

De onstuitbare groei van de biobottle

♦ TEKST MARIANNE HESELMANS,
MET BIJDRAGEN VAN HANS VAN DE VEEN
♦ FOTOGRAFIE MISCHA KEIJSER

Coca-Cola heeft nu al een Plantbottle op de markt, die voor 22,5 procent bestaat uit plantenresten. Het zal niet lang meer duren of dit flesje wordt vervangen door een echte biobottle, die voor 100 procent bestaat uit biologisch materiaal, bij voorkeur gemaakt uit restproducten uit de landbouw en die van de voedingsindustrie.

Er is geen weg meer terug. De glazen fles en de plastic verpakking hebben hun langste tijd gehad. In de toekomst drinken we cola uit *biobottles*, gemaakt van afvalstromen uit de landbouw en de voedingsindustrie. De ene na de andere fabriek wordt uit de grond gestampt. Verschillende soorten bioplastics concurreren nu al met elkaar om de gunst van gigantische afnemers, zoals Coca-Cola. Maar Unilever kan de shampoo natuurlijk ook verduurzamen, door een fles van bioplastics. Bedrijven als Purac, Avantium en DSM investeren fors in research en productie. Nederland is een belangrijke speler op deze wereldmarkt. >



Coca-Cola en Pepsico zijn aan een ware wedloop begonnen: wie komt als eerste met het flesje, gemaakt van 100 procent landbouwafval of afval van voedingsbedrijven?

Cola drinken uit een fles van bewerkte suikerbietenpulp? Of water uit een fles van omgevormde aardappelschillen? Het is een stuk minder futuristisch dan het misschien lijkt, zo zien we bij Wageningen Universiteit en Research Centrum. We staan in een hal vol buizen, spuitmachines, zakken bioplastic korreltjes, kopjes, doppen en lepeltjes. Chemicus Jacco van Haveren laat er een gewoon uitzien limonadeflesje zien, gemaakt van polymelkzuur (PLA). Nu komt dit polymelkzuur nog van suikers uit maïssetmeel of suikerbiet,

gewassen die ook nodig zijn voor voedselproductie. “Maar over vijf jaar kunnen we al zo’n flesje maken uit bietenpulp of houtafval”, verwacht de onderzoeksleider. Om de limonadefles te krijgen, hebben de Wageningers flink aan de spaghettistrengen die deze polymelkzuren zijn, moeten trekken, kneden en kristalliseren. Maar een eerste flesje is er. “Al kan deze nog niet tegen temperaturen boven de vijftig graden”, zegt Van Haveren. Het zoeken naar temperatuurbestendiger flesjes wordt onder andere betaald door de

Nederlandse melkzuurleverancier Purac, dochter van de leverancier van bakkerij-ingrediënten CSM. Purac levert al langer biomedische materialen gemaakt uit suiker en wil wereldspeler worden in de bioplastics; in 2010 zette het bedrijf een commerciële fabriek in Thailand neer. Wageningen en Purac zijn maar twee van de vele partijen die zich nu op de wereldmarkt voor plastic, kunststof, harsen en chemicaliën uit plantaardig materiaal roeren. Bedrijven steken hier geld in omdat ze maatschappelijk

Hoeveel fabrieken zijn er de laatste tijd geopend?

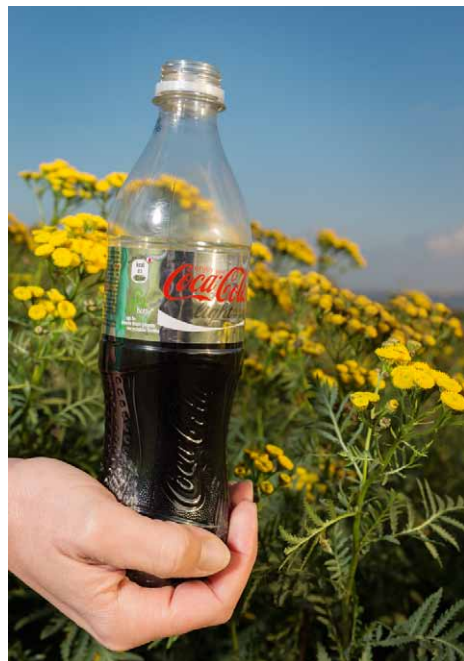
DSM is mede-eigenaar van drie buitenlandse proeffabrieken voor bioplastic en bio-energie, onder andere in de VS.

