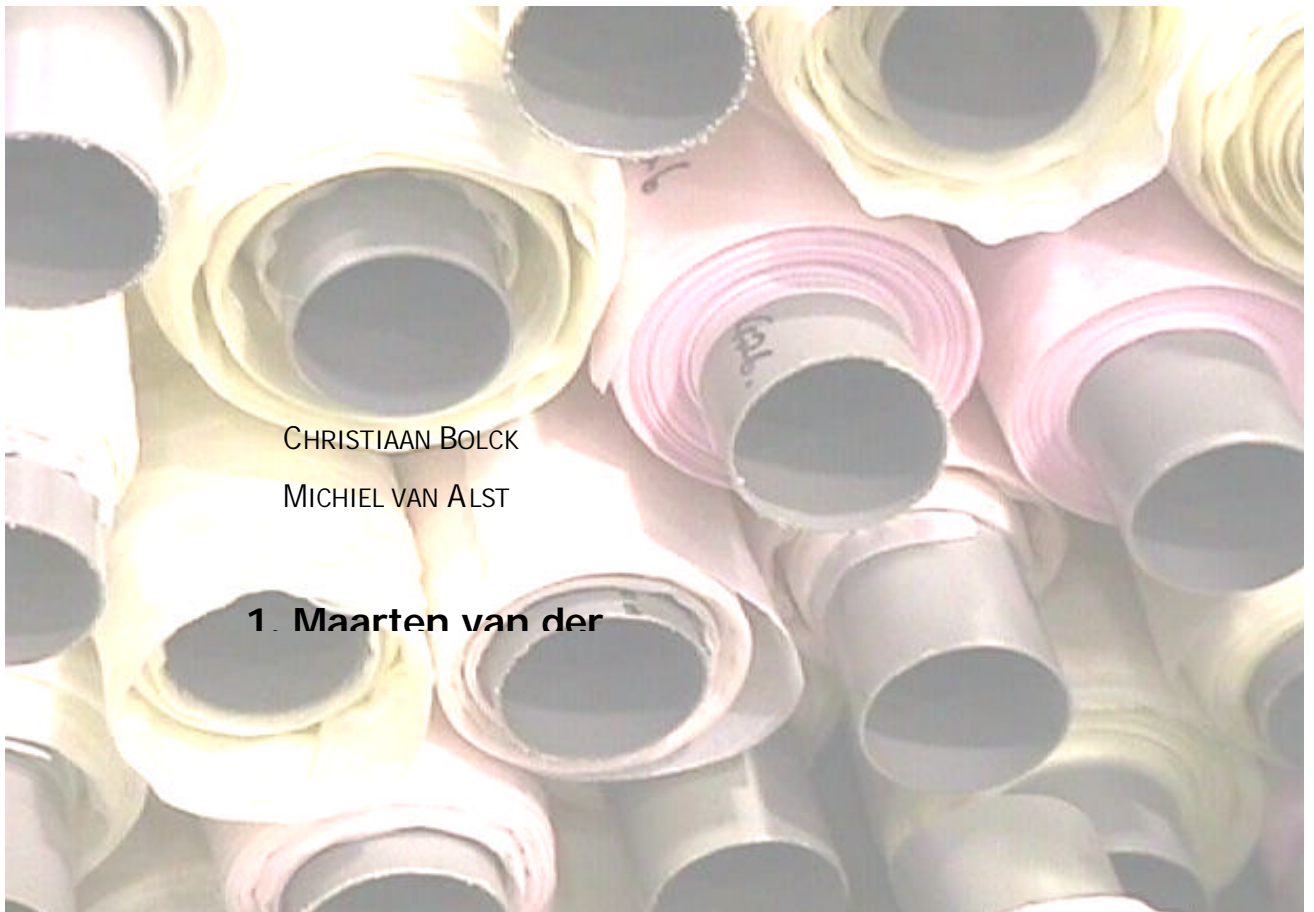


# Nieuwe composteerbare verpakkingsmaterialen voor voedseltoepassingen



CHRISTIAAN BOLCK

MICHIEL VAN ALST

1. Maarten van der

## **INHOUD**

<b>1. Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2. Wanneer is een materiaal composteerbaar en hoe is dat te zien</b>	<b>5</b>
<b>3. Milieubelasting van composteerbare materialen</b>	<b>7</b>
<b>4. Wet- en regelgeving rondom composteerbare producten</b>	<b>10</b>
<b>5. Inleiding beschikbare materialen</b>	<b>12</b>
<b>6. Natuurlijke polymeren</b>	<b>14</b>
<b>7. Polymelkzuur</b>	<b>19</b>
<b>8. Polyhydroxyalkanoaten (PHA's)</b>	<b>21</b>
<b>9. Synthetisch composteerbare polyesters</b>	<b>23</b>



## 1. Inleiding

### Achtergronden

De vraag naar composteerbare voedselverpakkingen is de afgelopen jaren sterk gestegen in Nederland en de rest van West-Europa. Dit komt mede doordat een aantal vooraanstaande retailers hun 'biologisch' voedselassortiment zijn gaan verpakken in dit soort meer duurzame verpakkingen. Composteerbare voedselverpakkingen worden als duurzaam gezien omdat ze enerzijds zijn gemaakt op basis van agrogrondstoffen. Dat maakt dat de producten niet bijdragen aan de uitstoot van het broeikasgas CO<sub>2</sub>. Anderzijds zijn deze verpakkingen duurzaam omdat ze samen met de voedselresten gecomposteerd kunnen worden.

