

Ontwikkeling van een alternatief substraat voor de kistenbroei van tulpen.

EINDRAPPORTAGE

Haalbaarheidstudie uitgevoerd voor Agrifirm b.v.

september 1999 t/m februari 2000

VERTROUWELIJK



Ontwikkeling van een alternatief substraat voor de kistenbroei van tulpen.

Haalbaarheidstudie uitgevoerd voor Agrifirm b.v.

september 1999 t/m februari 2000

VERTROUWELIJK

Wageningen, maart 2000

Projectleider :
Robert van Tuil

Projectmedewerkers :
Henri Boerrigter
Piet Bogaert
Dolf Coppus
Jaap van Heemst
Aart Zegveld

2251494

SAMENVATTING

In de broeierij en de teelt van plantaardige producten wordt vaak uitgegaan van substraten. Materialen die als substraat dienst doen zijn bijvoorbeeld potgrond en steen- en glaswol. In het geval van bloembollen wordt uitgegaan van potgrond. Aan het gebruik van potgrond kleven een aantal nadelen. In een haalbaarheidstudie van 6 maanden is de haalbaarheid onderzocht van de toepassing van een aantal alternatieve concepten voor de broeierij en teelt van tulpen. Het doel van de haalbaarheidstudie was driedelig:

- **Technische haalbaarheid.** De ontwikkeling van alternatieven voor potgrond als substraat voor de kistenbroei van tulpen. De haalbaarheid is onderzocht van alternatieve substraten op basis van agrovezels en bio-afbreekbare polymeren.
- **Invloed van het substraat op de bloemkwaliteit en de wortelgroei.** Evaluatie van het effect op de wortelgroei, teelt en bloemkwaliteit als gevolg van het gebruik van de alternatieve substraten.
- **Kostprijs analyse.** De kosten van de nieuwe substraten t.o.v. potgrond zijn in beeld gebracht.

In eerste instantie is een screening uitgevoerd van de te gebruiken vezels en polymeren. Op basis van alle beschikbare materialen zijn, onder meer n.a.v. een toxiciteitstest, een viertal materialen geselecteerd die in potentie kunnen dienen als substraatvervanger. Hierna is de eigenlijke haalbaarheidstudie naar de productie van substraten uitgevoerd. Hierbij is, zoals afgesproken met Agrifirm, de focus gelegd bij de ontwikkeling van losse substraten. Deze substraten moeten vervolgens kunnen worden toegepast in de door Agrifirm ontwikkelde bollentray; "Delta-tray". Hiernaast zijn voor vezels de mogelijkheden van de productie van vezelmatten in kaart gebracht.

Uit de technische haalbaarheidstudie blijkt dat het zowel op basis van agrovezels als op basis van bio-afbreekbare polymeren mogelijk is om substraten te produceren als alternatief voor potgrond. Kokos, jute en cocopeat zijn agrovezels die het beste voldoen aan de gestelde eisen. Ook is het mogelijk gebleken om uitgaande van de combinaties Bionolle/CO₂ en CD/water bio-afbreekbare schuimen te produceren middels extrusie met een dichtheid onder de 100 kg/m³. De dichtheid is sterk afhankelijk van de schroefopbouw, de procesparameters en de eventuele toevoeging van additieven.

Uit de haalbaarheidstudie blijkt dat het met substraten op basis van kokos en cocopeat haalbaar is om 30% van het volume van een teeltkrat te vullen met water. Voor cocopeat is een percentage van 50% zelfs makkelijk haalbaar. In het geval van Bionolle is de maximale opgenomen hoeveelheid water 19% van het volume van de teeltkrat. Ook blijkt dat de gewichtsreductie door het toepassen van de nieuwe substraten voor een belangrijke mate afhankelijk is van de hoeveelheid water die nodig is tijdens de teelt.

Vervolgens zijn de geselecteerde materialen (Bionolle, CD, Jute en Kokos) in substraatvorm getest in een praktijk conforme opplantproef, waarbij deze substraten zijn vergeleken met potgrond en waterbroei. Deze proeven dienden uitsluitsel te geven met betrekking tot de vraag of deze substraten phytotoxisch zijn. Kokosvezel en cocopeat kunnen zonder bezwaren als vervangers van potgrond worden toegepast. De kwaliteit van bloemen afkomstig van deze substraattypes is vergelijkbaar met de teeltresultaten met potgrond en met waterbroei.

Het gebruik van substraten op basis van CD en Bionolle heeft grote invloed op de wortelgroei en de bloemkwaliteit. Bij gebruik van CD is dit voornamelijk het gevolg van de toxiciteit van het polymeer. In het geval van Bionolle is dit waarschijnlijk een combinatie van een lichte toxiciteit, de substraatvorm en de nog niet optimale waterhuishouding. Door de wijze waarop de "Delta-tray" in deze proef werd toegepast en de grove structuur van de geteste substraten is beworteling bij veel bollen onvoldoende geweest cq. achterwege gebleven.

In de haalbaarheidstudie is vervolgens de kostprijs bepaald van de ontwikkelde substraten en vergeleken met potgrond. De resultaten zijn hieronder in tabelvorm weergegeven.

Substraat	Kostprijs indicatie (fl/m ³)
geschuimde substraten	
Bionolle	600-1125
Polymelkzuur *	150-450
substraten op basis van agrovezels	
Kokos	12 - 14
Cocopeat	38 - 75
potgrond	.55

* Polymelkzuur schuim is niet in deze studie ontwikkeld. Het betreft een theoretische vergelijking

Op basis van de resultaten in de bovenstaande tabel kan geconcludeerd worden dat het kostprijs technisch haalbaar is om potgrond te vervangen door substraten op basis van agrovezels. Substraten op basis van geschuimde polymeren hebben een hogere kostprijs dan potgrond. Dit is voornamelijk het gevolg van de nog beperkt ontwikkelde markt voor bioplastics.

Deze haalbaarheidstudie heeft aangetoond dat het mogelijk is om alternatieve substraten te ontwikkelen op basis van agrovezels en bio-afbreekbare polymeren. Gebruik van kokosvezels leidt tot een substraat dat aan alle gestelde eisen kan voldoen en bovendien de kostprijs t.o.v. potgrond met een factor 4 kan reduceren. Op basis van deze materialen lijkt, in combinatie met de "Delta-tray", een korte termijn marktintroductie haalbaar. Substraten op basis van bio-afbreekbare polymeren lijken een interessante oplossing voor de langere termijn.

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING	4
FASE 1 TECHNISCHE HAALBAARHEID	
1.1 INLEIDING	5
1.2 SCREENING	5
1.2.1 substraten op basis van agrovezels	5
1.2.2 substraten op basis van bio-afbreekbare polymeren	7
1.2.3 toxiciteitstesten	
1.3 PRODUCTIE VAN SUBSTRATEN	7
1.3.1 substraten op basis van agrovezels	7
1.3.1.1 Inleiding	7
1.3.1.2 pH stabiliteit	7
1.3.1.3 Wateropnemend vermogen	9
1.3.1.4 Houdbaarheid	10
1.3.1.5 Vezelmatten	10
1.3.1.6 Conclusie	11
1.3.2 substraten op basis van bio-afbreekbare polymeren	11
1.3.2.1 Inleiding	11
1.3.2.2 geschuimde substraten op basis van Bionolle	11
1.3.2.3 geschuimde substraten op basis van CD	13
1.3.2.4 Conclusie	14
1.4 CONCLUSIE	14
FASE 2 INVLOED VAN DE SUBSTRATEN OP DE BLOEM KWALITEIT EN DE WORTELGROEI	
2.1 INLEIDING	16
2.2 SCREENINGSPROEF	16
2.2.1 Materialen en methoden	16
2.2.2 Resultaten	18
2.2.3 Conclusie	20
2.3 PRAKTIJK CONFORME OPPLANTPROEF	20
2.3.1 Materialen en methoden	20
2.3.2 Resultaten	21
2.3.3 Conclusie	23
FASE 3 KOSTPRIJS ANALYSE	
3.1 INLEIDING	25
3.2 BEREKENING KOSTPRIJS SUBSTRATEN	25
3.3 CONCLUSIE	26
CONCLUSIES	27

INLEIDING

In de broeierij en de teelt van plantaardige producten wordt vaak uitgegaan van substraten. Materialen die als substraat dienst doen zijn bijvoorbeeld potgrond en steen- en glaswol. In het geval van bloembollen wordt uitgegaan van potgrond. De voornaamste functie van het substraat is om de bloembol tijdens de broeierij en de teelt in positie te houden. Alle voedingsstoffen, behalve water, onttrekt de groeiende bloem tijdens de teelt uit de bol zelf.

Een vrij recent ontwikkelde alternatieve productiemethode is de zogenaamde waterteelt. Een belangrijk voordeel van de waterteelt is dat er geen potgrond in de bloemen kan achterblijven. Export van snijbloemen naar met name Japan en de USA wordt daardoor veel makkelijker controleerbaar. Een nadeel van de waterteelt is de kans op de verspreiding van ziektes (m.n. Pythium). Problemen die nog onvoldoende worden beheerst zijn o.a. wortelvergroeiing, lange nekken en verslijming.

Het huidige potgrond substraat heeft een aantal nadelen, te weten;

- De gebruikte potgrond bevat ziektekiemen. Dit maakt het gebruik van gewasbestrijdingsmiddelen noodzakelijk.
- Door het gebruik van potgrond wordt de bloem vervuild met potgrond resten. Dit heeft voornamelijk consequenties voor de export en de beoordeling van de consument.
- Potgrond is zwaar. Dit leidt tot ergonomische problemen tijdens de teelt en leidt bovendien tot hoge transportkosten.
- Potgrond is moeilijk in een constante kwaliteit te verkrijgen.
- Het gebruik van niet herbruikbare potgrond heeft een hoge milieubelasting tot gevolg.

Er is daarom vraag naar een schoon, milieuvriendelijk en lichtgewicht alternatief op de huidige substraten. In het verleden is binnen Agrifirm enige ervaring opgedaan met verschillende alternatieven. Geen van deze alternatieven is tot nu toe effectief gebleken.

Globaal kunnen de volgende functies aangegeven worden voor het te ontwikkelen substraat:

1. functie:
 - bol in positie houden
 - wortelgroei in het substraat mogelijk maken
 - de bol voorzien van voldoende water.
 - aanzienlijke gewichtsreductie tijdens teelt en transport
 - mogelijk herbruikbaar product
2. eisen:
 - 30% tot 50% water moet opgenomen kunnen worden in het substraat
 - Het substraat mag de wortelgroei niet hinderen:
 - geen mechanische hindering van de wortelgroei door substraat
 - EC 1-2
 - pH 5.5-7.0
 - aantoonbare milieuwinst t.o.v. huidige substraten
 - moet gedurende 8 maanden bij een minimum temperatuur van 1°C en een maximum temperatuur van 25°C zijn functie kunnen vervullen

In deze haalbaarheidstudie van 6 maanden zullen aan de hand van bovengeschetste problematiek en functie/eisen een aantal alternatieve concepten worden ontwikkeld en getest op hun toepassing in de broeierij en teelt van tulpen. Bovendien zullen de kosten van de nieuwe substraten t.o.v. potgrond (ca. fl. 55,- per m³) in beeld worden gebracht. Het doel van de haalbaarheidstudie is driedelig:

- **Technische haalbaarheid.** De ontwikkeling van alternatieven voor potgrond als substraat voor de kistenbroei van tulpen.
- **Invloed van het substraat op de bloemkwaliteit en de wortelgroei.** Evaluatie van het effect op de wortelgroei, teelt en bloemkwaliteit als gevolg van het gebruik van de alternatieve substraten.
- **Kostprijs analyse.** De kosten van de nieuwe substraten t.o.v. potgrond zullen in beeld worden gebracht.

FASE 1

TECHNISCHE HAALBAARHEID

1.1 INLEIDING

De eerste fase van het onderzoek heeft in het teken gestaan van het aantonen van een technische haalbaarheid. Deze fase is onder te verdelen in een drietal onderwerpen, te weten:

- Screening materialen
- Toxiciteit testen
- Productie van substraten

In eerste instantie is een screening uitgevoerd van de te gebruiken vezels en polymeren. Op basis van alle beschikbare materialen worden hier een aantal materialen geselecteerd die in potentie kunnen dienen als substraat vervanger. Aan deze materialen zijn vervolgens toxiciteit testen verricht. In deze experimenten is in een vroeg stadium bekeken of de materialen de wortelgroei chemisch hinderen.

