



**Toekomst  
voor bioplastics**

- > BIO-ETHANOL  
ZONDER GLYCEROL
- > PENICILLINEPRODUCTIE

# Bioplastics zijn meer dan alleen groen

**Bioplastics hebben een lange weg afgelegd. Waren het voorheen vooral bedrijven die een nieuwe toepassing voor hun biomassastroom zochten, tegenwoordig is bijna elk chemisch bedrijf er mee bezig. De afzet stijgt al jaren gestaag. Maar om vergelijkbare marktvolumes te halen als petrochemische plastics is nog veel ontwikkeling nodig. Met name op het gebied van de prijs.**

Francis  
Voermans

Je komt de term steeds vaker tegen: de biobased economy. Dat is een economie gebaseerd op biomassa, zoals planten, bomen, algen en dergelijke. Hernieuwbaar dus, in tegenstelling tot onze huidige aardolie-economie. Bij biobased gaat het meestal over biobrandstoffen, maar eigenlijk liggen plastics uit biomassa veel meer voor de hand. Want olie is met enkele simpele scheidingen geschikt te maken voor de auto. Voor plastics moet het worden gekraakt, gehydrogeneerd, gepolymeriseerd, gecarboneerd, gevinyleerd en zo verder. Lange, energievretende routes die gemakkelijker te beconcurreren zijn.

In theorie dan, de praktijk blijkt een iets ander verhaal te zijn. 'De petrochemische industrie is zeventig jaar bezig geweest om haar processen te optimaliseren. Biobased materialen moeten in een ontwikkelingscurve van drie of vier jaar op ongeveer hetzelfde punt uitkomen', vat Jacco van Haveren de crux samen. Hij is programmamanager duurzame chemicaliën bij de Wageningen University and Research Centre (WUR)/ Biobased Products.

De WUR doet onderzoek naar allerlei chemicaliën – niet alleen plastics – uit biologische bronnen. Daarin zijn twee ontwikkelingen te onderscheiden, zegt Van Haveren: 'De eerste is het precies namaken van de huidige kunststoffen. Dat houdt in dat uit de biomassa een monomeer wordt gemaakt, dat vervolgens de bestaande petrochemische keten in gaat. Het

Braziliaanse Braskem doet dat bijvoorbeeld. Dit bedrijf gebruikt bio-ethanol dat verkregen is door fermentatie van suikerriet, zet dat via dehydratatie om naar etheen en maakt daarvan biopolyetheen. Bij de WUR wordt wat dit betreft gewerkt aan bioroutes naar bekende bouwstenen als fenol, acrylzuur, methacrylzuur, butadien en styreen.'

De tweede ontwikkeling is dat er nieuwe kunststoffen worden gemaakt uitgaande van biomassa. 'De belangrijkste voorbeelden daarvan zijn polymelkzuur (PLA), dat wordt gemaakt via fermentatie van suikers uit suikerriet of maïszetmeel, en plastics die uit het zetmeel van maïs of aardappelen worden gemaakt via fysische verwerking.'

## Additieven

De nieuwe bioplastics worden vaak nog gezien als inferieure materialen. De pure polymeren hebben inderdaad hun beperkingen. Zo is PLA bros en niet bestand tegen hogere temperaturen. Plastics van zetmeel zijn niet waterbestendig. Maar daar is iets aan te doen, stelt Van Haveren. 'Door blends te maken van verschillende biopolymeren of door gelamineerde structuren te maken, ontstaan plastics die wel waterresistent zijn. En er zijn PLA's in ontwikkeling die taaier zijn en bestand tegen hogere temperaturen.'

Daarnaast kunnen er, net als bij traditionele plastics, additieven worden toegevoegd om de eigenschappen te verbeteren. De ontwikkeling van deze additieven is in volle gang. Tot dusver worden voornamelijk op aardolie gebaseerde additieven gebruikt. 'Het uiteindelijke doel is om de plastics honderd procent biobased te maken, maar voor de marktontwikkeling is het praktisch om nu petrochemische additieven toe te voegen. Het gaat bij veel additieven meestal maar om één procent.'