Op het gebied van composteerbare verpakkingen heeft Nederland Europees gezien een zeer sterke positie. Het kennisinstituut Agrotechnology & Food Innovations (A&F) heeft daar aan bijgedragen door samen met haar klanten al meer dan een decennium te werken aan nieuwe composteerbare verpakkingsmaterialen. Het Ministerie van LNV speelt daarbij een belangrijke stimulerende rol. A&F heeft zich ook sterk ingezet voor realiseren van de inmiddels geaccepteerde Europese norm voor composteerbare verpakkingsmaterialen (EN 13432).

De verwachting is dat de vraag met name in Nederland in de aankomende jaren nog verder zal toenemen, mede als gevolg van de op stapel staande officiële acceptatie in de GFT afvalstroom van dit soort producten. De eerste geaccrediteerde producten werden per 1 september 2003 officieel geaccepteerd. Andere producten zoals groente en vleesverpakkingen worden geaccepteerd nadat de consument voldoende op de hoogte is gebracht.

## **Opzet**

Dit boekje heeft als doel een overzicht te schetsen over nieuwe composteerbare verpakkingsmaterialen. Het boekje is geschreven voor een breed publiek. Het boekje gaat in eerste instantie in op onderwerpen als

1. Wanneer is een materiaal composteerbaar en hoe is dat te zien.
2. Milieubelasting van composteerbare materialen
3. De wet en regelgeving rondom composteerbare producten

Vervolgens wordt meer materiaal technisch aandacht besteed aan de nieuwe composteerbare materialen die geschikt zijn om in te zetten als materiaal voor voedselverpakkingen. Daarbij wordt per materiaal ingegaan op specifieke aspecten wat betreft de herkomst, verwerking en beschikbaarheid. Tevens zal wordt ingegaan op specifieke eigenschappen en huidige toepassingsgebieden in het algemeen en als verpakkingsmateriaal in het bijzonder.

## 2. Wanneer is een materiaal composteerbaar en hoe is dat te zien

Een materiaal is composteerbaar als het in een composteerproces kan worden afgebroken en daarbij wordt omgezet tot compost. Het afbraakproces kan zuiver biologisch door micro-organismen worden bewerkstelligd, maar fysische of chemische processen (door bijvoorbeeld de hogere temperatuur, mechanische afschuiving, zuurgraad, ultraviolette straling, zuurstof etc.) kunnen ook een rol spelen. In feite mag een composteerbaar materiaal geen negatieve effecten hebben op het composteerproces, noch op de kwaliteit van de uiteindelijk verkregen compost. Dat betekent dat afbraakproducten niet (eco)toxisch mogen zijn, en in de natuurlijke koolstofkringloop moeten worden opgenomen (dat wil zeggen niet accumuleren).



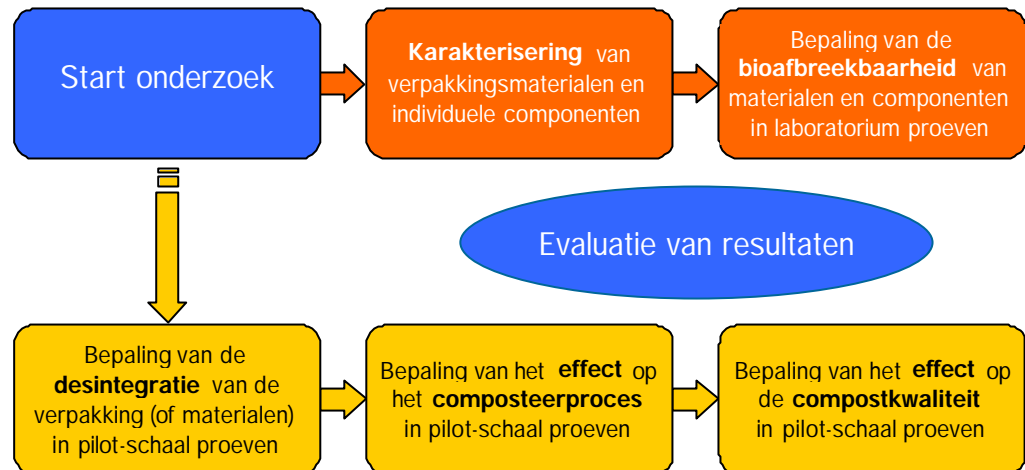
*De biologische afbreekbaarheid van (nieuwe) materialen wordt door middel van composteringsproeven vastgesteld.*

Om te bepalen of een materiaal of product hieraan voldoet, zijn door de International Standards Organization (ISO), en op Europees niveau door CEN, een reeks standaardtestmethoden en -normen opgesteld. De belangrijkste hiervan is EN 13432 (en de gelijkwaardige ISO 17088), zie ook figuur 1.

Deze norm gaat uit van het principe dat voor een composteerbaar product moet worden aangetoond dat:

- Alle onderdelen en materialen van het product inherent biologisch afbreekbaar zijn;
- Het totale product voldoende uiteenvalt gedurende het composteerproces;

- Het product geen nadelig effect heeft op het composteerproces;
- De kwaliteit van de compost niet nadelig wordt beïnvloed.