“Dat een steeds groter deel van de bio-energie uit reststromen moet komen, is een belangrijke drijfveer geweest.”

Palmpitten, palmbladeren, onbruikbare oliestromen, houtafval, Maleisische ondernemers in de palmolieketen moeten jaarlijks heel wat tonnen troep verbranden. “Deze reststromen noemen we nu geen afval meer, maar grondstoffen”, zegt biotechnoloog dr. Ahmad Azri in een spiksplinternieuwe proeffabriek in Kuala Lumpur. Zijn fabriek, met als aandeelhouders twee universiteiten en een overheidsinstituut, gaat de reststromen van de palmolieketen waarde geven. In maart, tijdens een door de EU betaalde persreis, bezochten we de fabriek. In de hal staan een paar manshoge reactoren. Eerst worden daarin uit de resten van de palmolieketen azijnzuur en propionzuur gehaald. Daarna zet de bacterie *Comomonas putranensis* de zuren om in de bouwstenen voor het plastic PHA. “En kijk hier.” Azri neemt ons mee naar een kamertje vol schermen en computers. “Hier volgen we de bacteriën, zuurconcentratie en temperatuur in de reactoren.” Ahmad Azri gaat ervan uit dat het composteerbare, zachte PHA voor toepassingen als in auto’s of printers, gemengd gaat worden met andere plastics. Het Nederlandse DSM heeft niet geïnvesteerd in deze proeffabriek. Maar het heeft wel een minderheidsbelang in een soortgelijke

proeffabriek die in 2008 in Tianjin (China) is gebouwd. Dit Chinese bioplastic - ook PHA - komt nog van eetbare gewasdelen, nog niet van reststromen zoals in Kuala Lumpur. Wel kun je bij deze vier jaar oude fabriek al allerlei te composteren kunststoffen op basis van PHA online bestellen. De lijst waarvoor de schuimen, harsen en vellen volgens de site geschikt zijn is lang: voor pennendoosjes, cadeauverpakking, draagtassen, landbouwfolie, bakjes, kopjes en nog veel meer. “PHA kan een belangrijke nieuwe grondstof worden”, vertelt Marcel Lubben, vicepresident Biobased chemicals and materials, die de participatie ziet als het omhoog houden van zijn ‘voelspriet’. Een stuk forser zijn de investeringen van DSM in een andere proeffabriek, die het nu als medeaandeelhouder (voor 50 procent) met het Franse bedrijf Roquette bij Genua bouwt. Deze fabriek, die begin volgend jaar wordt geopend, gaat jaarlijks tienduizend ton PBS (barnsteenzuur) maken uit suiker. Nu nog afkomstig van zetmeel, waardoor het nog concurreert met de voedselproductie. “Maar uiteindelijk willen we die suikers uit het cellulose van niet-eetbare delen halen”, zegt Lubben. En daarvoor doet DSM nu flink ervaring op met

weer een andere proeffabriek die eveneens op 50/50 joint-venture basis gebouwd gaat worden in Emmetsburg (VS) - samen met de Amerikaanse ethanolleverancier POET. Daar wordt het cellulose uit de niet-eetbare delen van maïs eerst met enzymen afgebroken tot verschillende typen suikers. Vervolgens worden die suikers met een gist omgezet in ethanol. DSM levert de biotechnologie; POET heeft de relaties met de maïstelers en de afnemers van ethanol. De ethanol gaat in eerste instantie verkocht worden als biobrandstof. Dat de biobrandstof in de VS steeds meer uit reststromen moet komen - in 2022 voor meer dan een derde - heeft DSM en POET over de streep getrokken. Marcel Lubben: “Amerikaanse bedrijven kunnen straks echt een boete krijgen als niet een deel van hun bio-energie uit reststromen komt. En wij zitten nu in de race om die capaciteit te leveren.” Belangrijke concurrent is Dupont die nu tussen de maïsvelden van Nebraska een ethanolfabriek aan het bouwen is. In Nederland is de Amerikaanse graanleverancier Cargill in Bergen op Zoom een fabriek aan het inrichten om van de niet-eetbare delen van maïs bio-ethanol voor bijmenging in benzine te maken. Cargill nam vorig jaar de Nederlandse alcoholproducent Nedalco over.