Hierna is de eigenlijke haalbaarheidstudie naar de productie van substraten uitgevoerd. Hierbij is, zoals afgesproken met Agrifirm, de focus gelegd bij de ontwikkeling van losse substraten. Deze substraten moeten vervolgens kunnen worden toegepast in de door Agrifirm ontwikkelde bollen tray "Delta tray". Hiernaast zijn voor vezels de mogelijkheden voor de productie van vezelmatten in kaart gebracht.

1.2 SCREENING

1.2.1 Substraten op basis van agrovezels

Verschillende vezelbronnen en soorten zijn in de screening getest en vergeleken op een aantal voor vezels belangrijke criteria, te weten;

- kostprijs
- beschikbaarheid
- (mogelijke) toxiciteit voor bollen en bloemen
- behandelingswijze en vorm
- mogelijke verwerkingsvormen en kosten
- pH en verwachte levensduur in water

Onderstaande vezels zijn gescreend op bovenstaande criteria:

Hennepbast normaal	Hennepbast acetylvezels	Hennep
Jute	Grasvezel	Graszaad
Arbocel	Palmpitschilfers	Vlaskern
Kokos	Vlaskernvezel geëxtrudeerd	Vlaskern R80127
Houtwol	Stro	Vlasbast
Cacaodoppen	Cocopeat	

Uit deze screening zijn een viertal vezels naar voren gekomen, te weten;

- jute
- kokos
- hennep (in twee vormen)

Deze vezels zijn ook gebruikt in de opplantproeven en de toxiciteitproef. Hiernaast wordt in het onderzoek cocopeat meegenomen. Dit is een onderdeel van de kokosvezel dat een zeer hoge waterabsorptie heeft en als superslurper zou kunnen dienen in de te ontwikkelen substraten.

1.2.2 Substraten op basis van bio-afbrekbare polymeren

Verschillende bioafbrekbare polymeren zijn in de screening vergeleken op een aantal voor de polymeren en het schuimproces belangrijke criteria, te weten;

- kostprijs
- beschikbaarheid
- (mogelijke) toxiciteit voor bollen en bloemen
- verwerkbaarheid (smeltviscositeit, verwerkingsstabiliteit, opschuimbaarheid)
- stabiliteit in waterig milieu

Er komen steeds meer biologisch afbreekbare polymeren op de markt. Deze polymeren zijn vrijwel allemaal ontwikkeld voor thermoplastische verwerkingstechnieken en zijn onder te verdelen in twee groepen:

- in de natuur voorkomende polymeren (bv. zetmeel, eiwit en cellulose)
- synthetische polymeren al dan niet op basis van hernieuwbare grondstoffen

Een nadeel van de in de natuur voorkomende polymeren voor de beoogde toepassing is hun watergevoeligheid, een uitzondering hierop is cellulose. Er zijn vele soorten synthetische bio-afbreekbare polymeren ontwikkeld. De polymeren die voor de huidige toepassing in aanmerkingen komen verschillen niet zoveel van elkaar. Van de volgende polymeren wordt gedacht dat zij potentie hebben voor toepassing als alternatief substraat:

- Cellulose diacetaat (CD) (Tubize)
- Bionolle (Showa Denko)
- Polymelkzuur (PMZ) (Hycail, Dow/Cargill)
- Polyesteramide (BAK) (Bayer)

Deze polymeren zijn gebruikt in de toxiciteit test. De genoemde polymeren hebben geen waterbindend vermogen. Om dus te voldoen aan de eis dat 30-50 wt% water opgenomen moet kunnen worden, zal een superslurper aan de materialen worden toegevoegd. Vanwege de beschikbaarheid en verwerkbaarheid is gekozen voor een polyacrylaat superslurper. Tijdens de studie is ons bekend geworden dat polyacrylaten mogelijk invloed kunnen hebben op de bollenteelt. In het onderzoek zal dus ook gekeken worden naar mogelijke alternatieven hierop; bijvoorbeeld houtmeel en Cocopeat.

Van de vier genoemde polymeren zijn een aantal eigenschappen in kaart gebracht die van belang worden geacht in het gebruik als substraat. Deze zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 1.1 Eigenschappen Polymeren in relatie tot het gebruik als substraat

	dichtheid (kg/m ³)		stabiliteit	afbreek	eco	beschik	kostprijs
	materiaal	schuim	in water	baarheid	toxiciteit	baarheid	(fl/kg)
CD	1270	50-200	goed	goed	matig	goed	7-8
Bionolle	1260	50-200	redelijk	langzaam	zeer laag	goed	12-15
PMZ	1250	50-200	goed	goed	zeer laag	slecht	3-6
BAK	1070	50-200	goed	goed	van belang	redelijk	7-8

Deze tabel geeft aan dat PMZ een goede keuze zou zijn, dit polymeer is echt nog nauwelijks te verkrijgen. Het materiaal kon daarom niet worden meegenomen in de haalbaarheidstudie. In de volgende tabel zijn een aantal polymeereigenschappen weergegeven die van belang zijn voor het schuimproces.

Tabel 1.2 Eigenschappen polymeren in relatie tot het schuimproces

	glasovergang	smeltpunt	stabiliteit tijdens	WVP*
	(°C)	(°C)	verwerking	
CD	70-110	-	goed	2.5
Bionolle	-32	95-115	goed	0.2-0.5
PMZ	60	-	matig	0.25
BAK	-50	130	goed	2.0

* De WVP is een maat voor de waterdoorlaatbaarheid en geeft de mogelijkheid aan dat het water bij de superslurper in het materiaal kan komen. Een hogere waarde geeft een beter bereikbaarheid.

De bovenstaande tabellen geven aan dat afhankelijk van het gekozen polymeer zowel de resultaten van de schuimexperimenten als van de opplant proeven sterk kunnen verschillen. Uit tabel 2 blijkt dat de vier polymeren zeer verschillende eigenschappen hebben met betrekking tot het schuimproces. Er zijn grofweg twee groepen te onderscheiden. De amorfe materialen (zonder smeltpunt) en de semi-kristallijne materialen (met smeltpunt). Beide klassen van polymeren geven een zeer verschillend schuimgedrag.

1.2.3 toxiciteitstesten

Om de beschikbare onderzoekcapaciteit te optimaliseren werd eerst een screeningsproef uitgevoerd met een groot scala aan substraatvariëaties. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van enkele substraten werd in deze proef uitgegaan van kleine containers. De opzet en resultaten van deze experimenten worden beschreven in fase 2 van dit rapport.

Uit deze experimenten kan worden geconcludeerd dat het gebruik van kokosvezel tot vergelijkbare resultaten leidt met materialen als potgrond, water, perlite en vermiculite. In de groep van vezel materialen komen ook groei-afwijkingen voor. Dit betreft met name vlas- en hennepvezel.

De geteste bio-afbreekbare polymeren veroorzaken afwijkingen bij de geteelde bloemen en verhinderen de uitgroei van een gezond wortelsysteem. Voor Bionolle geldt dit duidelijke in mindere mate dan voor de andere polymeren. De polymeren werden getest in granulaatvorm en niet in de geschuimde vorm die uiteindelijk wordt nagestreefd.

Aan de hand van deze resultaten zal de technologische ontwikkeling van de schuimen starten met de geschikte materialen.

1.3 PRODUCTIE VAN SUBSTRATEN

1.3.1 Substraten op basis van agrovezels

1.3.1.1 Inleiding

De materialen die positief uit de eerste screening- en de toxiciteitstest kwamen zijn verder onderzocht op hun geschiktheid als substraat voor de bloembollenteelt. Hierbij is in eerste instantie uitgegaan van losse vezels met voldoende waterbindend vermogen. Deze losse vezels dienen als aanvulling op de ontwikkelde tray. Hiernaast zullen de mogelijkheden worden aangegeven van het produceren van "self supporting" matten.

1.3.1.2 pH stabiliteit

Tijdens dit deelonderzoek is gekeken naar het verloop van de pH van het voedingswater waarin de tulp dient te broeien. Immers het is van groot belang dat de pH van dit voedingswater niet te grote schommelingen vertoont gedurende enkele maanden (cfr. broeiperiode tulp). Deze pH wordt niet alleen beïnvloed door de tulp zelf maar mogelijk ook door het substraat, hier dus de vezels. Bij de opzet van de metingen is zoveel mogelijk getracht de kwekersomstandigheden na te bootsen. Derhalve zijn volgende meetparameters aangehouden:

- 1 Alle pH-metingen zijn zowel uitgevoerd in gedemineraliseerd water als in gewoon leidingwater. Bij de proeven met gedemineraliseerd water wordt gekeken naar de maat van uitloging van zuren uit de vezels. Bij leidingwater wordt onderzocht wat de stabiliserende werking van de ionen is op dit uitlogen.
- 2 Het ligt in de lijn van de verwachting dat bij commercieel gebruik middellange tot lange vezels gebruikt zullen worden. Immers het werken met (zeer) korte vezels heeft een aantal nadelen. Vooreerst is de zijn deze vezels moeilijker te verwerken (stofontwikkeling), ten tweede zijn deze vezels duurder doordat ze extra verkleind dienen te worden en ten laatste is het stortgewicht groter zodat ze ook hier voor een hogere m³-prijs zorgen.
- 3 Omdat getracht wordt de tray's zo licht mogelijk te maken is gewerkt met netverzadigde vezels. Bij onverzadiging heeft de plant mogelijk een watertekort, bij oververzadiging is de tray te zwaar. Derhalve is gewerkt met vezels met ongeveer 10% vrij water.
- 4 Als blanco-meting is zowel gedemineraliseerd als leidingwater gebruikt.

Voor de bepaling van de pH-stabiliteit is de volgende experimentele procedure aangewend.

- 1 In een 1 liter bekeerglas wordt ongeveer 200 ml water gebracht.
- 2 Hierbij wordt, afhankelijk van het vezelstype, net voldoende vezels toegevoegd zodat er ongeveer 10% vrij water zich boven het vezeloppervlak zich bevindt. Deze methode wordt zowel bij gedemineraliseerd als leidingwater aangewend. De verhouding vezel-water per vezeltype blijft steeds gelijk.
- 3 Na een aantal uren worden bij alle monsters de vezels omgeschept en wordt pH gemeten. Elk monster wordt gedurende een aantal dagen gevolgd.

Opmerking:

De pH-waarde van demiwater is variabel: geen stabiele meetwaarde en groot verschil tussen geroerd en ongeroerd meten. Kraanwater geeft redelijk stabiele waarden, maar de waarden zijn hoger dan verwacht: rond pH 7.5. De monsters worden steeds in triplo gemeten.

Tijdens de onderzoeksperiode zijn een aantal meetseries gemeten. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 1. Hieronder worden per meetserie de resultaten kort beschreven.

Serie 1: jutevezels, kokosvezels en cocopeat.

In deze serie zijn de volgende monsters geanalyseerd

- 1 jutevezels, grof gehakseld
- 2 kokosvezels, grof gehakseld
- 3 cocopeat

De volgende parameters zijn gebruikt bij deze serie:

- 1 In alle bekeerglazen wordt 200 ml leiding- of gedemineraliseerd water ingewogen.
- 2 Vervolgens worden de vezels ingewogen en toegevoegd aan het water. De vezels worden na 2 uur roeren uitgegoten over een filter. Na 30 minuten worden de vezels verzameld en wordt het resterende vochtgehalte, d.m.v. drogen bij 105 °C bepaald. Voor de 3 geteste vezels bedragen deze vochtgehalten jute (92.7 %), kokos (92.4 %) en cocopeat (91.4 %)
- 3 Deze uitgelekte monsters worden vervolgens gebruikt bij de analyse van het verloop van de pH.
- 4 Na x aantal uren wordt de pH gemeten, zie tabel en grafiek. De proeven zijn temperaturen tussen de 19.5 en 21 °C aangewend.

