



Presseinformation Nr. 98/2019

24.10.2019

Lichtschutz nach Art der Kieselalge

Konstanzer Forschungsteam entschlüsselt Lichtschutzstrategie der Kieselalgen

Mal zu viel Sonne, mal zu wenig Licht: Kieselalgen (Diatomeen) sind in der Natur oft stark schwankenden Lichteinstrahlungen ausgesetzt. Mit einer raffinierten Technik gelingt es ihnen, überschüssige Energie bei viel Sonnenschein als Wärme abzuführen und bei schwacher Sonneneinstrahlung dennoch genügend Licht für die Photosynthese zu sammeln. Wie es den Kieselalgen gelingt, selbst gravierende Lichtschwankungen auszugleichen, konnten Biologinnen und Biologen der Universität Konstanz um Dr. Bernard Lepetit und Jochen Buck in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Peter Kroth in einer Experimentreihe nachweisen. Die Forschung fand in Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Paul Falkowski an der Rutgers University (New Jersey, USA) statt. Die Forschungsergebnisse wurden im September 2019 im Wissenschaftsjournal Nature Communications veröffentlicht.

Kieselalgen sind für das Ökosystem unseres Planeten mitentscheidend. Sie leisten ein Fünftel der weltweiten CO₂-Fixierung und haben somit einen vergleichbaren Einfluss wie die tropischen Regenwälder auf den Kohlendioxid- und Sauerstoffhaushalt der Erde. Kieselalgen kommen überall in den Ozeanen vor, vor allem aber in nährstoffreichen Küsten- und Auftriebsregionen. Sie leben häufig nicht in einer stabilen Wasserschicht, sondern werden von der Strömung beständig nach oben und wieder nach unten bewegt. Dadurch ergibt sich ein starkes Schwanken der Lichteinstrahlung auf die Alge: Wenn sie an die Wasseroberfläche treiben, sind sie einer intensiven Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Treiben Kieselalgen hingegen in die Tiefe, müssen sie mit sehr wenig Licht auskommen. „Um eine effektive Photosynthese leisten zu können, müssen sie auch bei wenig Sonne viel Licht einsammeln können, also ‚eine große Antenne haben‘“, schildert Bernard Lepetit. „Wenn Kieselalgen an die Oberfläche kommen, müssen sie hingegen verhindern, dass sie zu viel Licht absorbieren, weil sie sonst oxidiert und daraus resultierend irreversibel geschädigt werden könnten“, so Lepetit. Gemeinsam mit seinen Forschungskolleginnen und -kollegen aus Konstanz und New Jersey entschlüsselten Jochen Buck und er nun den mikrobiologischen Mechanismus, mit dem Kieselalgen diese doppelte Anforderung erbringen können.

Drei Proteine für den Sonnenschutz

Wie das Forschungsteam nachweisen konnte, spielt in der Algenzelle das Protein Lhcx eine entscheidende Rolle für den Lichtschutz. Die Biologinnen und Biologen wiesen zunächst nach, dass der wichtigste Lichtschutzmechanismus der Kieselalgen bei einer Deaktivierung dieses Proteins

entfällt. Ohne Lhcx können Kieselalgen eine zu hohe Energieaufnahme nicht mehr geregelt als Wärme abführen, so dass ihnen massive Zellschäden drohen.

Im nächsten Schritt fügte das Forschungsteam vier natürlich vorkommende Varianten des Lhcx-Proteins alternierend wieder hinzu, nämlich die Proteine Lhcx-1, -2, -3, und -4. Das Ergebnis: Sowohl Lhcx-1, Lhcx-2 als auch Lhcx-3 können für die Alge in vergleichbarem Ausmaß einen Lichtschutz leisten, wobei jedes der Proteine auf andere Einflussfaktoren spezialisiert ist. „Es sind mehrere Proteine, die alle dasselbe tun, aber jedes von ihnen antwortet auf einen anderen Umweltimpuls“, schildert Bernard Lepetit. „Die Ausnahme bildet lediglich das Protein Lhcx-4, das überraschenderweise keine Rolle beim Lichtschutz der Alge spielt.“