Figuur 1: Schematisch weergave van de testschema volgens EN 13432

De term composteerbaar is niet wettelijk te beschermen. En omdat composteerbare producten er net zo uitzien als niet-composteerbare varianten, is er voor composteerbaarheid een identificatie- en certificeerprogramma opgezet. Bij de ontwikkeling van dit programma zijn naast materiaalproducenten ook experts op het gebied van afvalverwijdering en compostkwaliteit betrokken waardoor er een breed draagvlak is voor het gehanteerde systeem.



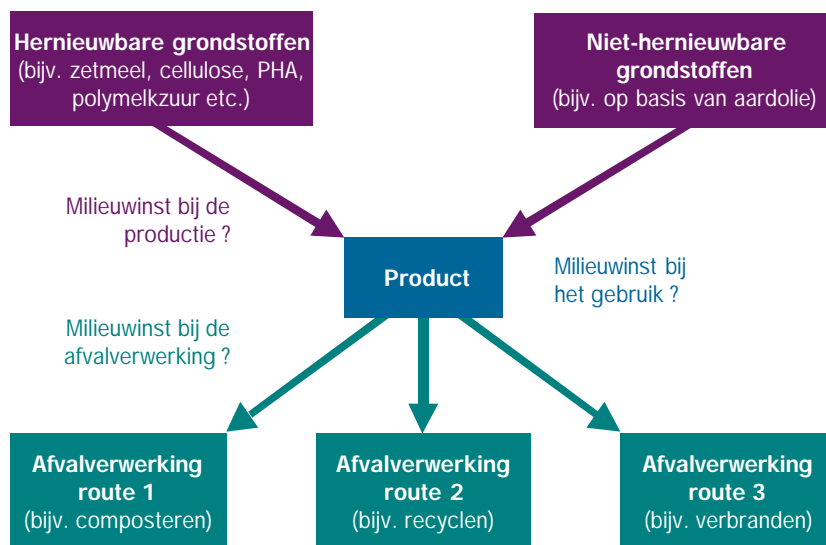
**composteerbaar**

Op het ogenblik zijn de diverse belangengroeperingen met het ministerie van VROM in overleg hoe het systeem in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd kan worden. In Nederland worden volgens EN 13432 gecertificeerde composteerbare producten - net als in sommige andere Europese landen - voorzien van het hiernaast afgebeeld kiemplantlogo.

### 3. Milieubelasting van composteerbare materialen

De milieubelasting van een composteerbare verpakking kan in de volgende drie fases van de levenscyclus vergeleken worden (zie onderstaande figuur):

- 1 bij de vervaardiging van de verpakking;
- 2 bij het functionele gebruik van de verpakking;
- 3 bij de afvalverwijderingsroute.



De meeste momenteel verkrijgbare composteerbare materialen zijn op zijn minst deels van hernieuwbare grondstoffen gemaakt.

Levenscyclusanalyses (LCA's) laten zien dat er door het gebruik van hernieuwbare grondstoffen aanzienlijke besparingen van de energieconsumptie en (netto) CO<sub>2</sub>-emissies worden gehaald ten opzichte van de productie van polymeren uit fossiele brandstoffen (olie). Het vervangen van conventionele plastics door composteerbare draagt dus bij aan het terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot - één van de speerpunten van het Nederlandse milieubeleid.



Of composteerbare materialen bij het functionele gebruik van de verpakking milieuwinst oplevert ten opzichte van conventionele plastics kan niet in het algemeen gezegd worden omdat het zal afhangen van de toepassing en het gebruikte materiaal. De verschillen zullen echter marginaal zijn omdat de functionele eisen aan een verpakking leidend zullen zijn voor het gebruik van een materiaal.

Een gebruikte verpakking vormt ook een milieubelasting omdat het als afval verwijderd moet worden. Soms kan een gebruikte verpakking opnieuw worden gevuld, of worden gerecycled zodat wordt bespaard op de grondstoffen voor het maken van nieuwe verpakkingen. Voor plastics blijkt recycling zeer lastig omdat kleine verontreinigingen de kwaliteit van het materiaal al danig doet afnemen. Vandaar dat plastic verpakkingsafval momenteel met het zogenaamde grijze afval wordt verbrand in afvalverbrandingsinstallaties. Composteerbare verpakkingen kunnen daarnaast ook met de GFT-fractie van huishoudelijk afval gecomposteerd worden.

Er is nog weinig bekend over de milieuwinst die composteren oplevert ten opzichte van andere afvalverwijderingsmethodes. Bij verbranden kan (een deel van) de energie teruggewonnen worden en benut. Het energetisch rendement van afvalverbrandingsinstallaties is echter laag (circa 20%). Mogelijk kan dit rendement verhoogd worden indien verpakkingsafval als zodanig apart wordt ingezameld of na afloop gescheiden wordt en als brandstof in energiecentrales of cementindustrie gebruikt kan worden. De technische obstakels hiervoor zijn echter nog niet volledig weggenomen.