Uit de experimenten zijn een aantal conclusies te trekken, namelijk:

- 1 Bij cocopeat is na verloop van tijd steeds minder "vrij" water beschikbaar. Waarschijnlijk wordt dit water steeds vaster gebonden aan het oppervlak van de vezels. Bovendien bezit cocopeat de mogelijkheid om water intern de vezels op te slaan. Dit water is wel met behulp van kleine krachten te verwijderen. Verwacht wordt dat planten dit water makkelijk kunnen vrij maken. Uit de experimenten blijkt dat cocopeat weinig invloed heeft op de pH van het voedingswater.
- 2 Het voedingswater kleurt tijdens de metingen bij kokosvezels wat geel, maar blijft bij alle monsters gedurende hele proef helder. Ook hier is er een geringe invloed van kokosvezels te merken op de pH.
- 3 Bij de jutevezels kleurt de bovenste laag donker na ca. 150 uur. De vezels produceren onaangename rottingsgeur, maar er is geen zichtbare schimmeligroei. Het water blijft helder en er is geen invloed op de pH geconstateerd.
- 4 Algemeen kan gesteld worden dat de pH van het voedingswater niet of nauwelijks beïnvloed wordt door de natuurlijke vezels, over de tijdsduur van dit experiment (15 dagen).

Serie 2: cocopeat en kokosvezel (Dutch Plantin).

In deze serie zijn twee monsters afkomstig van "Dutch Plantin", namelijk cocopeat, kokosvezel en zwarte kokosvezel geanalyseerd op hun pH-stabiliteit. De metingen zijn uitgevoerd zoals bij meetserie 1. De pH schommelt ook hier in een zeer nauw gebied. De vezels hebben derhalve weinig invloed op de pH. Leidingwater is hier als referentie gebruikt. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1.3 Het verloop van de pH bij "Dutch Plantin" monsters.

uren →	0	384	672
kokosvezel	6.82	6.77	6.72
Zwarte kokosvezels	6.82	7.17	-
cocopeat	6.5	6.66	6.67
Leidingwater	7.77	8.07	8.04
Leidingwater 2	7.85	8.04	7.94

Ook hier is duidelijk te zien dat de pH van het voedingswater weinig wordt door de verschillende natuurlijke vezels. De algemene conclusie is dat de geanalyseerde monsters (kokos, jute en cocopeat) weinig invloed uitoefenen op het pH-verloop van het voedingswater.

1.3.1.3 Wateropnemend vermogen

In dit onderdeel is gekeken naar het waterabsorberende vermogen van de 4 eerder geselecteerde vezels. De absorptie moet voldoende groot zijn zodat de tulp tijdens de broei een voldoende aanbod aan beschikbaar water heeft. Anderzijds mag er niet teveel vrij water aanwezig zijn zodat er eigenlijk sprake zou kunnen zijn van waterbroei. De gebruikte methode ter bepaling van het waterabsorberende vermogen is beschreven in onderstaande paragrafen.

Uitvoering bepaling watervasthoudend vermogen:

- 1 Aan het monster wordt gedemineraliseerd of leidingwater toegevoegd zodat de vezels helemaal onder staan. Voor de potgrond en cocopeat van de tweede serie is alleen leidingwater gebruikt.
- 2 Vervolgens blijven de vezels gedurende 18 uur onder water staan waarna ze, samen met het water, worden overgebracht in een metalen of glazen bakje met bekend gewicht.
- 3 Het bakje wordt omgekeerd op een zeef (kunststof gaas) zodat de vezels gedurende 4.5 uur kunnen uitlekken.
- 4 De bakjes met vezels en overgebleven water worden gewogen voor en na drogen op 105 °C. Hieruit wordt berekend hoeveel water de vezels vastgehouden hebben gedurende de 18 uur.
- 5 Bij de tweede serie is na 24 uur uitlekken nogmaals het gewicht bepaald.

De resultaten van de experimenten zijn weergegeven in tabel 5. Uit deze tabel blijkt dat het waterabsorberend vermogen van cocopeat groter is dan voor potgrond. Er is dus minder cocopeat nodig om een zelfde hoeveelheid water tijdens de broei beschikbaar te houden voor de tulpen.

Tabel 1.4 Waterbindend vermogen: het gemiddeld watergehalte van de vezels na ontwateren.

	Water/vezel*
Jutevezel	10
Kokosvezel	4
Cocopeat 1	15
Cocopeat 2	14/ 14**
Potgrond	3/3**

* Een getalwaarde van 10 betekent dat 1 gram vezel 10 gram water kan vasthouden.

** tweede waarde is na 24 uur uitlekken

Zwelling

De maat van zwelling kan van belang zijn bij het gebruik van tray's bij de broei van tulpen. De volumetoename van het monster ten gevolge van vochtopname is bepaald voor potgrond en cocopeat. In een glazen maatcilinder is een zekere massa monster afgewogen. Na verzadigen met water is het overtollige water afgewogen door de opening van de maatcilinder met gaas af te dekken en het monster 24 uur te laten uitlekken. Na uitlekken is het volume opnieuw bepaald.

Een volume van 75 ml cocopeat neemt toe tot 160 ml, een factor 2.1. Een volume van 50 ml potgrond levert na wateropname een volume van 55 ml op, een factor 1.1. Bij het afvullen van de tray's is het dus noodzakelijk met deze volumetoename rekening te houden. Hier heeft cocopeat dus een voordeel t.o.v. potgrond. Immers er wordt een luchtige substraatstructuur geschapen waarbij de wortels van de tulpen een geringe weerstand ondervinden. Deze luchtige structuur heeft geen invloed op de stabiliteit van de tulp tijdens de broei gezien het feit dat de tray instaat voor deze stabiliteit. Cocopeat vervult hier eigenlijk de functie van waterbinder. Het grote voordeel van cocopeat t.o.v. potaarde is dat het geperst in droge toestand een veel kleiner volume inneemt zodat transport- en opslagkosten lager uitvallen.

1.3.1.4 Houdbaarheid

Omdat de broeiperiode maximaal 9 maanden kan duren is het noodzakelijk dat de aangewende natuurlijke vezels een grote stabiliteit vertonen tegen het natuurlijke rottingsproces door schimmels, bacteriën, organische zuren, enz. Een aantal substraten is op houdbaarheid in vochtige omstandigheden (volledig onder water en na verzadiging en afgieten) getest. In het laatste geval blijft bij de jute- en kokosvezels een laagje water in het potje staan om een vochtige atmosfeer te houden. Beoordeeld is op schimmelvorming, verkleuring en andere tekenen van aantasting van het materiaal.

De volgende monsters zijn getest op hun houdbaarheid:

- 1 jutevezels
- 2 kokosvezels ("kokos 2")
- 3 geëxtrudeerde vlaskern
- 4 cacaodoppen
- 5 hennepkern, gemalen in Retschmolen
- 6 cocopeat

De proef is ingezet op 01-10-99. Met tussenpozen van enkele dagen zijn de monsters beoordeeld. In geval van duidelijke schimmelvorming of andere aantasting is het betreffende monster uit de proef verwijderd. De temperatuur schommelde tussen 15°C en 20°C. Indien nodig is water toegevoegd om het waterpeil op niveau te houden. De potjes waren gedurende de hele proef open.

Er bleek in een aantal gevallen verschil in houdbaarheid tussen de monsters in vochtige toestand en de volledig ondergedompelde monsters. Tussen de duplo's was bij alle monsters weinig verschil waar te nemen. De cacaodoppen schimmelden in zowel natte als vochtige toestand al na enkele dagen, evenals het geëxtrudeerde vlas in vochtige toestand. Na ca. 2 weken zijn beide hennepkernmonsters duidelijk beschimmeld, met name het bevochtigde monster. Na 3 weken zijn het volledig ondergedompelde vlaskern- en hennepkernmonster verwijderd. Na ca. 2 maanden is de proef beëindigd. Jute vertoonde in beide gevallen een heel klein beetje schimmel op het oppervlak. De kokosvezels en het cocopeat zijn niet zichtbaar aangetast. Deze resultaten komen overeen met de verwachte standtijden, bijvoorbeeld op basis van onderzoek aan geotextielen. Daarin zijn voor jute en vlas (vezels!) standtijden van 40 resp. 20 dagen gevonden, voor kokosvezels was dit 300 dagen.

1.3.1.5 Vezelmatten

Vervanging van potgrond door vezelmatten is een zeer elegante manier om te komen tot een lichtgewicht substraat op basis van vezels, waarin wortelgroei mogelijk is en dat voldoende stabiliteit biedt aan de bol. De firma Enkev B.V. te Volendam produceert vezelmatten. De firma heeft een tweetal monsters opgestuurd (Cocolok D20 en Cocolok D40). Dit zijn veerkrachtige en open matten van kokosvezel met natuurrubber als binder, zogenaamd "rubberised coir". De matten zouden, indien voorzien van plantgaten, mogelijk als substraat gebruikt kunnen worden.

Een stuk Cocolok D20 is als substraat ingezet in de opplantproef van november '99. De matten zelf houden beperkt water vast. Er is geprobeerd een los substraat (cocopeat) in de mat te krijgen. De mat is te open om het substraat in droge toestand vast te houden. De cocopeat neemt niet snel genoeg vocht op om uitspoelen te voorkomen als er water toegevoegd wordt. Een substraat zou dus waarschijnlijk al tijdens de productie toegevoegd moeten worden. Met een schaar zijn verschillende gaten in de matten gemaakt bij wijze van plantgat. Door de veerkracht in de mat houdt deze een voorwerp in een net iets te klein gat vrij stevig vast.

Aan deze matten zijn zowel pH metingen als stabiliteitstesten uitgevoerd. Hiervoor zijn redelijk grote stukken mat gebruikt om een eventuele invloed op de samenhang van de mat te kunnen bepalen. Omdat het materiaal daardoor niet verkleind kan worden is wel een grotere hoeveelheid water nodig dan bij metingen aan de losse materialen. De metingen zijn uitgevoerd zoals beschreven voor de losse vezels. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 2. Uit de experimenten lijkt het dat het substraat weinig of geen grote invloed heeft op de pH. Bovendien bieden de matten grote weerstand tegen schimmels en verrotting. Na een ca 20 dagen treedt minimale beschimmelings op (vooral op het rubber). Nadelig is dat deze matten versterkt zijn door (natuur)rubber. Dit rubber zorgt voor een lagere afbreekbaarheid en een grotere apolariteit. Dit is waarschijnlijk de hoofdreden waarom het waterbindend vermogen van de matten laag is. Derhalve kan veel verwacht worden van matten opgebouwd uit kokos en cocopeat. Met behulp van matten wordt de groei van tulpen minder arbeidsintensief (door standaard matten aangepast aan de tray, snel vullen van de tray, eventueel voorgeponste plantgaten, enz.) Rekening houdend met deze voordelen dient eigenlijk onderzoek verricht te worden naar matsystemen waarbij cocopeat (of andere waterbinder) is ingewerkt in de vezels en waarbij een natuurlijke afbreekbare binder zorgt voor de samenhang.

1.3.1.6 Conclusie

Op basis van alle experimenten uitgevoerd op jutte, kokos, hennep en cocopeat kan gesteld worden dat vooral cocopeat en kokos voldoen aan de gestelde eisen. Deze materialen beïnvloeden het voedingsmilieu voor de plant minimaal. Ze zijn in voldoende mate resistent tegen natuurlijke afbraakprocessen. Bovendien bieden ze vele mogelijkheden i.v.m. vormgeving.

Er kan bovendien worden geconcludeerd dat het technisch haalbaar is om op basis van agrovezels substraten te produceren voor de teelt van bloembollen.

1.3.2 Substraten op basis van bio-afbreekbare polymeren

1.3.2.1 Inleiding

De technische haalbaarheid is uitgevoerd met Bionolle en CD. Bionolle kwam als redelijk uit de toxiciteit test. Als alternatief is CD meegenomen in de technische haalbaarheid. Dit materiaal bleek toxisch in de eerste test, maar het wordt verwacht dat de toxiciteit na het schuimproces een stuk lager zal zijn. Tijdens het schuimen dampst namelijk een groot gedeelte van het azijnzuur uit dat in het materiaal aanwezig is. Beide materialen werden geschuimd middels extrusie. Hiervoor werd uitgegaan van milieuvriendelijke blaasmiddelen.

1.3.2.2 Geschuimde substraten op basis van Bionolle

Bionolle is een thermoplastisch verwerkbaar materiaal. Belangrijk voor de verwerking van dit materiaal is dat het voor extrusie wordt gedroogd. Het materiaal kan zonder weekmaker worden verwerkt. Doordat het een semi-kristallijn polymeer betreft is vooral de afkoelfase na het schuimen van groot belang voor de uiteindelijke schuimstructuur en de dichtheid. Hiernaast zijn de viscositeit tijdens extrusie en de drukval van groot belang.

