbare versie van machinegaas te combineren met een biologisch afbreekbaar folie ontstaat een kansrijk multi-concept dat wordt geacht meerdere van bovenstaande problemen te kunnen oplossen. Een essentieel onderdeel van dit project is de selectie van biologisch afbreekbare garens en folies, de bouwstenen van deze verpakking.

6.1 Inventarisatie van biologisch afbreekbare garens

Bij selectie van biologisch afbreekbare materialen ter vervanging het heden ten dage gebruikte polyester-garens wordt onderscheid gemaakt tussen garens op basis van bioplastics en garens op basis van natuurvezel. Binnen beide categorieën wordt uitgaande van een complete lijst van beschikbare materialen op de punten verkrijgbaarheid, afbraaksnelheid (degradatie vs. houdbaarheid), sterkte, minimale dikte en prijs een aantal alternatieven geselecteerd. De belangrijkste eisen t.a.v. de garens zijn dat het minimaal 2 maanden zijn primaire functie moet kunnen uitvoeren en dat het daarna 100 % biologisch afbreekbaar is. Hierbij worden de alternatieven ook vergeleken met de referenties katoen (dat te snel degradeert en niet sterk is) en polyester (dat niet afbreekbaar is).

Van op eiwit gebaseerde materialen, blends van zetmeel en polyesters, thermoplastisch zetmeel, co-polyesters, bacteriële polyesters en polycarprolacton zijn geen grote hoeveelheden garens commercieel voorhanden. Garens van polymelkzuur hebben de gewenste fijnheid, sterkte en afbraaksnelheid maar zijn veel te duur. Garens van cellulose (viscose) en cellulosediacetaat hebben naast de gewenste fijnheid, sterkte en de te verwachten afbraaksnelheid ook nog een acceptabele prijs. Deze materialen vormen dus een kansrijk biologisch afbreekbaar alternatief voor polyester-garens.

Van de natuurvezels kokos, sisal, abaca, banana en kenaf zijn garens verkrijgbaar maar deze zijn veel te dik. Van vlas is ook garen verkrijgbaar maar zowel de minimale dikte als de prijs per dikte zijn hoger als de waarden voor katoen waardoor dit materiaal qua prijs niet kan dienen als alternatief. Van jute zijn ook garens beschikbaar. De afbraaksnelheid ligt waarschijnlijk lager dan die van katoen terwijl ook de sterkte (cN/tex) hoger ligt. De minimaal verkrijgbare dikte ligt echter hoger. Door de sterk lagere prijs vormt dit materiaal toch een interessant afbreekbaar alternatief. De natuurvezels hennep en ramie zijn goed onderling vergelijkbaar. Beide materialen zijn in niet-gemengde vorm slechts in dikten verkrijgbaar die relatief hoog zijn. Mengsels van beide met 45% katoen hebben daarentegen de gewenste dikte bij een prijs en sterkte vergelijkbaar met referentie katoen terwijl de afbraaksnelheid op papier lager zou moeten liggen. Deze

materialen vormen dus een kansrijk biologisch afbreekbaar alternatief.

Na bovenstaande identificatie van kansrijke materialen werden via leveranciers de onderstaande garens verkregen. Van deze materialen wordt verwacht dat ze allen de gewenste afbraaksnelheid hebben.

Viscose – 330 dtex. De prijs per lengte-eenheid ligt lager als bij katoen en de sterkte ligt duidelijk hoger. Zelfs de beperkte 330 dtex kan zwaarder worden belast als 502 dtex katoen.

Cellulosediacetaat – 167 dtex. Net als viscose ligt de prijs per lengte-eenheid lager als bij katoen en ligt de sterkte iets hoger. Doordat dit materiaal duidelijk dunner is de maximale belasting lager.

Jute – Nm 3.6. De prijs per lengte-eenheid ligt ietswat hoger als bij katoen. Van dit garen werden geen eigenschappen bepaald maar een handmatige test wees uit dat dit garen een veel hogere belasting kan weerstaan als referentie katoen.

Katoen/Hennep (45/55) – Ne 11. De prijs per lengte, maximale belasting en sterkte liggen iets hoger als bij referentie zuiver katoen.

