

Pressemitteilung

Ruhr-Universität Bochum

Meike Drießen

29.11.2023

<http://idw-online.de/de/news824994>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Biologie, Energie
überregional



Die Bremse der Biokatalyse lösen

Enzyme aus Mikroorganismen können unter bestimmten Bedingungen Wasserstoff (H₂) herstellen, was sie zu möglichen Biokatalysatoren für biobasierte H₂-Technologien macht. Um diese Wasserstoffproduktion effizient zu gestalten, versuchen Forschende, mögliche limitierende Faktoren herauszufinden und auszuschalten. Dazu gehört Formaldehyd, das als natürliches Stoffwechselprodukt in Zellen vorkommt und die besonders leistungsfähige [FeFe]-Hydrogenase hemmt. Den zugrunde liegenden Mechanismus konnte ein Team der Photobiotechnologie der Ruhr-Universität Bochum aufklären und ausschalten. Die Forschenden berichten im Journal of the American Chemical Society vom 20. November 2023.

Wie ein Konservierungsmittel H₂-bildende Biokatalysatoren beeinflusst

Formaldehyd ist unter anderem als Konservierungsmittel bekannt, aber es kommt auch als natürliches Stoffwechselprodukt in lebenden Zellen vor. Vor zwölf Jahren konnten Wissenschaftler*innen der Universität Oxford, Großbritannien, und der Ruhr-Universität Bochum bereits zeigen, dass dieses weit verbreitete Molekül eine besondere Klasse von Biokatalysatoren hemmt: die besonders effizienten Wasserstoff-bildenden Hydrogenasen des Zwei-Eisen-Typs, sogenannte [FeFe]-Hydrogenasen. „Das war eine interessante Entdeckung, da Formaldehyd sowohl den natürlichen H₂-Stoffwechsel von Mikroorganismen als auch isolierte Hydrogenasen in biotechnologischen Anwendungen hemmen könnte“, so Dr. Jifu Duan, Erstautor der aktuellen Arbeit.

Molekularer Mechanismus der Formaldehyd-Vergiftung aufgeklärt

Nachdem verschiedene theoretische Studien Hypothesen aufgestellt hatten, wie das Formaldehyd-Molekül auf die [FeFe]-Hydrogenasen wirken könnte, ist es dem Team um Jifu Duan und Prof. Dr. Eckhard Hofmann gelungen, den molekularen Mechanismus experimentell aufzuklären. Anhand von Strukturen von mit Formaldehyd behandelten [FeFe]-Hydrogenasen, die durch Protein-Kristallografie gewonnen wurden, konnten sie zeigen, dass Formaldehyd mit dem aktiven Zentrum der Biokatalysatoren reagiert – einem anorganischen Proteinteil, an welchem Protonen und Elektronen zu Wasserstoff umgesetzt werden.

Darüber hinaus aber verbindet sich Formaldehyd mit einem weiteren wichtigen Proteinanteil, der mittels einer schwefelhaltigen chemischen Gruppe für den Transport der Protonen zum aktiven Zentrum hin nötig ist. Wenn die Wissenschaftler*innen diesen Teil durch einen anderen ersetzen, konnte Formaldehyd seine hemmende Wirkung kaum noch entfalten.

Die neuen Erkenntnisse könnten für H₂-Technologien eine Rolle spielen

„Zukünftige biotechnologische Anwendungen von [FeFe]-Hydrogenasen könnten durchaus die Anwesenheit von Formaldehyd beinhalten, sodass unsere veränderten, Formaldehyd-resistenten Biokatalysatoren hier zum Einsatz

kommen könnten“, erklärt Jifu Duan. „Wir glauben auch, dass unsere Erkenntnisse auf andere Biokatalysatoren übertragen werden können.“ Dies könnte für biobasierte Industrieprozesse eine Rolle spielen, aber auch für das Verständnis von Stoffwechselwegen in lebenden Organismen.