Bij het composteren van plastic verpakkingsafval wordt een deel van de koolstof in humusachtige verbindingen omgezet die vervolgens op het land slechts langzaam afbreken (een soort CO<sub>2</sub>-opslag). Daarbij draagt het gebruik van compost in land- en tuinbouw bij aan een duurzamer landgebruik (door bijvoorbeeld een verbeterde bodemstructuur, hogere waterretentie of minder gebruik van kunstmest). Compost kan ook veen vervangen in potgrond waarmee op het gebruik fossiele grondstoffen bespaard wordt.



*Door biologische activiteit stijgt in het composteringsproces de temperatuur.*

Daarnaast zijn composteerinstallaties minder kapitaalintensief en minder milieubelastend dan afvalverwerkingsinstallaties doordat er bij het afvalverwerkingsproces minder toxische verbindingen gevormd worden. Hoewel het de beleidsmatige keuze voor een bepaalde afvalverwijderingsroute zou vergemakkelijken, is een goede vergelijking van de milieubelasting van alternatieve routes voor composteerbare verpakkingen echter nog niet voorhanden.

## 4. Wet- en regelgeving rondom composteerbare producten

In het kader van de toenemende afvalproblematiek heeft de Europese Unie bepaald dat lidstaten moeten zorgen voor minder verpakkingsafval en meer recycling (hergebruik). De doelen zijn vastgelegd in de Europese Richtlijn voor verpakkingen en verpakkingsafval (94/62/EC) waarvan momenteel een herziene versie voorligt bij het Europese parlement. Lidstaten hebben de Europese richtlijn in wetten uitgewerkt en opgelegd. Nederland heeft gekozen voor een convenant, waarin bedrijfsleven en overheid harde afspraken hebben gemaakt om tegen lage kosten snel en efficiënt tot milieuresultaat te komen. In het Convenant Verpakking III heeft het Nederlandse bedrijfsleven zich verplicht in 2005 ten minste 70% van alle verpakkingsmaterialen te hergebruiken (zie ook onderstaande tabel). Er mag maximaal nog maar 850 kiloton worden verbrand. Storten is uit den boze.

	<i>Doelen Convenant Verpakkingen</i>	<i>Realisatie 2001</i>	<i>Doelen Convenant Verpakkingen III</i>
Karton/papier	85%	66%	75%
Glas	90%	78%	90%
Metalen	80%	78%	80%
Kunststof hergebruik	27%	24%	30%
Kunststof nuttige toep.	8%	15%	15%
Hout	15%	27%	25%
<b><i>Totaal (excl. hout)</i></b>	<b>65%</b>	<b>61%</b>	<b>70%</b>

*Doelstellingen voor hergebruik in Convenant Verpakkingen.*

Kunststof verpakkingsafval dat afkomstig is van huishoudens, is doorgaans te vuil en te divers van samenstelling om gemakkelijk te kunnen recycleren. Het composteren van huishoudelijk verpakkingsafval zou als alternatieve hergebruikvorm (nuttige toepassing) kunnen helpen om de gestelde percentages te kunnen halen. Daartoe is het noodzakelijk dat



*Certificering maakt het mogelijk om composteerbare verpakkingen via de GFT-container af te voeren.*

composteerbare verpakkingen samen met het GFT-afval ingezameld en vervolgens gecomposteerd mogen worden.

Op dit moment bepaalt het GFT-besluit welk afval als GFT-afval mag worden bestempeld om te worden verwerkt tot compost. Deze wet bevat als bijlage een lijst met producten die, hoewel strikt genomen geen groente-, fruit- of tuinafval zijn, toch via de GFT-container ingezameld mogen worden. Voorbeelden zijn theezakjes, koffiefilters, kattenbakvulling met Milieukeur. Daarnaast wordt een aantal producten door de composteerders gedoogt (bijvoorbeeld papieren of kunststof GFT-zakken). Echter, dat is vaak slechts lokaal geregeld en kan dus voor onduidelijkheid zorgen bij consumenten.

Recentelijk hebben de Belangenvereniging Composteerbare Producten Nederland (BCPN) en de Vereniging van Afvalverwerkers (VVAV) de handen ineengeslagen om een einde te maken aan die onduidelijkheid. Met de implementatie van een gedegen identificatie en certificatie-systeem kan helder gemaakt worden voor de consument welke materialen niet en welke wél composteerbaar zijn en dus bij het GFT-afval mogen. Het Ministerie van VROM, verantwoordelijk voor het Nederlandse afvalbeleid, overweegt thans hoe dit systeem in wetgeving moet worden opgenomen zodat het landelijk kan worden ingevoerd.

## 5. Inleiding beschikbare materialen

De nieuwe materialen die geschikt zijn voor composteerbare voedselverpakkingen en commercieel verkrijgbaar zijn, verschillen onderling sterk van elkaar. Zelfs binnen een specifiek materiaal is het mogelijk om verschillende varianten te produceren die zeer verschillende eigenschappen hebben. De materialen kunnen worden gerangschikt in de volgende vier categorieën:

### 1. Natuurlijke Polymeren:

Natuurlijke polymeren zijn polymeren die direct worden geëxtraheerd en gewonnen uit biomassa zoals bijvoorbeeld hout, maïs, tarwe, rijst en aardappelen. Voorbeelden hiervan zijn zetmeel en cellulose.