Katoen/Ramie (45/55) – Ne 21. De sterke van dit garen komt goed overeen met katoen. Door de duidelijk kleinere dikte is de maximale belasting ook duidelijk lager. Ook de prijs per lengte-eenheid is hierdoor significant lager.

6.2 Productie van prototypes

De verkregen materialen zijn verwerkt in machinegaas bij Zutex B.V. in Almelo. Hierbij is, uit praktische overweging, 1/3 van de diameter van het gaas vervangen door de nieuwe garens.

Jutegaren (Nm 3.6) blijkt op de gebruikte apparatuur te dik voor verwerking tot machinegaas. De garens van cellulosediacetaat (167 dtex) en viscose (330 dtex) zijn tijdens verwerking tot machinegaas door hun gladde oppervlaktestructuur moeilijk onder spanning te houden. Toch werden deze materialen vrij probleemloos tot machinegaas verwerkt. Hierbij werd het garen van cellulosediacetaat eerst omgespoeld tot een dubbeldraadsgaren teneinde de gewenste sterkte te verkrijgen. Ook de garens van katoen/ramie (Ne 21) en katoen/hennep (Ne 11) zijn makkelijk tot machinegaas verwerkbaar. De eerstgenoemde wordt voor de gewenste sterkte wel eerst omgespoeld tot een dubbeldraads materiaal. De laatstgenoemde geeft tijdens het breien van machinegaas sterke stofontwikkeling.

6.3 Praktijkproef ingazen met prototypes

Tijdens de praktijkproef met het ingazen gaf machinegaas met Cellulosediacetaat bij een cyclus van 24 in te gazen kluiten 1 storing. Hoewel het machinegaas regelmatig schuin over de korf werd getrokken was het slechts in een geval over de gehele diameter kapot getrokken. De machinegazen bestaande uit referentie polyester/katoen, katoen/ramie, katoen/hennep en viscose gaven ieder bij een cyclus van 24 in te gazen kluiten geen enkele storing en zijn dus goed verwerkbaar. Het optreden van de storing bij het gebruik van Cellulosediacetaat kan mogelijk worden verklaard doordat dit materiaal de laagste sterkte heeft van alle gebruikte alternatieve garens. Daarnaast kan het gebruik van dit garen naast het polyester/katoen in één stuk machinegaas mogelijk resulteren in een product dat de neiging heeft om schuin te trekken over de korf. Het gladde Cellulosediacetaat was immers moeilijk onder spanning te houden, waardoor er wellicht een iets "scheef" product werd gebreed.

6.4 Biologische afbreekbaarheid rubber in machinegaas

Gedurende de looptijd van het project zijn diverse pogingen ondernomen om via Zutex B.V. de samenstelling van het elastiek (productie in Thailand vanuit natuurrubber) duidelijk te krijgen. Op basis van die gegevens zou door AFSG ingeschat kunnen worden in hoeverre de gebruikte elastiek al voldoet aan normen voor biologische afbreekbaarheid. Helaas heeft deze zoekactie geen resultaat opgeleverd.

7 Testen van prototypes machinegaas in 2004

In dit hoofdstuk zijn de proeven beschreven naar de houdbaarheid in de keten van de machinegaas-prototypes, die geproduceerd zijn door Zutex (zie hoofdstuk 6). Daarnaast zijn eventuele effecten van de alternatieven op de hergroei van de planten onderzocht. Het nieuwe machinegaas moet stevig genoeg blijven tijdens periode tussen rooien bij leverancier en planten door eindgebruiker. Zodra plant geplant is, mag de plant geen/weinig hinder ondervinden van de materialen i.v.m. groei. Voor uitgebreide resultaten wordt verwezen naar Deelrapport 3. Testen van prototypes machinegaas.

7.1 Proefopzet

Voor het testen van de houdbaarheid van prototypes van biologisch afbreekbaar machinegaas rond wortelkluiten in de keten heeft een simulatie van de keten plaats gevonden. Hiermee werd inzicht verkregen in de houdbaarheid in de keten van de verschillende alternatieven.

