

# Biologisch afbreekbaar machinegaas

Deelrapport 2. Vervolgtesten van folies tussen machinegaas en kluit

Ing. Pieter van Dalzen en Jan van Leijden

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.  
Sector Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit  
Augustus 2007

PPO -projectnummer 32 311081 00 / 32 360016 00

© 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.

Dit project wordt gefinancierd door:



Projectnummer: 32 311081 00 / 32 360016 00

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Sector Bomen

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse  
: Postbus 85, 2160 AB Lisse  
Tel. : 0252 - 463 21 21  
Fax : 0252 - 463 21 00  
E-mail : [infobomen.ppo@wur.nl](mailto:infobomen.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	7
2 GESCHIKTHEID VAN FOLIES IN KETENSIMULATIE .....	9
2.1 Materiaal en methoden.....	9
2.1.1 Houdbaarheid van folies .....	9
2.1.2 Vochtdoorlatendheid van folies.....	10
2.2 Resultaten.....	11
2.2.1 Houdbaarheid van folies .....	11
2.2.2 Vochtdoorlatendheid van folies.....	12
2.3 Discussie .....	13
3 GROEI VAN GEWAS MET BIOLOGISCH AFBREEKBARE FOLIES .....	15
3.1 Materiaal en methoden.....	15
3.2 Resultaten.....	15
3.2.1 Bovengrondse gewasgroei .....	15
3.2.2 Wortelgroei buiten oorspronkelijke kluit.....	16
3.2.3 Vertering van folie .....	16
3.3 Discussie .....	16
4 CONCLUSIES .....	19
BIJLAGE 1: FOTO'S PROEVEN.....	21



# Samenvatting

In de boomkwekerij wordt veel gebruik gemaakt van machinegaas. Tuincentra en bouwmarkten nemen echter steeds minder vollegrondproducten met kluit af, omdat deze producten snel grond verliezen 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 kostbaarder.

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.

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.

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. 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:

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

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  $\mu\text{m}$ , zetmeel 27  $\mu\text{m}$  en zetmeel 41  $\mu\text{m}$ ) 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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  had evenals de zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$  een vrij goede houdbaarheid. De houdbaarheid was iets minder goed als de Ecoflex 12  $\mu\text{m}$  en zetmeelfolie 41  $\mu\text{m}$ . De zetmeelfolie 27  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  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.

# 1 Inleiding

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 is namelijk polyestervezels verwerkt. Bovendien hebben sommige afzetlanden (Duitsland) bedenkingen bij de kwaliteit van dit type kluit. De tendens is dan ook dan afnemers van vollegrondsgeteelde sierproducten boomkwekerijproducten met machinegaas gaan weigeren.

Een andere ontwikkeling is dat tuincentra en bouwmarkten steeds minder vollegrondspullen met kluit afnemen. Redenen hiervoor zijn:

- verlies van grond door het gaas, met als gevolg vieze winkels, vieze kofferbakken van auto's, etc.
- het aanbod van gekluite boomkwekerijproducten is seizoensgebonden.

Het in het project betrokken mechanisatiebedrijf Schrauwen Machinebouw B.V. is marktleider op het gebied van ingaasmachines en 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 een biologisch afbreekbare folie tussen gaas en kluit aan te brengen. Dit heeft als voordeel dat de kluit bij de eindgebruiker met folie en al in de grond geplaatst kan worden.

In 2003 zijn proeven gedaan met een zevental biologisch afbreekbare folies. Een aantal folies voldeden niet aan de eisen. Vanwege de late start van de proef (juli 2003) konden geen goede conclusies getrokken worden over de groei van het gewas na opplanten. Ook werd geen duidelijkheid verkregen over het tegengaan van uitdroging door de folie.

In 2004 is een vervolgonderzoek uitgevoerd naar de geschiktheid van biologisch afbreekbare folies. Het onderzoek richtte zich op de houdbaarheid van de folies in de keten, de vochtdoorlatendheid tijdens de keten en de hergroei van met deze folies verpakte kluiten.





## 2 Geschiktheid van folies in ketensimulatie

In de ketensimulatie zijn 2 proeven uitgevoerd, namelijk:

1. de houdbaarheid bepalen van de folies rond de wortelkluiten in de keten
2. de vochtdoorlatendheid bepalen van de folies rond de wortelkluiten in de keten

### 2.1 Materiaal en methoden

#### 2.1.1 Houdbaarheid van folies

Voor het testen van de degradatie van folies tussen machinegaas en kluiten tijdens de keten heeft een simulatie van de keten plaatsgevonden, waarbij regelmatig de staat van de alternatieven werd beoordeeld. De proef is uitgevoerd met *Chamaecyparis lawsoniana* 'Columnaris', maat 100 – 125 cm. Voor foto's: zie Bijlage 1.

##### *Ketensimulatie:*

De planten zijn geroid op 28 april 2004. Direct na het rooien werden de planten ingegaasd in machinegaas (Zutex, Zundert) m.b.v. hydraulisch aangedreven ingaasmachine (Schrauwen, Zundert).