Experimenteel

Alle samples zijn geschuimd op een Berstorff ZE25 dubbelschroefextruder ($D=25$ mm, $L/D=40$). Bionolle-granulaat en additieven zijn afzonderlijk van elkaar d.m.v. twee feeders ingevoerd in de hoppersectie van de extruder. Er zijn diverse additieven (in verschillende concentraties) gebruikt om de wateropname-capaciteit te vergroten. Talkdeeltjes worden gebruikt als schuiminitiatieermiddel. Koolzuurgas is gebruikt als blaasmiddel. De volgende additieven zijn in het onderzoek gebruikt.

- talkdeeltjes (Microcalc)
- Sanwet Superabsorbent Polymer (SAP)
- gemodificeerd aardappelzetmeel (Perfectamyl)
- superslurper (Aquasorb)
- Cocopeat

Aan de hand van deze materiaalcombinaties zijn vervolgens de schuimexperimenten uitgevoerd. De schuimvorming is geoptimaliseerd door de procesparameters en de schroefopbouw te variëren. De eigenschappen van het schuim zijn bepaald als functie van de materiaalsamenstelling en procesomstandigheden.

Resultaten

Een eerste serie schuimexperimenten met Bionolle hebben geleid tot een optimale schroefopbouw en temperatuurprofiel voor schuimextrusie van deze materiaal/blaasmiddel combinatie. Er is schuim geëxtrudeerd in verschillende samenstellingen door het toevoegen van de diverse additieven in verschillende concentraties aan het Bionolle-granulaat. Een overzicht hiervan wordt gegeven in de volgende tabel.

Tabel 1.5 Resultaten schuimexperimenten met Bionolle

polymeer	additief 1		additief 2		dichtheid (kg/m ³)
	soort	(%)	soort	(%)	
Bionolle 3001	microcalc	0.25	-	-	350
Bionolle 1903	microcalc	0.25	-	-	123
Bionolle 1903	microcalc	0.25	SANWET	2	137
Bionolle 1903	microcalc	0.25	SANWET (gemalen)	2	170
Bionolle 1903	-	-	Perfectamyl	1	138
Bionolle 1903	-	-	Perfectamyl	3	397
Bionolle 1903	-	-	Perfectamyl	5	651
Bionolle 1903	-	-	Aquasorb	1	165
Bionolle 1903	-	-	Aquasorb	5	324
Bionolle 1903	-	-	Cocopeat	1	228
Bionolle 1903	-	-	Cocopeat	5	543

Bij gebruik van Perfectamyl, Aquasorb en Cocopeat bleek dat de combinatie van microcalc met deze additieven zorgde voor volledig inzakken van de schuimstructuur. Deze combinaties zijn daarom zonder microcalc gedraaid. Uit de resultaten blijkt dat de concentratie en deeltjesgrootte van het additief een duidelijk effect op het schuimgedrag hebben. Bij toenemende concentratie vertoont het schuim een grotere krimp en/of inklappen van de cellen. Dit heeft een verhoging van de schuimdichtheid tot gevolg. Deze verhoging wordt voornamelijk veroorzaakt doordat de additieven afkoeling tegengaan na schuimvorming. Initieel schuimt het materiaal met additief veel beter. Doordat het echter langer warm blijft kan deze structuur niet worden gefixeerd en zakt het materiaal in.

Aan het verkregen schuim zijn wateropname en -afname testen gedaan. Het geschuimde materiaal is cilindervormig wanneer het uittreedt uit de die. Van deze strengen schuim zijn samples verkregen door de streng in lengterichting door te snijden en verder te snijden op lengtes van ongeveer 20 mm. Van elk van de 10 materialen zijn 4 samples gebruikt voor wateropnameproeven. Elk sample is gewogen en gedurende een aantal dagen ondergedompeld in water. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 3.

Visueel is tijdens de proeven waargenomen dat het water zich voornamelijk ophoopt in de opengesneden cellen. Het schuim met de minste krimp of inklappen van de celstructuur heeft de laagste dichtheid en daar vindt ook de meeste waterabsorptie plaats. Bij schuim dat een zeer grote mate van krimp en inklappen vertoont is er van de celstructuur niet veel meer over. De hoeveelheid water die dan in de cellen kan dringen is zeer beperkt zoals bijvoorbeeld bij het schuim met 5% Perfectamyl. Deze afhankelijkheid van de hoeveelheid opgenomen water en de dichtheid van het schuim blijkt duidelijk uit de figuur in bijlage 4.

Bovendien speelt het feit dat het additief niet in staat water op te nemen, omdat het additief volledig ingebed is in de polymermatrix nog een belangrijke rol. Het water kan daardoor niet doordringen tot in het additief maar blijft aanhangen aan de celwanden van de open cellen. Naarmate dit celwandoppervlak groter is (dus bij het minst gekrompen of ingeklapte schuim) is deze hoeveelheid water groter. Het schuim zonder een additief voor wateropname haalt daarbij de beste resultaten.

1.3.2.3 Geschuimde substraten op basis van CD

Cellulosediacetaat is een thermoplastisch verwerkbaar materiaal, wanneer het in combinatie met een weekmaker wordt verwerkt in een extruder. Het schuimgedrag wordt voornamelijk beïnvloed door de viscositeit tijdens extrusie (temperatuur en weekmakergehalte), door de druk in de extruder en door de drukval en mate van afkoelen tijdens de schuimvorming uit de extruderopening. Ook wordt het schuimgedrag sterk beïnvloed door eventuele additieven. Water is een geschikt blaasmiddel voor dit materiaal.

Experimenteel

De extrusie-experimenten werden uitgevoerd op een meedraaiende dubbelschroefextruder (Berstorff ZE40*38D) met een L/D van 38. Aan het cellulose diacetaat wordt 10-16% weekmaker toegevoegd om het te kunnen verwerken. Het water, dat als blaasmiddel fungeert, wordt ongeveer halverwege de extruder via een plunjerpomp in de smelt geïnjecteerd. Het water lost op in de smelt en daar de verwerkingstemperaturen tijdens dit proces tussen de 150 en 170 °C liggen zal het water gaan koken en gasbellen creëren, wanneer het de machine verlaat. Door de juiste instelling van de temperatuur kan na gasvorming en expansie de op deze manier gevormde schuimstructuur worden gefixeerd.

De volgende additieven zijn aan de CD/weekmaker premix toegevoegd om de schuimvorming en/of de wateropname te bevorderen :

- superabsorber (SANWET10)
- talk
- talk + superabsorber
- houtmeel
- houtmeel + superabsorber
- houtmeel + talk

Aan de hand van deze materiaalcombinaties zijn vervolgens de schuimexperimenten uitgevoerd. De schuimvorming is geoptimaliseerd door de procesparameters en de schroefopbouw te variëren. De eigenschappen van het schuim zijn bepaald als functie van de materiaalsamenstelling en procesomstandigheden.

Resultaten

In een eerste serie experimenten is uitgaande van de samenstelling CD/weekmaker door het variëren van de water concentratie, de schroefopbouw en de procesparameters de schuimvorming geoptimaliseerd. Vervolgens zijn bij deze procesomstandigheden schuimexperimenten uitgevoerd met verschillende additieven. In de volgende tabel worden de resultaten van deze experimenten weergegeven.

Tabel 1.6 Resultaten schuimexperimenten met CD

polymeersamenstelling	additief 1		additief 2		water (%)	dichtheid (kg/m ³)
	soort	(%)	soort	(%)		
CD/weekmaker (85/15)	-	-	-	-	10.2	112
CD/weekmaker (85/15)	houtmeel	10	-	-	10.2	150
CD/weekmaker (85/15)	SANWET	2	-	-	14.0	145
CD/weekmaker (84/16)	houtmeel	10	SANWET	2	9.6	150
CD/weekmaker (86/14)	-	-	talk	1	11.8	35
CD/weekmaker (84/16)	houtmeel	10	-	-	11.8	75

Uit de tabel blijkt dat toevoegen van talk een duidelijke verlaging van de dichtheid tot gevolg heeft. Toevoeging van andere additieven voor de bevordering van de wateropname hebben een negatieve invloed op de dichtheid. Hiervoor geldt dezelfde redenering als voor Bionolle schuimen.

Aan het verkregen schuim zijn wateropname en -afname testen gedaan. Hierbij is de massatoename t.o.v. het droge geëxtrudeerde schuim gemeten door het schuim in water te bewaren. De massa toe- of afname is in de tijd gevolgd. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 5. Uit deze resultaten volgt dat wanneer het schuim in water wordt ondergedompeld het een significante hoeveelheid water opneemt. Net als voor Bionolle valt ook hier op dat de wateropname het hoogst is wanneer geen superslurper wordt toegevoegd. Ook hier kan worden gesteld dat het toevoegen van een superslurper een dichtheidsverhoging tot gevolg heeft en dat hierdoor de wateropname lager wordt. Wanneer het schuim vervolgens uit het water wordt gehaald en wordt bewaard bij 60% RV dan is het schuim binnen drie dagen al het opgenomen water weer kwijt.

1.3.2.4. Conclusie

Uit de resultaten van bovenstaande experimenten kan worden geconcludeerd dat het mogelijk is om uitgaande van de combinaties Bionolle/CO₂ en CD/water schuimen te produceren middels extrusie met een dichtheid onder de 100 kg/m³. De dichtheid is sterk afhankelijk van de schroefopbouw, de procesparameters en de eventuele toevoeging van additieven.

Het toevoegen van superslurpers aan de materiaalsamenstelling heeft een zeer grote invloed op het schuimgedrag van de materialen. Tijdens schuimen vindt collapse plaats van de cellen, waardoor de dichtheid snel toeneemt en de schuimstructuur verdwijnt.

Uit de experimenten is gebleken dat de wateropname van de schuimen voornamelijk wordt bepaald door de schuimstructuur. De hoogste wateropname werd bepaald voor materialen zonder toegevoegde superslurpers. Doordat het toevoegen van superslurpers een grote invloed heeft op de schuimstructuur is in deze experimenten de meerwaarde van de superslurpers niet benut.

1.4 CONCLUSIE

Uit de technische haalbaarheidstudie kan worden geconcludeerd dat het zowel op basis van agro-vezels als op basis van bio-afbrekbare polymeren mogelijk is om substraten te produceren als alternatief voor potgrond.

Kokos en jute zijn beiden agro-vezels die het beste voldoen aan de gestelde eisen. Deze materialen beïnvloeden het voedingsmilieu voor de plant minimaal. Ze zijn in voldoende mate resistent tegen natuurlijke afbraakprocessen. En tenslotte bieden ze vele mogelijkheden i.v.m. vormgeving. Er kan bovendien worden geconcludeerd dat het technisch haalbaar is om op basis van agrovezels substraten te produceren voor de teelt van bloembollen.

Uit de resultaten van experimenten met bio-afbrekbare polymeren kan worden geconcludeerd dat het mogelijk is om uitgaande van de combinaties Bionolle/CO₂ en CD/water schuimen te produceren middels extrusie met een dichtheid onder de 100 kg/m³. De dichtheid is sterk afhankelijk van de schroefopbouw, de procesparameters en de eventuele toevoeging van additieven. Het toevoegen van superslurpers aan de materiaalsamenstelling heeft een sterke stijging van de dichtheid tot gevolg. De hoogste wateropname werd bepaald voor materialen met de laagste dichtheid en dus zonder toegevoegde superslurpers. De geteste bio-afbrekbare polymeren veroorzaken afwijkingen bij de geteelde bloemen en verhinderen de uitgroei van een gezond wortelsysteem. Voor Bionolle geldt dit duidelijke in mindere mate dan voor de andere polymeren.

In de onderstaande tabel wordt de wateropnamecapaciteit van de geproduceerde substraten weergegeven. Ook wordt een inschatting gegeven van de gewichtreductie t.o.v. van het gebruik van potgrond.

Tabel 1.7 Wateropname en gewichts reductie alternatieve substraten (in de beekenkamp teeltkrat)

substraat	30 vol.% water gewenst			50 vol.% water gewenst		
	substraat gewicht (kg)	mogelijke hoeveelheid water (%)	gewichts reductie (%)	substraat gewicht (kg)	mogelijke hoeveelheid water (%)	gewichts reductie (%)
potgrond	6.1	30	-	6.1	50	-
Bionolle schuim	0.9	19	63	0.9	19	72
Kokos	0.8	30	46	0.8	39	48
Cocopeat	2.7	30	30	2.7	50	23

Uit deze tabel blijkt dat het met substraten op basis van Kokos en Cocopeat haalbaar is om 30% van het volume van een teeltkrat te vullen met water. Voor Cocopeat is een percentage van 50% zelfs makkelijk haalbaar. In het geval van Bionolle is de maximale opgenomen hoeveelheid water 19% van het volume van de teeltkrat. Ook blijkt dat de gewichtsreductie voor een belangrijke mate afhankelijk is van de hoeveelheid water die nodig is tijdens de teelt.

