

Biologische plastics uit de bioraffinaderij

Na bio-ethanol en bio-propaandiol komt er binnenkort ook bio-barnsteenzuur. Dit vermindert niet alleen de afhankelijkheid van aardolie, maar opent ook nieuwe markten voor allerlei 'biobased' producten, zoals oplosmiddelen, plastics en diesel additieven.

Door Els van den Brink, gepubliceerd in maart 2008 in BIOCHEM

Met de stijgende olieprijs en de krimpende aardolievoorraad worden alternatieve bronnen steeds interessanter. Dat geldt voor tal van stoffen, waarvoor aardolie nu nog fungeert als grondstof. In 2004 publiceerde het Amerikaanse Ministerie van Energie een top-12 van stoffen die geproduceerd zouden kunnen worden uit suikers in plaats van aardolie. Op nummer 1 stond barnsteenzuur. Barnsteenzuur, ook wel succinaat genoemd, is een klein molecuul, bestaande uit vier koolstofatomen en twee zuurgroepen. Het stofje wordt toegepast in voedingsmiddelen (E363), cosmetica, geneesmiddelen en de auto-industrie, en dient als grondstof voor o.a. tetrahydrofuran, 1,4-butaandiol en verschillende polymeren. Dankzij bovengenoemde ranglijst is er veel belangstelling voor de productie van bio-barnsteenzuur. "Er wordt veel over gepraat, maar niemand doet het reeds", relateert Wim Soetaert, hoogleraar Industriële Biotechnologie aan de Universiteit Gent. Daar lijkt nu echter verandering in te komen. Onder de koepel van het publiek-private samenwerkingsverband van de Ghent Bio-Energy Valley bereidt Soetaert de bouw voor van een polyvalente pilotfabriek, die onder andere gebruikt zal worden voor proefproducties van barnsteenzuur. Midden 2009 moet deze fabriek in werking treden.

Naast de Gentse proeffabriek staan er nog twee proeffabrieken in de planning, specifiek voor de productie van barnsteenzuur. De ene is van het Amerikaanse bedrijf Diversified Natural Products (DNP) samen met het Franse Agro Industrie Recherches et Developpements (ARD). Hun proeffabriek moet vanaf eind 2009 tweeduizend ton barnsteenzuur per jaar produceren. Op dit moment hebben beide bedrijven overigens al een proefinstallatie op tachtigduizend liter-schaal. De andere geplande barnsteenzuurproeffabriek wordt voorbereid door DSM en het Franse zetmeelbedrijf Roquette, zo maakten ze onlangs bekend. Hun installatie moet eveneens eind 2009 in bedrijf zijn, met een capaciteit van enkele honderden tonnen barnsteenzuur per jaar.

Genetische modificatie

Voordeel van barnsteenzuur is dat het van nature al voorkomt in micro-organismen. Biotechnologen maken daar gebruik van. Soetaert legt uit: "Je hebt in feite twee mogelijkheden. Je kunt kiezen voor natuurlijke organismen die uit zichzelf al veel barnsteenzuur produceren. Zulke micro-organismen zijn bijvoorbeeld geïsoleerd uit de pens van een koe. Deze zijn al helemaal productieklaar en werken vrij goed, maar ze hebben als nadeel dat genetische modificatie niet goed mogelijk is, zodat je ze nauwelijks nog kan verbeteren. De andere mogelijkheid is om een bekend organisme te nemen, zoals de *E. coli* bacterie, en die genetisch te modificeren zodat ze een goede barnsteenzuurproducent worden." Zowel DNP en ARD als de groep van Soetaert hebben gekozen voor de *E. coli* bacterie. Soetaert legt uit: "Het kan best zijn dat andere micro-organismen efficiënter werken. Maar als je kijkt naar de evolutie in de natuur, en ik denk dat het ook zo werkt in de industriële evolutie, dan zie je dat niet de beste wint, maar de snelste. *E. coli* heeft het voordeel dat je er het snelste mee vooruit komt. De bacterie is goed gekarakteriseerd en je

kunt vrij eenvoudig een en ander genetisch aanpassen. Ik verwacht dat we uiteindelijk de natuurlijke organismen wel gaan inhalen.”