Voor het ingazen werd over het gat van de ingaasmachine handmatig het stuk folie gelegd. Vervolgens werd de kluit ingegaasd, zodat het folie tussen de kluit en het machinegaas terecht kwam. Na het ingazen werden de bomen geward in een boxpallet gepakt en op transport gezet per vrachtwagen. De uitgevoerde behandelingen zijn te vinden in Tabel 1.

29 april, 's morgens werden de planten afgeleverd bij PPO in Boskoop. 1 boxpallet bevatte 2 herhalingen. De planten werden gedurende 56 dagen in een geconditioneerde ruimte geplaatst (15 °C, RV: 80-90 %). Op de beoordelingsmomenten (na 0, 1, 2, 4 en 8 weken) werden de planten uit de pallet gehaald en op tafel geplaatst, vervolgens opgepakt en verplaatst t.b.v. meting/controle en tenslotte teruggelegd in pallet. In totaal zijn de planten tijdens deze simulatie ca. 10 maal opgetild en neergezet.

Bij de beoordelingen werden de te testen materialen beoordeeld op verschillende punten:

##### **Vochtgehalte in kluiten:**

Het vochtgehalte in kluiten werd bepaald m.b.v. FD-meter (PSION Workabout (werkstation) met Wetsensor (Imag-DLO, MCM 101)). Bij elke beoordeling zijn de 3 planten per herhaling gemeten (1 meting per plant).

##### **Houdbaarheid van folie:**

De folies zijn beoordeeld op houdbaarheid van het materiaal. Dit is beoordeeld d.m.v. een index: 1: sterk verteerd; 5: goede houdbaarheid, originele staat. Bij de laatste beoordeling (na 8 weken) is bij 1 herhaling een valproef uitgevoerd, om zo beter de stevigheid van het materiaal te testen.

##### **Aantal wortels door folie:**

Na 1, 2 en 4 weken is het aantal kiemwortels, dat door het materiaal kwamen, per kluit geschat. Daarbij werd gewerkt met een index, namelijk: 0: geen doorworteling, 1: 1-10 wortels per kluit, 2: 10-50 wortels per kluit, 3: 50 en meer wortels per kluit.

##### **Conditie van de planten:**

De conditie van de bovengrondse delen is beoordeeld m.b.v. de volgende index 1 tot 5: 1: zeer slecht, planten gaan dood; 5: zeer goed, frisgroene planten. Alle 3 kluiten per herhaling werden beoordeeld.

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

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
Beperkte behandelingen voor extra informatie:						
F	Alleen machinegaas; onderste laag in pallet					
G	Alleen machinegaas; bovenste laag in pallet					

De proef werd uitgevoerd met 12 bomen per behandeling: 4 herhalingen met 3 bomen per blok.

### 2.1.2 Vochtdoorlatendheid van folies

Voor het testen van de vochtdoorlatendheid van folies rond wortelkluiten in de keten heeft een simulatie van de keten plaatsgevonden. Tijdens deze ketensimulatie werd regelmatig de vochttoestand in de kluit beoordeeld. Hiermee werd inzicht verkregen in de vochtdoorlatendheid van de verschillende folies. Proef is uitgevoerd bij PPO, sector Bomen. Voor foto's: zie Bijlage 1.

#### *Ketensimulatie:*

De planten zijn geroid op 28 april 2004. Direct na het rooien werden de planten ingegaasd in machinegaas (Zutex, Zundert) m.b.v. hydraulisch aangedreven ingaasmachine (Schrauwen, Zundert).

Voor het ingazen werd over het gat van de ingaasmachine handmatig het stuk folie gelegd. Vervolgens werd de kluit ingegaasd, zodat het folie tussen de kluit en het machinegaas terechtkwam. Na het ingazen werden de bomen volledig geward in een boxpallet gepakt en op transport gezet per vrachtwagen. De uitgevoerde behandelingen zijn te vinden in Tabel 2. De proef is uitgevoerd met *Chamaecyparis lawsoniana* 'Columnaris', maat 100 – 125 cm. De proef werd uitgevoerd met 10 bomen per behandeling. Elke boom was één experimentele eenheid.

29 april, 's morgens werden de planten afgeleverd bij PPO in Boskoop. De planten werden los geplaatst op een CC-kar gedurende 56 dagen in een geconditioneerde ruimte (15 °C, RV: 80-90 %). Op de beoordelingsmomenten (na 0, 1, 2, 4 en 8 weken) werden de planten opgetild en teruggezet. Vervolgens werden de beoordelingen uitgevoerd. In totaal zijn de planten tijdens deze simulatie ca. 10 maal opgetild en neergezet.

Daarnaast is bij 10 bomen een 0-meting gedaan vóór het transport.

Bij de beoordelingen werden de te testen materialen beoordeeld op verschillende punten:

#### **Vochtgehalte in kluiten:**

Het vochtgehalte in kluiten werd bepaald m.b.v. FD-meter (PSION Workabout (werkstation) met Wetsensor (Imag-DLO, MCM 101)). Bij elke beoordeling is 1 meting per plant uitgevoerd.

#### **Houdbaarheid van folie:**

De folies zijn beoordeeld op houdbaarheid van het materiaal. Dit is beoordeeld d.m.v. een index: 1: sterk verteerd; 5: goede houdbaarheid, originele staat. Per behandeling werden steeds drie kluiten beoordeeld.