FASE 2

INVLOED VAN DE SUBSTRATEN OP DE BLOEMKWALITEIT EN DE WORTELGROEI

2.1 INLEIDING

In dit deel van het rapport betreffende de haalbaarheidstudie naar het ontwikkelen van een alternatief substraat voor de kistenbroei van tulpen worden de resultaten vermeld van twee opplantproeven met bollen in nieuw substraat. Deze proeven dienden uitsluitend te geven met betrekking tot de vraag of deze substraten fytotoxisch zijn. Tevens werd tijdens deze opplantproeven bekeken in hoeverre de wijze van toepassen van het substraat speciale randvoorwaarden stelt dan wel een meerwaarde verschaft ten opzichte van de bestaande praktijksystemen.

Door het opplanten van tulpenbollen in teeltbakken gevuld met alternatieve teeltsubstraten en de kwaliteit van de daarop geteelde bloemen te meten wordt vastgesteld in hoeverre de geteste nieuwe substraten geschikt zijn voor deze zogenaamde kistenbroei.

Om de beschikbare onderzoekcapaciteit te optimaliseren werd eerst een screeningsproef uitgevoerd met een groot scala aan substraatvariëaties. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van enkele substraten werd in deze proef uitgegaan van kleine containers. De resultaten van de screeningstest werden gebruikt om vier substraten te selecteren voor een uitgebreide vervolgproef waarin werd uitgegaan van een praktijksituatie.

2.2 SCREENINGSPROEF

2.2.1 Materialen en methoden

De substraten werden verkregen uit twee soorten grondstof nl. plantaardige vezels en bio-afbreekbare schuimbare polymeren. Als referentie werden diverse substraten in de proef opgenomen nl.: potgrond, water maar ook perlite en vermiculite. In de eerste proef werden totaal 12 typen substraat gescreend. In deze proef werden twee tulpencultivars getest, die door derden waren geleverd. De nog niet voltooide temperatuurbehandeling op het moment van ontvangst werd bij ATO afgerond volgens voorschriften die door Agrifirm werden verschaft.

Substraten

De volgende substraten werden in de proef opgenomen:

tabel 2.1 Alternatieve substraattypes voor tulpen

Plantenvezeltypes	Bio-afbreekbare polymeren	Referenties
Hennep kern	Cellulose di-acetaat	Potgrond
Vlas kern	Bionolle	Water
Kokos	PLA	Perlite
Jute	BAK	Vermiculite

De polymeren werden in deze proef niet geschuimd, maar in granulaatvorm in de bakjes gedaan. De potgrond werd in twee toepassingsvormen getest nl. in een gesloten bakje en in een bakje met vier gaten aan de onderzijde waardoor overmatig gietwater afgevoerd werd. Totaal werden dus 13 objecten bestudeerd.

Product

De tulpenbollen voor de proef waren de cultivars: "Ben van Zanten" en "Leen van der Mark". De bollen werden na ontvangst in het donker opgeslagen bij 5°C en opgeplant op 20 september 1999. De bakjes werden

vervolgens tot 1 oktober bewaard in het donker bij 5°C (Ben van Zanten) resp. tot 7 oktober (Leen van der Mark). Op 1 en 7 oktober werden de bakjes in groeilicht geplaatst in een groeikamer. De temperatuur was 3 weken 13°C gevolgd door 1 week 16°C en na 1 week verhoogd naar 18°C. De bloemen konden daarna omstreeks half november geoogst worden.

Test

De bollen werden in transparante polypropyleen bakjes geplaatst welke voorzien waren van een klemdeksel. In deze deksel zijn perforaties aangebracht. Zolang de spruiten nog onder het deksel pasten bleven de deksels gesloten. Daardoor bleef de vochtigheid in de bakjes beter behouden. Om de bollen in water in de bakjes toch te kunnen fixeren werden roosters van gaas gemaakt met omgebogen uiteinden waarop de bollen vastgeprikt konden worden. De bakjes bevatten bij alle varianten elk 9 bollen. Elke substraatvariabele werd in drievoud onderzocht ergo uitbloeigegevens van de screeningsproef betreffen gemiddeldes van 27 bollen per cultivar.

Kwaliteitsmeting

Om de kwaliteit van de geteelde bloemen te bepalen werden de volgende kwaliteitsaspecten van iedere bloem bepaald:

1. Gewicht van de bloem (g)
2. Lengte van de totale bloem (cm)
3. Lengte van de poot (cm)
4. Lengte van de nek (cm)
5. Lengte van de bloemknop (cm)
6. Kromheid van de steel (recht=0; beetje krom =1; zeer krom=2)
7. Stevigheid van de steel

Daarnaast werden nog wat aanvullende metingen verricht. Het aantal uitvallers werd geteld (oogstpercentage); specifieke afwijkingen werden genoteerd bijvoorbeeld waterstelen.

Na de teelt werd beoordeeld in welke mate een gezonde wortelpruik gevormd was tijdens de teelt. Deze beoordeling was visueel en werd gescoord met een rapportcijfer.

Gegeven de randvoorwaarde dat een nieuw substraat potgrond moet vervangen is een beoordeling met de titel "gebruiksgemak" ingevoerd. Dit gebruiksgemak is te omschrijven als een waardeoordeel waarmee aangegeven wordt hoe het substraat zich in de toepassing gedraagt. Het vermogen van een substraat om structuur aan een bollenbed te verschaffen; de lichtheid van het materiaal en het kunnen scheiden van substraat en bollen na de teelt zijn elementen die in het begrip gebruiksgemak opgenomen zijn.

Ook is "toxiciteit" een toegepast begrip in deze studie en beschrijft de mate waarin afwijkingen optreden.

Daarnaast werden enkele pH-metingen verricht omdat daarmee wellicht wortelgroei stoornissen verklaard kunnen worden.

In verband met de leesbaarheid van dit rapport en de grote hoeveelheden data worden alleen de data vermeld en besproken die voor de conclusies belangrijk zijn. Niet alle data worden vermeld.

Middels een kwalitatieve eindscore-aanduiding gebaseerd op de meest relevante kwaliteitsaspecten ontstaat een direct overzicht van het resultaat van proef 1.

2.2.2 Resultaten

De belangrijkste resultaten van de eerste opplantproef worden in tabel 2.3 en 2.4 weergegeven.

Tabel 2.3 Teeltresultaat met cv. A: "Ben van Zanten" tulpen op diverse alternatieve substraten (n=27)

	Oogst (%)	Gewicht (g)	Lengte (cm)	Wortels (0-10)	Score (tot)
1) Potgrond open	100	29.1	39.6	8	++
2) Potgrond dicht	100	28.0	37.7	8	++
3) Water	100	25.6	36.0	8.9	+
4) Perlite	100	24.0	37.5	9.3	0
5) Vermiculite	100	27.9	37.9	8.6	+
6) CD	15	14.2	21.5	2	--
7) Bionolle	60	18.0	26.9	5.2	-
8) PLA	20	13.0	22.0	2	--
9) BAK	0	0	0	2	--
10) Jute	100	24.5	38.3	8.8	+
11) Hennep	75	21.0	32.3	8	-
12) Vlas	100	24.7	38.2	4.6	-
13) Kokos	100	27.7	40.0	9.3	++
Lsd-waarde	--	2.1	3.0	0.76	--

Bij deze cultivar (BvZ) blijft het bloemgewicht van water, perlite en vermiculite wat achter vergeleken met de "potgrond"-teelt. De teelt op kokos geeft met potgrond vergelijkbare (goede!) effecten op de kwaliteit. Alle polymeren (6 t/m 9) scoren slecht.

Tabel 2.4 Teeltresultaat met cv. B: "Leen van der Mark" tulpen op diverse alternatieve substraten (n=27)

	Oogst (%)	Gewicht (g)	Lengte (cm)	Wortels (0-10)	Score (tot)
1) Potgrond open	100	27.7	34.8	8	+
2) Potgrond dicht	100	31.2	38.8	8	++
3) Water	88	23.3	31.6	8	0
4) Perlite	100	28.1	38.6	8	+
5) Vermiculite	100	28.9	36.8	9	+
6) CD	0	0	0	1	--
7) Bionolle	55	21.1	29.5	4.5	-
8) PLA	0	0	0	1	--
9) BAK	0	0	0	1	--
10) Jute	88	28.2	35.8	9	0
11) Hennep	75	23.7	32.9	9	-
12) Vlas	50	14.3	22.4	9	--
13) Kokos	100	29.4	39.0	9	++
Lsd-waarde	--	2.1	3.0	0.76	--

Uit tabel 2.4 volgt dat de resultaten van deze cultivar overeenstemmen met de resultaten van de andere cultivar. Anders dan bij de eerste cultivar (zie tabel 2.3) is dat er bij jutevezel meer uitval is. Vlasvezel is voor de wortelgroei van de tweede cultivar minder schadelijk dan voor de eerste.

Uit deze resultaten (tabel 2.3 en 2.4) blijkt overduidelijk dat er bij beide cv's toxische effecten zijn van de schuimbare bioafbreekbare polymeren. Ook bij sommige plantenvezelsubstraten nl. vlas en hennep is er een negatief effect van het substraat op het teeltresultaat. Alleen kokos behaalt een score die vergelijkbaar is met de referentie substraten. Bij jute is er dus meer uitval bij de Leen van der Mark tulp. Opmerkelijk is dat de waterteelt enigszins achterblijft in vergelijking met het resultaat van de substraten: potgrond, perlite en vermiculite.

Andere kwaliteitsmetingen

De metingen betreffende pootlengte, nek lengte en bloemlengte leveren geen aanvullende informatie op en worden derhalve hier weggelaten. Er waren vergelijkbare verschillen tussen de substraten met betrekking tot kromheid van stelen en stevigheid van stelen als in tabel 2.3 en 2.4 staan weergegeven. Lange stelen van lager gewicht kregen voor stevigheid en kromheid een lagere score. Deze kwaliteitsaspecten bleken niet van waarde te zijn voor de selectie van substraten voor de tweede proef en worden hier niet verder besproken.

pH-metingen

Omdat de zuurgraad van het substraat een directe verklaring kan opleveren voor slechte wortelgroei is een aantal malen tijdens de teelt de pH gemeten van het aanwezige gietwater in de bakjes gemeten. De pH van het gebruikte gietwater bedroeg 7.3.

Tabel 2.5 pH-waarden van gietwater afkomstig van alternatieve teeltsubstraten voor tulpenbollen

	cv. A: Ben van Zanten			cv. B: Leen van der Mark		
	3 dgn	14dgn	21dgn	4dgn	10dgn	21dgn
1) Potgrond open	5.5	5.4	5.5	5.5	5.5	5.6
2) Potgrond dicht	5.6	5.5	5.4	5.5	5.6	5.7
3) Water	6.9	6.9	6.8	7.0	6.9	7.0
4) Perlite	6.5	6.8	7.0	6.5	6.7	7.2
5) Vermiculite	7.2	7.3	7.4	7.0	7.1	7.2
6) CD	3.7	4.0	4.3	4.0	3.8	4.1
7) Bionolle	5.8	5.8	6.0	5.5	5.7	5.8
8) PLA	2.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
9) BAK	5.7	5.8	5.8	5.0	5.3	6.0
10) Jute	6.5	7.0	7.8	6.5	6.6	7.0
11) Hennep	8.3	8.3	8.8	8.0	8.1	8.5
12) Vlas	5.5	6.2	7.2	5.5	5.9	6.5
13) Kokos	7.3	7.2	7.3	7.2	7.2	7.3

Er is niet altijd een directe relatie tussen de pH-metingen en de teeltresultaten (koppeling van tabel 2.3, 2.4 en 2.5). De substraten met de laagste pH's (CD en PLA) gaven wel de slechtste teeltresultaten en daaraan gekoppeld de slechtste wortelgroei. De verhoogde pH die vooral bij hennep gemeten werd is kennelijk ook ongunstig voor het teeltresultaat ondanks het feit dat de wortels goed ontwikkeld waren. Potgrond is zuurder dan de referentiesubstraten: water, perlite en vermiculite.

