



Het mechanisch testlaboratorium van Wageningen Food & Biobased Research. Foto: WUR.

Wageningen Food & Biobased Research ontwikkelt praktisch hulpmiddel

Nieuwe selectietool biedt circulaire alternatieven voor fossiele plastics

Ondanks grote plannen van de Europese Commissie en de Nederlandse regering om circulariteit en biograndstoffen de norm te maken, komen we nog steeds veelvuldig fossiele plastics tegen die slecht recyclebaar en nauwelijks biologisch afbreekbaar zijn. De kunststofindustrie staat voor een complexe uitdaging, want hoe vervang je plastics op aardoliebasis in consumentenproducten door duurzamere biobased varianten die nu al commercieel verkrijgbaar zijn? Wageningen Food & Biobased Research ontwikkelde daarvoor een selectietool.

Door Evelien Maaskant en Wouter Post

Dit hulpmiddel biedt hernieuwbare alternatieven voor diverse thermoplastische kunststoffen voor de productie van fast moving consumer goods (FMCG); producten met een korte levensduur en hoge omloopsnelheid. Om door

de industrie te worden geaccepteerd, moeten dergelijke alternatieven zo veel mogelijk aan de strikte eisen voldoen die ook gelden voor hun fossiele tegenhangers. Maar functionaliteit alleen is niet langer heilig. Minstens zo

belangrijk in de circulaire economie zijn de end-of-life opties. Het uitgangspunt van de selectietool is de visie van Wageningen Universiteit & Research die stelt dat plastics van hernieuwbare, biobased grondstoffen worden

gemaakt in plaats van aardolie, aan het einde van de levensduur ófwel zijn te hergebruiken óf volledig kunnen worden gerecycled. Waar dat niet kan of waar het risico bestaat dat plastics zich in het milieu ophopen, moeten ze binnen acceptabele tijd volledig biologisch afbreekbaar zijn in de natuurlijke omgeving waarin ze terecht komen.

NAAR EEN CIRCULAIRE WERELD

Biobased kunststoffen zijn onlosmakelijk verbonden met de circulaire economie: een duurzaam economisch systeem waarin zo veel mogelijk gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare grondstoffen, zo weinig mogelijk wordt verspild en waarin recycling een belangrijke rol speelt. Het betekent dat er geen fossiele grondstoffen (zoals aardolie) worden gebruikt. In een circulaire economie zijn grondstoffen hernieuwbaar. Dat betekent dat ze op een natuurlijke manier weer aangroeien, worden hergebruikt en/of worden gerecycled. En als recyclen niet mogelijk is, bijvoorbeeld doordat producten toch onverhoopt in de natuur belanden, dan is biologische afbreekbaarheid in de omgeving waar ze belanden een voorwaarde om de aarde niet te vervuilen. Afval bestaat in een dergelijke wereld niet: het afval van vandaag is de circulaire grondstof van morgen. En waar er toch grondstoffen verloren gaan, worden ze aangevuld met biogene varianten. Biobased dus.

De meeste kunststoffen die we nu kennen, zijn echter ontwikkeld in het midden van de vorige eeuw. Aardolie leek de ideale grondstof en circulariteit of duurzaamheid maakten geen deel uit van de ontwerpeisen. Alles draaide om de functionaliteit. Dat heeft geweldig presterende en veelzijdige nieuwe materialen opgeleverd. Maar de tijden zijn veranderd: de temperaturen op aarde stijgen door de CO₂-uitstoot van fossiele brandstoffen en het weer wordt steeds extremer. Bovendien veroorzaken plastics die in het milieu terechtkomen flinke schade. Denk aan de 'plastic soep' in de oceaan, zeehonden die verstrikt raken in vissersnetten, of veel sluipender, aan microplastics die organismen op aarde binnendringen en waarvan we de gezondheidsgevolgen niet eens doorgronden.

Plastics spelen echter ook een rol in het bevorderen van duurzaamheid. Zo zijn ze sterk en licht van gewicht (zeker in vergelijking met traditionele materialen als metaal en glas). Bovendien kunnen plastic verpakkingen helpen tegen verspilling, doordat ze de houdbaarheid van voedsel verlengen.

Het is dan ook tijd voor circulaire biobased plastics: polymeren die niet van aardolie zijn gemaakt en die heldere end-of-life opties hebben. Ze kunnen bijvoorbeeld mechanisch of chemisch worden gerecycled. En als ze toch in het milieu belanden, hopen ze niet op, maar breken ze biologisch af.