#### **Conditie van de planten:**

De conditie van de bovengrondse delen zijn beoordeeld m.b.v. de volgende index: 1: zeer slecht, planten gaan dood; 5: zeer goed, frisgroene planten. Per behandeling werden 3 kluiten beoordeeld.

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

Beh. nr.	Codenaam	Naam folie	Bijzonderheden	Type	Kleur	Leverancier
A	Alleen machinegaas	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.		
B	zetmeelfolie 27 $\mu\text{m}$	Biopar 1262	niet perforeren	meerlaags	doorschijnend	BIOP
C	Ecoflex 12 $\mu\text{m}$	Basf-Ecoflex	niet perforeren	mulch	zwart	BASF
D	zetmeelfolie 14 $\mu\text{m}$	Hypplast Biotype 2 WA9950-3	wel perforeren	mulch	zwart	Hypplast
E	zetmeelfolie 41 $\mu\text{m}$	Natura	niet perforeren	verpakking	wit/groen	Natura GmbH

## 2.2 Resultaten

### 2.2.1 Houdbaarheid van folies

#### 2.2.1.1 Vochtgehalte

Gedurende de proef van 8 weken nam het vochtgehalte in de kluiten af van gemiddeld 8,9 % (na 1 week) naar 6,4 % (na 8 weken). Er bleken geen significante verschillen te zijn tussen de verschillende behandelingen.

#### 2.2.1.2 Houdbaarheid folie

De houdbaarheid van de folie tijdens de proef staat weergegeven in Tabel 3. Na een statistische verwerking per beoordelingsmoment bleek dat de Zetmeelfolie 41  $\mu\text{m}$  significant een betere houdbaarheid heeft dan de overige folies. Overigens zijn alle folies zelfs na 8 weken nog in een zodanige staat dat de houdbaarheid voldoende is voor de praktijk. De grens is in vorige proeven vastgesteld rond een waarde 3.

Tabel 3. Gemiddelde houdbaarheid van folie rond wortelkluiten tijdens opslag van kluiten in palletbox. Houdbaarheid d.m.v. een index: 1: sterk verteerd, functie verloren; 5: goede houdbaarheid, originele staat.

	1 dag	1 week	2 weken	4 weken *	8 weken
A Geen folie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
B Ecoflex 12 $\mu\text{m}$	5 a	5 a	4.9 a	3.8 a	4.5 ab
C Zetmeel 14 $\mu\text{m}$	5 a	5 a	4.8 a	3.7 a	4.3 b
D Zetmeel 27 $\mu\text{m}$	5 a	5 a	4.7 a	4.1 a	4.3 b
E Zetmeel 41 $\mu\text{m}$	5 a	5 a	5 a	4.2 a	4.9 a
LSD (5 %)	0,0	0,0	0,3	0,7	0,5

\*: dit beoordelingsmoment is door een andere persoon uitgevoerd, waardoor de waarnemingen lager zijn dan de waarnemingen ervoor en erna.

Bij de laatste beoordeling (8 weken) is met de planten van 1 herhaling de z.g. 'valproef' toegepast. De planten hebben we hierbij van een hoogte van 50 – 60 cm laten rechtstandig vallen op een betonnen vloer. Geen folie (A) verloor hierbij vrij veel grond. Bij de folies was dat weinig tot niets vooral waar de folie tot bovenaan om de kluit sluit. Geen van de folies liepen door deze val schade op. De kluit vervormde soms wel. Voor foto's: zie Bijlage 1.

#### 2.2.1.3 Aantal wortels door folie

Na 1, 2 en 4 weken is het aantal kiemwortels, dat door het materiaal kwamen, per kluit geschat. Dit geeft namelijk inzicht in hoe gemakkelijk de plant door folie kan wortelen na het uitplanten. Tabel 4 geeft aan dat al na 1 week tijdens opslag nieuwe kiemwortels te zien waren. De meeste werden gevonden bij de kluiten zonder folie, echter hier nam het aantal ook weer snel af. Na de behandeling zonder folie had de

behandeling met Zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$  de meeste doorworteling. Hier was duidelijk het voordeel van de perforatie te zien, want de kiemwortels kwamen door de perforatiegaten. De overige behandelingen gaven de minste doorworteling van de folie te zien. In de tweede week (12 mei) waren minder kiemwortels die door het folie steken te zien dan in de eerste week (5 mei). Velen zijn verdroogd of afgebroken. Verdroogde wortels zijn niet meegeteld evenals de wortels die door het transparante folie zichtbaar waren maar er niet doorkwamen.

Tabel 4. Schatting van aantal nieuwe kiemwortels door folie en/of machinegas tijdens opslag van kluiten in palletbox..

	1 week	2 weken	4 weken
A Geen folie	1,8 a	0,5 a	0,3 ab
B Ecoflex 12 $\mu\text{m}$	0,6 c	0,7 a	0,5 a
C Zetmeel 14 $\mu\text{m}$	1,3 b	0,8 a	0,5 a
D Zetmeel 27 $\mu\text{m}$	0,4 c	0,4 a	0,1 b
E Zetmeel 41 $\mu\text{m}$	0,3 c	0,0 a	0,0 b

0: geen doorworteling, 1: 1-10 wortels per kluit, 2: 10-50 wortels per kluit, 3: 50 en meer wortels per kluit.

