



PHA - PolyHydroxyAlkanoaat

APC Discussiedocument

PolyHydroxyAlkanoaten, PHA's, vormen een klasse van biologisch afbreekbare biopolymeren, die de laatste tijd veel aandacht krijgt. PHA's zijn beter afbreekbaar dan de meeste andere (bio)polymeren, waardoor het voor een aantal toepassingen, waarbij hergebruik of recycling moeilijk is, een mogelijke oplossing is voor de 'end-of-life'-fase. De overige eigenschappen van reguliere PHA's zijn echter niet goed te noemen. PHA's kunnen in sommige gevallen gefunctionaliseerd worden, en daarmee wel bijzondere eigenschappen verkrijgen.

PHA's blijken ook geproduceerd te kunnen worden uit heterogene afvalstoffen. Dit biedt enerzijds een oplossing voor de 'end-of-life' van het betreffende afval, en anderzijds een potentieel goedkope grondstof voor PHA's. De lopende Nederlandse projecten zijn allen opgezet vanuit afvalvalorisatie en gedreven vanuit grondstof- (afval) en technologie-beschikbaarheid. Deze projecten geven aan een duidelijke market-pull te ervaren, en de indruk te hebben dat de vraag naar PHA's zal groeien zodra er meer PHA's uit heterogene afvalstoffen van constante kwaliteit beschikbaar komen. De bereidheid door marktpartijen om mee te investeren in de ontwikkeling is tot nu toe door de projecten niet ervaren. Daarnaast heeft het APC in haar inventarisatie vooralsnog onvoldoende aanknopingspunten gevonden om concreet vast te stellen dat er een specifieke marktvaart naar PHA's of naar goedkope grondstoffen voor PHA's is.

PHA's worden reeds toegepast in consumentenproducten, de land- en tuinbouw, verpakkingen en farmaceutische en medische applicaties. Deze PHA's zijn geproduceerd met reïncultures uit goed gedefinieerde grondstoffen en hebben een stabiele constante kwaliteit. Recente succesvolle initiatieven betreffen Newlight (www.newlight.com) en Mango Materials (www.mangomaterials.com). Deze bedrijven hebben een proces ontwikkeld om PHA's te produceren uit biogas (methaanmengsel). Ook deze PHA's zijn bioafbreekbaar, maar worden alleen in blends toegepast voor onder andere stoelen, smartphone cases en plastic zakken. Blending is noodzakelijk om de gewenste kwaliteit te bereiken.

De huidige hoge prijs beperkt PHA's (geproduceerd uit zuivere grondstoffen) tot hoogwaardige toepassingen. Dit is in het geval van blends tot 10% PHA minder het geval. Het is echter nog onvoldoende helder wat de toegevoegde waarde is van PHA's wanneer het in percentages lager dan 10% in blends wordt toegepast.

PHA's kunnen tegen lagere kosten geproduceerd worden uit afval/reststromen, maar dan kunnen de zuiverheid en hygiëne (en vooral perceptie en acceptatie) belangrijke showstoppers voor toepassingen zijn in bijvoorbeeld voedselverpakkingen of in medicijnen. Mogelijk zijn de richtlijnen voor toepassing in de land- en tuinbouw minder streng. Dit vereist verder onderzoek om vast te stellen of mogelijke (micro-)verontreinigingen in PHA's door productie uit afvalstromen (e.g. zware metalen, microbiële celmateriaal) beperkingen opleveren bij toepassing in de land- en tuinbouw. Het gebruik van industrieel proceswater als voeding voor het PHA productieproces (eg. van agro-food of papierindustrie als voeding) en het vervolgens toepassen van deze PHA's in dezelfde keten (e.g. verpakkingen / coatings) kan dit probleem overkomen.

Medewerking of concrete mee-investering vanuit de markt ontbreekt op dit moment in vrijwel alle lopende Nederlandse initiatieven. Desondanks gaan de initiatieven gewoon door. Dit is zorgwekkend, omdat in het verleden gebleken is dat betrokkenheid van potentiële afnemers van groot belang is voor de slaagkans van een business case.

Veel van de lopende initiatieven gaan uit van de aanname dat er in de toekomst vanuit de overheid verplichtingen zullen komen t.a.v. de toepassing van biobased en/of biodegradeerbare plastics, waarmee er ook een markt vraag zal komen voor PHA's (en dat een hogere prijs en/of lagere kwaliteit dan geen rol meer speelt).