De proeven werden uitgevoerd met *Chamaecyparis lawsoniana* 'Columnaris', maat 100 – 125 cm. De planten zijn gerooid op 3 juni 2004. Direct na het rooien werden de planten ingegaasd m.b.v. hydraulisch aangedreven ingaasmachine (Schrauwen, Zundert) in het standaard machinegaas of in een van de prototypes van het nieuwe machinegaas. Wegens tekort aan garen voor de prototypes, is in de prototypes slechts 1/3 van de verticale poly-esterkatoen garens vervangen door de prototype-garens. De waarnemingen voor de houdbaarheid zijn uitgevoerd op het gedeelte gaas, waarin de alternatieve garens verwerkt waren. Een gedeelte van de planten ondergingen een ketensimulatie bij PPO in Boskoop. Deze kluiten werden gedurende 8 weken regelmatig beoordeeld op de houdbaarheid van het machinegaas en op de conditie van de planten. Een ander gedeelte van de planten werd opgeplant op een perceel in Saasveld. Van deze planten werd aan het eind van het groeiseizoen de bovengrondse conditie van de planten beoordeeld en de doorgroei van de wortels door de verschillende prototypes van het gaas. De vertering van het gaas is niet beoordeeld, omdat de biologisch afbreekbare garens slecht terug te vinden waren i.v.m. het slechts voor een derde deel vervangen van de verticale garens.

7.2 Conclusies

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Alle 4 geteste alternatieven (ramie/katoen, hennep/katoen, cellulose diacetaat en cellulose viscose) hebben een minder goede houdbaarheid dan het referentiegaas. Toch was de sterkte van het materiaal na een ketensimulatie van 8 weken (bijna) voldoende. Een vervolgprouf zal hier meer zekerheid over moeten geven.
- In de uitgevoerde proeven kwamen de prototypes Hennep/katoen, gevolgd door Ramie/katoen als beste naar voren.
- De beide cellulose-varianten hebben te weinig perspectief voor vervolgprouven.
- In de opplantprouf hadden alle geteste machinegazen, zoals verwacht, geen aantoonbare (negatieve) effecten op hergroei en doorworteling.

8 Verduurzamen machinegaas

Katoenen machinegaas is een bestaand product in de markt en is volledig biologisch afbreekbaar. De houdbaarheid van dit product in de keten is echter onvoldoende. Daarom is in dit onderdeelgeprobeerd het katoenen machinegaas te verduurzamen om daarmee de houdbaarheid te verlengen. In dit hoofdstuk wordt per proef alleen de doelstelling en de conclusies m.b.t. machinegaas weergegeven. Uitgebreidere resultaten van deze proeven zijn te vinden in Bijlage 1. De proeven zijn uitgevoerd in de periode najaar 2005 tot voorjaar 2006.

Proef 1.

Doelstelling:

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

Conclusie:

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 2.

Doelstelling:

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

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).

Proef 3.

Doelstelling:

Testen van houdbaarheid van verpakkingen rond wortelkluiten tijdens opkuilen.

Conclusies:

Machinegaas wat 2 maal verduurzaamd is, breekt tijdens opkuilen minder snel af in vergelijking met onbehandeld katoenen machinegaas. De degradatie is echter toch nog te snel. 1 maal verduurzaamd katoenen machinegaas gaf geen verschil met onbehandeld machinegaas qua degradatie.

9 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.

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 gehele project gepresenteerd middels een poster (Bijlage 2) en voorbeelden van materialen. Daarnaast heeft Schrauwen B.V. uit Zundert de ingaasmachine met daarbij de folie-unit gepresenteerd. Verder is op deze dagen een enquête uitgevoerd (zie Bijlage 3)

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

In 2005 is samengewerkt met een kweker en een grote handelspartij.

In 2006 is een demonstratie gegeven van het ingazen met folie tijdens een Telen met toekomst-bijeenkomst in regio West-Brabant.

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.

10 Conclusies en aanbevelingen

Dit rapport beschrijft de resultaten van het project 'Biologisch afbreekbare wortelkluitverpakkingen', onderdeel machinegaas. Het project heeft gelopen van mei 2003 tot en met zomer 2007.