#### 2.2.1.4 Conditie planten

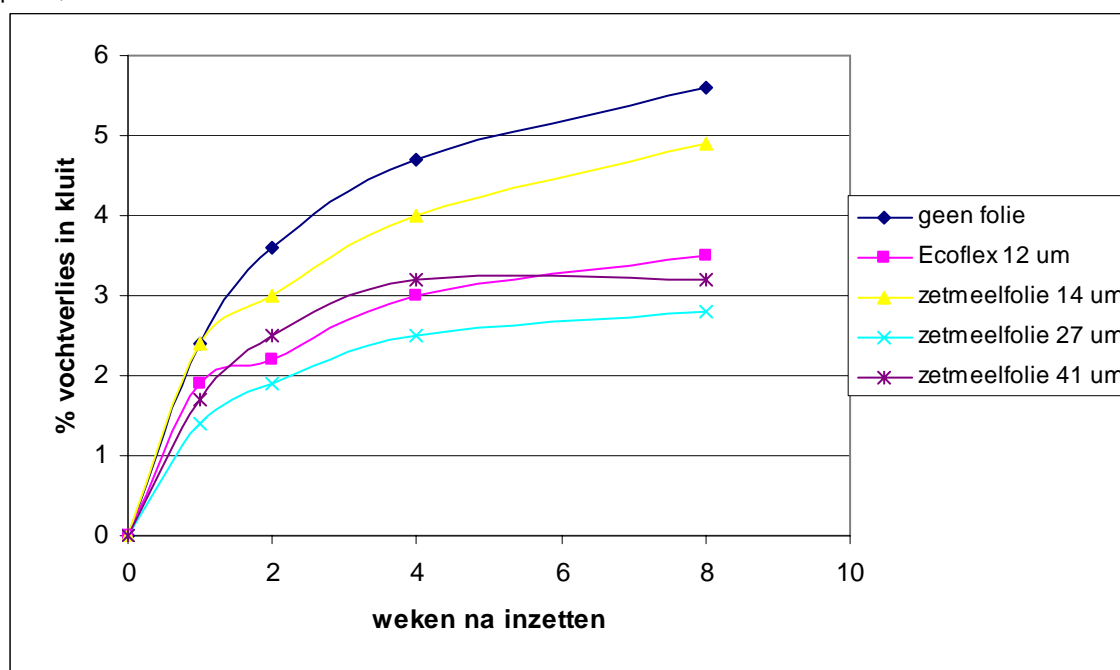
De plantconditie nam bij alle behandelingen langzaam af van zeer goed tot matig. De planten werden langzaam geel in het hart. In de proef is geen broei geconstateerd. Er was geen verschil tussen de behandelingen.

#### 2.2.2 Vochtdoorlatendheid van folies

Deze proef werd uitgevoerd om inzicht te krijgen of kluiten minder vocht verliezen bij het gebruik van folie tussen kluit en machinegas.

##### 2.2.2.1 Vochtgehalte in kluiten

Bij de vochtmeting van de kluiten na 1 dag bleken er verschillen in vochtgehalte te zijn tussen de kluiten. Daarom is het gerekend met het vochtverlies t.o.v. de 1<sup>e</sup> meting op 29 april (1 dag na inzetten van de proef).



Grafiek 1. Percentage vochtverlies in de tijd bij verschillende folies als kluitverpakking. Verlies t.o.v. 1 dag na inzetten proef.

In Grafiek 1 is te zien dat bij alle kluitverpakkingen vochtverlies optreedt en dat de verschillen tussen de folies in de tijd groter worden. De verschillen tussen de verpakkingen blijken vanaf 4 weken statistisch betrouwbaar. Op dat moment is het vochtverlies in de behandeling met zetmeelfolie 27  $\mu\text{m}$  betrouwbaar

lager dan in de behandeling zonder folie. Na 8 weken blijkt dat de behandelingen zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$  en geen folie niet van elkaar te onderscheiden zijn. De overige 3 folies zijn significant lager dan de behandelingen 'geen folie' en 'zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$ '. De folies zijn van elkaar echter niet statistisch betrouwbaar verschillend.

Na 8 weken hebben de kluiten met Ecoflex 12  $\mu\text{m}$ , zetmeelfolie 27  $\mu\text{m}$  en zetmeelfolie 41  $\mu\text{m}$  gemiddeld 3,2 % vocht verloren, t.o.v. 5,6 % in de behandeling zonder folie. Het verschil van 2,4 % is toe te schrijven aan de folies. De genoemde folies hebben dan ongeveer 2,4 % aan vochtverlies bespaard. Een 'ideale kluit' met een bolvorm van 30 cm in diameter heeft een volume van  $14,1 \text{ dm}^3 = 14,1 \text{ liter}$ . De folies leveren in dat geval een besparing van 0,34 liter (2,4 % van 14,1 liter) op. Kluiten zonder folie hebben een berekend vochtverlies van 0,79 liter (= 5,6 % van 14,1 liter). Dit is een reductie van 43 % (0,34 liter t.o.v. 0,79 liter). Het totale vochtgehalte in een gemiddelde kluit zonder folie aan het begin van de proef bedroeg 10,5 % (= 1,5 liter water) en aan het eind van de proef gemiddeld 4,9 % (= 0,69 liter water). Dan is er 0,81 liter water aan de kluit onttrokken, dus 53 %. Bij kluiten met de juiste folie is er 0,34 liter water onttrokken, zodat er 'slechts' 23 % van de totale watervoorraad aan de kluit onttrokken is. De folies hebben daarmee 31 % (0,81 – 0,34 liter t.o.v. 1,5 liter watervoorraad) van de totale watervoorraad voor de plant behouden in vergelijking met kluiten zonder folies.