verantwoord willen ondernemen. Maar ook vanwege de verwachte groei. Nu al is deze hele markt zo’n 50 miljoen ton, volgens een recente schatting van de internationale belangenorganisatie IEA Bioenergy. De omzet bedraagt nu al een zesde van die op aardoliebasis (330 miljoen ton). “En die markt zal de komende jaren verdubbelen”, schrijft de organisatie in zijn rapport Bio-based Chemicals. Optimistisch spreekt ze van een naderend ‘tipping point’. Nu komt de eerste generatie nog uit de suikers of oliën uit eetbare delen van landbouwgewassen – en concurreren nog wel met de voedselproductie. Maar ook de tweede generatie uit reststromen komt eraan. De eerste fabrieken die reststromen omzetten in bioplastics worden nu al gebouwd (zie kader links).

Belangrijke drijfveer voor deze investeringen zijn de grote afnemers, die hun ecologische voetafdruk willen verminderen. Zo zijn Coca-Cola en Pepsico aan een ware wedloop begonnen: wie komt als eerste met het flesje, gemaakt van 100 procent landbouwafval of afval van voedingsbedrijven? In 2009 lanceerde Coca-Cola al trots zijn eerste ‘groene’ PlantBottle, die voor 30 procent gemaakt is uit suiker-

riet en voor een kwart van gerecycled gewoon plastic (PET). In 2011 meldde Pepsi dat het op laboratoriumschaal een flesje had gemaakt van gras, maïsschillen en pijnboomschors. En dat het bezig was flesjes te maken van sinaasappel-aardappel- en haverschillen. Coca-Cola’s plan is inmiddels om al zijn producten tegen 2020 te verpakken in flesjes gemaakt van organisch afval uit de voedingsindustrie. Nederland met zijn grote dichtheid aan (agro) chemische bedrijven en kennisinstituten is een belangrijke speler, blijkt uit een rondgang. Sinds vorig jaar maakt het Nederlandse Avantium – een spin-off van Shell – bioplastic korreltjes in opdracht van Coca-Cola en van Danone. Niet op basis van PLA, zoals Purac en Wageningen UR, maar op basis van PEF (poly-ethyleen-furanoaat). “In 2014 willen we een commerciële fabriek voor het bioplastic bouwen”, vertelt Peter Mangnus, manager Partnering and Commercialisation bij Avantium. “Daarna hopen we dat grote concerns als Dow Chemicals of BASF fabrieken gaan bouwen voor PEF.” Met de ‘YXY technologie’ waar Avantium op is gebouwd (het bedrijf heeft inmiddels 120 mensen in dienst) wordt nu in een proeffabriek in Geleen in drie processtappen suikersiroop omgezet in bioplastic korreltjes. Die gaan dan naar de fabrikanten die er de flesjes van maken. Bewezen is al dat ze stevig en doorschijnend zijn, en ook temperatuurbestendig en goed te recyclen. En ook blijken de PEF-flesjes van Avantium een stuk energiezuiniger zijn in hun productie dan de gewone PET-flesjes.

“De potentiële markt voor bioplastic flesjes is enorm”, schetst Mangnus enthousiast: yoghurtflessen, bierflessen, waterflessen, ketchupflessen... En nee, hij is niet bang voor de concurrentie van colaflessen op basis van andere bioplastic bouwstenen, zoals het PLA van Purac. “Coca-Cola heeft naast ons nog wel twee andere bedrijven gevraagd korrels te leveren”, vertelt Mangnus. “Maar bij ons weten zijn er geen partijen die al net zo ver zijn als wij.” De maïssiroop komt nu nog van maïs-zetmeel, suiker uit suikerbiet of tarwekorrels. Maar Avantium staat open voor het uittesten van suikers uit bijvoorbeeld suikerbietenpulp

Wordt de boerderij een raffinaderij?

De *biobased* economy zal vooral ‘groene’ grondstoffen opleveren zoals bioplastics, voorspelt Daan Dijk van de Rabobank. Voor grootschalige productie van bio-energie is er eenvoudigweg onvoldoende biomassa.