In het onderdeel machinegaas is onderzoek verricht aan 2 thema's:

1. Biologisch afbreekbare folies tussen kluit en machinegaas. Het in het project betrokken mechanisatiebedrijf Schrauwen Machinebouw B.V. heeft een nieuw verpakkingsconcept bedacht. Tussen het machinegaas en de kluit wordt op een eenvoudige manier een folie aangebracht. Deze folie voorkomt dat de grond uit de kluit verdwijnt. PPO kwam vervolgens met het idee om hiervoor een biologisch afbreekbare folie te gebruiken. Een dergelijk verpakte kluit kan bij de eindgebruiker met folie en al in de grond geplaatst kan worden.
2. Het ontwikkelen van biologisch afbreekbaar machinegaas. Het nieuwe machinegaas moet stevig genoeg blijven tijdens periode tussen rooien bij leverancier en planten door eindgebruiker. Zodra plant geplant is, mag de plant geen/weinig hinder ondervinden van de materialen i.v.m. groei.

Ad 1. Biologisch afbreekbare folies tussen kluit en machinegaas

Hierbij zijn diverse soorten biologisch afbreekbare folies getest. Een aantal folies vielen af, omdat deze niet voldeden aan de gewenste houdbaarheid in de keten. Daardoor vertonen deze folies in de keten eerder scheuren of gaten, met verlies van grond en vervuiling tot gevolg. Een aantal andere folies viel af, omdat de degradatie van deze folie na het opplanten te langzaam verliep, met als gevolg dat deze planten het niet overleefden. De resterende folies hebben perspectief voor toepassing. Omdat de resultaten van de uitgevoerde proeven niet altijd eenduidig waren, is het niet verantwoord 1 folie aan te bevelen.

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Tijdens de keten kunnen sommige folies het verlies van vocht vanuit de kluit tegengaan. In een periode van 4 weken was dit een berekende besparing van ca. 17 % van de totaal aanwezige watervoorraad in een kluit met een diameter van 30 cm.
- Kluiten in een geperforeerde folie verloren evenveel vocht als kluiten zonder folie. Blijkbaar verdampt er veel vocht via de perforaties.
- Kluiten, die met folie geplant werden hadden vaak een slechtere overleving dan kluiten zonder folie. Het gebruik van biologisch afbreekbare folies heeft dus risico's, vooral als de omstandigheden na het planten slecht zijn. Perforaties in de folies kunnen in dit geval juist de kans op overleving vergroten, omdat de wortels via de perforaties snel buiten de kluit kunnen komen.
- Aan de geteste folies kunnen veel modificaties doorgevoerd worden, waardoor ze beter of juist slechter voldoen aan de gewenste eigenschappen.

Aanbevelingen:

- Het verdient aanbeveling om plantinstructies mee te geven aan de eindgebruiker bij het gebruik van biologisch afbreekbare folies. De folie kan bij het planten het beste worden beschadigd. De verpakking hoeft dus niet te worden verwijderd. Ook het goed in water dompelen en na het planten water geven, maar het risico op uitval kleiner.
- Het toepassen van biologisch afbreekbare folies rondom kluiten is geschikt voor grootschaliger toepassing. Hierin is een rol weggelegd voor de bouwer van de machine: Schrauwen Machinebouw B.V. Door meer bekendheid aan de oplossing te geven, kan het snel ingang vinden in de praktijk.

Ad 2. Ontwikkeling van biologisch afbreekbaar machinegaas.

In dit onderdeel is eerst ingezet op het vervangen van polyester garens door biologisch afbreekbare garens. Daarnaast is ingezet op het verduurzamen van het bestaande katoenen machinegaas.

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Er zijn veel afbreekbare materialen beschikbaar, die geschikt zouden kunnen zijn voor verwerking in machinegaas. Diverse materialen (met name natuurvezels) vallen af vanwege te slechte

verwerkbaarheid. Andere materialen vallen af vanwege te hoge kostprijs van de garens (met name bioplastics).