Biobased plastics hebben dus de toekomst. Ze stellen de kunststofindustrie echter wel voor een uitdaging: omschakelen van fossiele naar biobased kunststoffen is niet zomaar gedaan, voor inmiddels miljoenen verschillende producten. En zonder passend overheidsbeleid of financiële prikkels gaat dit ook niet zomaar gebeuren. Beleidsmakers tasten in het duister

over de nieuwe technologie die ze al dan niet moeten ondersteunen. Bovendien worden ondernemers geconfronteerd met steeds striktere regelgeving tegen fossiele plastics, met eindgebruikers die duurzaamheid eisen en met activistische aandeelhouders die desnoods de weg naar de rechter weten te vinden.

NIET ABSTRACT

Omschakelen naar een ander soort kunststof als basis voor je product brengt vragen, onzekerheden en risico's met zich mee. Wat betekent dit nu voor de fabrikant van kunststof producten? Evelien Maaskant, specialist polymeerchemie van Wageningen Food & Biobased Research en betrokken bij de opzet van de selectietool, erkent het hoge 'open deur-gehalte' van de meeste circulaire idealen. 'Visies op een betere wereld blijven nogal eens te algemeen. Ook de (wetenschappelijke) literatuur biedt weinig concrete aanknopingspunten over de vraag wat je nou echt kunt doen om die circulaire economie te realiseren. Ons doel was dan ook om een

Spraakverwarring over bioplastics

Bioplastics, biobased kunststoffen, biodegradeerbaar, composteerbaar, afbreekbaar, recyclebaar: de spraakverwarring over plastics die niet van aardolie zijn gemaakt is compleet. Waar gaat het hier nou echt om?

Biobased plastics zijn alle polymeren die zijn gemaakt van natuurlijke grondstoffen (zoals zetmeel, cellulose), door micro-organismen (bijvoorbeeld PHA), of uit biobased bouwstenen (zoals PLA). Dat een kunststof biobased is, zegt alleen iets over de grondstof: die is biologisch van oorsprong. Het zegt niets over de recyclebaarheid of afbreekbaarheid ervan. Net als fossiele plastics zijn er biobased plastics die goed en die minder goed recyclebaar zijn. En voor beide geldt dat er verschillende manieren van recycling mogelijk zijn: mechanisch, chemisch, thermisch... om maar een paar te noemen. De klacht van sommige bedrijven dat biobased kunststoffen slecht recyclebaar zijn, komt vooral doordat dat zij zich anders gedragen dan andere plastics in het huidige industriële recycleproces waarin de volumes van deze nieuwe kunststoffen zo klein zijn dat ze als contaminanten bestempeld worden.

En biologisch afbreekbaar, composteerbaar of biodegradeerbaar? Deze drie termen geven weer dat een plastic (fossiel of biobased) volledig kan worden omgezet in natuurlijke gassen, water en biomassa. Er mogen geen plasticrestjes of andere stoffen overblijven. Belangrijk in dit verband is te specificeren hoe lang de afbraak duurt en onder welke omstandigheden deze plaatsvindt (bijvoorbeeld in de grond, in het water, of in een industrieel proces).

tool te ontwikkelen die niet abstract is, maar toepasbaar is in de praktijk en concrete uitkomsten oplevert.'

Dat beaamt ook materiaaltechnoloog Wouter Post, mede-ontwikkelaar van de selectietool: 'Bij Wageningen Food & Biobased Research draaien we veel projecten samen met partners vanuit de kunststofindustrie die een stap willen maken naar circulariteit.' Hun producten zijn vaak ontworpen in een tijd waarin de functionaliteit absoluut op één stond en aardolie als grondstof de voor de hand liggende keuze was: goedkoop en alom beschikbaar. De vraag wat te doen met een product nadat het is afge-

dankt, werd daarbij doorgaans overgeslagen. 'Daarom hebben wij ervoor gekozen de volgorde radicaal om te keren', aldus Post. 'Circulariteit is een absolute voorwaarde. De end-of-life opties zijn dan ook niet langer het sluitstuk, maar de start van het ontwerpproces. Op basis hiervan wordt een biobased materiaal geselecteerd dat voldoet en vervolgens gaan we aan de materiaaleigenschappen sleutelen. Dat is een totaal andere manier van denken. Volgens ons is dit noodzakelijk om een doorbraak in de kunststofindustrie te kunnen forceren.'

