

Microbiologen bouwen bacterie die CO₂ omzet in voedsel

Eten we straks het klimaatprobleem op?

Wordt jouw hamburger of eiwitshake straks gemaakt uit CO₂? Wel als het aan microbioloog Nico Claassens ligt. Zijn groep bouwt aan bacteriën die CO₂ omzetten in voedingsstoffen zoals suiker. ‘De operatie is te vergelijken met het vervangen van het hart van een mug door dat van een olifant.’



Tekst Stijn Schreven

Het idee om kooldioxide op te slaan in biomassa is niet nieuw. Zo’n drie miljard jaar geleden waren de cyanobacteriën/blauwalgen ons al voor om het gas te gebruiken als koolstofbron, geholpen door zonlicht – de geboorte van fotosynthese. Een verwante van de cyanobacterie belandde in plantencellen en doet daar als bladgroenkorrel hetzelfde werk. In de vulkanische diepzee doen oerbacteriën het ook, niet met zonlicht maar met energie uit bijvoorbeeld waterstof. Wat nieuw is, is dat universitair docent Nico Claassens (Microbiologie) met zijn groep een poging wil wagen het beter te kunnen dan de natuur. Ze bouwen aan een snellere en efficiëntere vervanger van de Calvincyclus, de essentiële reactieketen om CO₂ te binden. De Calvincyclus zet CO₂ om in bijvoorbeeld suikers en aminozuren. Het is de meest voorkomende koolstofbindende route in bacteriën en planten, maar traag en inefficiënt. Het belangrijkste enzym in de cyclus, Rubisco, is ‘uitgevonden’ in een tijd dat er op aarde nauwelijks zuurstof was. Nu bevat de lucht zo’n 21 procent zuurstof en dat zorgt voor een probleem in

het enzym. Het bindt niet alleen CO₂ maar ook zuurstof. Een deel van het gebonden CO₂ raakt hij daardoor weer kwijt. Claassens en collega’s zoeken daarom naar een alternatief. Ze maken gebruik van bestaande enzymen, die bij elkaar in theorie een betere cyclus kunnen vormen. ‘In de natuur bestaan er zo’n vijfduizend reacties, enzymen, daaruit selecteren we er een paar voor de nieuwe cyclus.’

Hartoperatie

Dit jaar is Claassens groep samen met Sarah D’ Adamo (Bioproceskunde) begonnen met het opbouwen van een synthetische cyclus, om te beginnen in de bacterie *Escherichia coli*. ‘Voor die bacterie hebben we het beste gereedschap,’ legt Claassens uit. ‘We moeten flink wat verbouwen.’ De operatie is te vergelijken met ‘het vervangen van het hart van een mug door dat van een olifant’, aldus Claassens. ‘Het zijn allebei harten, maar het systeem eromheen werkt totaal anders. *E. coli* heeft überhaupt geen Calvincyclus en groeit

niet van nature op CO₂, maar heeft een totaal ander metabolisme. Het hart van *E. coli* is het glycolyseproces, dat suikers gebruikt als voedingsstof en via reacties omzet naar alle nodige stoffen in de cel. Behalve dat je het hart vervangt, moet je dus ook alle aansluitpunten verbouwen.’ Een volledige CO₂-bindende cyclus omvat tien tot vijftien enzymen, maar de onderzoekers testen ze in stappen van drie tot vier enzymen, zogenaamde modules. Ze schakelen de inheemse enzymen in *E. coli* uit en plaatsen de module erin om de gaten op te vullen. Dan kijken ze of de bacterie groeit. Dat fascineert Claassens aan het labwerk: ‘Het creatieve van het ontwerpen van een klein beetje leven. Stukje bij beetje inbouwen. Dat is supergaaf.’ Waar het onderzoek begint met het idee om iets beter te maken dan de evolutie, heeft Claassens hier in het proces ironisch genoeg af en toe evolutie nodig. ‘De module die we inbouwen is niet

perfect en werkt wellicht niet goed. Soms hebben we evolutie van bacteriën nodig in ons experiment om tot efficiënt werkende modules te komen.' Niet alle bacteriën zal het lukken om te overleven en groeien na de harttransplantatie, maar een klein aantal mutanten waarschijnlijk wel. Die vermenigvuldigen zich en nemen uiteindelijk de overhand. Evolutie in de praktijk.

Eetbaar CO₂

Claassens hoopt over twee tot drie jaar een werkende synthetische cyclus in *E. coli* te hebben. De toepassingen hiervan zijn kansrijk. Je kunt uit kooldioxide via bacteriebiomassa een groene brandstof maken, of eiwitten en andere voedingsstoffen. Dit kan zelfs onafhankelijk van landbouw als we de bacteriën een chemische energiebron geven zoals waterstof uit elektriciteit. In december won Claassens een beurs uit het Inno-

'Soms hebben we evolutie van bacteriën nodig in ons experiment'

vatiefonds eiwittransitie met het project Microbes4Food, in samenwerking met Julia Keppler (Food Process Engineering) en Laurice Pouvreau (Wageningen Food & Biobased Research). Claassens kweekt de bacteriën, zij onderzoeken de eigenschappen van de eiwitten daaruit. De techniek om op te schalen ligt klaar. In de jaren 1970 en 1980 gebruikte vooral de Sovjet-Unie al micro-organismen (gisten) voor grootschalige productie van visvoer uit aardolie. Waar toen de economie de grootste drijfveer was – aardolie was goedkoop – is er nu hernieuwde interesse vanuit duurzaamheid, met waterstof als energiebron. Verschillende bedrijven, zoals het Finse SolarFoods, kweken al

bacteriën in grote reactoren om kooldioxide om te zetten naar voedsel. Waar Claassens voorloopt op bestaande bedrijven is dat zijn groep met omvangrijke genetische aanpassingen de eigenschappen van bacteriën als voedsel wil verbeteren.

Natuur toch slim?

Claassens werk in de synthetische biologie is pionieren en dat betekent dat het ook kan mislukken. 'Misschien komen we erachter dat onze cyclus niet werkt, dat er meer bij komt kijken dan een keten van enzymen. Misschien werkt de Calvincyclus nog steeds beter dan onze theoretische ontwerpen maar weten we dat nog niet. Dat kan ook een uitkomst zijn van ons onderzoek.' Maar als het lukt, droomt Claassens van de toepassingen om bij te dragen aan een duurzame wereld. ■



Universitair docent Nico Claassens (Microbiologie) bij zijn bioreactor met bacteriën die groeien op CO₂. • Foto Guy Ackermans