Aangezien CD en Bionolle in granulaatvorm werden toegepast werd verwacht dat deze materialen in geschuimde vorm veel minder zuur zouden zijn. Mede om deze reden werd besloten om het onderzoek toch met deze twee substraten te vervolgen voor wat betreft de schuimbare polymeren. Uit de groep plantenvezels werd kokos geselecteerd en gegeven de gunstige eigenschappen van deze vezel voor deze toepassing ook nog een variant hiervan. Deze vezel wordt "cocopeat" genoemd.

Gebruiksgemak

De bollen waren moeilijk te planten in de jute-, vlas- en hennepvezels. Bij kokos was dat makkelijker. De polymeren en de potgrond waren qua gebruiksgemak ongeveer vergelijkbaar. Echter in water, perlite, vermiculite blijven de bollen niet goed overeind staan als er enkele bloemen geoogst waren en er ruimte in het gewas ontstond.

Toxiciteit

Bij alle geteste polymeren en bij vlas- en hennepvezel treden fytotoxische verschijnselen op. Bij deze substraten is op veel bladeren een bruine of gele rand te zien. Veel bladeren bevatten vlekken of dode punten. De groei vertoonde veelal afwijkingen en dat ging steeds samen met onvoldoende of geen wortelgroei. Met deze proefopzet kan niet worden verklaard wat de precieze oorzaak is van de groei-afwijkingen. Het kan

veroorzaakt zijn door het feit dat wortels geheel of gedeeltelijk ontbreken, maar ook kan het uitlogen en het opnemen van bepaalde schadelijke stoffen de afwijkende groei hebben veroorzaakt.

2.2.3 Conclusies

Uit deze experimenten kan worden geconcludeerd dat het gebruik van kokosvezel tot vergelijkbare resultaten leidt met materialen als potgrond, water, perlite en vermiculite. In de groep van vezel materialen komen ook groei-afwijkingen voor. Dit betreft met name vlas- en hennepvezel.

De geteste bio-afbreekbare polymeren veroorzaken afwijkingen bij de geteelde bloemen en verhinderen de uitgroei van een gezond wortelsysteem. Voor Bionolle geldt dit duidelijk in mindere mate dan voor de andere polymeren. De polymeren werden getest in granulaatvorm en niet in de geschuimde vorm die uiteindelijk wordt nagestreefd.

De volgende groep substraten gaf goede teeltresultaten:

- potgrond en water
- perlite en vermiculite
- kokosvezel

2.3. UITGEBREIDE OPPLANTPROEF

2.3.1 Materialen en methoden

Proef

Op basis van de resultaten van het hiervoor omschreven screeningexperiment werd met een selectie van de beste substraten een tweede experiment uitgevoerd met een wat meer grootschalige omvang vergeleken met de testcondities in het eerste experiment. De proef werd uitgevoerd met twee plantenvezeltypes en twee geschuimde bioafbreekbare polymeren. Als referentie werd waterteelt en potgrondteelt meegenomen. Twee cultivars werden onderzocht en iedere variabele werd in duplo onderzocht. Resultaten betreffen dus gemiddeldes van ruim 200 bloemen per object. De omgevingscondities tijdens deze proef waren conform de werkwijze die in de praktijk normaliter ook wordt toegepast. De bak waarin opgeplant en afgebroeid werd had de standaard afmeting van 40 *60 cm en bevatte ca. 100 bollen per bak. De broei vond plaats in een gestookte kas waarin condities werden gehandhaafd die gebruikelijk zijn voor de tulpenteelt dwz de eerste week 15°C gevolgd door 2 weken 17°C. De bollen werden 1 keer per dag begoten.

De bakken werden op 14 januari in de kas geplaatst en de eerste bloemen werden geoogst op 31 januari. Op 10 februari werd de proef gestopt en werden de uitvallers geteld.

Product

De cultivars "Prominence" en Monte Carlo" met de zifmaat 11/12 werden in de proef opgenomen. De bollen werden in december 1999 geleverd en tot de plantdatum (23-12) bewaard bij 9°C.

Substraat

Onderzocht werd:

1. Cocopeat
2. Kokosvezel
3. Bionolle
4. CD + HTML
5. Water
6. Potgrond
7. Water met: potgrond
8. Water met cocopeat
9. Water met kokosvezel

Teeltbakken

Op verzoek van Agrifirm werd de nieuw ontwikkelde klemtray voor tulpenbollen, "Deltatray" genaamd, in deze proef toegepast. De tray werd gecombineerd met een waterdichte bak en met de standaard "Beekenkamp" teeltkrat (60*40cm). De teelt "water" werd uitgevoerd door het klemsysteem met tape te bevestigen op een waterdichte bak. De bakken werden afgevuld tot een niveau zodanig dat de bolbodems in water ondergedompeld waren. De klemtray bevat 116 posities voor de bolmaat 11/12. ATO-vezelsubstraten werden toegepast in combinatie met de "Beekenkamp" krat, terwijl de geschuimde polymeren in de veel lagere waterdichte bak werden geplaatst. Om te bewerkstelligen dat het restant gietwater kon afvloeien nadat de polymeren verzadigd waren werden bij deze varianten onderin de dichte bakken gaatjes aangebracht. Met enkele resterende bakken werd bekeken wat de effecten zouden zijn als er geen gaatjes in de bak werden aangebracht. Er waren onvoldoende materialen beschikbaar om deze variant in duplo uit te kunnen voeren. In de statistische verwerking van de resultaten wordt deze variant wel statistisch getoetst, echter dit kan alleen door de beide cultivars te middelen en met die getallen een variantieanalyse uit te voeren.

Tabel 2.2 Schematisch overzicht van toegepaste teeltsystemen

	Potgrond		Water		Cocos		Cocopeat		CD		Bionolle	
	Pr	MC	Pr	MC	Pr	MC	Pr	MC	Pr	MC	Pr	MC
1) Tray + krat												
2) Tray + bak - gaatjes												
3) Tray + bak + gaatjes												

Pr= Prominence

MC= Monte Carlo

Tijdschema

De bollen werden geplant op 23 december 1999. Na een bewortelingsperiode durende tot 13 januari bij 9°C werden de bollen overgebracht naar een gestookte kas. De bloemen werden vanaf 31 januari geoogst. De laatste oogstdatum was 10 februari.

Statistische verwerking

De verschillen tussen behandelingen werden statistisch getoetst door met behulp van het data verwerkingspakket Genstat een variantie-analyse uit te voeren. Verschillen zijn significant als de verschillen groter zijn dan de lsd-waarde bij een betrouwbaarheidsinterval van 95%.

2.3.2 Resultaten

Groeiduur

Monte Carlo wordt gemiddeld na 21 dagen geoogst. Prominence doet er 22.4 dagen over. Als de resultaten van beide rassen worden gemiddeld dan blijkt dat waterteelt 1 dag korter duurt dan de teelten op de andere substraten. Er kunnen geen verschillen worden aangetoond tussen de andere variabelen.

Teeltresultaat

De resultaten worden per cultivar weergegeven. In tabel 2.6 en 2.7 worden de belangrijkste kwaliteitsaspecten weergegeven.

Tabel 2.6 Teeltresultaat van "Monte Carlo" tulpen op diverse substraattypes

	Totale lengte (cm)	Gewicht (g)	Score wortel (0-10)	Uitval (%)	Eindscore
Bionolle	39.2	23.2	4.9	84	-
CD + Html	34.4	18.6	3.5	80	--
Cocos	43.2	28.4	7.2	45	+
Cocopeat	42.9	28.3	7.4	25	+
Potgrond	43.5	28.5	7.6	26	+
Water	45.1	26.3	9.6	3	++
Lsd-waarde	2.7	2.9	2.2	39	

De meetwaarden betreffende de poot-, nek- en bloemlengte leveren geen aanvullende informatie op en worden daarom weggelaten.

Waterteelt leidt in deze proef tot het beste resultaat vooral veroorzaakt door het geringe percentage uitval. Een verklaring voor het relatief hoge percentage uitval bij potgrond is dat de beworteling in sommige gevallen niet optimaal was. In deze proef werd uitgegaan van het gebruik van de door Agrifirm ontwikkelde klemtray ("delta-type"). Deze tray werd alleen aan de zijkanten met behulp van tape vastgezet op de onderliggende teeltbak. Door snelle wortelgroei van enkele bollen werd de vrij slappe tray in het midden opgelicht. Daardoor kwamen een aantal bollen met nog onvoldoende ontwikkelde wortelkransen droog te staan, stopte de wortelgroei en werd er geen plant gevormd. Bij de bakken gevuld met geschuimde polymeren en met plantenvezels was er ook sprake van niet uitgegroeide wortelkransen. Bij deze substraten werd dit veroorzaakt door de grove structuur van de geproduceerde schuim "chips" of door de lange plantenvezels, die ervoor zorgden dat er tijdens de bewortelingsfase een luchtlaag ontstond tussen substraat en bolbodem. Daardoor werden bij relatief veel bollen in deze proef geen wortels gevormd. Het is voor wortelontwikkeling kennelijk noodzakelijk dat bolbodems in aanraking moeten zijn met vrij water. Zelfs een met waterdamp verzadigde kleine luchtlaag verhindert al de worteluitgroei.

Toen dit fenomeen tijdens inspecties in de bewortelingsfase reeds werd geconstateerd, werd besloten niet af te gaan wijken van de afgesproken werkwijze. De overweging was om via het geven van veel water alsnog wortelvorming tot stand te brengen. Het gevolg daarvan zou ons inziens zijn dat niet het effect van het gebruik van polymeren zou worden onderzocht, maar dat er als het ware een tweede waterteeltsysteem zou ontstaan.

Dus door het gebruik van de klemtray in combinatie met een grove structuur van diverse geteste substraten is er veel uitval in deze proef ontstaan. De uitval kan dus niet worden gerelateerd aan mogelijke toxiciteit van het type substraat. Deze redenering wordt bevestigd door de zeer hoge spreiding (Lsd=39) die geconstateerd werd.

Tabel 2.7 Teeltresultaat van "Prominence" tulpen op diverse substraattypes

	Totale lengte (cm)	Gewicht (g)	Score wortel (0-10)	Uitval (%)	Eindscore
Bionolle	27.8	14.8	5.0	72	-
CD + Html	24.3	13.1	2.8	77	--
Cocos	32.3	18.6	7.1	39	+
Cocopeat	34.0	20.7	7.2	13	+
Potgrond	33.8	20.0	6.8	15	+
Water	35.4	18.9	8.3	6	++
Lsd-waarde	2.7	2.9	2.2	39	

Zowel uit tabel 2.6 als 2.7 wordt duidelijk dat de geteste polymeren ook in geschuimde staat toxisch zijn voor tulpenbollen. Gewicht en lengte van de bloemen blijven ver achter vergeleken met de bloemen afkomstig van de teelt op de andere substraten. De meetwaardes van deze wel geoogste bloemen beschikten wel over voldoende wortels om bloemontwikkeling te laten plaatsvinden. Het resultaat is dus het gevolg van de aanwezigheid van fytotoxische stoffen die via de wortels worden opgenomen. De vooraf veronderstelde verdunning van schadelijke stoffen als gevolg van het schuimen zelf blijkt dus onvoldoende te zijn om beneden schadelijke grenswaardes te komen.

Uit deze test komt de "water" teelt bij beide cv's als beste substraat naar voren. Gewicht en steellengte verschillen niet significant vergeleken met deze waarden afkomstig van bloemen geteeld op potgrond, kokos en cocopeat. Uit de meetresultaten van pootlengte, nek lengte en bloemlengte valt af te lezen dat de iets langere bloemen die bij waterbroei ontstaan met name een langere nek hebben en dezelfde poot- en bloemlengte. Data worden hier niet weergegeven.

Er zijn in deze test enkele varianten van substraattypes beproefd die bij beide cultivars slechts in enkelvoud konden worden getest. Door de resultaten van beide cultivars te middelen kon toch een statische verwerking van het teeltresultaat plaatsvinden. In tabel 2.8 is een overzicht gegeven van de belangrijkste resultaten.