De *biobased economy* gaat uiteindelijk over chemie, niet over energie. Dat is de stelling van Daan Dijk, topman duurzaam ondernemen van de Rabobank. De beschikbare biomassa is simpelweg onvoldoende om het mondiale energieprobleem op te lossen; dat moet gebeuren door de inzet van andere vormen van duurzame energie. Dat besef biedt vervolgens de ruimte om biomassa zodanig te gebruiken dat er echt meerwaarde ontstaat: als grondstof voor hoogwaardige toepassingen, zoals plastics. Daartoe dienen we onze kennis over micro-organismen nog wel flink te ontwikkelen. Maar het sleutelen aan de complexe moleculen uit de agrarische bedrijfstak biedt wel gouden kansen. Dijk sprak onlangs over de onbegrensde mogelijkheden van biomassa voor een zaal vol ondernemers in Den Haag. Deze ondernemers bleken vooral geïnteresseerd in de mogelijkheden om biomassa in te zetten als groene brandstof. Dijk zette dat echter weg als een grotendeels gepasseerd station. Ook de EU wil het percentage biobrandstoffen beslist niet meer verhogen. Volgens Dijk staan we aan de vooravond van een landbouwrevolutie, die een vergelijkbare impact zal hebben als de industriële en de ICT-revolutie. Het toekomstbeeld van Dijk: de *biobased economy* 2.0 (BBE 2.0) betekent een terugkeer naar de door landbouw gedreven economie van 150 jaar en langer geleden. Die functioneerde zonder het gebruik van fossiele grondstoffen. Daar gaan we weer naar toe. Boerderijen worden raffinaderijen. Zij staan centraal in de nieuwe, groene chemie. En boeren worden energieleveranciers: de duurzame energie die ze ook met hun biomassa gaan opwekken, wordt lokaal ingezet.

www.rabobank.nl





Dit is een echte *biobottle*, gemaakt door het Nederlandse bedrijf Avantium op basis van suikersiroop: de fles is al doorzichtig en stevig.

► of reststromen uit de papierindustrie. In ieder geval is het bedrijf deze herfst op plaats zestien belandt in de dertig ‘hottest renewable biobased companies’ van het Amerikaanse vakblad Biofuels digest – drie plaatsen achter het enige andere Nederlandse bedrijf: DSM. Op de eerste plaats staat Genomatica uit San Diego. Dat bedrijf heeft afgelopen jaar met de Italiaanse bioplasticleverancier Novamont de eerste commerciële fabriek gebouwd voor BDO (1,4 butanediol) – ook een grondstof voor plastic. Dit plastic komt van suiker dat geheel wordt verkregen uit afval van de suikerrietproductie. Het bedrijf wil het gaan gebruiken voor flessen, automaterialen, printers, schoenen en ga zo maar door. Genomatica schrijft op zijn site te geloven dat zijn plastic korreltjes ‘wereldwijd de eerste chemische bouwsteen is die geheel wordt gemaakt van landbouwafval’. Maar het ene landbouwafval is het andere niet:

voor elke reststroom moeten bedrijven hun eigen micro-organismen vinden om ze om te zetten in plastic. Opvallend is hoe Nederlandse concurrenten hierin samenwerken. We nemen een kijkje in Delft, bij de in mei geopende Bioprocess Pilot Facility van DSM, Purac en de TU Delft, op het terrein van DSM in Delft. Daar staan reactoren waarin bedrijven ‘hun’ genetisch veranderde bacterie, gist of schimmel op pilotschaal kunnen testen. Hoe efficiënt zetten ze houtafval of aardappelschillen om in suiker? Hoe efficiënt suiker weer in bioplastic bouwstenen? En hoe moet het bedrijf ze te eten geven, van zuurstof voorzien, of warm houden? Zulke proeffabrieken zijn hard nodig, vertelt procestechnoloog Peter van der Meer. Want een bacterie of gist die goed presteert in een laboratorium, kan zich in een grote reactor – met wisselende zuurstofconcentraties, zuurgraden of druk – heel anders gedragen.

Wordt Indonesië het nieuwe Saoedi-Arabië?

Slechts de vruchten of zaden van landbouwgewassen gebruiken is niet meer van deze tijd. Juist de reststromen bieden de meeste waarde. “Hoe meer het stinkt, hoe meer het kan opleveren”, is het motto van de Brabantse ondernemer Ruben van Maris, eigenaar van Maris Projects.