### 2. Polymelkzuur:

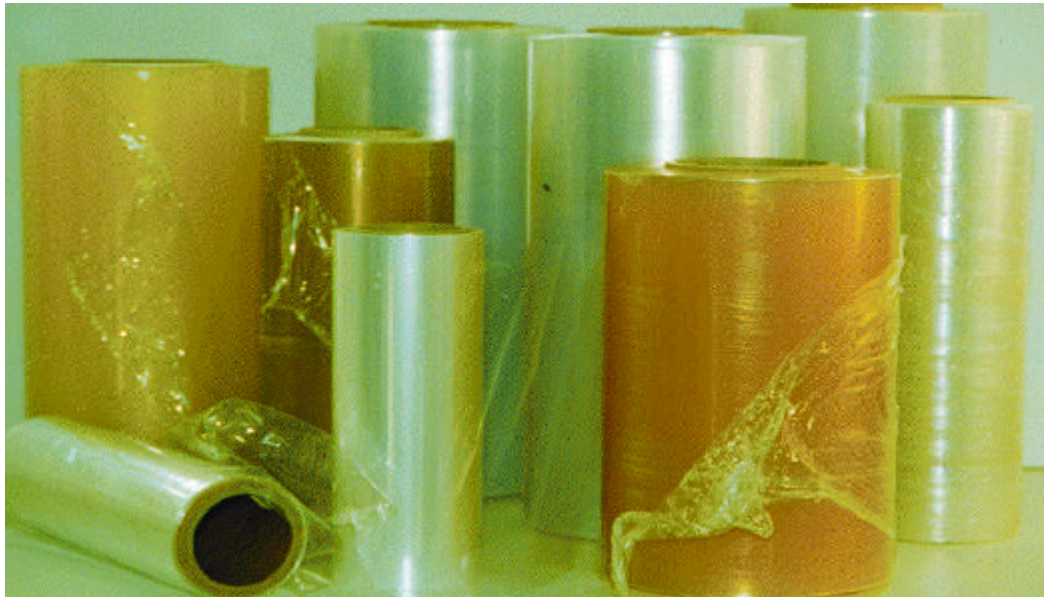
Polymelkzuur (PLA) is een polymeer dat geproduceerd wordt door klassieke chemische synthese. Daarbij wordt echter uitgegaan van monomeren die verkregen zijn uit agrogrondstoffen. PLA is een polyester gepolymeriseerd uit melkzuur. Het monomeer zelf kan worden geproduceerd door fermentatie van suikerkoolhydraten.

### 3. Polyhydroxyalkanoaten (PHA's):

PHA's zijn een groep polymeren geproduceerd door bacteriën, gisten of planten.

### 4. Synthetische composteerbare polyesters:

Composteerbare polyesters op basis van synthetische (aardolie gebaseerde) monomeren.



*Verskillende composteerbare verpakkingsfolies*

In het algemeen kan worden aangegeven dat de materialen qua verwerkbaarheid sterk op regulieren bulk plastics zoals Polyethyleen (PE), Polypropyleen (PP) en Polyethyleentereftalaat (PET) lijken. Ook qua eigenschappen is deze vergelijking te maken. Afwijkend is dat al dit soort materialen op dit moment minder goed tegen hitte kunnen. Over de prijs kan in het algemeen gezegd worden dat in de afgelopen 10 jaar door het omhoog gaan van de vraag en de productiecapaciteit de prijzen sterk zijn gedaald. Momenteel is een niveau bereikt waar de prijzen concurrerend kunnen zijn voor specifieke nichemarkten zoals de voedselverpakkingen met een meerwaarde. Door de toenemende vraag is de verwachting dat in de komende jaren als gevolg van schaalvoordelen de prijs nog verder omlaag zal gaan. Producenten van sommige materialen voorspellen dat een granulaatprijs gelijk aan huidige bulkplastics of zelfs daaronder dan mogelijk moet zijn.

In de volgende hoofdstukken wordt voor elk van de beschreven vier materiaal categorieën ingegaan op de herkomst, verwerking en beschikbaarheid. Daarnaast wordt ingegaan op specifieke eigenschappen en huidige toepassingsgebieden in het algemeen en als verpakkingsmateriaal in het bijzonder.

## 6. Natuurlijke polymeren

### Zetmeel

#### *Herkomst*

Zetmeel is een polymeer van natuurlijke afkomst. Commerciële bronnen van zetmeel zijn de zaden van graangewassen als maïs, tarwe en rijst en bijvoorbeeld uit knolgewassen als aardappels. De beschikbaarheid is groot, meer dan 25 miljoen ton per jaar, en daardoor is de prijs laag. Zetmeel is geen uniform materiaal, het bestaat uit twee types van glucosepolymeren: een laagmoleculair lineair polymeer genaamd amylose en een hoogmoleculair vertakt polymeer genaamd amylopectine.



#### Productvoorbeeld: loose fill materiaal

Materiaal: zetmeel

Toepassing: transportverpakking

Voordelen: milieuvriendelijk en goedkoper ten opzichte van piepschuim.