Dat de additieven te maken zijn uit biomassa, bewees de Wageningen Universiteit al met de ontwikkeling van een biobased alternatief voor de weekmakers in PVC. 'Voor sommige toepassingen, een douchegordijn of vinylvloerbedekking bijvoorbeeld, wordt wel veertig of vijftig procent weekmakers toegevoegd aan PVC. Ons alternatief op basis van suikers kan die



ftalaat-verbindingen heel efficiënt vervangen. Het bedrijf waarmee we deze bioweekmakers hebben ontwikkeld, is nu bezig met de voorbereiding van de marktintroductie', vertelt Van Haveren.

### Melkzuren

De ontwikkeling van chemicaliën uit biomassa is een groeiend aandachtsgebied van de WUR. Een nieuw onderzoeksprogramma, genaamd Biobased Performance Materials, betekent dat de onderzoeksgroep weer uitgebreid gaat worden. De WUR coördineert het programma, waaraan 35 Nederlandse instellingen en bedrijven deelnemen. 'De hele keten is vertegenwoordigd, van agroproducenten tot aan plasticverwerkers. We zullen vier jaar intensief aan biomaterialen gaan werken', zegt Van Haveren.

De WUR heeft een rijke ervaring in bioplastics. Een van de succesvolle samenwerkingsverbanden is die met CSM-dochter Purac. Melkzuurproducent Purac ziet in PLA een grote nieuwe afzetmarkt en doet al geruime tijd R&D op dat gebied. De afgelopen jaren leidde dat tot een doorbraak. Purac ontdekte dat de verhouding linksdraaiende en rechtsdraaiende melkzuren grote invloed heeft op de eigenschappen van het polymeer. Door die verhouding te optimaliseren kon Purac een PLA maken dat temperaturen tot 175 graden Celsius kan weerstaan, veel hoger dan de 60 graden die standaard PLA aan kan.

Het bedrijf heeft grote verwachtingen van dit nieuwe, zogeheten tweedegeneratie PLA. Onlangs kondigde het aan in Thailand een fabriek te gaan bouwen voor lactides, dimeren van melkzuur, die de uitgangsstof vormen voor PLA. De fabriek krijgt een capaciteit van 75 kiloton per jaar, kost 45 miljoen euro en zou halverwege volgend jaar in bedrijf moeten gaan.

Purac is niet van plan om zelf polymeren te gaan maken. Maar door zelf een grootschalige fabriek te bouwen voor de eerste stap van de polymerisatie – van melkzuur naar lactide – wil het bedrijf de investeringskosten voor de polymeerproducenten verlagen. Deel

### 'De grootste rem op bioplastics is nog altijd de prijs.'

van de strategie is ook dat Purac samenwerking zoekt met andere bedrijven in de keten, zoals met Sulzer Chemtech voor het ontwerpen van de productie-installaties en met AkzoNobel voor het ontwikkelen van additieven.

### Piepschuim

Een andere partner is Synbra Technology uit Etten-Leur. Synbra is een grote producent van expandeerbaar polystyreen, waarvan door haar dochterbedrijven EPS (piepschuim) eindproducten worden gemaakt. ☞

Synbra heeft, eveneens in samenwerking met de WUR, BioFoam ontwikkeld; een piepschuim van polymelkzuur. Daarbij wordt als blaasmiddel CO<sub>2</sub> gebruikt in plaats van pentaan, zodat het een volledig biobased plastic is.

In Etten-Leur gaat Synbra dit jaar een polymerisatiefabriek bouwen met een capaciteit van vijf kiloton per jaar, die lactides van Purac uit Thailand zal omzetten in PLA. Die PLA-bolletjes kunnen vervolgens met CO<sub>2</sub> worden opgeblazen tot de gewenste vorm. 'Die technologie zijn we nog aan het optimaliseren. Wij hebben nu vier grote machines staan waarmee we EPLA-delen maken. De ontwikkelde technologie zullen we straks met cut and paste neerzetten bij onze zusterbedrijven, die de BioFoam eindproducten gaan maken', vertelt Peter Matthijssen van Synbra Technology.

