

Een wereld zonder plastic is dichterbij dan je denkt

- 25 september 2016 - Anouk Schuren - nieuwsbrief Scientias



Eigenlijk moeten we gewoon stoppen met het maken en gebruiken van plastic. Maar waar gaan we dan bijvoorbeeld ons voedsel in verpakken? Nou, wat dacht je van...schimmels?

In 2050 bevatten de oceanen meer plastic dan vis. Deze schokkende bevinding werd in januari gepresenteerd op het *World Economic Forum*. Elke minuut komt er een vuilniswagenlading aan plastic terecht in de oceanen – en in 2050 is dat naar verwachting gestegen tot vier vuilniswagens. Enkel proberen de plasticsoep op te ruimen lijkt dweilen met de kraan open. Als we het probleem bij de kern willen aanpakken, kunnen we beter helemaal stoppen met het maken en gebruiken van plastic. Het klinkt futuristisch, maar plastic kan vrij gemakkelijk worden vervangen door een biologisch afbreekbaar alternatief, waarvoor ook nog eens geen fossiele brandstoffen nodig zijn: schimmels. Sterker nog, met schimmels is niet alleen plastic, maar ook afbreekbaar rubber, leder, textiel en hout te maken. In de toekomst worden de mogelijkheden nog veel groter.



Plastic afval.

Schimmels

Bij het woord ‘schimmel’ denk je misschien vooral aan verrot fruit, blauwe kaas of champignons. De wereld van schimmels is echter een stuk complexer dan dat. Schimmels zijn dieren noch planten – ze hebben hun eigen ‘rijk’ in de stamboom van het leven. Zo’n eigen ‘rijk’ klinkt misschien alsof ze veel met elkaar gemeen hebben, maar schimmels zijn enorm verschillend. In grote lijnen zijn er twee typen: ééncelligen (gisten) en meercelligen (die we in het Nederlands gewoon ‘schimmels’ noemen). Er zijn ook schimmelsoorten die beide vormen aan kunnen nemen. Gisten zijn voor de mens van belang bij de productie van onder andere brood, wijn en bier. Voor het maken van alternatieven voor plastic komen we echter uit bij de meercellige schimmels. Het ‘lichaam’ van meercellige schimmels lijkt totaal niet op dat van een dier. Het is opgebouwd uit een heel netwerk van microscopisch kleine, witte, plakkerige schimmeldraden (ook wel hyphen genoemd). Alle draden in zo’n netwerk samen heten een mycelium – een kluwen witte draden zoals je die vast wel eens op een beschimmelde tomaat hebt aangetroffen. Eigenlijk is het beschimmelen van voedsel niks anders dan recycling: schimmels breken dood materiaal af. Ze zijn in de natuur erg belangrijk omdat ze met het omzetten van dood materiaal in nieuwe voedingsstoffen de kringloop van het leven rond maken. Wij kennen deze schimmels vooral als paddestoel, maar dat is slechts een klein deel ervan, vergelijkbaar met de bloem van een plant. Het mycelium, dat ondergronds groeit, kan tientallen meters groot worden. In 2003 is zelfs een honingzwam ontdekt met een (ondergrondse) omvang van 956 hectare, het grootste levende wezen op aarde!



Mycelium. Foto: Alison Harrington (cc via [Flickr.com](https://www.flickr.com/photos/alisonharrington/)).

Start-ups

Het is dit mycelium dat hoop biedt op een plasticloze toekomst. In 2007 richtte de Amerikaan Eben Bayer het bedrijf *Ecovative* op, dat afbreekbare vervangers voor plasticverpakkingen produceert. Bayer bracht zijn kinderjaren door op een boerderij, waar hij regelmatig houtsnippers in de oven moest scheppen. Hij merkte op dat deze houtsnippers soms aan elkaar plakten als ze een tijdje buiten hadden gelegen. De lijm: mycelium. Tijdens een studieopdracht heeft Bayer samen met *Ecovative* mede-oprichter Gavin McIntyre voor het eerst gericht mycelium ingezet als lijm om een materiaal bijeen te houden. Het project was zo succesvol dat ze kort na hun afstuderen *Ecovative* oprichtten. Inmiddels zijn er enkele start-ups actief op het gebied van myceliumproducten. Ook in Nederland wordt hieraan gewerkt. Een groep schimmelonderzoekers uit Utrecht, onder leiding van hoogleraar Han Wösten, werkt hiervoor samen met de TU Delft. In Utrecht worden verschillende materialen ontwikkeld en gemaakt, die in Delft op kwaliteit en aantrekkelijkheid voor de consument worden getest.