- Van de 4 geproduceerde prototypes, waarin het polyester garen vervangen was, was van 2 prototypes (hennep/katoen en ramie/katoen) de sterkte van het materiaal na een ketensimulatie van 8 weken (bijna) voldoende. Van deze prototypes is, zoals verwacht, geen negatief effect gevonden in de opplantproef.
- Het verduurzamen van katoenen machinegaas met pyrolyseolie gaf een onvoldoende resultaat. Dergelijke prototypes gaven te weinig verbetering van de houdbaarheid t.o.v. katoenen machinegaas. Bovendien was dit machinegaas veel slechter verwerkbaar.
- Er is nog geen duidelijkheid verkregen over de biologische afbreekbaarheid van het elastiek in het bestaande machinegaas.
- Dit onderdeel heeft niet geleid tot een alternatief voor het polyester/katoenen machinegaas.

Aanbevelingen:

- Dit onderdeel heeft niet geleid tot een alternatief voor het polyester/katoenen machinegaas.

11 Literatuur

Baltissen A., M. Hallmann (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.

Bon, J. van, G. Schennink, J. van Dam (2004). Selectie materialen bij ontwikkeling biologisch afbreekbaar machinegaas verpakkingsconcept; projectrapportage mei 2004. Agrotechnology&Food Innovations te Wageningen.

Dalfsen, P. van, J. van Leijden (2007). Biologisch afbreekbaar machinegaas; deelrapport 1. Testen van folies tussen machinegaas en kluit. PPO Bomen.

Dalfsen, P. van, J. van Leijden (2007). Biologisch afbreekbaar machinegaas; Deelrapport 2. Vervolgtesten van folies tussen machinegaas en kluit. PPO Bomen.

Dalfsen, P. van, A. Baltissen, J. van Leijden (2007). Biologisch afbreekbaar machinegaas; Deelrapport 3. Testen van prototypes machinegaas. PPO Bomen.

Bijlage 1: Verduurzamen machinegaas

In deze bijlage worden een aantal proeven beschreven met het verduurzamen van machinegaas. Daarbij was er samenwerking met het onderdeel 'Handmatig geknoopte gaaslappen'. De proeven, waarin verduurzaamd machinegaas zijn opgenomen, worden in deze bijlage omschreven. Proeven, waarin alleen alternatieven voor handmatig geknoopte gaaslappen waren opgenomen, zijn niet in deze bijlage verwerkt.

1. Houdbaarheid van biologische afbreekbare wortelkluit verpakkingen in de Keten

1.1 Doelstelling

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

1.2 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.

1.3 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

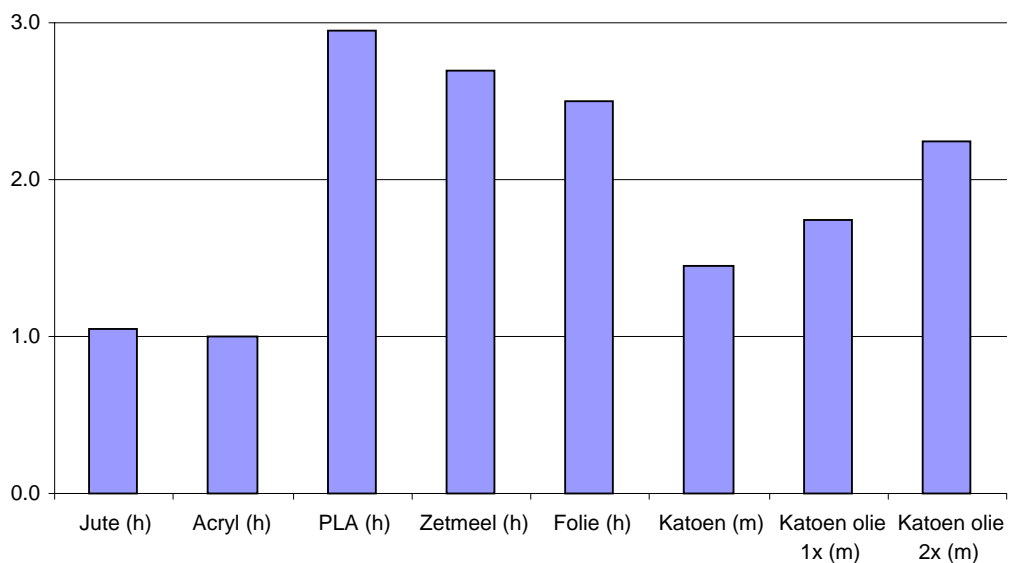
Tabel 2. Behandelingen

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		

1.4 Resultaten

1.4.1 Beginkwaliteit

De beginkwaliteit is weergegeven in de staafdiagram in figuur 1.

