

De zoektocht naar het ultieme alternatief voor traditionele plastics zet zich al vele jaren voort. Het samenwerkingsverband BERNN is een van de initiatieven die zich op de ontwikkeling van bioplastics richt.

Erik Keller

**H**et BERNN-project volgt het concept van de [New Plastics](#)

[Economy](#). Volgens deze denkwijze hoeft plastic nooit afval te zijn: het keert altijd terug naar de plastic cyclus om producten en chemicaliën mee te produceren. Zo behouden de plastics hun waarde, of (in het geval van upcycling) worden [ze](#) zelfs opgewaardeerd.

## Circulaire Biopolymeren Waardeketens

In het project Circulaire Biopolymeren Waardeketens

### [Circulaire Biopolymeren Waardeketens](#)

wordt onderzoek gedaan naar biopolymeren en in dit specifieke geval naar polyhydroxyalkanoaat (PHA). PHA heeft de potentie om het meest duurzame bioplastic te worden. Het is een biopolymeer die van nature voorkomt in de cellen van bacteriën, en kan uit natuurlijke reststromen gemaakt worden (zoals groente- en fruitresten en afvalwater). Daarnaast is PHA volledig biologisch afbreekbaar; het wordt afgebroken door micro-organismen naar CO<sub>2</sub> en water. Bacteriën maken deze PHA's ~~als~~ voor energieopslag. Als er ~~een~~ overvloed ~~is~~ van een voedselbron (bestaande uit biologisch afbreekbare verbindingen zoals suikers en vetten) beschikbaar is, produceren de bacteriën PHA's en slaan deze op in hun cel. Ten tijde van voedselschaarste beschikken ze dan toch over een koolstof- en energiebron om mee te overleven en te groeien.

Maar wat betekent dit voor farmaceutische toepassingen? Wat hebben bioplastics met gezondheid te maken? Om dit uit te leggen is wat achtergrondinformatie over onze hersenen nodig:

## Ons lichaam en ket~~o~~eselichamen

Normaal krijgen onze lichamen en hersenen energie van voedsel. Ons voedsel wordt omgezet naar glucose, wat weer wordt omgezet naar ATP (energie), CO<sub>2</sub> en water in de mitochondria van onze cellen. Wanneer er geen

heeft opmaak toegepast: Subscript

heeft opmaak toegepast: Subscript

voedselbron aanwezig is (bijvoorbeeld als we vasten of sporten) moeten de hersenen alternatieve methodes gebruiken. Ketone bodies (KB) of ketolichamen dienen als de belangrijkste alternatieve brandstof voor de hersenen als er geen glucose beschikbaar is. Wanneer het niveau van glucose te laag is zetten cellen (via een proces genaamd ketogenese) vetten in het lichaam om naar ketolichamen zoals d- $\beta$ -hydroxybutyraat (d-3HB) en acetoacetaat. Deze kunnen de bloed-hersensbarrière passeren en belangrijke energie voor de hersenen leveren. Het lichaam is tijdens dit proces in een staat van ketose. Men spreekt van ketose wanneer de concentratie ketonen in het bloed hoger is dan 0,5 mmol/l.

## Voordelen voor de gezondheid en het behandelen van ziektes

Deze termen zullen sommigen al bekend voorkomen. Er is veel hype rond het concept van ketose in gezondheid en fitness cirkels. Zo worden eetpatronen met extreem weinig koolhydraten als het ultieme dieet voor een fit en afgetraind lichaam gezien. Hoewel de meningen over het ketodieet als levensstijl verdeeld zijn, is er veel bewijs van de positieve effecten van ketose voor mensen met een stofwisselingsziekte. Zo wordt een ketogeen dieet (zoals het [Modified Atkins dieet](#)) gebruikt voor patiënten met epilepsie om de frequentie van epileptische aanvallen te verminderen.

Er zijn ook **potentiële** voordelen voor ziektes zoals Alzheimer, hart- en vaatziekten, Parkinsons, Huntingtons en MADD, een stofwisselingsziekte waarbij de mitochondria vetten en eiwitten niet om **kunnen** zetten in energie. Deze ziekte is vooral bij jonge kinderen extreem gevaarlijk, en kan problemen in de hersenen, lever en nieren veroorzaken. Er wordt gesuggereerd dat de metabolische processen van ketose kunnen helpen bij het behandelen van deze ziekte. Echter is vasten of een extreem dieet niet altijd een optie; zo moeten mensen met MADD elke 2-3 uur eten om een lage bloedsuikerspiegel te voorkomen, vloeistoffen met veel glucose innemen, en krijgen ze soms koolhydraten via een slangetje toegediend.

Het alternatief is de staat van ketose op een kunstmatige manier te activeren, bijvoorbeeld met supplementen. Een voorbeeld van zo'n supplement is MCT (Medium Chain Triglycerides, ofwel middellange-keten-vetzuren). Dit wordt vaak als olie verkocht, en **wordt** ook **verwerkt** in supplementen zoals Axona (voor Alzheimerpatiënten). MCT's zijn geen ketolichamen, maar worden daar in het lichaam naar omgezet. Dit verhoogt het ketonniveau zonder dat koolhydraatbeperking nodig is, omdat deze vetten snel voor energie gebruikt worden.

**Daarnaast zijn er supplementen met exogene ketonen:**

- Ketonzouten: hierbij zijn de ketonen zoals d-3HB gebonden aan een zout zoals natrium, kalium, magnesium of calcium. Producten met ketonzouten worden in poedervorm verkocht als voedingssupplement, en word gepromoot voor gewichtsverlies en fitnessdoeleinden. Deze supplementen hebben een hoog sodiumgehalte en zijn niet gezond op de lange termijn.
- Ketonesters: hierbij zijn de ketonen gebonden aan een alcohol zoals butaandiol of glycerol. Producten met ketonesters zijn al in vloeibare vorm te koop. (Er is bijvoorbeeld onderzoek gedaan naar de voordelen in verband met herstel en sportprestaties).

Een voorbeeld van een supplement van een ketonester is DeltaG, die in de dunne darm door het lichaam zelf omgezet worden naar d-3HB en (R)-1,3-butaandiol.

## d-3HB in reststromen

Maar wat heeft dit nou met bioplastics te maken? PHA bioplastics kunnen dienen als grondstof voor de productie van exogene ketonen die gebruikt zouden kunnen worden voor de behandeling van ziektes of het verbeteren van sportprestaties. Nadeel van de op dit moment beschikbare ketonesters is de relatief korte tijd dat een verhoogde concentratie 3HB in het bloed aanwezig zal zijn. Het hier beoogde onderzoek richt zich op de ontwikkeling van alternatieve ketonesters met als doel een langere, slow-release afgifte van 3HB.

Dit is een perfect voorbeeld van upcycling: een afval restroom wordt omgezet in hoogwaardige producten. Dit past weer perfect in het plaatje van de New Plastics Economy. Een stap verder is de productie van deze ketonesters uit deze bioplastics die zelfs de potentie hebben bij te dragen aan verlichting van de gevolgen van tal van ziektes. Win-win dus.

Deze toepassing wordt verder onderzocht in het Kenniscentrum Biobased Economy als zijspoor van het Circulaire Biopolymeren Waardeketens project van [BERNN](#). Studenten van de Minor Circulaire Chemie ondersteunen tijdens dit onderzoek.

**Dit artikel kwam tot stand in samenwerking met de Hanzehogeschool Groningen**