Die Forscherinnen und Forscher konnten zeigen, dass die Kieselalgen je nach Lichtintensität die Proteine Lhcx-1, -2, und -3 wie in einem Baukastensystem kombinieren. Die spezialisierten Proteine werden modular eingesetzt, um die Algenzellen bestmöglich auf die aktuellen Umweltfaktoren einzustellen. Je intensiver die Sonneneinstrahlung, desto stärker wird die Anzahl der Proteine in der Pflanzenzelle hochreguliert. Nicht nur bei Starklicht, sondern auch bei Nährstoffmangel (zum Beispiel Stickstoff- oder Eisenmangel) werden die Lhcx-Proteine aktiviert. „Wenn Stickstoff oder Eisen fehlen, ist die Alge empfindlicher gegen Lichteinstrahlung“, begründet Lepetit.

Abgekoppelte Antennen

Doch nicht nur auf Ebene der Proteine gingen die Forscherinnen und Forscher dem Lichtschutzmechanismus der Kieselalgen nach. Ihre Beobachtungen legen nahe, dass die Algen bei starker Sonneneinstrahlung ihre lichtabsorbierenden Antennen in der inneren Chloroplastenmembran physisch von den Photosystemen abkoppeln. Dadurch kann das Licht, das von den Antennen gesammelt wird, nicht mehr in die Photosysteme einfließen, wodurch eine Zellschädigung effektiv verhindert wird. „Diese physische Abkopplung wird seit Jahrzehnten postuliert, aber war bis zu unseren Experimenten im intakten System, also der Zelle, schwer nachzuweisen“, schildert Bernard Lepetit und schlussfolgert: „Wir vermuten, dass eine solche Abkopplung in ähnlicher Weise auch bei anderen Algenklassen und Pflanzen auftritt.“

Faktenüberblick:

- Originalpublikation: Jochen M. Buck, Jonathan Sherman, Carolina Río Bártulos, Manuel Serif, Marc Halder, Jan Henkel, Angela Falciatore, Johann Lavaud, Maxim Y. Gorbunov, Peter G. Kroth, Paul G. Falkowski & Bernard Lepetit: Lhcx proteins provide photoprotection via thermal dissipation of absorbed light in the diatom *Phaeodactylum tricornutum*, Nature Communications **10**:4167, 13 September 2019
Link: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12043-6>
- Forschungsarbeit zu den Lichtschutzstrategien von Kieselalgen (Diatomeen).
- Kieselalgen kombinieren als Lichtschutz die Proteine Lhcx 1, 2, und 3 wie in einem modularen Baukastensystem, um sich wechselnden Lichtverhältnissen anzupassen. Lichtabsorbierende Antennen in der inneren Chloroplastenmembran werden physisch von den Photosystemen der Algenzelle abgekoppelt, um vor Überhitzung zu schützen.
- Forschungskoooperation der Universität Konstanz mit der Rutgers University (New Jersey, USA), Arbeitsgruppe von Prof. Paul Falkowski.
- Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, Projekt LE 3358/3-1, Förderung in Höhe von 266.000 Euro von Mai 2016 bis April 2018) sowie durch das Eliteprogramm der Baden-Württemberg-Stiftung (108.000 Euro) gemeinsam mit dem Zukunftskolleg (12.000 Euro) von Februar 2017 bis Januar 2020.

Hinweis an die Redaktionen:

Ein Bild kann im Folgenden heruntergeladen werden:

https://cms.uni-konstanz.de/fileadmin/pi/fileservers/2019/Bilder/NPQ_Model.jpg

Bildunterschrift: Lichtschutz nach Art der Kieselalge: Bei starker Sonneneinstrahlung werden in der inneren Chloroplastenmembran die lichtabsorbierenden Antennen (braun) physisch von den Photosystemen (grün) abgekoppelt, um die Photosysteme vor Energieüberschuss zu schützen.
Bild: Jochen Buck

Kontakt:

Universität Konstanz
Kommunikation und Marketing
Telefon: + 49 7531 88-3603
E-Mail: kum@uni-konstanz.de

- uni.kn