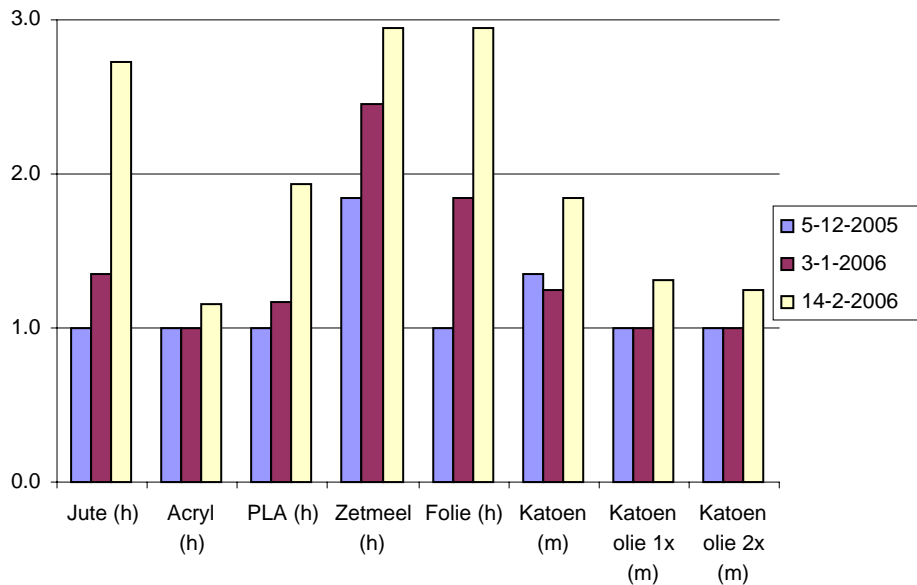


Figuur 1. Gemiddelde beginkwaliteit van de verschillende gaaslapen (h=voor handmatige verwerking, m= voor machinale verwerking); beoordeling beginkwaliteit op de y-as: 1=goed, 2=matig, 3=slecht

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.

1.4.2 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 kruitverpakking verloopt in de ketensimulatie nog sneller dan bij jute.
- In de drie maanden blijft de acryl gaaslap vrijwel intact.
- Machinegas (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

1.5 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.

2. Bio-afbreekbaar machinegas rond kluiten

2.1 Doelstelling

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

2.2 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).

2.3 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.

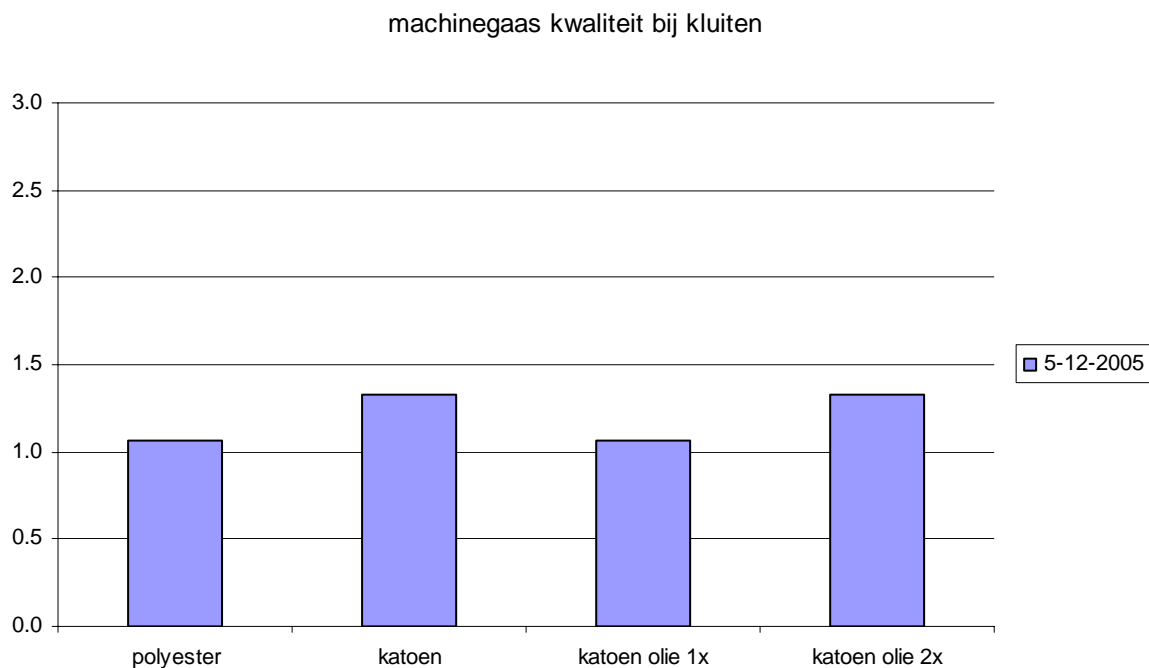
Beoordeling beginkwaliteit: 1=goed, 2=matig, 3=slecht.