Mycelium als alternatief voor plastic

Het maken van plastic-achtige materialen met behulp van mycelium werkt vrij eenvoudig. Mycelium groeit op plantaardig materiaal, waaronder landbouwafval. Dit plantaardige afval wordt versnipperd tot stro of zaagsel en verhit zodat eventuele schimmels die er al in aanwezig waren, worden gedood. Vervolgens wordt een kleine hoeveelheid mycelium van de gewenste schimmelsoort toegevoegd en wordt het mengsel eventueel in een mal gestopt. Dit mengsel wordt dan enkele dagen op een warme temperatuur bewaard, zodat de schimmel de tijd heeft om te groeien. Wanneer het mycelium ‘volgroeid’ is, wordt het materiaal eventueel geperst en daarna gedroogd, zodat het eindproduct geen actieve schimmel zal bevatten. Dit is

niet zo zeer nodig voor de veiligheid (de gebruikte schimmelsoorten zijn ongevaarlijk) maar wel om te voorkomen dat het materiaal zijn stevigheid verliest of zelfs wordt afgebroken zodra het in contact komt met vocht. Na afloop kan het product eventueel nog nabehandeld worden door het in te smeren met olie of te bakken. Kleine variaties in bovenstaand proces maken de productie van verschillende materialen mogelijk.

Dit filmpje laat zien hoe van schimmels een plankje wordt gemaakt (van 1.04 tot 2.56).

Piepschuim

Met bovenstaande methode heeft *Ecovative* een materiaal ontwikkeld dat vrijwel dezelfde eigenschappen kent als piepschuim: het is licht, stevig, waterafstotend, kan klappen opvangen en isoleert geluid en warmte. Daarnaast is het brandwerend. In tegenstelling tot piepschuim is mycelium volledig composteerbaar. Na gebruik kan het in de GFT-bak of zelfs direct in de tuin versnipperd worden. Daarnaast wordt mycelium niet gemaakt van fossiele brandstoffen, maar laat je simpelweg de natuur zijn werk doen. Dit klinkt zo veelbelovend dat steeds meer bedrijven het materiaal gaan gebruiken. Zo is Dell aan het experimenteren met verpakkingen voor hun laptops, en eerder dit jaar stonden de kranten vol over Ikea, die de overstap ook wil wagen.



Links: een verpakking van ‘myco foam’ in plaats van piepschuim. Rechts: ‘myco board’ als vervanger voor spaanplaat . Foto’s: Ecovative.

Eindeloze mogelijkheden

Omdat het maar kort gebruikt wordt, maar duizenden jaren op de planeet zal rondslingeren, is piepschuim een logische eerste kandidaat om te vervangen door afbreekbare materialen. Maar daar houden de mogelijkheden voor mycelium niet op. Je kunt variëren met de samenstelling van het landbouw materiaal, de grootte van de snippers, de verhouding schimmel/landbouwafval én de soort schimmel. Wösten: “We hebben schimmelstammen uit de hele wereld. Zelfs binnen de soort waar wij mee werken zit bijna net zoveel variatie als in het hele zoogdierenrijk. Als je kijkt naar die variatie, zijn er enorme mogelijkheden, en dat zien we ook terug in de verschillende materiaaleigenschappen. Het mooie van het schimmelrijk is dat er 10 miljoen schimmels zijn. Dus er is altijd wel een schimmel die aan jouw verwachting voldoet.”

“Er zijn tien miljoen schimmels, dus er is altijd wel een schimmel die aan jouw verwachtingen voldoet”

Van leder- tot kurkachtig materiaal

Wösten is er in samenwerking met ontwerpers al in geslaagd materialen te maken zoals textiel, flexibel lederachtig materiaal, kurk, PVC- en houtachtig materiaal en zelfs transparante stoffen. Ook kunnen onderzoekers en ontwerpers door te variëren met schimmelstammen absorberende of juist extra waterafstotende materialen maken en variëren in akoestiek. Dit laatste kan bijvoorbeeld van pas komen voor de inrichting van schoolklassen. **Tevens ziet Wösten kansen voor composteerbare plantenpotten in de tuinbouw.** “We hebben in Nederland drie miljard plastic bakjes voor planten. Drie miljard! Op dit moment loopt er een project waarbij we samenwerken met een ficuskweker uit het Westland die een miljoen ficussen per jaar verkoopt. Als we daarvoor myceliumbakken kunnen maken, is dat een mooi begin.” Het Amerikaanse *Ecovative* werkt intussen aan de ontwikkeling van isolatiemateriaal voor gebouwen, afbreekbare boeien in zee, meubels, werkbladen en zelfs kunstwerken. De Italiaanse start-up *Mycoplast* werkt samen met wijnboeren, die veel bladafval hebben van hun wijngaard. Deze boeren krijgen nu designer wijnkisten, gemaakt van hun eigen bladafval en mycelium. Daarnaast hebben diverse kunstenaars zich gestort op mycelium. Dankzij hen hebben er al trouwjurken, plantenpotten, lampen, krukjes, stoelen, schoenen en zelfs een flatgebouw de revue gepasseerd als ‘*proof of principle*’ van hoe schimmels een belangrijke rol kunnen spelen in onze gebruiksvoorwerpen.