Maris Projects houdt zich onder andere bezig met het *upcyclen* van agristromen. De huidige landbouw heeft veel te weinig oog voor de enorme potentie daarvan, vindt men bij het bedrijf in Schijndel. Bio-energie winnen uit afval ligt voor de hand, maar er kan veel meer. Zoals de productie van biomaterialen als papier, vezels en plastic. Of het kweken van waterplanten als zeekraal, eendenkroos en algen. Maris Projects is op deze terreinen actief in Azië. In het Indiase Kanpur, een van de smerigste steden ter wereld, wint het olie uit afvalwater van leerlooierijen. Dat stroomde tot dan toe, vol chroom, zo de Ganges in. In China bouwt het biogasinstallaties die draaien op tweede generatie organisch afval. En in Indonesië is het bedrijf sinds kort actief in de palmolie-sector. De oprukkende oliepalmpiantages bedreigen niet

alleen regenwouden, maar produceren ook veel afval. In een proefinstallatie kweekt men nu algen uit onder meer het afvalwater van de palmolie-winning, terwijl er op commerciële basis biogas uit datzelfde afvalwater wordt gewonnen. De mogelijkheden zijn zo enorm dat Maris spreekt over Indonesië als het nieuwe Saoedi-Arabië. In Nederland verzamelt Maris Projects vooral kennis. In een enthousiaste presentatie tijdens het Maatschappelijk Café, in september georganiseerd door adviesbureau Schuttelaar en Agentschap NL, hekelde Ruben van Maris (1972) het Nederlandse milieubeleid van biomassaverbranding. “Dat is het domste wat je met afval kunt doen, er flikke mee stoken.” Daar komen ze in andere delen van de wereld ook in snel tempo achter. Nederland is sowieso te klein om substantiële biomassastromen te produceren.

Om te kunnen voldoen aan de behoefte van de industrie (brandstof, chemicaliën) is grootschalige import nodig. Vandaar de focus op Azië. Wel beschikken we hier wel over veel kennis, en daar maakt het bedrijf volop gebruik van. Met de WUR bestaan goede banden, evenals met de Universiteit van het Belgische Leuven. In een algenkweekreactor bij de rioolzuiveringsinstallatie van Waterschap Aa en Maas in ‘s-Hertogenbosch experimenteerde Maris Projects met deze wonderplantjes. Algen teren op zonlicht, CO₂ en meststoffen uit afval, en bieden enorme kansen voor de voedselsector. Met de kreet ‘broeikas is groeikas’ gooit Ruben van Maris er nog maar eens een oneliner tegenaan om de potentie van afval te illustreren.

www.maris-projects.nl

“Voor onze technologie zijn geen genetisch gemodificeerde organismen en dure, computergestuurde reactoren nodig”

“Maar als ze het in een reactor van vierduizend liter goed doen”, zegt de onderzoeksleider, “is er grote kans dat ze ook goed presteren in een commerciële reactor van 300 duizend liter. Al kunnen we natuurlijk nooit een garantie geven.” Met laboratoriumjas, bril, helm en dikke schoenen aan, spieken we door het luikje van zo’n vierduizend liter reactor – vier meter hoog, twee meter breed. Helaas, geen draaiende eencelligen. Er zit alleen wat water in. Directeur Eric Roos heeft de taak klanten te werven. “Ook voor buitenlandse biotechnologiebedrijven is het interessant bij ons te komen testen”, zegt hij, net terug van een reis langs Amerikaanse biotechnologiebedrijven. “Ik denk dat Nederland wel behoort tot de wereldspelers. Nederlandse bedrijven en kennisinstututen werken nauwer samen dan in veel andere regio’s. Het is toch bijzonder dat Purac en DSM – twee concurrenten die allebei bioplastic leveren – samen zo’n proeffabriek hebben ingericht.”