Beoordeling houdbaarheid: 1: in originele staat; 2: degradatie komt op gang; 3: sterk verteerd.

2.4 Resultaat ketensimulatie

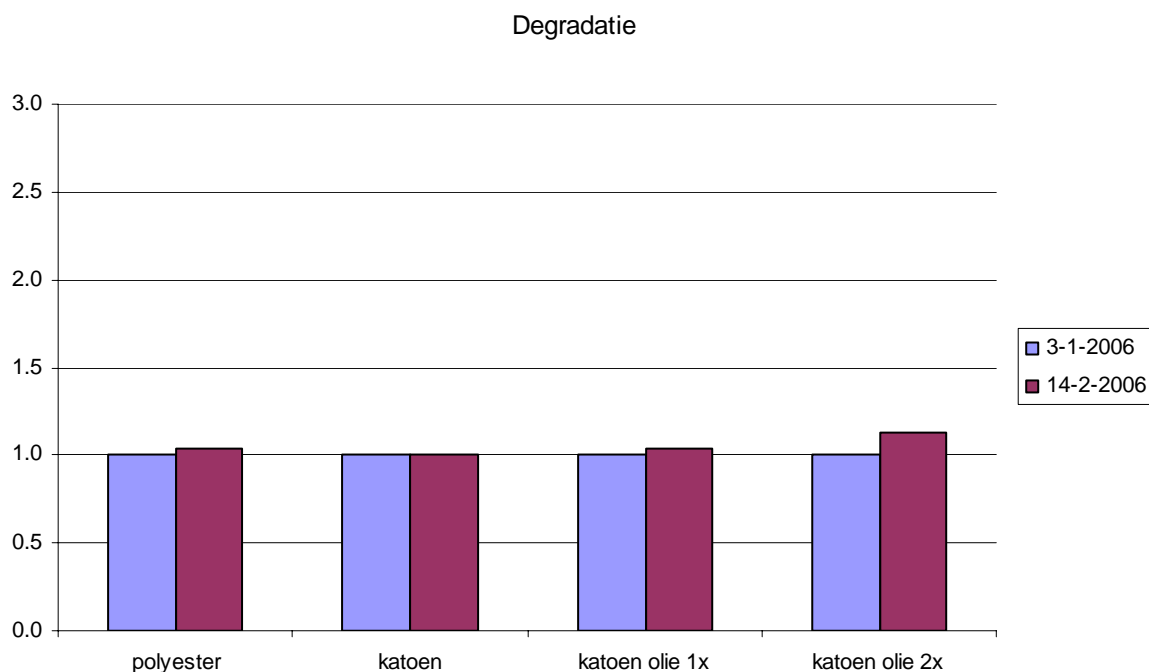
2.4.1 Kwaliteit

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 machinegas scoorde goed. Hoewel door de stugheid van het materiaal het gas bij de openingen soms open bleef staan.



