



Rensselaer

Wissenschaftler haben zum ersten Mal Bakterien eingesetzt, um Polyethylenabfälle „upzucyclen“: Mach Platz Spider-Man: Wissenschaftler des Rensselaer Polytechnic Institute haben einen Bakterienstamm entwickelt, der Plastikabfälle in biologisch abbaubare Spinnenseide mit vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten verwandeln kann.

In ihrer neuen [Studie](#) haben Wissenschaftler zum ersten Mal Bakterien eingesetzt, um Polyethylen-Kunststoff - wie er in vielen Einwegartikeln verwendet wird - in ein hochwertiges Proteinprodukt umzuwandeln.

Dieses Produkt, das die Wissenschaftler aufgrund seiner Ähnlichkeit mit der Seide, mit der Spinnen ihre Netze spinnen, als "bio-inspirierte Spinnenseide" bezeichnen, kann in Textilien, Kosmetika und sogar in der Medizin eingesetzt werden.



Foto Kareni, Pixabay



„Spinnenseide ist das Kevlar der Natur“, sagte [Helen Zha, Ph.D.](#), Assistenzprofessorin für Chemie- und Bioingenieurwesen und eine der RPI-Forschenden, die das Projekt leiteten. „Sie kann unter Spannung fast so stark sein wie Stahl. Es hat jedoch eine sechsmal geringere Dichte als Stahl und ist daher sehr leicht. Als Biokunststoff ist es dehnbar, zäh, ungiftig und biologisch abbaubar.“

All diese Eigenschaften machen es zu einem großartigen Material für eine Zukunft, in der erneuerbare Ressourcen und die Vermeidung von anhaltender Plastikverschmutzung die Norm sind, so Zha.

Polyethylen-Kunststoffe, die in Produkten wie Plastiktüten, Wasserflaschen und Lebensmittelverpackungen enthalten sind, tragen weltweit am stärksten zur Plastikverschmutzung bei und brauchen bis zu 1.000 Jahre, um sich natürlich abzubauen. Nur ein kleiner Teil des Polyethylen-Kunststoffs wird recycelt, so dass die in der Studie verwendeten Bakterien dazu beitragen könnten, einen Teil des verbleibenden Abfalls „upzyceln“.

*Pseudomonas aeruginosa*, das in der Studie verwendete Bakterium, kann auf natürliche Weise Polyethylen als Nahrungsquelle aufnehmen. Das RPI-Team stellte sich der Herausforderung, dieses Bakterium so zu steuern, dass es die Kohlenstoffatome des Polyethylens in ein genetisch kodierte Seidenprotein umwandelt. Überraschenderweise stellten sie fest, dass ihre neu entwickelten Bakterien das Seidenprotein mit einer Effizienz herstellen konnten, die mit der einiger, üblicherweise in der Bioproduktion verwendeten Bakterienstämmen vergleichbar ist. Der biologische Prozess, der dieser Innovation zugrunde liegt, ist etwas, das die Menschen seit Jahrtausenden nutzen.



Upcycelte Seidenproteine



„Im Grunde genommen fermentieren die Bakterien den Kunststoff. Die Fermentierung wird zur Herstellung und Konservierung aller Arten von Lebensmitteln wie Käse, Brot und Wein verwendet, und in der biochemischen Industrie wird sie zur Herstellung von Antibiotika, Aminosäuren und organischen Säuren genutzt“, sagte [Mattheos Koffas, Ph.D.](#), Dorothy and Fred Chau '71 Career Development Constellation Professor in Biocatalysis and Metabolic Engineering und der andere Wissenschaftler, der das Projekt leitet und zusammen mit Zha Mitglied des [Center for Biotechnology and Interdisciplinary Studies](#) in Rensselaer ist.

Damit die Bakterien Polyethylen fermentieren können, muss der Kunststoff zunächst „vorverdaut“ werden, so Zha. Genau wie wir Menschen unsere Nahrung in kleinere Stücke schneiden und kauen müssen, bevor unser Körper sie verwerten kann, haben die Bakterien Schwierigkeiten, die langen Molekülketten oder Polymere zu essen, aus denen Polyethylen besteht.

In der Studie arbeiteten Zha und Koffas mit Wissenschaftlern des Argonne National Laboratory zusammen, die den Kunststoff durch Erhitzen unter Druck depolymerisierten, wodurch eine weiche, wachsartige Substanz entstand. Anschließend trug das Team eine Schicht des aus dem Kunststoff gewonnenen Waxes auf die Böden der Kolben auf, die als Nährstoffquelle für die Bakterienkultur dienten. Dies unterscheidet sich von der üblichen Fermentation, bei der Zucker als Nährstoffquelle dient.

„Es ist, als würden wir die Bakterien nicht mit Kuchen füttern, sondern mit den Kerzen auf dem Kuchen“, so Zha.

Als dann der Inhalt der Kolben auf einer Wärmeplatte sanft umgewälzt wurde, gingen die Bakterien an die Arbeit. Nach 72 Stunden ließen die Wissenschaftler die Bakterien aus der flüssigen Kultur abtropfen, reinigten das Seidenprotein und gefriergetrockneten es. In diesem Stadium könnte das Protein, das zerrissenen Wattebällchen ähnelte, potenziell zu Garn gesponnen oder in andere nützliche Formen weiterverarbeitet werden.

„Das wirklich Spannende an diesem Prozess ist, dass er im Gegensatz zur heutigen Kunststoffproduktion wenig Energie verbraucht und keine giftigen Chemikalien benötigt“, so Zha. „Die besten Chemiker der Welt könnten Polyethylen nicht in Spinnenseide umwandeln, aber diese Bakterien können es. Wir machen uns wirklich zunutze, was die Natur entwickelt hat, um die Herstellung für uns zu übernehmen.“

Bevor jedoch Produkte aus recycelter Spinnenseide zur Realität werden, müssen die Wissenschaftler zunächst Wege finden, um das Seidenprotein effizienter herzustellen.

„Diese Studie zeigt, dass wir diese Bakterien verwenden können, um Plastik in Spinnenseide umzuwandeln. In unserer künftigen Arbeit werden wir untersuchen, ob wir die Bakterien oder andere Aspekte des Prozesses optimieren können, um die Produktion zu steigern“, sagte Koffas.

„Die Professoren Zha und Koffas repräsentieren die neue Generation von Chemie- und Bioingenieuren, die biologisches Engineering mit Materialwissenschaften zur Herstellung umweltfreundlicher Produkte verbinden. Ihre Arbeit ist ein neuartiger Ansatz zum Schutz der Umwelt und zur Verringerung unserer Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Ressourcen“, sagte Shekhar Garde, Ph.D., Dekan der RPI [School of Engineering](#).

Die Studie, die vom Erstautor Alexander Connor, der 2023 am RPI promoviert, und den Co-Autoren Jessica Lamb und Massimiliano Delferro vom Argonne National Laboratory durchgeführt wurde, wurde in der Zeitschrift „Microbial Cell Factories“ veröffentlicht.

*Quelle: Samantha Murray, Rensselaer*