Na 4 weken waren de verschillen minder groot. Omdat de ketenduur dicht bij 4 weken ligt, dan bij 8 weken, is het ook zinvol om een dergelijke berekening te doen voor een periode van 4 weken. De kluiten met Ecoflex 12  $\mu\text{m}$ , zetmeelfolie 41  $\mu\text{m}$  en zetmeelfolie 27  $\mu\text{m}$  hebben gemiddeld 2,9 % vocht verloren, t.o.v. 4,7 % in de behandeling zonder folie. De genoemde folies hebben dan gemiddeld 1,8 % aan vochtverlies bespaard. Bij een kluit met bolvorm van 30 cm in diameter is het kluitvolume 14,1 liter. Kluiten zonder folie hebben een berekend vochtverlies van 0,66 liter (= 4,7 % van 14,1 liter). Kluiten met de genoemde folies hebben een berekend vochtverlies van 0,41 liter (= 2,9 % van 14,1 liter). De reductie van vochtverlies bij deze folies is dan 0,25 liter (0,66 – 0,41). Dit betekent een reductie van vochtverlies van 38 % in vergelijking met kluiten zonder folie.

Ook hier geldt weer dat het watervolume aan het begin van de proef ca. 1,5 liter bedraagt (10,5 %) en na 4 proefweken rond 5,9 % (= 0,83 liter water). Dan is er 0,67 liter water aan de kluit onttrokken, dus 45 %. Bij kluiten met de juiste folie is er 0,41 liter water onttrokken, zodat er 'slechts' 27 % van de totale watervoorraad aan de kluit onttrokken is. De folies hebben daarmee 17 % (0,67 – 0,41 liter t.o.v. 1,5 liter watervoorraad) van de totale watervoorraad voor de plant behouden in vergelijking met kluiten zonder folies.

#### **2.2.2.2 Houdbaarheid van folie**

De folies zijn beoordeeld op houdbaarheid van het materiaal. Dit is beoordeeld d.m.v. een index 1-5: 1: sterk verteerd; 5: goede houdbaarheid, originele staat. Tot 2 weken werden geen verschillen waargenomen tussen de verschillende folies. Na 4 weken bleek zetmeelfolie 41  $\mu\text{m}$  de beste houdbaarheid (4,0) te hebben en zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$  de minste houdbaarheid (3,0). De andere twee folies lagen hier tussen in. Na 8 weken werd de zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$  ook als minder houdbaar beoordeeld als de overige folies (4,0 i.p.v. 5,0). De beoordelingsmomenten zijn door 2 verschillende mensen uitgevoerd, waarbij beoordeling na 4 weken consequent lager uitviel. De grote lijn komt echter wel overeen.

#### **2.2.2.3 Conditie van de planten**

De conditie van de bovengrondse delen ging in de proef langzaam achteruit. De planten werden geel binnenin de plant. Gedurende proef werden geen verschillen gevonden tussen de behandelingen. De planten vertoonden uitwendig geen tekenen van vochttekort.

## **2.3 Discussie**

Evenals in 2003 kon in de houdbaarheidsproef (bewaring in palletbox) geen verschil in vochtgehalten gevonden worden tussen de verschillende folies. In de proef gericht op vochtgehalte zijn wel interessante verschillen gevonden. De geperforeerde zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$  was niet te onderscheiden van de behandeling zonder folie. Blijkbaar verdampt er veel vocht via de perforaties. De overige drie folies waren niet van elkaar te onderscheiden in vochtverlies. Ondanks dat Ecoflexfolie 12  $\mu\text{m}$  een lagere waterdampdoorlaatbaarheid

heeft dan de beide zetmeelfolies (J. van Bon, 2004<sup>1</sup>). In de proef bleek dat de drie folies na 4 weken het vochtverlies met ongeveer 38 % (t.o.v. geen folie) konden beperken, wat na 8 weken opgelopen was tot 43 %. Uit deze cijfers kan geconcludeerd worden dat de directe verdamping vanuit de kluit een groot gedeelte van de totale verdamping kan zijn. De verhouding tussen verdamping door kluit en gewas zal uiteraard afhangen van de omstandigheden en het gekozen gewas. Met deze proef is aangetoond dat de folies het vochtverlies kunnen beperken. De reductie is echter sterk afhankelijk van de omstandigheden rond de kluit: temperatuur, RLV, luchtstroom, etc. In de uitgevoerde proef zijn de omstandigheden vrij extreem omdat de planten los van elkaar stonden en niet opgestapeld lagen in een palletbox.