Tabel 2.8 Gemiddeld teeltresultaat van twee tulpensoorten geteeld op diverse substraattypes

	Totale lengte (cm)	Gewicht (g)	Score wortel (0-10)	Uitval (%)	Groei duur (dgn)
Bionolle	33.5	19	4.9	78	21.5
CD + Html	29.4	15.8	3.1	78	22.3
Kokos	37.2	23.3	6.2	58	22.9
Water met kokos	38.8	23.9	9	9	21.6
Cocopeat	38.6	24.3	6.6	26	22.5
Water met cocopeat	38.1	24.8	8.8	6	20.8
Potgrond	39.0	25	6.8	29	22.1
Water met potgrond	37.9	22.8	7.9	5	20.1
Water	40.3	22.6	8.9	5	20.6
Lsd-waarde	2.5	2.9	0.8	20.5	1.1

Uit tabel 2.8 valt op te maken dat het vermengen van water met een geringe hoeveelheid ander substraat cq meststof geen betere bloemkwaliteit oplevert. Bij alle waterige teelten wordt de teeltduur wel met ongeveer 1 dag verkort. Het uitvalpercentage van alle natte substraten is gering. Nog nadrukkelijker dan hiervoor blijkt hieruit dat de toepassing van de tray en de daardoor veroorzaakte luchtlaag tussen substraat en bolbodem bepalend was voor het vaak hoge uitvalpercentage.

Bij inspectie van de wortelgroei bleek dat het substraattype: water met cocopeat een zurige stank produceerde en het substraattype: Water met potgrond stonk naar moerasgas. Kennelijk waren er anaërobe condities in het substraat ontstaan. Dit ging overigens niet ten koste van de bloemkwaliteit.

2.3.3 Conclusies en aanbevelingen

CD (cellulose di-acetaat) en Bionolle zijn toxisch voor de teelt van tulpenbloemen en zijn dus ongeschikt om als alternatief substraattype toe te passen ter vervanging van potgrond of ter verbetering van de waterbroeimethode. Bionolle is in mindere mate toxisch. De toxiciteit van het substraat dat uit dit materiaal is geproduceerd zou eventueel middels een optimalisatie nog kunnen worden geminimaliseerd.

Kokosvezel en cocopeat kunnen zonder bezwaren als vervangers van potgrond worden toegepast. De kwaliteit van bloemen afkomstig van deze substraattypes is vergelijkbaar met de teeltresultaten met potgrond dan wel met waterbroei.

Waterbroei levert een goede kwaliteit tulpenbloemen op. De bloemen zijn langer maar niet zwaarder maar de gemiddelde teeltduur wordt met ongeveer 1 dag bekort.

Het toevoegen van substraat aan water verbetert de kwaliteit van de bloemen in deze proef niet. Wel lijkt het substraat daardoor sneller anaëroob te worden.

Door de wijze waarop de "Delta-tray" in deze proef werd toegepast en de grove structuur van de geteste substraten is beworteling bij zeer veel bollen onvoldoende geweest cq. achterwege gebleven. De resultaten zijn dus zowel een gevolg van de substraat vorm als van de gebruikte materialen.

Het gebrek aan structuur van losse vezels (structuur die gewenst is bij zowel het planten als tijdens de oogst) kan worden opgevangen door gebruik te maken van de "Delta-tray" van Agrifirm. De wijze waarop deze tray op de substraatbak dient te worden aangebracht zou nader onderzocht moeten worden. Bij toepassing van de "Delta-tray" moet er terdege op worden gelet dat de bolbodems in aanraking zijn met vrij water cq met voldoende vochtig substraat omdat anders wortels niet gaan groeien. Dit kan wellicht worden bereikt door de tray niet op het substraat te positioneren maar meer er tussen of zelfs gedeeltelijk ingegraven. Een fijnere structuur van het substraat lijkt daarbij een vereiste.

In deze proef is tevens gebleken dat ook op vochtige potgrond de tray in het midden bol kan gaan staan en loskomt van de potgrond. Gebleken is dat daarbij ook bewortelingsproblemen kunnen ontstaan.

FASE 3

KOSTPRIJS ANALYSE

3.1 INLEIDING

In het project is in de technische haalbaarheid uitgegaan van Bionolle en Cellulosediacetaat (CD). CD bleek ook na schuimen toxisch voor de wortels. Bionolle voldeed goed. Bionolle wordt hierom en vanwege de technische haalbaarheid gezien als het beste alternatief voor potgrond. In deze analyse zal de kostprijs worden vergeleken met die van substraten op basis van Polymelkzuur.

Polymelkzuur (PLA) kwam als niet toxisch uit de haalbaarheid naar voren. Vanwege de slechte beschikbaarheid kon dit polymeer niet worden meegenomen in de technische haalbaarheid en de opplanttest. Vorige maand heeft DOW/Cargill echter aangekondigd PLA te gaan produceren op grote schaal. Het eerste materiaal wordt verwacht in december 2001 tegen een kostprijs van ~3 fl/kg.

Nadrukkelijk dient hier te worden vermeld dat de conclusies worden getrokken op basis van de haalbaarheid studie en dat voor een eventuele marktintroductie nog een optimalisatie plaats zal moeten vinden.

3.2 BEREKENING KOSTPRIJS SUBSTRATEN

In de volgende tabel staan indicaties weergegeven voor de kostprijs van de gebruikte materialen voor de productie van substraten op basis van geschuimde polymeren.

Tabel 3.1 Kostprijs gebruikte materialen

Materiaal	kostprijs (fl/kg)	opmerkingen
Bionolle	12-15	afhankelijk van de Japanse markt
Polymelkzuur	3-6	afhankelijk van de beschikbaarheid en Amerikaanse markt
Microtalc	0.4-2.0	afhankelijk van de kwaliteit
Cocospeat	1.2-2.5	afhankelijk van de kwaliteit

Met de bovenstaande gegevens is vervolgens de kostprijs indicatie berekend. De resultaten staan vermeld in de volgende tabel.

Tabel 3.2 Kostprijsindicatie geschuimde substraten

Samenstelling	kostprijs indicatie (fl/kg)	stortgewicht (kg/m ³)	kostprijs indicatie (fl/m ³)
Bionolle/microtalc (99.75/0.25)	12-15	50-75	600-1125
theoretische vergelijking met PLA :			
Polymelkzuur/microtalc (99.75/0.25)	3-6	50-75	150-450

De werkelijke kostprijs zal onder invloed van de volgende factoren kunnen variëren van de kostprijsindicatie zoals weergegeven in tabel 3 :

- De kosten van verwerking en distributie zijn niet meegenomen in de analyse. Deze kunnen op dit moment nog niet worden ingeschat.
- In de optimalisatie zal het waarschijnlijk mogelijk zijn om de dichtheid te laten zakken.
- De prijzen van bioplastics zijn zeer afhankelijk van de marktontwikkelingen en de beschikbaarheid
- De materiaalprijzen zijn de geldende prijzen bij een levering van 25 kg

Op eenzelfde manier zijn vervolgens de resultaten van de technische haalbaarheid voor substraten op basis van agro-vezels gebruikt voor de kostprijs indicatie van deze materialen. De resultaten staan weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 3.3 Kostprijsindicatie substraten op basis van agro-vezels

Materiaal	Kostprijs indicatie (fl/kg)	Stortgewicht (kg/m ³)	Kostprijs indicatie (fl/m ³)
Jute	0.50	32	16
Vlas langvezellig	2.00 - 4.00	29	58 - 116
Vlas kortvezellig	0.25 - 0.75	33	8 - 25
Kokos	0.25 - 0.30	47	12 - 14
cocopeat	0.25 - 0.50	150	38 - 75

3.3 CONCLUSIES

De resultaten van de kostprijs analyse zijn nogmaals vergeleken t.o.v. potgrond in de volgende tabel.

Tabel 3.4 Vergelijking ontwikkelde substraten met potgrond

Substraat	Kostprijs indicatie (fl/m ³)
geschuimde substraten	
Bionolle	600-1125
Polymelkzuur *	150-450
substraten op basis van agrovezels	
Kokos	12 - 14
cocopeat	38 - 75
Potgrond	55

* Polymelkzuur schuim is niet in deze studie ontwikkeld. Het betreft een theoretische vergelijking

Op basis van de resultaten van dit onderzoek, zoals vermeld in de bovenstaande tabel kan geconcludeerd worden dat het kostprijs technische haalbaar is om potgrond te vervangen door substraten op basis van agro-vezels. Substraten op basis van geschuimde polymeren hebben een hogere kostprijs dan potgrond. Dit is voornamelijk het gevolg van de nog beperkt ontwikkelde markt voor bioplastics.

Het is belangrijk om aan te geven dat de resultaten die worden gegeven afhankelijk zijn van de verwerking en opschaling. Bovendien dient hier te worden vermeld dat de conclusies zijn getrokken op basis van de haalbaarheid studie en dat voor een eventuele marktintroductie nog een optimalisatie plaats zal moeten vinden.

CONCLUSIES

Uit de technische haalbaarheidstudie kan worden geconcludeerd dat het zowel op basis van agro-vezels als op basis van bio-afbrekbare polymeren mogelijk is om substraten te produceren als alternatief voor potgrond.

Kokos en jute zijn beiden agro-vezels die het beste voldoen aan de gestelde eisen. Deze materialen beïnvloeden het voedingsmilieu voor de plant minimaal. Ze zijn in voldoende mate resistent tegen natuurlijke afbraakprocessen. En tenslotte bieden ze vele mogelijkheden i.v.m. vormgeving. Er kan bovendien worden geconcludeerd dat het technisch haalbaar is om op basis van agrovezels substraten te produceren voor de teelt van bloembollen.

Uit de resultaten van experimenten met bio-afbrekbare polymeren kan worden geconcludeerd dat het mogelijk is om uitgaande van de combinaties Bionolle/CO₂ en CD/water schuimen te produceren middels extrusie met een dichtheid onder de 100 kg/m³. De dichtheid is sterk afhankelijk van de schroefopbouw, de procesparameters en de eventuele toevoeging van additieven. Het toevoegen van superslurpers aan de materiaalsamenstelling heeft een sterke stijging van de dichtheid tot gevolg. De hoogste wateropname werd bepaald voor materialen met de laagste dichtheid en dus zonder toegevoegde superslurpers..

Uit de haalbaarheidstudie blijkt dat het met substraten op basis van Kokos en Cocopeat haalbaar is om 30% van het volume van een teeltkrat te vullen met water. Voor Cocopeat is een percentage van 50% zelfs makkelijk haalbaar. In het geval van Bionolle is de maximale opgenomen hoeveelheid water 19% van het volume van de teeltkrat. Ook blijkt dat de gewichtsreductie door het toepassen van de nieuwe substraten voor een belangrijke mate afhankelijk is van de hoeveelheid water die nodig is tijdens de teelt.

CD (cellulose di-acetaat) en Bionolle zijn toxisch voor de teelt van tulpenbloemen en zijn dus ongeschikt om als alternatief substraattypen toe te passen ter vervanging van potgrond of ter verbetering van de waterbroeimethode. Bionolle is in minder mate toxisch. De toxiciteit van het substraat dat uit dit materiaal is geproduceerd zou eventueel middels een optimalisatie kunnen worden geminimaliseerd. Kokosvezel en cocopeat kunnen zonder bezwaren als vervangers van potgrond worden toegepast. De kwaliteit van bloemen afkomstig van deze substraattypen is vergelijkbaar met de teeltresultaten met potgrond dan wel met waterbroei.

Door de wijze waarop de "Delta-tray" in deze proef werd toegepast en de grove structuur van de geteste substraten is beworteling bij zeer veel bollen onvoldoende geweest cq. achterwege gebleven. De resultaten zijn dus voor een deel het gevolg van substraat vorm en niet alleen van de gebruikte materialen. Het gebrek aan structuur van losse vezels (structuur die gewenst is bij zowel het planten als tijdens de oogst) kan worden opgevangen door gebruik te maken van de "Delta-tray" van Agrifirm. De wijze waarop deze tray op de substraatbak dient te worden aangebracht zou nader onderzocht moeten worden.