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

2.4.2 Degradatie



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

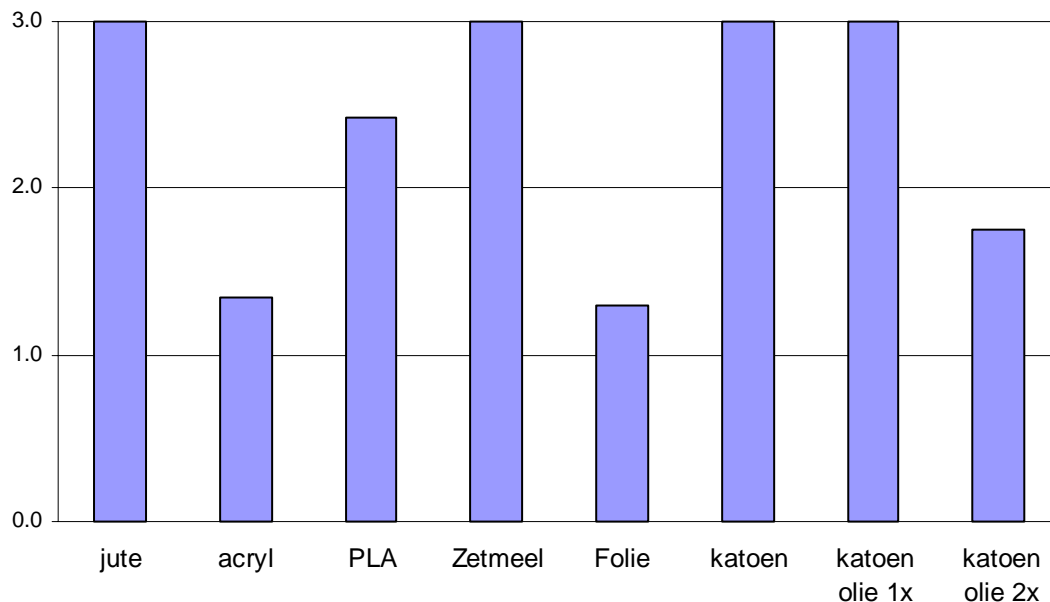
Uit de grafiek blijkt dat de houdbaarheid bij alle behandelingen vrijwel gelijk is. Degradatie vond nauwelijks plaats. De reden hiervoor is dat de wortelkluiten erg droog aangeleverd waren en in de koelcel droog bleven (ondanks tussentijdse bevochtiging).

2.5 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).

3 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 vergelijking met katoen en jute. Licht verduurzaamde katoen degradeert in een hoger tempo.

4. 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 verduurzaamde 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 mogelijkheden 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.

Bijlage 2: Poster boomteelttechniekdagen



Ontwikkeling van 100 % bio-afbreekbare gaaslappen en machinegas

M. Hallmann, ir. G. Schennink, ir. F. Kappen, ing. P. van Dalftsen

Vollegrondsgeteelde sierproducten worden na het roeien voorzien van gaaslappen zodat de kluit niet uiteenvalt in de afzetketen.

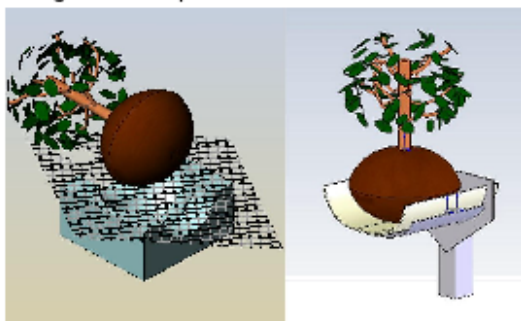
Sinds 1 mei 2003 wordt een project uitgevoerd door Agrotechnologie & Food Innovations B.V. (A & F) en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) waarin alternatieven worden ontwikkeld voor het arbeidsintensieve en ARBO-technisch minder verantwoorde handmatige ingazen.

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 acrylgaaslappen 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 functionele 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 475029
Fax 0317 475347
E-mail info.agrotechnology@mffoodwur.nl
Internet www.agrotechnology.mffoodwur.nl

Bijlage 3: 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.