Het beginvochtgehalte lag in deze proef op ongeveer 10 %. Dit is erg laag voor dit type grond (zandgrond); Een vochtgehalte in een afgeleverde kluit van 15 % zou representatiever zijn. In dat geval kan de kluit en het gewas meer vocht verdampen. Het is te verwachten dat de reductie aan vochtverlies door deze folies dan procentueel minstens even groot zou zijn.

De houdbaarheid van de folies in deze proeven verschilden minder ten opzichte van elkaar als de proeven in 2003. In het algemeen bleven alle folies boven de kritische waarde van 3, gedurende de proef. Dit houdt in dat de houdbaarheid van de folies voldoende was in deze proef voor de keten. De twee uitgevoerde proeven gaven kleine verschillen te zien in houdbaarheid tussen de verschillende folies. In beide proeven kwam de zetmeelfolie 41 µm als beste uit de bus, gevolgd door de Ecoflexfolie 12 µm. In de proef met bewaring in palletbox (houdbaarheid) kwamen de zetmeelfolies 14 en 27 µm op een gelijke plaats uit. In de vochtdoorlatendheidsproef was de zetmeelfolie 14 µm iets slechter als zetmeelfolie 27 µm.

De houdbaarheidsresultaten van deze proef en de proef in 2003 lijken wat tegenstrijdig te zijn. In Tabel 5 is te zien dat de volgorde in beste houdbaarheid niet consequent is. Zetmeelfolie 45 µm in 2003 is van de laagste plaats naar de hoogste plaats gegaan in 2004. De zetmeelfolie 12 µm is van relatief goede houdbaarheid in 2003 naar laagste plaats in 2004 gegaan. In beide gevallen ging het om een niet of nauwelijks gewijzigde folie. Belangrijk verschil tussen 2003 en 2004 is dat het beginvochtgehalte in het eerste jaar rond 14 %, terwijl dit in 2004 rond 9 % was. Mogelijk dat hierdoor de zetmeelfolie 41 µm in 2004 een betere houdbaarheid heeft als in 2003.

Tabel 5. Volgorde van beste houdbaarheid van folies in ketensimulaties

Beste houdbaarheid	2003	2004
1	Ecoflex-folie 25 µm <sup>1</sup>	zetmeelfolie 41 µm <sup>4</sup>
2	zetmeelfolie 12 µm <sup>2</sup>	Ecoflexfolie 12 µm <sup>1</sup>
3	zetmeelfolie 25 µm <sup>3</sup>	zetmeelfolie 27 µm <sup>3</sup>
4	zetmeelfolie 45 µm <sup>4</sup>	zetmeelfolie 14 µm <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: de folie in 2004 is gewijzigd in dikte t.o.v. de folie van 2003.

<sup>2</sup>: deze folies zijn hetzelfde, behalve dat de folie in 2004 geperforeerd is.

<sup>3</sup>: meerlaagse folie; de folie van 2003 is iets aangepast tot folie in 2004.

<sup>4</sup>: deze folies zijn hetzelfde; weergegeven dikte is gemeten dikte van folie.

De folies veroorzaakten geen slechtere of betere plantconditie. Hoewel de conditie van de planten tijdens de proef langzaam achteruitging, was er geen verschil tussen de folies. Dat de plantkwaliteit achteruit ging is goed te verklaren, want de planten stonden in een donkere bewaarcel en de proefduur was veel langer dan de gemiddelde ketenduur (8 weken t.o.v. 2 tot 3 weken).

<sup>1</sup> J. van Bon, et al (2004): Selectie materialen bij ontwikkeling biologisch afbreekbaar machinegas verpakkingsconcept; Projectrapportage mei 2004. Agrotechnology&Food Innovations te Wageningen.

## 3 Groei van gewas met biologisch afbreekbare folies

### 3.1 Materiaal en methoden

De planten zijn gerooid op 28 april 2004. Direct na het rooien werden de planten ingegaasd in machinegas (Zutex, Zundert) m.b.v. hydraulisch aangedreven ingaasmachine (Schrauwen, Zundert).

Voor het ingazen werd over het gat van de ingaasmachine handmatig het stuk folie gelegd. Vervolgens werd de kluit ingegaasd, zodat het folie tussen de kluit en het machinegas terecht kwam. Na het ingazen werden de bomen naar een ander perceel van de kweker gebracht en daar direct opgeplant. De planten werden verdeeld over de herhalingen en geward opgeplant op het proefveld. De uitgevoerde behandelingen zijn te vinden in Tabel 6.

Tabel 6. Behandelingen in opplantproef voor biologisch afbreekbare folies tussen machinegas.

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

De proef is uitgevoerd met *Chamaecyparis lawsoniana* 'Columnaris', maat 100 – 125 cm.

De proef werd uitgevoerd met 12 bomen per behandeling: 4 blokken met 3 bomen per blok.

Aan het begin van de proef is de lengte van het gewas bepaald (28-4-2004).