Deze 'omgekeerde' aanpak is dan ook zeker niet alleen een gedachtenexperiment voor

wetenschappers; het kan ook interessant zijn voor bijvoorbeeld beleidsmakers die zich het hoofd breken over de noodzaak om het gebruik van het ene plastic te verbieden en de andere te stimuleren. Of over de noodzaak om onderzoek naar bepaalde plastics te ondersteunen. Of over het toestaan van de ene vorm van recycling en de andere niet. Ook voor 'frontrunners' in de plasticsindustrie die vooruit willen, maar niet weten waar ze moeten beginnen, is de tool een handvat. 'We beweren niet dat het allesomvattend is, want ook wij hebben aannames gedaan en onderwerpen gesimplificeerd, maar het geeft in ieder geval een eerste aanzet, een startpunt voor waar je naar zou moeten kijken. Dat is iets fundamenteel nieuws; iets wat nog nooit eerder is gedaan. Daar gaan we nu de boer mee op.'

Biobased kunststoffen getest in de praktijk

Om kunststoffen op biologische en fossiele basis eerlijk te kunnen vergelijken, heeft Wageningen Food & Biobased Research een materialendatabase samengesteld waarin de eigenschappen van deze materialen gedetailleerd zijn beschreven.

De database bevat momenteel 21 (geheel of gedeeltelijk biobased) polymeren. Deze zijn allemaal in het lab van Wageningen Food & Biobased Research verzameld en met eigen extrusie- en spuitgietaaratuur verwerkt en getest. De materiaaleigenschappen van alle genoemde biopolymeren zijn dus gemeten met apparatuur waarmee ook de kunststofindustrie in de praktijk werkt. Hierdoor is een immense dataset ontstaan van biopolymeren die één op één met elkaar zijn te vergelijken, omdat ze allemaal op een gestandaardiseerde manier zijn onderzocht. Dat is gedaan zonder daarbij afhankelijk te zijn van datasheets die leveranciers aanleveren, waarbij onzekerheden kunnen bestaan over de gehanteerde meetmethoden en meetomstandigheden. Het resultaat is een waardevolle basisset, die in de toekomst hopelijk kan worden uitgebreid met nieuwe materialen. Fabrikanten van nieuwe biopolymeren die hieraan willen meewerken, zijn van harte welkom om contact op te nemen met de onderzoekers over opname in de materialendatabase.

Momenteel bevat de materialendatabase:

- Gemodificeerde natuurlijke polymeren (celluloseacetaatpropionaat (CAP), celluloseacetaat (CA) en thermoplastisch zetmeel (TPS)).
- Biobased drop-in polymeren (PE, PET, PTT, polycarbonaat (PC), thermoplastisch urethaan (TPU) en PA).
- Biobased polyesters (PLA, PBS en PBSA).
- PHA's (polyhydroxyalkanoaat) PHB, PHBV en PHBH.
- De drie fossiele polymeren (PBAT, PCL en PGA) zijn geselecteerd omdat zij naar verwachting in 2030 van biobased grondstoffen zullen worden gemaakt en hun biologische afbreekbaarheid in verschillende natuurlijke milieus relevant wordt geacht voor de overgang naar een hernieuwbare circulaire kunststofeconomie.
- Polypropyleen (PP) is opgenomen omdat dit fossiele materiaal een belangrijke referentie is en biobased PP-alternatieven naar verwachting beschikbaar zullen komen in de komende jaren.

MATERIALENDATABASE

De vraag is natuurlijk of er al voldoende nieuwe alternatieven zijn. Het onderzoeksteam dat de selectietool ontwierp, maakt gebruik van een materialendatabase, ook ontwikkeld door Wageningen Food & Biobased Research, met materiaaleigenschappen van thermoplastische biobased kunststoffen. Die bevat momenteel 21 materialen die geheel of gedeeltelijk uit biobased grondstoffen zijn gemaakt.

Maaskant: 'Er zijn tal van biobased kunststoffen in ontwikkeling, maar we gaan in onze database alleen uit van kunststoffen die al commercieel verkrijgbaar zijn of dit binnen afzienbare tijd worden. Het zijn er nu misschien nog niet zo veel, maar die ontwikkeling staat natuurlijk niet stil. Als we dit onderzoek over vijf jaar nog een keer doen, kan het zo maar zijn dat er veel meer nieuwe materialen zijn ontwikkeld die die we aan de selectietool kunnen toevoegen, waardoor je een nog veel ruimere keuze hebt.'

