

Von der Ursuppe zum oxidativen Stress

Ursprüngliche Art der Zellatmung bei säurebildenden Bakterien entdeckt

Die Essigsäure bildenden Bakterien gehören nach Ansicht vieler Forscher zu den ersten Lebewesen, die es auf der Erde gab. Sie besiedelten den Planeten schon lange bevor Sauerstoff zum Atmen existierte. Ihre Energie beziehen die Bakterien aus der Umwandlung von Kohlendioxid, das sie mithilfe von Wasserstoff zu aktivierter Essigsäure reduzieren. Doch an welcher Stelle dieses biochemisch gut erforschten Prozesses wird die Energie frei? Frankfurter Biowissenschaftlern ist es nun gelungen, dieses Rätsel zu lösen. In der Membran von *Acetobacterium woodii* fanden sie ein Enzym, das Natrium-Ionen gegen ein Energiegefälle aus der Zelle befördert. Die Natrium-Ionen gelangen über eine „Turbine“ in der Zellmembran (ATP-Synthase) ins Zellinnere zurück. Bei der Passage wird Energie in Form von ATP (Adenosintriphosphat) frei.

„Das neue Enzym, die Ferredoxin:NAD-Oxidoreduktase, verkörpert eine bislang unbekannte Form einer durch Elektronentransport angetriebenen Membranpumpe. Sie könnte ein Archetyp für heutige Elektronen-Transportpumpen sein, wie wir sie in Mitochondrien finden“, erklärt der Biologe Prof. Volker Müller, der die Ergebnisse gemeinsam mit seiner Doktorandin Eva Biegel in der aktuellen Ausgabe der „Proceedings of the National Academy of Sciences“ veröffentlichte. „Die Existenz einer solchen Pumpe erklärt zudem die Lebensweise sehr vieler anderer Mikroorganismen“, so Müller. Die sie kodierenden Gene seien in den Genomen von über 100 verschiedenen Prokaryoten gefunden worden. Viele von ihnen lebten in strikter Abwesenheit von Sauerstoff und es sei wahrscheinlich, dass die Ferredoxin:NAD-Oxidoreduktase, kurz Fno, dort ebenfalls

zur Energiekonservierung diene. Fno kommt jedoch auch in Bakterien vor, die an der Luft leben. Welche zelluläre Funktion sie dort ausübt, ist jedoch noch unklar. „Wir gehen davon aus, dass die Turbine dort in die andere Richtung läuft und die elektrochemische Energie über der Membran dazu nutzt, Elektronen gegen das Energiegefälle zu pumpen“, vermutet Eva Biegel. Dies sei beispielsweise bei der Stickstoff-Fixierung oder der Sensierung von oxidativem Stress der Fall, beide Funktionen benötigten ebenfalls Fno.

Der Fno-Komplex des anaeroben Bakteriums *Acetobacterium woodii*: Wasserstoff wird über das Enzym Hydrogenase oxidiert und die Elektronen werden auf das Protein Ferredoxin übertragen. Beide enthalten Eisen und Schwefel, Elemente, die in der Ursuppe zur Genüge vorhanden waren. Das reduzierte Ferredoxin

ist der Brennstoff für eine membrangebundene Turbine, die Ferredoxin:NAD-Oxidoreduktase (Fno). Dieses Enzym überträgt, wiederum über Eisen-Schwefel-Zentren, die Elektronen auf den Akzeptor NAD^+ , und von dort fließen die Elektronen in das Zellinnere zur CO_2 -Fixierung. Die Fno-Turbine nutzt die Energie der „bergab“, also mit dem Energiegefälle fließenden Elektronen, um Natriumionen aus dem Zellinneren „bergauf“, nach außen zu pumpen. Die Natriumionen fließen dann wieder bergab durch eine andere Turbine, die ATP-Synthase, die die dabei freiwerdende Energie nutzt, um ATP zu generieren. *Anne Hardy*

Informationen:

Prof. Volker Müller, Molekulare Mikrobiologie und Bioenergetik, Campus Riedberg
Tel: (069) 798-29507
vmueller@bio.uni-frankfurt.de