Synbra richt zich in eerste instantie op toepassingen in de verpakkingindustrie. 'Bijvoorbeeld kisten voor medicijnen en verpakkingen van LCD-schermen. Hoogwaardige toepassingen.' De voordelen van BioFoam liggen puur op het milieuvlak. Het is hernieuwbaar, industrieel composteerbaar en heeft een veel lagere CO<sub>2</sub>-emissie dan van aardolie gemaakt piepschuim. De prijs is nog wel hoger dan van EPS. 'Als launching customers zoeken we klanten die groen willen zijn. Op termijn zal BioFoam wel goedkoper worden. We richten op anderhalf maal de prijs van EPS; het zal wel een stukje duurder blijven. Hoewel de olie natuurlijk ook duurder zou kunnen worden', zegt Matthijssen.



## Tuinbouw

'De grootste rem op bioplastics is nog altijd de prijs', erkent ook Patrick Verschaeren van Oerlemans Plastics. Oerlemans was zo'n tien jaar geleden één van de eerste bedrijven die begon met de verwerking van bioplastics. Het maakt er vooral Mulchfolies van voor de vollegrond tuinbouw. 'Dat zijn grondbedekkingsfolies die de bodem onkruidvrij houden bij de teelt van groenten en fruit. Omdat de folies composteerbaar zijn, hoeven ze niet te worden verwijderd na de teelt. Ze kunnen gewoon in de grond worden gefreesd.' Mulchfolies werden voorheen altijd van PE gemaakt. 'PE-folies worden ook nog wel gebruikt, maar een groot gedeelte is tegenwoordig bioafbreekbaar', zegt Verschaeren. Sinds vorig jaar levert Oerlemans Plastics ook folies aan de glastuinbouw. Het voordeel is daar hetzelfde: de tuinder hoeft de folies niet te scheiden van de planten en apart af te voeren. Daarnaast maakt het bedrijf bioafbreekbare draagtassen. 'Maar dat zijn maar kleine hoeveelheden. Daarbij gaat het puur om het imago dat de klant wil uitstralen.' Dat geldt niet voor de land- en tuinbouw. Daar zijn bioplastics gewoon de goedkoopste oplossing. 'De folie is duurder, maar dat wordt teruggewonnen door minder arbeid en storkosten', aldus Verschaeren.

Oerlemans Plastics maakt de producten van mengsels van bioplastics, met PLA als hoofdcomponent. 'Aan de folies worden alleen kleurstoffen toegevoegd om ze zwart of wit te maken. Om een heldere folie te maken voor bijvoorbeeld groente- of fruitverpakkingen moet je wel additieven toevoegen om ze goed over de machines te kunnen laten lopen.' Het bedrijf is bezig met de ontwikkeling van bioplastics voor groente- en fruitverpakkingen. Die zijn moeilijker te maken dan de tuinbouwfolie, legt Verschaeren uit. 'Het zijn barrièreverpakkingen, waarbij het belangrijk is dat ze op de juiste manier ademen. Ze mogen niet te gasdicht zijn, omdat zuurstofvrije omstandigheden leiden tot de vorming van ethanol. Te veel zuurstof zorgt dat de groenten te snel rijpen. Dat komt nauw.'

Oerlemans Plastics verkoopt nu jaarlijks zo'n vijfhonderd ton bioplastics, wat neerkomt op ongeveer drie procent van de totale productie. 'Het is wel een markt die snel groeit, nu vooral door nieuwe toepassingen in de tuinbouw', zegt Verschaeren. In de toekomst wil het bedrijf nieuwe markten aanboren, te beginnen met die voor groente- en fruitverpakkingen. Veel zal daarbij afhangen van de prijs van de bioplastics. Verschaeren: 'Door schaalvergroting is de prijs van PLA flink gedaald. Die ligt nu in de buurt van plastics als polyester en PET. Maar je kunt een product niet alleen van PLA maken. Omdat de andere grondstoffen flink duurder zijn, komen de mengsels een factor drie duurder uit dan klassieke plastics. Dat is vooral een kwestie van volume. PLA is tot dusver het enige bioplastic dat op redelijke schaal wordt gemaakt.'