De materialen worden in de selectietool uitgebreid beschreven, waarbij er allereerst is gescoord op end-of-life opties en daarna pas op andere materiaaleigenschappen. End-of-life opties zijn niet alleen biologische afbreekbaarheid: de materialen moeten bijvoorbeeld zowel mechanisch als chemisch recyclebaar zijn, voor alle FMCGs opgenomen in de selectietool.



Plaatextrusie biobased plastics bij Wageningen Food & Biobased Research. Foto: WUR.

‘Bij de eerste screening vallen er best een aantal kunststoffen af. Neem bijvoorbeeld polyetheen. Dat kun je prima biobased maken, maar dat is niet biologisch afbreekbaar dus niet geschikt om bijvoorbeeld snoepwikkels van te maken, die na gebruik nogal eens in de struiken belanden. Vervolgens kijken we naar de gewenste producteigenschappen. Een snoepwikkeltje moet sterk genoeg zijn en voldoende barrière-eigenschappen hebben om te voorkomen dat de inhoud meteen bederft doordat er te veel zuurstof bij komt. De materiaaleigenschappen van die biobased plastics zijn echter niet doorslaggevend. We vinden end-of-life zo’n belangrijke voorwaarde om toekomstgericht te kunnen produceren dat die leidend moet zijn. Zelfs als dat minder perfecte materiaaleigenschappen betekent.’

HOGE PRESTATIES

Daarmee komt de discussie in een gebied waarin misverstanden over biobased kunststoffen de boventoon voeren. Zo zouden ze niet de hoge prestaties kunnen leveren die consumenten inmiddels gewend zijn

van fossiele plastics. Post: ‘Dit was wellicht twintig jaar geleden het geval, maar inmiddels kunnen biobased plastics al functionaliteit brengen die voor veel producten volstaat.’

Dat blijkt ook uit het onderzoek waarin de selectietool is getest voor 17 gangbare (FMCG) consumentenartikelen. Daaruit blijkt waar bepaalde biobased kunststoffen goed in zijn en waar nog lacunes zitten. Zo kunnen bijvoorbeeld consumentenartikelen van geschuimde kunststoffen of kunststofvezels waarschijnlijk prima uit biobased alternatieven worden vervaardigd. Denk aan matrassen, kussens en kleding.

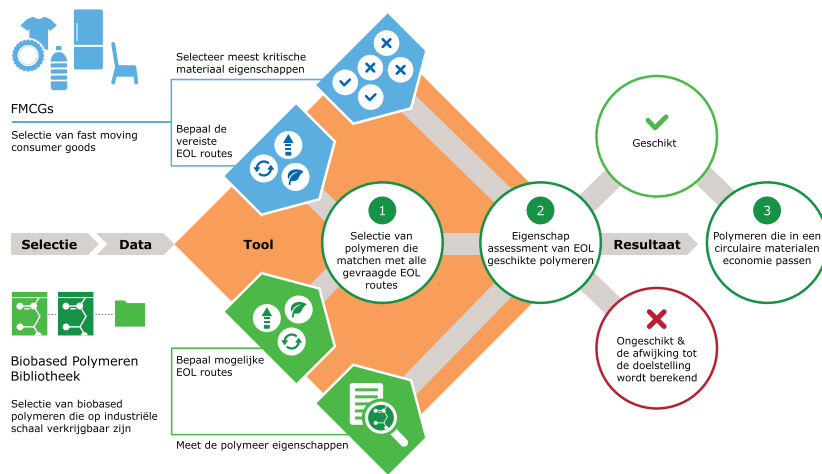
Volgens Post zijn het echter vaak niet de eigenschappen van biobased plastics waar de materiaalkeuze op afketst. ‘Er is heel veel mogelijk. Waar het veel vaker op stuk loopt, is de prijs. Veel van die biobased afbreekbare plastics zijn op dit moment namelijk duurder. Maar de prijzen groeien inmiddels wel naar elkaar toe. Een ander knelpunt is de misconceptie dat biobased materialen niet kunnen worden gerecycled. Gezien vanuit het huidige

systeem klopt dat in sommige gevallen. Technisch kun je biobased plastics echter net zo goed recycleren als fossil-based plastics, alleen is daar op dit moment nog geen sluitende businesscase voor. Het feit dat biobased plasticstromen tussen fossiele plastics in de recyclinginstallatie terechtkomen, is dus alleen een probleem omdat het de huidige processen frustrateert. Zou je van de ene op de andere dag helemaal op biobased omschakelen, dan is van deze problematiek geen sprake meer.’