Het topsectorenbeleid – met als doel dat Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen samen optrekken – lijkt hier te werken. De innovatie in deze voormalige DSM-fabriek – zoals vernieuwde reactoren – is gesubsidieerd door de EU, door het ministerie van EL&I en door regionale overheden; de drie aandeelhouders betalen de salarissen en andere vaste kosten. Oké, alles, zelfs de namen van de bedrijven die in zijn fabriek komen testen, moet geheim blijven, ook voor de aandeelhouders. Want de belanghebbenden blijven natuurlijk concurrenten: van open innovatie is hier dus niet echt sprake. “Maar”, zegt Roos, “de fabriek biedt wel het Nederlandse midden- en kleinbedrijf de kans hun technologie op te schalen.” In de VS is Roos zo’n proeffabriek niet tegen gekomen. Misschien blijken uiteindelijk zulke enorme, high tech reactoren van 300 duizend liter niet nodig. Misschien wordt snoepfabrikant Mars in Veghel wel de eerste in Nederland die bioplastic gaat leveren, gemaakt in de afvalstromen van zijn fabriek. Sinds november staat daar een proeffaciliteit van onder andere de TU-Delft en biotechnologiebedrijf Paques om plastic te winnen uit bacteriën die spontaan in

dit vette en zoete afvalwater groeien. Zoals uit de bacterie *Plasticumulans acidivorans*. Deze bacteriesoort slaat van nature de plastic bouwsteen PHA (polyhydroxyalkanoates) op, zoals wij bij te veel eten vet opslaan. In het laboratorium van onderzoeksleider Robbert Kleerebezem van de TU Delft geeft hij al een paar gram plastic korreltjes per dag. “Op mijn bureau staat al een flesje dat is gemaakt van PHA”, vertelt de TU-onderzoeker. Dagelijks een kilo zou bij Mars haalbaar moeten zijn, zo heeft hij uitgerekend: 365 kilo per jaar. Het is natuurlijk niet veel. Ter vergelijking: de bioplastic fabriek van Purac in Thailand kan straks jaarlijks tot 200 duizend ton plastic produceren. Maar Nederland telt natuurlijk wel meer voedingsbedrijven dan alleen Mars. Kleerebezem is niet bang voor concurrentie van het bioplastic van Purac, of dat van Avantium. “Voor onze technologie zijn geen genetisch gemodificeerde organismen en dure, computergestuurde reactoren nodig. En ons plastic heeft zijn eigen materiaalvoordelen: het is in tegenstelling tot dat van Avantium biologisch afbreekbaar.” “Dat is waar”, zegt Peter Mangnus van Avantium. “Maar bijvoorbeeld Coca-Cola wil nu flesjes waarvan het plastic goed is te recycleren en die tegen hitte kunnen.”

Er zijn dus heel wat verschillende soorten biobottles te maken. De Wageningse onderzoeker Van Haveren verwacht niet dat één type bioplastic-bouwsteen dominant wordt. De chemische bedrijven zullen straks allerlei bouwstenen produceren, met allerlei typen micro-organismen, cocktails van enzymen en chemische technieken. Iedere bouwsteen – of het nu PLA, PHA of PEF heet – zal zijn eigen toepassingen krijgen. Bijvoorbeeld het zachte PHA voor composteerbare bierflesjes in regio’s waar het moeilijk recycleren is. En het barnsteen-zuur (PBS) voor landbouwfolie of shampoo-flessen. Het huidige plastic kent zoveel verschillende toepassingen, dat er ook voor bioplastics heel wat verschillende kunststoffen nodig zijn. Wel kan het nog zeker tien of twintig jaar duren voordat het bedrijven lukt om echt winst te maken met bioplastic uit reststromen,

waarschuwt Erik Roos. Zuiver zetmeel of suiker zijn relatief makkelijk om te zetten. Landbouwreststromen zijn onzuiver, wat de fermentatieprocessen in reactoren een factor tien tot honderd gevoeliger maken voor verstoringen. Vervolgens moeten de boeren, de handelaren, de fabrieken en de supermarkten nog allemaal op die nieuwe groene agrochemie worden ingericht: de reststromen moeten van het land worden gehaald, ze moeten worden bewerkt, omgezet en ook de flessenmakers moeten hun spuitprocessen aanpassen. “We staan nog maar aan het begin van de ontwikkeling”, zegt Erik Roos. Maar dat de toekomst aan het bioplastic is, dat is zeker. Het leven in de oceanen zal ons er dankbaar om zijn. ■ www.wur.nl www.dsm.nl www.avantium.com www.bpf.eu



Bioplastics kun je op vele manieren maken, op basis van vele grondstoffen. Er komen dus heel wat verschillende soorten *biobottles* op de markt.