## Hondenkluiven

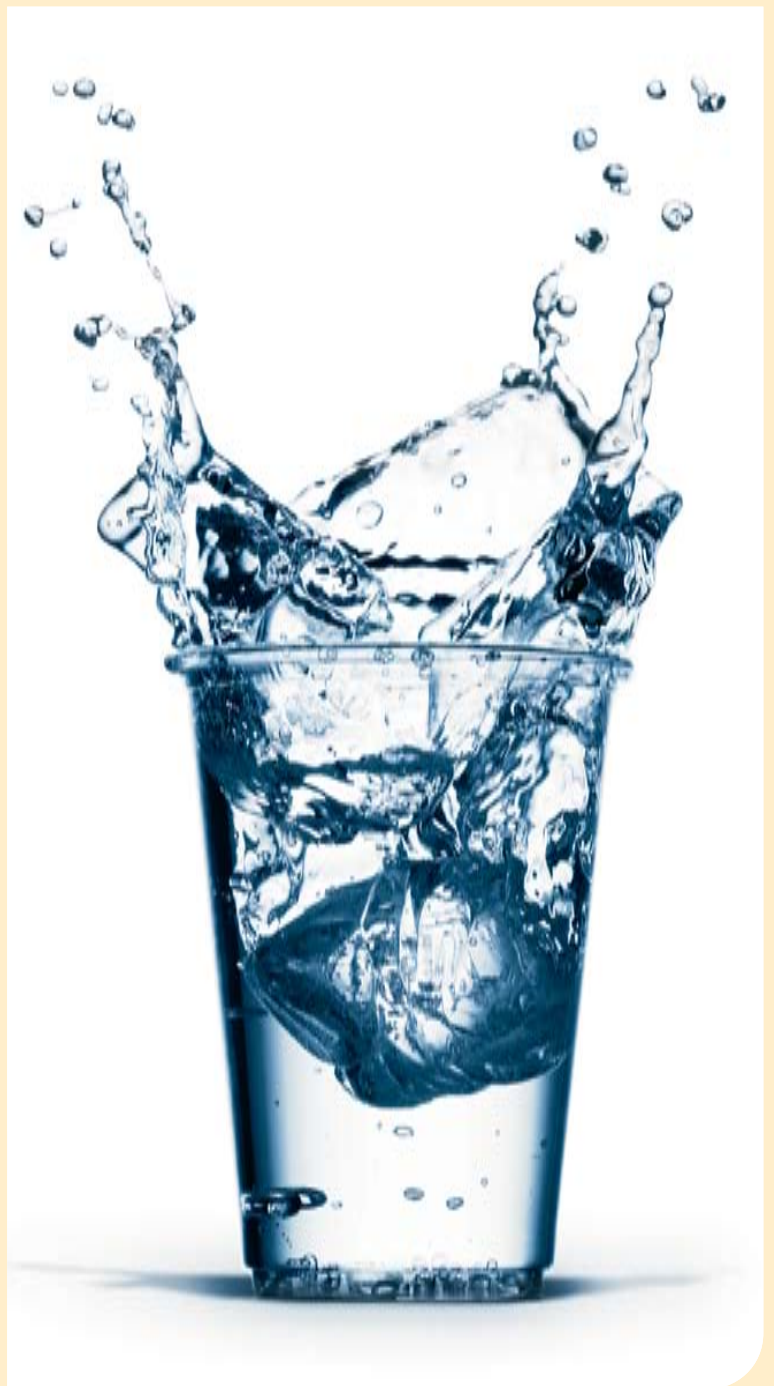
De afzet van bioplastics groeit al jaren gestaag. Toch valt er tot dusver nog niet veel geld mee te verdienen. De grootste producent is NatureWorks, dat sinds 2002 een PLA-fabriek met een capaciteit van 140 kiloton per jaar opereert in Blair (VS). Het bedrijf was aanvankelijk een joint venture van Cargill en Dow, maar Dow stapte er in 2005 uit. Cargill vond een nieuwe partner in Teijin dat in 2007 voor de helft eigenaar werd. Vanwege de crisis hield ook Teijin het vorig jaar alweer voor gezien, zodat Cargill nu weer volledig eigenaar is. In Nederland heeft Avebe lange tijd gewerkt aan de ontwikkeling van op zetmeel gebaseerde plastics. In Veendam bouwde het in 1997 één van de eerste productielijnen ter wereld met een capaciteit van vierduizend ton per jaar. Maar in 2003 besloot het bedrijf dat de productie van kunststoffen op basis van zetmeel te duur was. De productie ging wel door binnen een afgesplitst bedrijf, genaamd Paragon. Dit bedrijf maakt nu – overigens met succes – hondenkluiven van zetmeel. De oorspronkelijke doelstelling om bioplastics te maken, heeft het bedrijf laten varen.