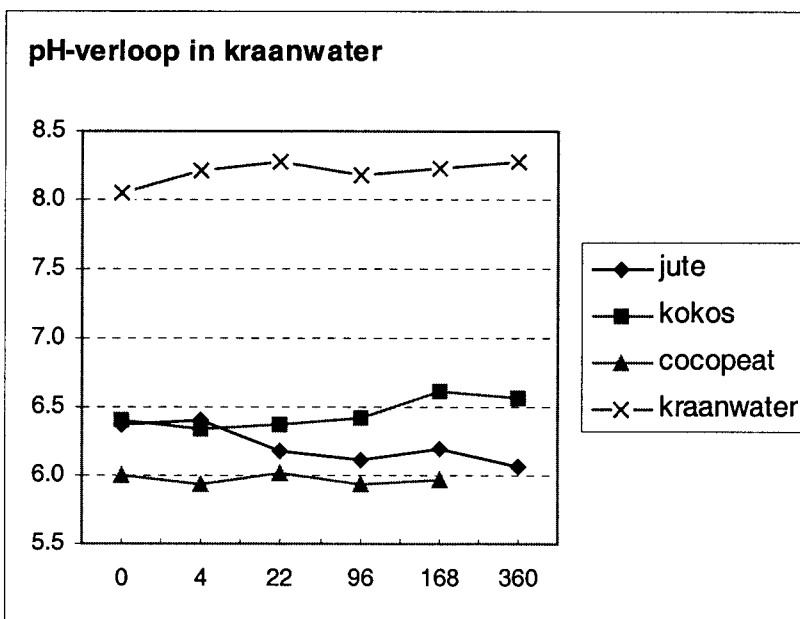
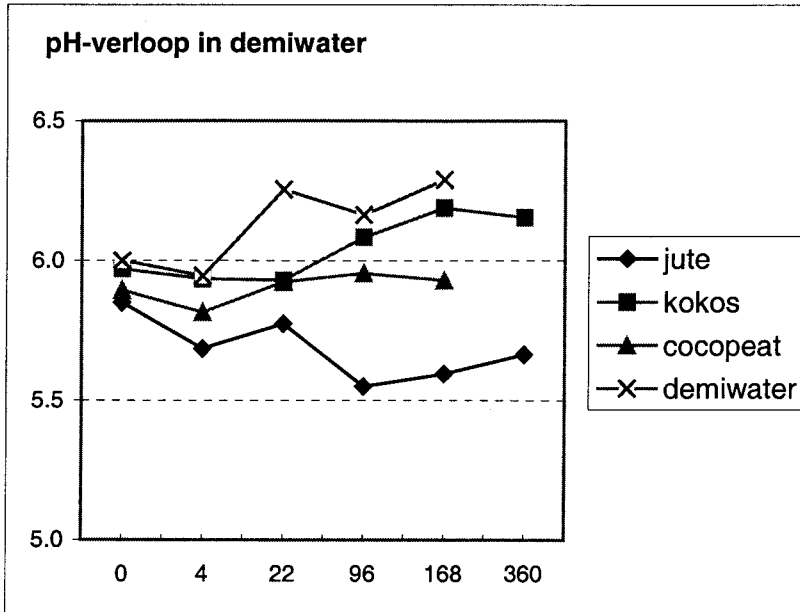
Op basis van de resultaten uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat het kostprijs technische haalbaar is om potgrond te vervangen door substraten op basis van agro-vezels. Substraten op basis van geschuimde polymeren hebben een hogere kostprijs dan potgrond. Dit is voornamelijk het gevolg van de nog beperkt ontwikkelde markt voor bioplastics.

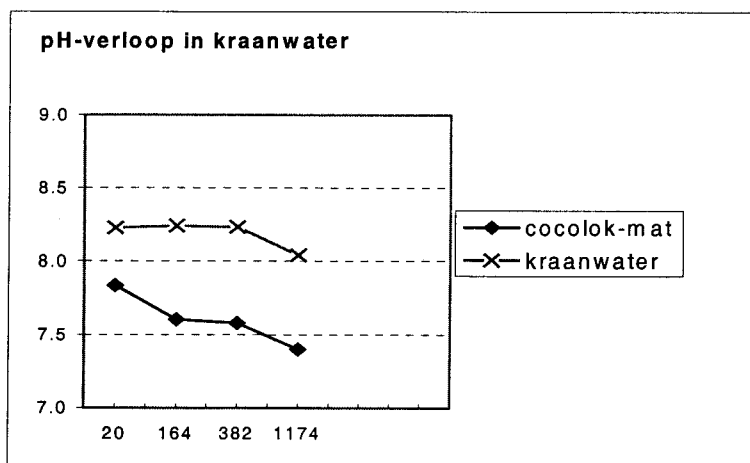
Het is belangrijk om aan te geven dat de resultaten die worden gegeven afhankelijk zijn van de verwerking en opschaling. Bovendien dient hier te worden vermeld dat de conclusies zijn getrokken op basis van de haalbaarheidstudie en dat voor een eventuele marktintroductie nog een optimalisatie plaats zal moeten vinden.

BIJLAGEN

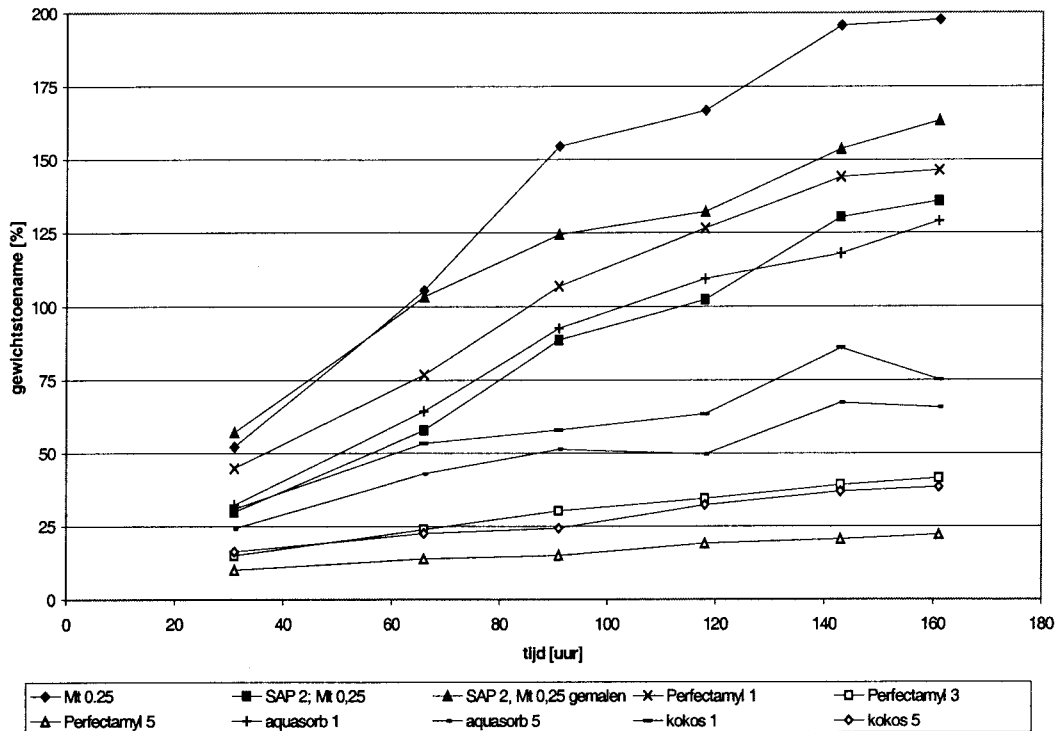
1. pH-verloop in demiwater voor jute, kokos en cocopeat.
2. pH-verloop vezelmatten in water
3. Wateropname en afname Bionolle schuimen
4. Wateropname Bionolle schuim als functie van de dichtheid
5. Wateropname en afname CD schuimen

Bijlage 1 pH-verloop in demiwater voor jute, kokos en cocopeat.



Bijlage 2 pH-verloop vezelmatten in water

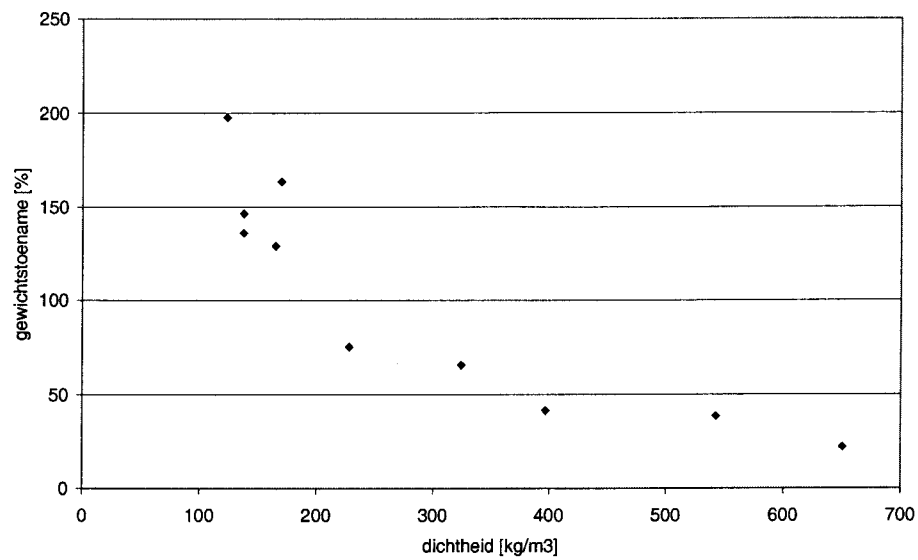
Bijlage 3 Wateropname en afname Bionolle schuimen

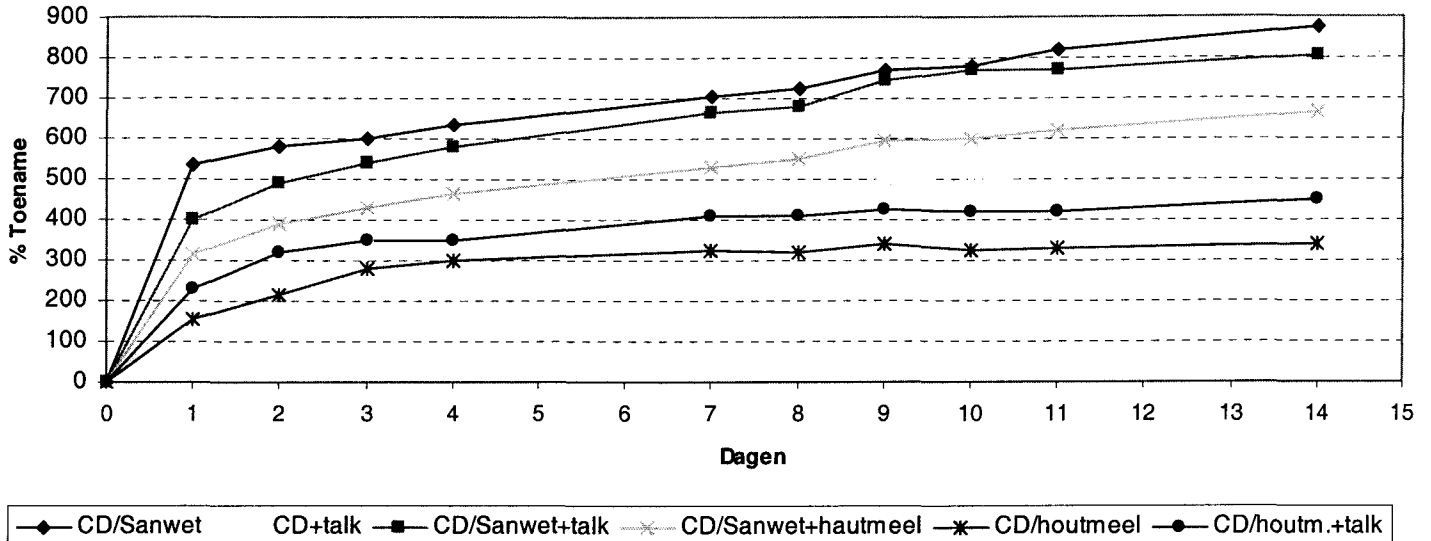


waterverlies na stoppen onderdompeling

	sample nummer									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
gewichtstoename (tov startgewicht) na 161 h in water [%]	197.7	135.9	163.4	146.4	41.5	22.1	129.0	65.6	75.2	38.4
gewichtstoename (tov startgewicht) na 4 uur extra in open lucht [%]	110.9	57.4	68.2	46.9	1.6	0.8	39.1	7.5	5.1	1.4

Bijlage 4 Wateropname Bionolle schuim als functie van de dichtheid



Bijlage 5 Wateropname en afname CD schuimen
Wateropname in WATER

Waterafname bij 60 % RV tov droog schuim