Jurk gemaakt van ‘mycoTEX’, dunne plakjes mycelium die gegroeid zijn in ronde petrischaaltjes. Kunstproject van Aniela Hoitink. Foto: Neffa | Aniela Hoitink.

Kleding van schimmels

Jurken en schoenen gemaakt van schimmels bestaan al als kunstwerk, maar Wösten denkt dat mycelium de potentie heeft om als grondstof voor dagelijkse kleding te dienen. “Het textiel van de jurk lijkt wel wat op ruwe zijde, maar we hebben bijvoorbeeld ook ‘wollen’ stammen, die een wollige stof maken, en katoenen stammen. We zijn hard bezig om schimmeltextiel te maken die voldoet aan de verwachting van de vrouw of man.” Dat zorgt voor een totaal nieuwe blik op kleding: “Moet je nog kleren wassen? Of groei je elke dag je ondergoed, en gaat het als je het gedragen hebt, gewoon in de groene bak?” Gezien het feit dat de mode zo snel verandert, lijkt kleding die lang meegaat bijna niet meer van deze tijd. Bovendien is het hartstikke milieu-onvriendelijk. **“Mycelium is heel duurzaam: het maken van een katoenen t-shirtje kost 2400 liter water, terwijl onze schimmeljurk maar 12 liter water heeft gekost.”** Zelfs het verkooppraatje ligt al klaar: **“Als er een gat in je trui komt, krijg je van ons de schimmel erbij, dan groei je hem overnacht dicht. Je strijkt hem de volgende ochtend, dan is de trui gemaakt en de schimmel weer dood.** Plus, in onze schimmels zitten allemaal bio-

actieve stoffen die de huid verzorgen. Uit onze schimmels worden al stoffen gehaald die in dag- en nachtcrèmes zitten, dus met textiel van mycelium heb je in feite kleding en huidverzorging ineen.”

“Als er een gat in je trui komt, krijg je van ons de schimmel erbij, dan groei je hem overnacht dicht.”

Milieuvriendelijkheid

Omdat er voor mycelium geen fossiele brandstoffen of chemicaliën worden gebruikt én omdat het biologisch afbreekbaar is, lijkt het wel goed te zitten met de milieuvriendelijkheid. Het is op dit moment nog niet bekend hoeveel milieuvriendelijker de productie van op mycelium-gebaseerde materialen daadwerkelijk is. Uit een voorlopige levenscyclusanalyse, waarbij de CO₂-uitstoot van een product wordt onderzocht, blijkt dat het bakken van de materialen relatief veel energie kost. *Ecovative* probeert dit nu op een andere manier op te lossen. Een ander knelpunt zou het transport kunnen zijn: het materiaal zelf kan dan nog zo milieuvriendelijk zijn, als het honderden kilometers vervoerd moet worden, geeft alleen dat al veel uitstoot. Het zoeken naar een geschikte locatie, dichtbij de producent van het landbouwfval én zo dicht mogelijk bij de consument of fabrikant die het materiaal gaat gebruiken, kan een uitdaging worden.



Textiel gemaakt van schimmels. Afbeelding: Neffa | Aniela Hoitink.

