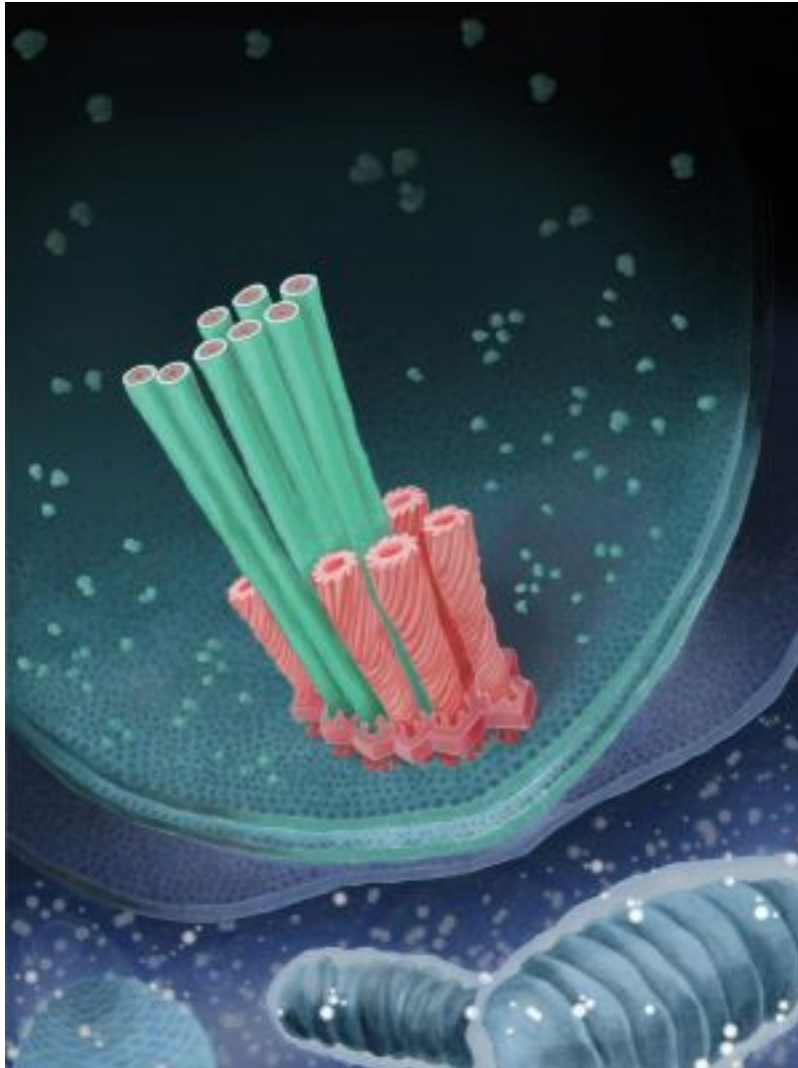


Mit Dolchstössen gegen Amöben

17.08.2017, 21:00 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)*

Presseagentur: *Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)*



Ein Bündel Dolch-Ausstossapparate im Innern eines Bakteriums. Grün in ihrer «geladenen» Form, rosa mit bereits ausgestossenem Dolch. (Leo Popovich)

Forschende der ETH Zürich und der Universität Wien entdeckten bei einer Bakterienart winzige Dolche, mit denen sich die Bakterien wehren können, um nicht von Amöben aufgefressen zu werden. Ausserdem entschlüsselten die Wissenschaftler die dreidimensionale Struktur der Vorrichtung zum schnellen Ausfahren der Mikro-Dolche.

Bakterien müssen sich vor Amöben in Acht nehmen. Denn hungrige Amöben machen Jagd auf sie. Sie fangen die Bakterien mit ihren Scheinfüsschen, verleiben sie sich ein und verdauen sie schliesslich.

Allerdings gibt es auch Bakterien, die sich zu wehren wissen. Amoebophilus ist so eines. Forschende der Universität

Wien haben es vor einigen Jahren entdeckt. Das Bakterium kann im Innern von Amöben überleben. Mehr noch: Es hat sich das Amöbeninnere sogar zu seinem bevorzugten Lebensraum gemacht.

Wissenschaftler der ETH Zürich fanden nun gemeinsam mit den Wiener Entdeckern des Bakteriums einen Mechanismus, von dem sie annehmen, dass er für das Überleben von Amoebophilus im Amöbeninnern zentral ist. Das Bakterium besitzt Mikro-Dolche und geeignete Ausfahrvorrichtungen. Mit den Dolchen kann es die Amöben von innen piesacken und dadurch dem Verdautwerden entkommen.

Befreiung aus dem Amöbenmagen

Die Ausfahrvorrichtung besteht aus einem Mantelrohr, das über eine Grundplatte und eine Verankerung innen an der Membran des Bakteriums befestigt ist. João Medeiros, Doktorand in der Gruppe von ETH-Professor Martin Pilhofer erklärt den Mechanismus: «Das Mantelrohr steht unter Federspannung, und in dessen Innern liegt der Mikro-Dolch. Zieht sich das Mantelrohr zusammen, wird der Dolch durch die Bakterienmembran extrem schnell nach aussen gedrückt.»

Einverleibte Bakterien befinden sich in den Amöben in einem spezialisierten und von einer Membran umgebenen Verdauungskompartiment. «Unsere Forschungsergebnisse legen nahe, dass die Bakterien in der Lage sind, die Dolche in die Membran des Amöben-Verdauungskompartiments zu stossen», sagt Désirée Böck, ebenfalls Doktorandin in Pilhofers Gruppe und Erstautorin der in der Fachzeitschrift Science veröffentlichten Arbeit. Dies führt dazu, dass das für die Bakterien unwirtliche Kompartiment zerfällt und die Bakterien freigibt. Ausserhalb des Verdauungskompartiments, aber immer noch im Innern der Amöben, können die Bakterien prima überleben und sich sogar vermehren.