Om deze snelheid extra op te voeren, gebruiken Soetaert en zijn collega's een computermodel van het microbieel metabolisme van *E.coli*, waarmee ze voorspellingen kunnen doen over het effect van nieuwe genetische aanpassingen. Soetaert legt uit: “Binnen een paar uur weten we het resultaat. Als dat tegenvalt, hoeven we de betreffende genetische modificatie niet uit te voeren. Die resultaten blijken vaak contra-intuïtief te zijn. De metabole processen in een bacterie zijn zo complex, dat het effect van een genetische aanpassing vaak anders is dan verwacht.”

DSM en Roquette hebben nog geen definitieve keuze gemaakt. Volkert Claassen, Vice President van DSM White Biotechnology, vertelt: “We weten nog niet wat voor micro-organisme we straks gaan gebruiken in onze proeffabriek. Er zijn verschillende kandidaten, die we nog aan het testen zijn. Op laboratoriumschaal hebben we al veel gedaan. We hebben bewust gekozen voor een brede aanpak, waarbij we een heleboel opties naast elkaar zetten.”

Zuivering

“De zuivering is de kritische stap van de barnsteenzuurproductie”, geeft Claassen aan. “We hebben waarschijnlijk te maken met andere contaminanten dan in het chemische proces. Maar er zijn wel heel veel mogelijkheden voor. We bouwen een proeffabriek op het terrein van Roquette, die daar verschillende opwerkingsinstallaties heeft staan. Die kunnen we mooi gebruiken om te zien wat het beste werkt.” Soetaert verwacht op dit vlak ook geen grote hindernissen: “Voor industrialisering is dit wel de bottleneck, maar we verwachten dat we dit met standaard technieken wel kunnen oplossen. Daar is geen nieuwe technologie voor nodig.”

Honderd procent zuiver wordt het waarschijnlijk nooit. Claassen: “We staan voor de uitdaging om het te kunnen aanbieden in een kwaliteit die aansluit bij de behoeften van onze klanten. Dat moet wel lukken. We weten niet zeker of de eigenschappen van ons eindproduct allemaal hetzelfde zullen zijn als die van chemisch geproduceerd barnsteenzuur, vanwege de andere contaminanten. Maar dat kan ook een voordeel zijn. Dat zijn de risico's die inherent zijn aan een heel nieuw proces.”

Biologische raffinaderij

De micro-organismen produceren barnsteenzuur met behulp van suiker (glucose) en CO₂. Vergeleken met het chemische proces vermindert daardoor niet alleen de CO₂-uitstoot (door een lager energiegebruik), maar wordt er zelfs CO₂ opgenomen. Zodra de productie op grotere schaal gaat lopen, wordt het daardoor milieutechnisch extra interessant. Alle betrokken bedrijven spelen met het idee om de barnsteenzuurfabriek te koppelen aan een ethanolfabriek, waar CO₂ in een geconcentreerde en redelijk zuivere vorm wordt uitgestoten.

Net zoals bij bioethanol speelt ook hier het probleem dat de productie van bio-barnsteenzuur beslag legt op voedselbronnen. Claassen: “In eerste instantie is dat nog niet zo dramatisch, omdat we nog maar op kleine schaal gaan produceren. Uiteindelijk willen we wel naar een tweede generatie grondstoffen, waarbij we uitgaan van cellulosemateriaal uit bijvoorbeeld landbouwafval. Maar dat wordt een nieuwe generatie technologie.” Alle partijen zijn daar al wel mee bezig, maar Claassen verwacht dat het minimaal tot 2015 zal duren voordat die technologie toepasbaar is. “Ik denk wel dat het de toekomst is.