#### *Verwerking en beschikbaarheid*

Zetmeel kan via extrusie verwerkt worden tot halffabrikaat, het zogenaamde thermoplastisch zetmeel of Thermoplastic Starch (TPS). Hierna vindt verdere verwerking plaats tot (plastic) eindproduct door middel van spuitgieten, folieblazen, extrusie, schuimen of gieten. Thermoplastisch zetmeel wordt in bulk geproduceerd in verschillende kwaliteiten. De granulaatprijs van materialen ligt tussen de 1,5 en 4 euro per kilo.



Om betere mechanische eigenschappen, een flexibeler en een lager watergevoelig eindproduct te verkrijgen worden biologisch afbreekbare weekmakers gebruikt. Weekmakers verlagen de watergevoeligheid en verminderen bacteriegroei. Tevens worden vaak mengsels of blends van thermoplastisch zetmeel en synthetische composteerbare polymeren gebruikt. Hierdoor neemt eveneens de watergevoeligheid af en kunnen de materiaaleigenschappen van het eindproduct naar wens worden aangepast. Dit soort polymeren worden ook toegevoegd om flexibelere eindproducten te maken.

#### *Specifieke eigenschappen*

Een specifieke materiaaleigenschap van zetmeelplastic is de gasbarrière. Thermoplastisch zetmeel heeft namelijk een relatief lage doorlatendheid van CO<sub>2</sub> en zuurstof en hoge doorlatendheid van waterdamp. Dit zijn belangrijke eigenschappen voor de conservering van voedsel. Een andere eigenschap is de hoge gevoeligheid voor water. In vergelijking met PE en PP is folie van zetmeel vaak flexibeler en zachter. Tenslotte (b)lijkt het lastig om volledig transparantie te bereiken.

#### *Verpakkingstoepassingen*

Een grote markt voor thermoplastisch zetmeel wordt ingenomen in de schuimindustrie. Loose-fill schuimen op basis van zetmeel omvatten momenteel ongeveer 50% van het toepassingsgebied van thermoplastisch zetmeel. Andere belangrijke verpakkingstoepassingen zijn folies, draagtassen en geschuimde trays.

#### *Andere toepassingen*

Enkele andere toepassingen van zetmeel zijn diervoeding en -speeltjes, plantenpotten en zogenaamd mulch-folie dat wordt ingezet ten behoeve van oogstvervroeging en onkruidonderdrukking.



---

## Cellulose

### *Herkomst*

Cellulose is net zoals zetmeel een polymeer van natuurlijke afkomst. Het is het belangrijkste bestanddeel van de celwanden van planten. De beschikbaarheid van cellulose is zeer groot. Cellulose wordt hoofdzakelijk gewonnen uit bomen waarin cellulose (50%) in combinatie met bijvoorbeeld hemicellulose en lignines voorkomt. Ook uit diverse planten wordt cellulose gewonnen. Cellulose is een hoogmoleculair hoogkristallijn lineair polymeer dat niet smelt en niet oplosbaar is gangbare oplosmiddelen.

### *Verwerking en beschikbaarheid*

Al decennia lang wordt er verpakkingsmateriaal gemaakt dat is gebaseerd op cellulose. Meest bekende cellulose gebaseerde verpakkingsmaterialen zijn papier en karton of jute zakken. Ook zullen velen cellofaan kennen, een knisperende verpakking die wordt gebruikt voor het verpakken van bijvoorbeeld snoep en stroopwafels. In deze paragraaf zal met name ingegaan worden op de nieuwe verpakkingsmaterialen die uit cellulose gemaakt worden en daarnaast ook nog composteerbaar zijn. Voor het overzicht zal echter ook kort ingegaan worden op de reeds langer bekende materialen.

Van cellulose kunnen grofweg drie soorten verpakkingsmaterialen gemaakt worden. Dit zijn materiaal gemaakt van (1) natuurlijke cellulose vezel, (2) geregenereerd cellulose en (3) gemodificeerd cellulose.

#### *(1) Natuurlijke cellulosevezel*

Papier, karton en ook jute is gemaakt van natuurlijke cellulosevezels. Deze vezels worden, in het geval van bijvoorbeeld papier en karton, los aan elkaar geplakt door een binder en in het geval van bijvoorbeeld jute worden cellulose vezels gesponnen en geweven. In de meeste gevallen worden verpakkingsmaterialen die zijn gemaakt van natuurlijke cellulose vezels erkend

als composteerbaar. Gebruikte additieven kunnen echter een nadelige invloed hebben.

### (2) *Geregenereerd cellulose*

De vakterm voor Cellofaan is geregenereerd cellulose. De naam zegt het al, dit materiaal wordt verkregen door cellulose tijdelijk, gedurende de verwerking, te modificeren. Dit ingewikkelde proces- waarin nu nog veel organische oplosmiddelen moeten worden gebruikt - is noodzakelijk omdat cellulose niet thermoplastisch verwerkbaar is en niet oplosbaar is in gangbare oplosmiddelen. In het Cellofaan blijven de goede eigenschappen van cellulose (hoge temperatuur stabiliteit en hoge sterkte) behouden. Geregenereerd cellulose is net als natuurlijk cellulose niet sealbaar. Om het materiaal sealbaar te maken wordt traditioneel een laagje thermoplastisch niet-biologisch afbreekbaar polymeer aangebracht.