Förderung

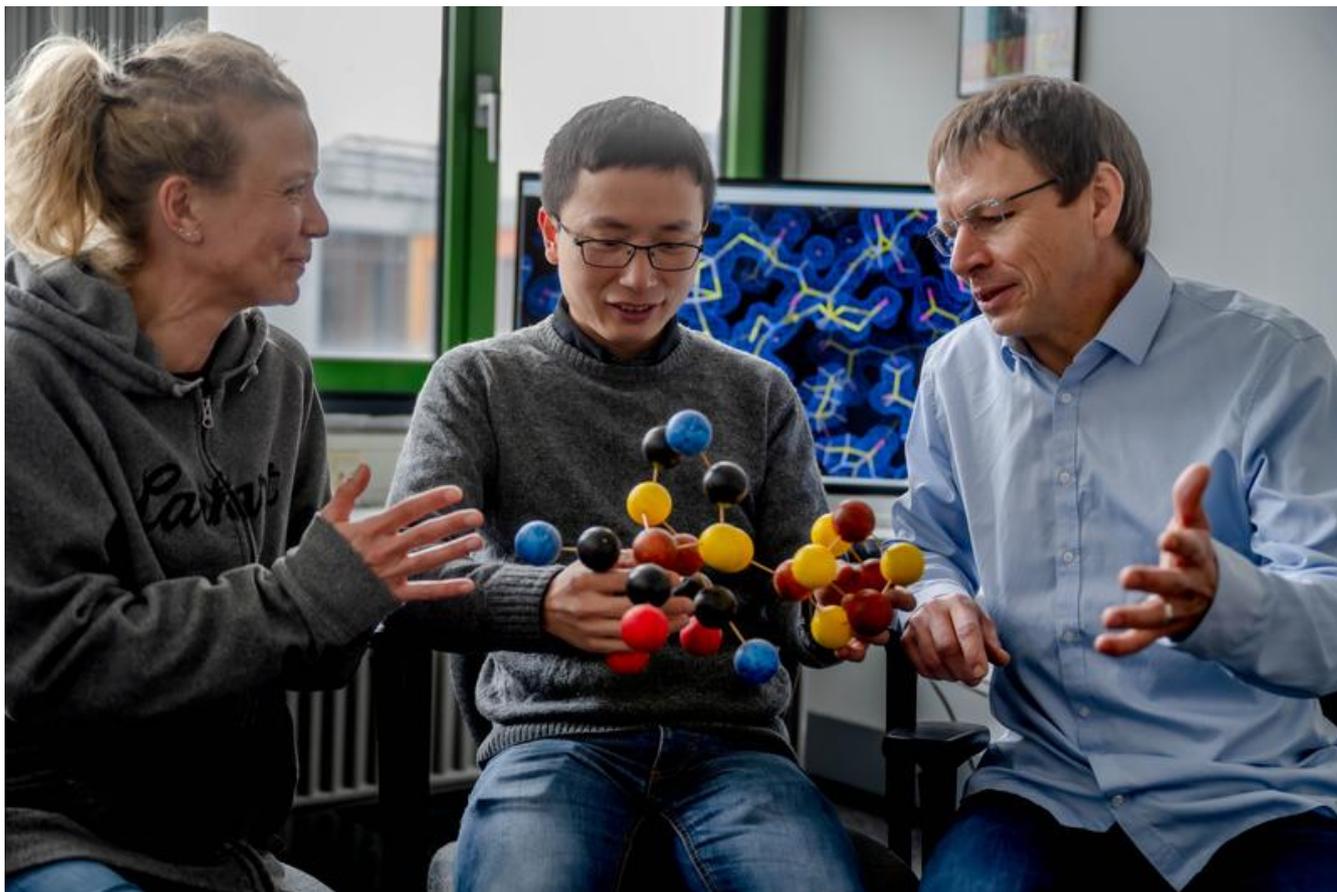
Die Arbeiten wurden unterstützt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen individueller Förderung und des Graduiertenkollegs MiCon.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Jifu Duan
Photobiotechnologie
Abteilung Pflanzenbiochemie
Fakultät für Biologie und Biotechnologie
Ruhr-Universität Bochum
Tel.: +49 234 32 24496
E-Mail: jifu.duan@ruhr-uni-bochum.de

Originalpublikation:

Jifu Duan, Astrit Veliju, Oliver Lampret, Lingling Liu, Yadav Shanika, Ulf-Peter Apfel, Fraser Armstrong, Anja Hemschemeier, Eckhard Hofmann: Insights Into the Molecular Mechanism of Formaldehyde Inhibition of [FeFe]-hydrogenases, in: Journal of the American Chemical Society, 2023, DOI: 10.1021/jacs.3c07800, <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jacs.3c07800>



Anja Hemschemeier, Jifu Duan und Eckhard Hofmann (von links) haben an der Studie zusammengearbeitet.
© RUB, Marquard