## Bouwsteen

Om bioplastics economisch interessanter te maken, zijn efficiëntere productieroutes nodig. De verwerking van biomassa zou hetzelfde pad moeten volgen als dat van aardolie, stelt Jacco van Haveren van de WUR. 'Het verschil in samenstelling van biomassastromen is nu nog een nadeel. We zullen moeten leren omgaan met al die verschillende componenten. Dat is niet anders dan bij aardolie. Daarin zitten ook honderd verschillende componenten. En in de begintijd waren er ook fracties waar niets mee werd gedaan. Het doel is om een biomassaraffinaderij te ontwikkelen, waarbij alles wat je genereert, wordt gebruikt.'

Het promotie-onderzoek van Tijs Lammens aan de WUR is een stap in die richting. Hij heeft een manier gevonden om een bouwsteen voor de chemische industrie te maken uit een bijproduct van de bioethanolproductie. 'Bij de fermentatie van suikers naar ethanol ontstaat het zogeheten *dried distillers grain*, een dikke drab met veel eiwitten erin. Dat kan worden gevoerd aan koeien en varkens, maar bijvoorbeeld in Amerika is er zoveel van, dat ze niet weten wat ze ermee aan moeten. Als je de eiwitten reduceert tot aminozuren en de goede eruit haalt, kun je daarmee nieuwe moleculen maken', vertelt Lammens.

Een veel voorkomend aminozuur in het *dried distillers grain* is glutaminezuur, dat Lammens koos als uitgangstof. Voor omzetting zocht hij een decarboxylase-enzym, dat een CO<sub>2</sub>-molecuul van aminozuren kan knippen. 'Dat is een logische eerste stap. Daarmee krijg je een simpeler molecuul, dat niet meer chiraal is.' Lammens gebruikte een enzym dat in de hersenen



**'GABA is nu een hele dure stof en daarom kwam niemand op het idee om er chemicaliën van te maken.'**

van dieren en mensen voorkomt, waar het dient als neurotransmitter. Voor de experimenten werd het aangemaakt in E-Coli bacteriën door collega-onderzoekers in Rome. Het enzym bleek te doen wat Lammens gehoopt had. 'De omzetting is effectief en selectief, je krijgt alleen de stof die je wilt. En het enzym is stabiel.' Lammens immobiliseerde het enzym in een gelmatrix en opereerde de labopstelling als fed-batch. 'Het enzym kan het aminozuur blijven omzetten. Er kan een hoge concentratie van het eindproduct worden gehaald, ☺

zodat het gemakkelijk te isoleren is.' Alle parameters geven aan dat opschaling goed mogelijk is. 'Een continue procesvoering moet mogelijk zijn door het enzym in een gepakt bed te immobiliseren. Uit onze berekeningen blijkt dat het absoluut mogelijk is om naar een grotere schaal te gaan.'