Recent is echter ook geregenereerd cellulose film commercieel beschikbaar die is voorzien van een biologisch afbreekbare laag, waardoor er nu een composteerbare geregenereerde cellulose verpakkingsfolie beschikbaar is.

### (3) *Gemodificeerd cellulose*

Cellulose kan ook chemisch worden gemodificeerd tot thermoplastisch verwerkbaar cellulose. Bekende varianten zijn cellulose acetaat, butyraat en propionaat. Deze varianten voldoen echter niet aan de Europese composteerbaarheidsnorm voor verpakkingen. Er zijn echter ook biologisch afbreekbare varianten beschikbaar gekomen die wel aan deze norm voldoen. Voorbeeld is cellulose di-acetaat, dat qua verwerking vergelijkbaar is aan thermoplastisch zetmeel. Dit wil zeggen dat het thermoplastisch verwerkbaar is tot geblazen film, diepgetrokken bakje of gespuitsgiete bloempot als er voldoende weekmaker wordt toegevoegd. Granulaat is beschikbaar voor circa 3 euro per kg.

### *Specifieke eigenschappen*

Wat betreft nieuwe cellulose gebaseerde composteerbare verpakkingsmaterialen kennen we dus de thermoplastisch verwerkbare cellulose di-acetaat en de niet thermoplastische composteerbare geregenereerde cellulose. Typisch voor beide materialen is dat ze zeer transparant zijn, vochtbestendig en in het geval van cellofaan knisperen en een minder goed geheugen hebben, waardoor het materiaal na vervorming minder snel in haar oorspronkelijke vorm terug zal keren.

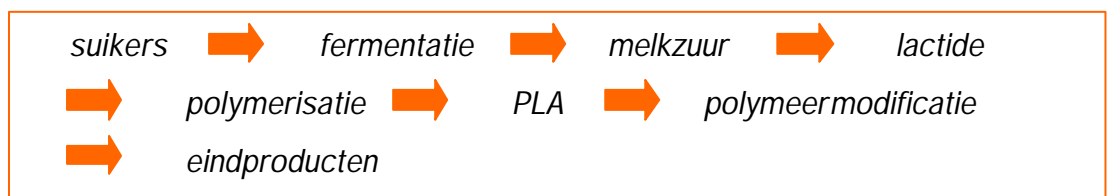
### *Verpakkingstoepassingen*

Mogelijke toepassingen van de nieuwe composteerbare cellulose gebaseerde materialen zijn snoepgoed, koekjes maar ook groente en fruit.

## 7. Polymelkzuur

### *Herkomst*

Polymelkzuur (PLA) is een polymeer vervaardigd uit melkzuur. Melkzuur wordt geproduceerd door de fermentatie van suikers. Deze suikers worden momenteel nog gewonnen uit landbouwgewassen als maïs maar in de toekomst kunnen waarschijnlijk ook agrarische nevenstromen worden gebruikt zoals melkwei, resten van maïskolven en stro. Melkzuur is een tussenproduct dat door de fermentatie van suiker of zetmeel ontstaat. Het monomeer melkzuur is in twee verschillende isomeren verkrijgbaar, de D- en L-vorm. Na polymerisatie kan dus een aantal verschillende polymeren worden vervaardigd, zuiver D- of L-polymelkzuur of combinaties. Poly-L-melkzuur is vrijwel niet biologisch afbreekbaar, terwijl polymelkzuur uit D- en L-isomeren al binnen enkele weken afgebroken worden. De productieroute staat beschreven in onderstaande diagram.



### *Verwerking en beschikbaarheid*

Het volledig transparante PLA kan door middel van (sheet)extrusie worden geëxtrudeerd tot folie. Uit deze sheets kunnen ook middels dieptrekken vormdelen gevormd worden (thermovorming). Van PLA kan ook net als bijvoorbeeld PET een fles worden geblazen. Het materiaal kan ook worden geschuimd, al zijn hiervan nog geen producten op de markt. Daarnaast kan PLA ook goed worden verwerkt tot vezels (wovens en non-wovens).

De huidige productiecapaciteit voor verpakkingstoepassingen geschikt polymelkzuur is ongeveer 150 kiloton per jaar en de prijs van het granulaat ligt tussen de 2 en 4 euro per kilo.

### *Specifieke eigenschappen*

De twee meest specifieke eigenschappen van PLA als verpakkingsmateriaal zijn de transparantie en de waterbestendigheid. Daarnaast heeft PLA zeer specifieke gasbarrière-eigenschappen. Een andere typerende eigenschap van PLA-folie is dat het knispert of kraakt. Tenslotte hebben bepaalde varianten van PLA een minder goed geheugen, waardoor het materiaal na vervorming minder snel in haar oorspronkelijke vorm terug zal keren.



Productvoorbeeld: aardbeienbakje

Materiaal: Polymelkzuur

Toepassing: verpakkingen voor AGF-producten

Voordelen: Transparant, vochtbestendig, sluit aan bij imago van de inhoud

### *Verpakkingstoepassingen*

PLA is geschikt als verpakkingsmateriaal voor snoep, groente, fruit, koude dranken, vlees en zuivel.

### *Andere toepassingen*

Melkzuur wordt ook geproduceerd in het menselijk lichaam. Mede daarom wordt PLA gebruikt in medische toepassingen. Een andere toepassing is als vezel in kleding en tapijt.