Wie genau das Verdauungskompartiment zerstört wird, ist noch nicht bekannt. «Möglicherweise reisst die Hülle allein aus mechanischen Gründen», sagt Pilhofer. Denkbar sei aber auch, dass die Dolche der Amoebophilus-Bakterien mit einer Art Pfeilgift – mit membranabbauenden Enzymen – imprägniert seien. Im Erbgut der Bakterien sind die Bauanleitungen für solche Enzyme vorhanden, wie Matthias Horn, Professor an der Universität Wien, und seine Mitarbeitenden zeigen konnten.

Präzisionsfräsen

Mit einer ganz neuen Methode, die erst von einer Handvoll Forschungslabors weltweit angewandt wird, darunter jenem von ETH-Professor Pilhofer, konnten die Wissenschaftler die dreidimensionale Struktur der Dolche und ihrer Ausfahrvorrichtungen hochauflösend ermitteln. Doktorandin Böck fror dazu Amöben mit einverleibten Bakterien bei minus 180 Grad Celsius ein.

Vergleichbar mit einem Paläontologen, der mit Hammer und Meissel Fossilien aus einem Stein freilegt, bearbeitete Doktorand Medeiros mit einem fein fokussierten Ionenstrahl (engl. focused ion beam) als «Nanomeissel» die tiefgefrorenen Proben: In beeindruckender Präzisionsarbeit konnte er die Amöbe und einen Grossteil des Bakteriums wegfräsen und so die molekularen Dolche und ihre Abschussvorrichtungen freilegen, um davon schliesslich ein dreidimensionales Elektronentomogramm zu erstellen.

Erstes Bild der Gesamtstruktur

Mit der Dolch-Ausstossvorrichtung verwandte Systeme gibt es auch andernorts in der Biologie: Sich auf die Infektion von Bakterien spezialisierte Viren (Bakteriophagen) injizieren mit solchen Systemen ihr Erbgut in Mikroorganismen. Und es gibt sogar Bakterien, welche solche Mikroapparate in die Umgebung absondern können, wo sie konkurrierende Mikroorganismen bekämpfen.

In ihrer Arbeit präsentieren die Wissenschaftler zum ersten Mal im natürlichen Kontext die gesamte räumliche Struktur einer Ausstossvorrichtung, die sich im Innern einer Zelle befindet. Ausserdem zeigen die Forschenden zum ersten Mal, wie die Grundplatte und die Verankerung dieser Ausstossvorrichtung aussieht. «In der Vergangenheit untersuchten Zellbiologen die Funktion solcher Systeme, und Strukturbiologen konnten die Struktur einzelner Bestandteile aufklären», sagt Pilhofer. «Mit der von uns an der ETH etablierten Technik, dem Kryo-Ionenstrahl-Fräsen und der Kryo-

Elektronentomographie, können wir nun jedoch die Brücke schlagen zwischen der Zellbiologie und der Strukturbiologie.»

Mehrläufige Kanonen

Bisher bekannte Mikro-Injektionsapparate treten einzeln auf. Die Wissenschaftler aus Zürich und Wien haben in *Amoebophilus* nun erstmals Apparate gefunden, die in Bündeln bis zu rund 30 solcher Apparate vorkommen. «Man könnte auch von mehrläufigen Kanonen sprechen», sagt Pilhofer.

Mit Erbgutvergleichen gingen die Forschenden ausserdem der Frage nach, wie *Amoebophilus* im Laufe der Evolutionsgeschichte zu seinen Dolch-Ausstossvorrichtungen gekommen ist. «Die entsprechenden Gene haben grosse Ähnlichkeit mit jenen der Injektionssysteme von Bakteriophagen», sagt Pilhofer. «Wir gehen davon aus, dass sich die Gene von Vorläufern heutiger Bakteriophagen vor langer Zeit ins Erbgut der Bakterien eingenistet haben.»

Bei weiteren Bakterien ebenfalls vorhanden

Die Erbgutvergleiche legen zudem nahe, dass die neuentdeckten Mikro-Dolche nicht nur bei *Amoebophilus* vorkommen, sondern darüber hinaus bei zahlreichen weiteren Bakterienarten aus mindestens neun der wichtigsten Bakteriengruppen. Ob diese Bakterien ihre Dolche ebenfalls verwenden, um nicht von Amöben verdaut zu werden, oder ob die Dolche noch ganz anderen Zwecken dienen, müssen die Forschenden erst noch untersuchen. So schnell wird ihnen die Arbeit nicht ausgehen.

Und schliesslich möchten die Wissenschaftler die neue Methode, das Kryo-Ionenstrahl-Fräsen, für die Strukturaufklärung weiterer komplexer Molekülsysteme verwenden. «Die Technik dürfte für viele Fragen der Zell-, Infektions- und Strukturbiologie interessant sein. Bereits jetzt arbeiten wir mit anderen Forschungsgruppen zusammen und bieten ihnen unsere Expertise an», sagt ETH-Doktorand Medeiros.

Literaturhinweis

Böck D, Medeiros JM, Tsao HF, Penz T, Weiss GL, Aistleitner K, Horn M, Pilhofer M: In situ architecture, function, and evolution of a contractile injection system. *Science*, 17. August 2017, doi: 10.1126/science.aan7904 [http://dx.doi.org/10.1126/science.aan790]

Quelle: idw

Portrait

-