Na het groeiseizoen (04-10-2004) werden de volgende zaken beoordeeld:

- Conditie van het gewas (schaal 0 tot 5: 0: dood, 5: zeer goed, groene planten)
- de doorgroei van de wortels door de verschillende folies (schaal 0 tot 5: 0: geen, 5: normaal gewortelde kluit)
- de vertering van de folie rond de wortels (schaal 0 tot 5: 0: originele staat, 5: zeer sterk verteerd, geen enkele binding)

Bij de eindbeoordeling is geen lengtemeting gedaan, omdat de bomen niet gegroeid zijn. Voor foto's, zie Bijlage 1.

### 3.2 Resultaten

#### 3.2.1 Bovengrondse gewasgroei

Aan het eind van het groeiseizoen zijn de planten beoordeeld op de bovengrondse plantconditie. Dit was ca. 5 maanden na het opplanten. In Tabel 7 is te zien dat de plantconditie bij alle behandelingen in het algemeen vrij goed was. In de behandeling zonder folie waren enkele planten uitgevallen, waardoor de gemiddelde plantconditie lager lijkt te zijn. Verder hadden de planten met een Ecoflexfolie van 12  $\mu\text{m}$  een gemiddeld lagere plantconditie. Er zijn echter geen significante verschillen gevonden in de bovengrondse plantconditie tussen de verschillende behandelingen.

Tabel 7. Plantconditie van *C. laws*. 'Columnaris' op 4 oktober 2004 met diverse kluitverpakkingen (5 maanden na opplanten).

Beh. nr.	Naam	Plantconditie*
A	Geen folie	3,8 a
B	zetmeelfolie 27 $\mu\text{m}$	4,5 a
C	Ecoflex 12 $\mu\text{m}$	4,0 a
D	zetmeelfolie 14 $\mu\text{m}$	4,6 a
E	zetmeelfolie 41 $\mu\text{m}$	4,5 a

\* Plantconditie (0: dood, 5: goed groeiende planten)

### 3.2.2 Wortelgroei buiten oorspronkelijke kluit

De wortelgroei buiten de oorspronkelijke kluit is na 5 maanden na opplanten beoordeeld op 4 oktober 2004. Uit Tabel 8 valt af te leiden dat de wortelgroei buiten de oorspronkelijke kluit niet significant verschillend was bij de verschillende behandelingen. Voor foto's: zie Bijlage 1.

Tabel 8. Wortelgroei buiten kluit bij verschillende kluitverpakkingen op 4 oktober 2004 (5 maanden na opplanten).

Beh. nr.	Naam	Wortelgroei buiten kluit*
A	Geen folie	3,8 a
B	zetmeelfolie 27 $\mu\text{m}$	4,7 a
C	Ecoflex 12 $\mu\text{m}$	3,6 a
D	zetmeelfolie 14 $\mu\text{m}$	3,9 a
E	zetmeelfolie 41 $\mu\text{m}$	4,3 a

\* Wortelgroei: 0: geen, 5: normaal gewortelde kluit)

### 3.2.3 Vertering van folie

Bij de eindbeoordeling van de vertering van de folie rond de kluiten zijn wel significante verschillen gevonden (Tabel 9). De zetmeelfolie 41  $\mu\text{m}$  blijkt in sterkere mate verteerd te zijn dan de overige 3 folies. De Ecoflex 12  $\mu\text{m}$  is het minst verteerd, maar niet significant verschillend met de zetmeelfolies 27 en 14  $\mu\text{m}$ . Bij het opgraven waren de folies bijna altijd nog zichtbaar aanwezig, maar als de materialen tussen de vingers worden genomen, verpulveren ze vrij snel. De Ecoflex-folie kan slechts met enige moeite kapot getrokken worden.

Tabel 9. Vertering van de verschillende folies op 18 december 2003.

Beh. nr.	Naam	Vertering*
A	Geen folie	n.v.t.
B	zetmeelfolie 27 $\mu\text{m}$	3,2 a
C	Ecoflex 12 $\mu\text{m}$	2,6 a
D	zetmeelfolie 14 $\mu\text{m}$	3,2 a
E	zetmeelfolie 41 $\mu\text{m}$	4,0 b

\* Vertering: 0: originele staat, 5: zeer sterk, geen enkele binding

## 3.3 Discussie

De hergroei van de planten in deze opplantproef was in het algemeen vrij goed. Bij de beoordeling na 5 maanden na opplanten zijn er bij alle geteste folies geen significante verschillen gevonden in de bovengrondse plantconditie en de groei van de wortels buiten de oorspronkelijke kluit. In deze proef hebben de biologisch afbreekbare folies rond de kluit dus geen aantoonbare negatieve invloed gehad op de hergroei van de planten.

Bij de eindbeoordeling bleek dat de zetmeelfolie van 41  $\mu\text{m}$  het meest verteerd was. De overige 3 folies waren niet significant verschillend in de mate van vertering.



De kluiten met een Ecoflexfolie van 12  $\mu\text{m}$  hadden gemiddeld een lagere plantconditie en minder wortelgroei buiten de kluit. Ook was deze folie het minst ver verteerd. Hoewel al deze verschillen niet significant waren, zou het kunnen zijn dat deze folie toch een negatieve invloed heeft op de hergroei. Dit zou in een proefopzet met meer bomen aangetoond kunnen worden.