Door het afknippen van CO<sub>2</sub> ontstaat GABA, gamma-aminoboterzuur, wat een uitgangsstof kan zijn voor vele eindproducten. Lammens werkt nu aan vervolgstappen naar verschillende toepassingen op het gebied van polymeren en oplosmiddelen. Eén daarvan is pyrrolidon, de cyclische versie van GABA, wat een gangbaar tussenproduct is in de chemische industrie op weg naar polyvinylpyrrolidon. Er is maar één stap nodig, de cyclisatie, om GABA in de bestaande productieroute te laten instromen. 'Op papier is die reactie bekend, maar er is nog geen technologie voor. GABA is nu een hele dure stof en daarom kwam niemand op het idee om er chemicaliën van te maken', zegt Lammens.

De afvalstroom van bioethanolproductie is overigens maar één mogelijke voeding. Lammens bekijkt ook of er andere reststromen in aanmerking komen, zoals van suikerriet, suikerbieten of palmolie.

### Bijzondere eigenschappen

Het ontwikkelen van efficiëntere productiemethodes kost tijd. Maar daarop hoeft de nieuwe bioplastic-industrie helemaal niet te wachten, meent Remy Jongboom van Biopearls. Volgens hem is er ook een markt voor wat duurdere bioplastics. 'Oorspronkelijk werden bioplastics ontwikkeld om bestaande plastics te vervangen. Maar mensen worden zich meer en meer bewust van de bijzondere eigenschappen van bioplastics. Dat zijn niet alleen de composteerbaarheid en afbreekbaarheid, die tegenwoordig als standaard eigenschappen worden gezien. Bioplastics voelen bijvoorbeeld ook anders aan of kunnen bij andere temperaturen worden verwerkt. Je kunt er nieuwe producten van maken met nieuwe eigenschappen. Dat is waar de markt op zit te wachten.' Als voorbeeld noemt Jongboom een bioplastic folie voor het verpakken van aardappelen. 'Het bioplastic heeft ademende eigenschappen en houdt het licht tegen. Daardoor zijn de aardappelen vijftig procent langer houdbaar dan in polyetheen.'

Biopearls helpt bedrijven die met bioplastics aan de slag willen. Het zoekt de beste samenstelling van het materiaal voor de betreffende toepassing en zorgt ook voor levering van dat materiaal. Daarnaast geeft het technische ondersteuning en helpt het bijvoorbeeld bij de certificering van de producten. Het kost een plasticverwerker helemaal niet zoveel tijd om van aardolie naar bioplastics over te stappen, zegt Remy Jongboom. 'Het materiaal kan worden verwerkt in de bestaande installaties. Met proefmateriaal worden eerst wat exper-



imenten gedaan. Daarna kan ook het materiaal voor de productie snel worden geleverd. De time-to-market is meestal zo'n twee maanden.'

Opmerkelijk genoeg hebben plasticverwerkers sinds

**'Door de crisis luisteren bedrijven beter naar wat hun klanten willen en gaan ze op zoek naar materialen die andere dingen kunnen.'**

de crisis juist meer belangstelling gekregen voor bioplastics, aldus Jongboom. 'Door de crisis luisteren bedrijven beter naar wat hun klanten willen en gaan ze op zoek naar materialen die andere dingen kunnen. Een aantal bedrijven weet al jaren wat we kunnen met bioplastics, maar stapt er nu direct op behoorlijk grote schaal in.' Jongboom twijfelt dan ook niet aan de toekomst van bioplastics: 'Het is nog een beginnende markt. We staan aan de vooravond van grootschalige introductie.' Die verwachting deelt hij met Jacco van Haveren. 'De belangstelling voor bioplastics is al jaren continu stijgend en is ook door de crisis niet ingezakt. De introductie is een geleidelijk proces, maar wel een dat steeds sneller gaat.'