Uiteindelijk gaan we toe naar een soort biologische raffinaderij, vergelijkbaar met een olieraffinaderij, waarbij elke fractie opgewerkt wordt voor andere toepassingen. Dat is onze uiteindelijke visie.”

Nieuwe markten

Hoewel er technologisch gezien nog heel wat moet worden ontwikkeld, ziet Claassen geen beren op de weg. “Meestal lukt alles technisch wel”, zegt hij. “De grootste uitdaging is vooral om ook de toepassingen goed te ontwikkelen, samen met interne en externe partners. Het is belangrijk dat je daarvoor veel opties hebt, zodat niet alles per se hoeft te lukken.” Claassen heeft in eerdere functies regelmatig meegemaakt dat nieuwe biotech-producten uiteindelijk toch niet op de markt kwamen. “Veel bedrijven zijn gespecialiseerd in de biotechnologie, maar weten weinig van de markt. Dan is het lastig om producten goed op de markt te krijgen. DSM heeft het voordeel dat het een combinatie bezit van kennis over grondstoffen, conversietechnieken en de markt. Terwijl je bezig bent met de technologie, moet je tegelijkertijd ook al bezig zijn met de ontwikkeling van toepassingen, samen met de gebruikers.”

Om de biotechnologische productie van barnsteenzuur echt rendabel te maken, moeten er naast de bestaande markten nieuwe markten worden aangeboord. “De markten die er nu zijn, zijn te klein om daarvoor een investering te doen in een heel nieuw productieproces”, zegt Claassen. Maar de biologische kant van dit nieuwe barnsteenzuur opent tal van nieuwe perspectieven. Claassen vertelt: “Er zijn bijvoorbeeld nieuwe soorten bioafbreekbare plastics, zoals polybutyleen succinaat (PBS). Dat is een polyester die gemaakt wordt door polymerisatie van barnsteenzuur en 1,4-butaandiol (eveneens een stof die gemaakt kan worden uit barnsteenzuur). Verschillende bedrijven zijn al een jaar of tien bezig met de ontwikkeling daarvan. Nu kunnen ze dat wel maken met chemisch barnsteenzuur, maar het product is relatief duur. Met bio-barnsteenzuur is het een stuk beter te verkopen, omdat het dan niet alleen bio-afbreekbaar is, maar ook gemaakt wordt uit biologische grondstoffen. Het is daarmee ‘biobased’. De ontwikkeling van dit soort materialen en het opzetten van een markt daarvoor kost veel tijd. Er gaan vaak jaren overheen voordat de markt zich heeft ontwikkeld. Dat is echter heel normaal.”

Claassen verwacht ook andere stoffen beter te kunnen verkopen als ze het etiket ‘biobased’ dragen. Het gaat bijvoorbeeld om 1,4-butaandiol en appelzuurderivaten, stoffen die gemaakt kunnen worden uit barnsteenzuur. DNP noemt als nieuwe marktmogelijkheden ook nog nieuwe soorten oplosmiddelen, antivriesmiddelen voor de luchtvaart en diesel additieven, waarbij barnsteenzuur steeds als grondstof fungeert. Juist vanwege het etiket ‘biobased’ verwacht het bedrijf dat klanten interesse zullen tonen.

Uiteindelijk is het de bedoeling dat bio-barnsteenzuur ook goedkoper wordt dan de chemisch geproduceerde variant. Dat moet mogelijk zijn, aangezien het proces een energiebesparing oplevert van dertig tot veertig procent. Claassen: “Het is moeilijk te zeggen hoe de kostprijs precies uitkomt, omdat er heel veel verschillende prijzen gelden, afhankelijk van het bedrijf en de kwaliteit en zuiverheid van de barnsteenzuur. Het zal ook wel een leercurve zijn, maar uiteindelijk moet het wel goedkoper kunnen zijn. Dat moet ook wel, want mensen gaan niet een dubbeltje meer betalen voor hun plastic tas omdat die biologisch is.”