Obstakels

Hoe realistisch is het dat mycelium onze gebruiksvoorwerpen gaat vervangen? Qua prijs lijkt het op korte termijn al haalbaar voor sommige toepassingen. “Een plastic plantenpot van een specifieke maat en dikte kost toch al gauw een kwartje. Ik noem geen bedragen, maar we zitten er niet zo gek ver boven. En we zijn pas net begonnen met de ontwikkeling. Met

opscaling kunnen de kosten naar beneden. Het is niet zo dat we duizendvoudig hoger zitten, dus het heeft zeker realistische kansen.” aldus Wösten. Voor die opscaling zou gezien de zo kort mogelijke transportafstanden nog wel een goede oplossing gevonden moeten worden. Een andere factor waar rekening mee moet worden gehouden, is de hoeveelheid landbouwfval die nodig is wanneer de myceliumproductie echt een vaart gaat nemen. Veel afval wordt hergebruikt als bodembemesting. In Nederland is er sprake van sterke bodemverrijking, waardoor het onttrekken van mest tot op zekere hoogte positief uitvalt. Dit moet natuurlijk met mate gebeuren: boeren moeten niet hoeven overgaan op kunstmest omdat alle landbouwfval al gebruikt wordt voor mycelium. **De grote hoeveelheden agrarisch afval die nodig zijn, kunnen ook nog een concurrentieprobleem opleveren. “We zouden concurreren met de bio-ethanol-, maar ook de champignonindustrie, die hun paddestoelen op ditzelfde stro groeien. Tenzij wij hun afval gebruiken. Dat ‘champost’ is stro doorgeoid met schimmel, en daar bovenop groeien de paddestoelen. Die worden drie keer geoogst en dan blijft de compost over. Dat spul wordt nu 600 km over de grens gereden naar Oost-Duitsland, waar het als mest wordt gebruikt. We kunnen er beter eerst een product van maken, dan genieten we er nog even van. Als je het product vervolgens in de groene bak stopt, keert het weer terug naar de weilanden.”**

De toekomst

Onderzoek genoeg, maar kan mycelium echt plastic gaan vervangen? “Dit gaat zeker gebeuren. Ik weet niet hoe groot die markt zal worden, maar er zal een markt komen, daar ben ik van overtuigd. Er zijn ook allerlei andere initiatieven, zoals bacteriën die bouwstenen produceren waar je ook weer plastics mee kan maken. Voor sommige toepassingen heeft dat misschien betere eigenschappen. Maar mycelium zal zeker deel uitmaken van de oplossing, daar ben ik van overtuigd. Als ik mijn geld ergens op in zou zetten, zou ik het hierop doen. Dit is een relatief simpel concept. We hebben *proof of principle*. Dus ik geloof er wel in.” Kleding van schimmels, hoe duurzaam het ook is, het klinkt niet direct aantrekkelijk. “Mensen zullen er wel aan moeten wennen. Vroeger hadden we witte koffiefilters, die waren gebleekt. Toen kwamen de bruine filters op de markt. Dat gaf helemaal geen goed gevoel, men associeerde het met wc-papier. Op een gegeven moment zijn er geen witte filters meer te koop en is iedereen gewend aan die bruine. Dus wij moeten ook hier even met zijn allen een beetje aan wennen, maar dan komt het helemaal goed.”

En al dat plastic dat nu al op aarde rondzwerft? Ook daar kunnen schimmels ons mee helpen: onderzoekers van Yale [hebben in 2011 enkele schimmelsoorten ontdekt die plastic eten in plaats van plantaardig materiaal](#)

Anouk Schuren (1990) heeft Biomedische Wetenschappen gestudeerd aan de Universiteit Utrecht en doet momenteel promotieonderzoek bij het Universitair Medisch Centrum Utrecht. Zij hoopt haar wetenschappelijke kennis te kunnen gebruiken om onderwerpen over biologie, medische wetenschap en duurzaamheid toegankelijk te maken voor een breed publiek.

Bronmateriaal:

Interview met Han Wösten, hoogleraar Microbiologie aan de Universiteit Utrecht

[Ecovative Design](#)

World Economic Forum. Report ‘[The new plastics economy – rethinking the future of plastics.](#)’ Januari 2016. (Full-text PDF:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)

Ferguson, Dreisbach, Parks et al. [Coarse-scale population structure of pathogenic Armillaria](#)

[species in a mixed-conifer forest in the Blue Mountains of northeast Oregon](#). Can J For Res (2003) 33:612-623

Holt, McIntyre, Flagg et al. [Fungal mycelium and cotton plant materials in the manufacture of biodegradable molded packaging material: evaluation study of select blends of cotton byproducts](#). JBMB (2012) 6:431-439

[New York State Pollution Prevention Institute \(NYSP2I\) and Rochester Institute of Technology – Ecovative Design Mushroom Packaging Life Cycle Assesment](#).

Russel, Huang, Anand, et al. [Biodegradation of polyester polyurethane by endophytic fungi](#). Appl Environ Microb (2011) 77(17):6076-6084.