

Spinnenseide made by TUM

Naturmaterialien sind meist widerstandsfähiger als ihre Imitationen - Spinnenseide im Besonderen ist eines der stabilsten Materialien überhaupt. Während die meisten Gliedertiere nur eingeschränkt von der Fähigkeit Gebrauch machen, Seiden zu produzieren, haben sich Spinnen in einer über 300 Millionen Jahre dauernden Evolution zu Seidenspezialisten entwickelt. Die Arbeitsgruppe um Dr. Thomas Scheibel am Lehrstuhl für Biotechnologie der TUM in Garching (Prof. Johannes Buchner) versucht erfolgreich, von den Tieren zu lernen.

Spinnenseiden bestehen aus langen, über Jahrtausende optimierten Eiweißketten, die die Spinne zu einem festen Faden verspinnt. Durch die spezielle molekulare Anordnung wird das Material sehr dehnbar, extrem belastbar und enorm zugfest - und dennoch ist es viel elastischer als zum Beispiel Kevlar. Spinnenseide ist leicht und wasserfest, hat aber dennoch ein hohes Wasseraufnahmevermögen, vergleichbar dem von Wolle. Sie widersteht mikrobiologischen Angriffen und ist doch biologisch abbaubar. Spinnenseiden können stärker als Stahl und elastischer als Gummi sein. Nur so kann das Spinnennetz die Wucht abfangen, mit der etwa ein Käfer aus vollem Flug aufprallt.

Naturseide wird seit Jahrtausenden in traditionellen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren von den Kokons des Seidenspinners gewonnen, eines Schmetterlings. Dagegen ist es wegen des kannibalischen Verhaltens von Spinnen nicht möglich, diese Tiere in großem Maßstab zu züchten und Seide zu produzieren. Daher ist Spinnenseide ein äußerst wertvoller Naturstoff. Könnte man sie im Labor produzieren, wäre dies der Anfang einer vollkommen neuen Generation umweltverträglicher, energiesparender herzustellender Werkstoffe.

Deshalb ist die Arbeit des Teams um Scheibel - Entwicklung rekombinanter Produktionsverfahren für Spinnenseidenproteine - ein großer Schritt auf dem Weg zur industriellen Herstellung dieses begehrten Materials. Die Wissenschaftler konnten gleich zwei neue Methoden etablieren, die auf traditionellen, kostengünstigen Fermentationsprozessen basieren. So wurde eine Grundlage geschaffen, Spinnenseidenfäden »im Reagenzglas« und für die industrielle Nutzung herzustellen. Eine Methode basiert auf Zelllinien von Schmetterlingen. Mittels Viren schleusten die TUM-Biotechnologen die originalen Gene für Spinnenseiden in Schmetterlingszellen ein, die daraufhin strukturierte Spinnenseide bildeten. So gelang es, naturgetreue Spinnenseidenproteine in ausreichender Menge zu produzieren und erste Fäden zu erzeugen. Die internationale Fachzeitschrift *Current Biology* brachte diese Arbeit der TUM-Wissenschaftler kürzlich als Titelgeschichte.*

* *Current Biology*, November 2004: 14 (22), 2070 ff.

Grundlage des zweiten Verfahrens ist ein Bakterienwirtssystem, in dem sich Gene sehr leicht manipulieren lassen. Dieses System erlaubt es, Gene und somit Proteine maßzuschneidern oder auch gezielt neu zu konstruieren, um so Fäden mit definierten Eigenschaften zu generieren. In einem Klonierungssystem werden Fragmente von Seidengenen beliebig zusammengesetzt. So entstehen Proteine, die sich von natürlichen Spinnenseiden ableiten, aber für veränderte Produktanforderungen modifiziert und »umgebaut« werden können. Das bildet eine Grundlage für Fäden mit definierten Eigenschaften. Dieses Verfahren wurde vor Kurzem in zwei Fachpublikationen vorgestellt.



Weibliche Gartenkreuzspinne. Ihre Seide haben die TUM-Wissenschaftler »nachgebaut«.
Foto: Daniel Hümmerich



Rekombinant erzeugte Spinnenseidenfäden, sichtbar gemacht durch Fluoreszenzfärbung. Die Fäden entstehen in Schmetterlingszellen, deren Ausmaße die Länge der Fäden begrenzen. Durchmesser und Stabilität der Fäden sind identisch mit Originalfäden der Spinne.

Mit Unterstützung des Erfinderbüros der TUM und der Hochschulpatentinitiative Bayern Patent meldeten die TUM-Wissenschaftler ihre beiden Verfahren zum Patent an. Für die wissenschaftlichen Leistungen, die zu diesem Erfolg führten, wurde Thomas Scheibel im September 2004 mit dem 1. Rang des Junior Scientist Awards der Werkstoffwoche 2004 ausgezeichnet. Das etablierte Produktionssystem lässt große Erfolge erwarten - schon mehrere Industrieunternehmen zeigten Interesse an den Seidenfäden made by TUM. So wurde bereits ein Materialübernahmevertrag mit einem international agierenden Chemieunternehmen geschlossen.

*Thomas Scheibel
Alexandros Papaderos*

Dr. Thomas Scheibel
Lehrstuhl für Biotechnologie
Tel.: 089/289-13179
Thomas.Scheibel@ch.tum.de