## 8. Polyhydroxyalkanoaten (PHA's)

### *Herkomst*

Polyhydroxyalkanoaten (PHA's), waarvan polyhydroxybutyraat (PHB) de meest bekende vorm is, kunnen worden geproduceerd door sommigen bacteriën, gisten of planten. Bij planten en gisten is altijd genetische modificatie noodzakelijk om ze PHA's te laten produceren. Bij bacteriën wordt er gebruik gemaakt van genetische modificatie om de productiecapaciteit te verhogen of materiaaleigenschappen te veranderen.

### *Verwerking en beschikbaarheid*

De eigenschappen van PHAs zijn afhankelijk van de monomeersamenstelling, en afhankelijk van deze samenstelling is het mogelijk om een grote variëteit aan PHAs te produceren. PHB is een hoogkristallijn thermoplastisch materiaal,



*PHA's worden op pilot schaal gefabriceerd, zoals hier bij A&F.*

terwijl PHAs met een relatief gemiddelde ketenlengte elastomeren zijn met een laag smeltpunt en lage krystalliniteit. Ondanks het feit dat PHAs materiaaltechnisch een zeer hoge potentie hebben, worden ze op dit moment slechts op zeer beperkte schaal geproduceerd. Er wordt echter veel onderzoek gedaan naar goedkope productiemethodes waardoor het mogelijk moet worden om ook deze materialen tegen een aanvaardbare prijs te produceren.

### *Specifieke eigenschappen*

Afhankelijk van de samenstelling kan er een range aan materiaaleigenschappen worden geproduceerd, van flexibel, rubberachtige tot

rigide materialen. Een interessant gegeven met betrekking tot voedselverpakkingen is de lage water(damp)doorlatendheid, die vergelijkbaar is met die van LDPE.

*Verpakkings- en andere toepassingen*

Mogelijke toepassingen van PHAs zijn legio. Op dit moment zijn echter geen toepassingen op de markt. In het verleden zijn onder meer shampooflessen, credit cards en klerhangers geproduceerd.

## 9. Synthetisch composteerbare polyesters

### *Herkomst*

Er bestaan ook synthetische polymeren die composteerbaar zijn. Van deze materialen zijn poly(caprolacton) (PCL) en alifatisch co-polyester voorbeelden van polyesters. Deze polymeren zijn volledig composteerbaar maar niet vervaardigd uit hernieuwbare grondstoffen. Deze materialen worden volgens een klassieke synthetische route vervaardigd uit aardolie. Echter, door specifieke processtappen te nemen is het mogelijk een biologisch afbreekbaar synthetisch plastic te maken.



**Productvoorbeeld: verpakking voor biologische aardappelen**

Materiaal:	Blend van zetmeel en synthetische composteerbare polyesters
Toepassing:	verpakkingen voor AGF-producten
Specifieke voordelen:	Doorzichtig, sterk, sluit aan bij imago gebruiksdoel, te Composteren samen met inhoud



### *Verwerking en beschikbaarheid*

De verwerkbaarheid van deze polyesters is vergelijkbaar met reguliere polyesters hoewel de verwerkingstemperatuur lager is. De prijs van deze speciale polyesters is afhankelijk van de grade en ligt tussen de 3 en 5 euro per kilo.

### *Specifieke eigenschappen*

Eigenschappen van deze polyesters zijn vergelijkbaar met reguliere polyestermaterialen. Vanwege de biologische afbreekbaarheid en daarmee de hoge prijs en vanwege het feit dat ze uit aardolie zijn vervaardigd worden polyesters veel in combinatie met één van de materialen uit de andere categorieën gebruikt. Zo worden deze materialen ingezet met zetmeel toegepast om de watergevoeligheid van het zetmeel te verminderen.

### *Verpakkingstoepassingen*

Een mogelijke toepassing is te vinden in de foliemarkt als blend of laminaat maar ook als monomateriaal. Te denken valt aan zakken voor groente en fruit. Ook kunnen dit soort materialen worden gebruikt als laminaat in of op trays voor bijvoorbeeld vlees- of visverpakkingen.

## Colofon

### Nieuwe composteerbare verpakkingsmaterialen voor voedseltoepassingen

Ir. Christiaan Bolck

Ir. Michiel van Alst

Dr. Karin Molenveld

Ir. Gerald Schennink

Dr. Maarten van der Zee

2003

© Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen

ISBN 90-6754-773-5

Druk: Propress, Wageningen

**Agrotechnology & Food Innovations B.V.  
Wageningen Universiteit en Research Center**

Bornsesteeg 59

Postbus 17

6700 AA Wageningen

0317-475024

Internet: [www.agrotechnologyandfood.wur.nl](http://www.agrotechnologyandfood.wur.nl)

E-mail: [info.agrotechnologyandfood@wur.nl](mailto:info.agrotechnologyandfood@wur.nl)

**Zijn er relaties die u met dit boek een plezier kunt doen  
dan zouden we dat graag van u vernemen.**

De publicatie is mogelijk gemaakt door het onderzoeksprogramma Groene Grondstoffen, gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en is de tweede van een reeks publicaties over het gebruik van agrogrondstoffen en nevenstromen in veilige en gezonde producten voor consumenten- en industriële markten.