HULPMIDDEL

Evelien Maaskant hoopt dat de tool positief zal worden ontvangen door de kunststofindustrie en productontwikkelaars en daadwerkelijk gaat helpen om de biobased transitie teweeg te brengen. Wouter Post ziet de tool voornamelijk als een hulpmiddel dat de discussie tussen alle stakeholders (consumenten, kunststoffabrikanten, merkeigenaren) faciliteert. ‘Hiermee kunnen we bespreken hoe we de volgende stappen gaan zetten naar die toekomst die we met zijn allen willen. En dat op basis van inhoud en niet alleen maar op

Hoe werkt de selectietool?



Consumenten vragen steeds vaker om duurzame verpakkingen, omdat ze willen dat hun productkeuzes in de supermarkt niet leiden tot klimaatverandering of plastic vervuiling. Een merkeigenaar van verzorgingsproducten wil op deze trend inspelen en vraagt zijn verpakkingleverancier om nieuwe shampooflesjes. Die moeten biobased zijn en mogen dus niet langer van aardolie zijn gemaakt. Plant-based is hot! Bovendien moeten ze goed recyclebaar zijn in gangbare installaties. De kans dat een shampooflesje in het milieu belandt is gering, biologische afbreekbaarheid is dus hier geen vereiste. Waar begin je dan? De selectietool biedt uitkomst.

Als eerste bespreken onderzoekers van Wageningen Food & Biobased Research met de fabrikant aan welke end-of-life eisen een shampoofles moet voldoen in een circulaire economie. Bijvoorbeeld: aan welke recycle-opties moet het product precies voldoen?

Deze fase levert doorgaans een flinke lijst op met kandidaat-materialen. In het geval van shampooflesjes zijn geschikt: polyamide-10,10, PBAT, PBS, PBSA, PC, PCL, PET, PGA, PHB, PHBH6, PHBH11, PHBV2, PLA, PTT.

De tweede stap is bepalen aan welke materiaaleigenschappen het product moet voldoen. Dan gaat het bijvoorbeeld om barrière-eigenschappen zoals waterdamp- en zuurstofdoorlaatbaarheid. Als deze niet voldoen, doen de overige eigenschappen er ook niet meer toe. In dit geval valt volgens de selectietool PBSA af als kandidaat. Het is nu zaak een beperkt aantal materialen te selecteren die geschikt zijn voor verdere ontwikkeling.

Dan begint de volgende fase: productontwikkeling. Daarbij wordt het huidige productieproces onder de loep genomen en mogelijk aangepast voor de verwerking van het 'nieuwe' biopolymeer. Dit onderzoek kan zich richten op fysieke factoren, zoals het aanpassen van de instellingen van productiemachines, of op de formulering, zoals het al dan niet toevoegen van additieven. Dit is maatwerk, waarin samenwerking tussen onderzoekers en klanten centraal staat.

Wageningen Food & Biobased Research heeft een uitgebreide expertise en ervaring in het begeleiden van fabrikanten bij de aanpassing van hun productieproces aan eisen van duurzaamheid en circulariteit.

basis van loze dromen en holle gedachten. De tool zoals die nu is, vormt een basis die kan helpen met kiezen. Maar hoe meer we hem uitbreiden, hoe meer we erin stoppen, hoe beter de uitkomsten worden. En dat zou dus uiteindelijk zelfs kunnen leiden tot een allesomvattende beslisboom, waarin je inderdaad als producent van een nieuw type plastic niet omheen kunt. Dat is uiteindelijk een stip op de horizon, maar als het lukt, hebben we het goed gedaan.' ■

Over de auteurs

Evelien Maaskant is polymeerchemicus bij Wageningen Food & Biobased Research. Zij is een enthousiaste onderzoeker met een passie voor polymeerchemie en materiaalkunde. Na haar promotie in de membraankunde heeft ze haar focus verlegd naar biobased chemie en polymeren. Momenteel richt zij zich op de synthese van biogebaseerde monomeren, de polymerisatie daarvan, materiaalkarakterisering en end-of-life aspecten van deze materialen. www.linkedin.com/in/evelienmaaskant/



Bekijk profiel



Wouter Post is onderzoeker en projectleider bij Wageningen Food & Biobased Research. Hij is een allround materiaalingenieur met een passie voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie. Zijn werk richt zich op de ontwikkeling van nieuwe materialen en producten uit biobased en biologisch afbreekbare polymeren. Hij studeerde Chemical Engineering aan de Universiteit Twente en promoveerde in 2017 aan de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft. www.linkedin.com/in/wouterpost1/



Bekijk profiel