Kluiten in een geperforeerde zetmeelfolie van 14  $\mu\text{m}$  lieten (in verhouding) een goede hergroei zien. In de proef in 2003 werd een vergelijkbare folie getest, die niet vooraf geperforeerd was. Toen overleefde een groot deel van de planten het niet. Blijkbaar heeft perforatie een positief effect op de kans op hergroei. In dat geval kan een op zichzelf sterke folie gebruikt worden, die dan ook de keten doorstaat, maar na het opplanten kunnen de nieuwe wortels van de plant gemakkelijk de oorspronkelijke kluit verlaten via de perforaties. Ook kan op deze wijze water aangevoerd worden.

In deze proeven zijn de biologisch afbreekbare folies getest met een niet afbreekbaar machinegas. Er zijn geen aanwijzingen dat dit een negatieve invloed heeft gehad op de resultaten.



## 4 Conclusies

In de 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 periode tussen rooien bij leverancier en planten door eindgebruiker. Zodra plant geplant is, mag de plant geen/weinig hinder ondervinden i.v.m. groei.

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 geteste folies hadden geen invloed op de conditie van de plant tijdens de ketensimulatie in vergelijking met kluiten zonder folie.
- De geperforeerde folie was qua vochtverlies niet te onderscheiden van de behandeling zonder folie. Blijkbaar verdampt er veel vocht via de perforaties.
- Drie folies (Ecoflex 12  $\mu\text{m}$ , zetmeel 27  $\mu\text{m}$  en zetmeel 41  $\mu\text{m}$ ) 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 had geen van de geteste folies een aantoonbaar (negatief) effect op de hergroei en de doorworteling.

Conclusies en aanbevelingen per folie:






- De geperforeerde zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$  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 waren de testplanten goed in staat om wortels buiten de oorspronkelijke kluit te vormen. Ook de gemiddelde plantconditie was goed. Kiemwortels kunnen via de perforaties gemakkelijk naar buiten. De folie was na 1 groeiseizoen al behoorlijk aan het verteren. Deze geperforeerde folie heeft perspectief voor toepassing, maar het niet tegengaan van vochtverlies is een minpunt.
- De meerlaagse zetmeelfolie 27  $\mu\text{m}$  had evenals de zetmeelfolie 14  $\mu\text{m}$  een vrij goede houdbaarheid. Na 8 weken was de houdbaarheid in de uitgevoerde proef nog ruim voldoende, maar minder goed als de Ecoflex 12  $\mu\text{m}$  en zetmeelfolie 41  $\mu\text{m}$ . De zetmeelfolie 27  $\mu\text{m}$  was in staat om vochtverlies vanuit de kluit tegen te gaan. Kluitplanten in deze folie hadden een goede hergroei en ook een goede beworteling door de kluitverpakking na 5 maanden. De vertering van deze folie was na 5 maanden op gang gekomen. Deze meerlagige folie heeft zeker perspectief voor toepassing. Eventueel zou de houdbaarheid iets verbeterd kunnen worden door de verhoudingen tussen de toegepaste lagen aan te passen.
- De zetmeelfolie 41  $\mu\text{m}$  had in de uitgevoerde proef een goede houdbaarheid. Ook was de folie in staat om verdamping uit de kluit tegen te gaan. In deze folie verpakte kluiten vertoonden ook een goede hergroei en een goede wortelgroei buiten de kluit. Van de vier geteste folies was deze folie het meest verteerd na 5 maanden. Bij deze folie moet echter opgemerkt worden dat de houdbaarheid in de keten minder goed kan zijn als de kluiten onder vochtiger omstandigheden verkeren dan in de uitgevoerde proef.
- De Ecoflexfolie 12  $\mu\text{m}$  had in de uitgevoerde ketensimulatie ook na 8 weken nog een goede houdbaarheid. Ook deze folie kon verhinderen dat vocht uit de kluit verdampte, zodat het vochniveau in de kluit op een hoger niveau bleef. De hergroei en de wortelgroei uit de kluiten, verpakt in deze folie, was niet aantoonbaar slechter dan bij de andere folies. Beide gemiddelden waren echter wel iets lager. Ook was deze folie na 5 maanden minder verteerd, hoewel niet statistisch aantoonbaar. De verwachting is dat deze folie iets meer risico voor de uiteindelijke hergroei geeft.







# Bijlage 1: Foto's proeven

		
<p>Ingazen van de proef:</p>	<p>Foto's: A&amp;F, Wageningen</p>	
		
<p>Ketensimulatie in palletboxen</p>	<p>Proef vochtdoorlatendheid in keten</p>	<p>Meting van vochtgehalte in kluit</p>
		
<p>Opplantproef op perceel bij kweker</p>		

**Foto's Houdbaarheid folies in ketensimulatie na 8 weken**

		
Geperforeerde zetmeelfolie 14 μm	Meerlaagse zetmeelfolie 27 μm	Zetmeelfolie 45 μm
		
Ecoflexfolie 12 μm	Effect van folie na val van 1 meter hoogte (rechts)	

**Foto's Doorworteling van kluiten door folies na opplanten (beoordeling na 5 maanden)**

	
Geen folie	
	
Zetmeel 14 μm	
	
Zetmeelfolie 27 μm	



Zetmeel 45  $\mu\text{m}$



Ecoflex 12  $\mu\text{m}$