In onderstaande tabel zijn de voordelen en nadelen van PHA's samengevat.

Voordelen PHA's	Nadelen PHA's
De goede bio-afbreekbaarheid maakt PHA's bij uitstek geschikt voor 'wegwerpproducten'.	De hoge prijs maakt PHA's ongeschikt voor wegwerpproducten.
Door PHA chemisch te functionaliseren en door een aangepast productieproces kan het betere eigenschappen krijgen	Gefunctionaliseerde PHA's hebben een hogere prijs
Wanneer geproduceerd uit afvalwater / afvalstromen, zullen PHA's lager in prijs zijn.	Wanneer geproduceerd uit ongedefinieerde afvalwater / afvalstromen zal het applicatiepotentieel zeer beperkt zijn – GMP/hygiëne/zuiverheid (dus NIET toe te passen in verpakking, en farmaceutische en medische applicaties). Evt. mogelijkheden en beperkingen in toepassing in land- en tuinbouw door microverontreinigingen vereist verder onderzoek.
Al 30 jaar wordt wereldwijd onderzoek gedaan naar de productie van PHA en zijn zelfs diverse productie-units gerealiseerd	De meeste productie-units voor reguliere (short-chain length) PHA's zijn niet meer in bedrijf.
Er zijn en worden pilots gebouwd om PHA's in grotere hoeveelheden te produceren.	De markt ontbreekt bij vrijwel alle R&D projecten gericht op PHA's uit afvalwaterstromen. Er zijn wel niche-markten voor specifieke gefunctionaliseerde PHA's uit beter gedefinieerde stromen.
	PHA's kunnen (ook) in blends ingezet worden. De hoeveelheden PHA's in blends zijn laag, en blenden is duur (vereist o.a. compatibilizers). Onduidelijk is wat de voordelen zijn van PHA's in blends, vooral wanneer deze in kleine hoeveelheden worden ingemengd. De eigenschappen van deze blends worden voornamelijk bepaald door de eigenschappen van de andere polymeren.

De kernvraag

Is er een toekomst voor PHA ontwikkelingen?

Bij elk van de PHA-initiatieven is het essentieel om een zorgvuldige afweging te maken van de kansen en bedreigingen. In hoeverre geeft betreffende combinatie grondstof-technologie-markt uitzicht op een goede waarde-propositie en business case, en op welke termijn kan marktintroductie plaatsvinden? En last but not least: wie gaat het product naar de markt brengen?

- **Met welke alternatieve technologieën/waardeketens kan het PHA-initiatief vergeleken worden? I.e. wat is de concurrerende technologie en vinden daar ook verdere ontwikkelingen plaats?**
 - Vergisting van afvalstoffen tot biogas versus PHA productie uit afvalstoffen?
 - PHA's uit afvalstromen versus PHA met reïncultures uit zuivere grondstoffen?
 - PHA versus andere biodegradeerbare plastics
- **Bulk en low cost en/of high added value?**
 - Wat zijn beoogde eindproducten?
 - Wie zijn dan mogelijke partners?
 - Wat zijn de bijbehorende marktvolumina?
- **Hoe wordt ervoor gezorgd dat het hygiëne-aspect wordt aangepakt?**
 - Voorkom dat de grondstof voor PHA's productie in de ongedefinieerde 'afvalfase' terecht komt. E.g. Neem proceswater van agro-food of papierindustrie als voeding. En gebruik deze PHA's vervolgens bij voorkeur in dezelfde keten (e.g. verpakkingen / coatings) en produceer ze waar mogelijk met reïncultures.
- **Er is nog veel onderzoek en ontwikkeling mogelijk om de investerings- en productiekosten te verlagen en bijzondere PHA-functionaliteiten te ontwikkelen**
 - Mogelijkheden voor simpelere, goedkopere fermentatie- en downstream processing-apparatuur?
 - PHA-extractie met proces op waterbasis?
 - Eerst via kleinschalige, goedkope(re) productie-systemen, die vóór opschaling al RoI's genereren?
 - PHA's met reïncultures én uit (goed gedefinieerde) afvalstromen?

Dit is een uitgave van:

Platform Agro-Papier-Chemie, een samenwerkingsverband tussen de agrosector en de papierindustrie verenigd in het Dutch Biorefinery Cluster en de chemische industrie verenigd in VNCI.