

Press release

Max-Planck-Institut für chemische Ökologie

Angela Overmeyer

03/10/2016

<http://idw-online.de/en/news647543>

Research results, Scientific Publications
Biology, Environment / ecology, Zoology / agricultural and forest sciences
transregional, national



Stabschrecken können schwerverdauliches Pflanzenmaterial verspeisen

Pflanzliche Zellwände bestehen aus vielen komplexen Polymeren, für deren vollständigen Abbau eine Vielzahl verschiedener Enzyme erforderlich ist. Dazu zählen Cellulase für den Abbau von Cellulose und Xylanase für den Abbau von Xylan. Jahrzehntlang gingen Wissenschaftler davon aus, dass nur Mikroorganismen Cellulase-Enzyme produzieren können, bis Cellulase-Gene in holzverspeisenden Insekten gefunden wurden. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie in Jena haben nun eine weitere Theorie außer Kraft gesetzt: Die Forscher entdeckten, dass Stabschrecken (Phasmatodea) Cellulasen produzieren, die unterschiedliche Zellwandpolymere gleichermaßen abbauen können.

Neben Cellulose sind Xylan und Xyloglucan wichtige Bestandteile pflanzlicher Zellwände. Insekten der Ordnung Gespenstschrecken (Phasmatodea) haben vielfache Kopien von Cellulase-Genen in ihrer Erbsubstanz. Es gibt jedoch unter diesen Enzymen auch einige, die das Xylose-Gerüst von Xylan aufbrechen können, andere wiederum können das Xylose-Glucose-Gerüst von Xyloglucan spalten. Es handelt sich hier um das erste beschriebene Xyloglucanase-Enzym, das in vielzelligen Tieren nachgewiesen wurde. Bislang ging man davon aus, dass es in Tieren keine derartigen Enzyme gibt.

Ein Enzym, viele Substrate

Wissenschaftler der Abteilung Entomologie haben die Cellulase-Gene von sieben Gespenstschreckenarten isoliert, darunter die Australische Gespenstschrecke (*Extatosoma tiaratum*), die Vietnam-Stabschrecke (*Ramulus artemis*) und die Kleine Dornschröcke aus Borneo (*Aretaon asperrimus*). In allen waren viele verschiedene Cellulase-Enzyme aus der Familie der Glycosid-Hydrolasen 9 (GH9) aktiv. Da das Beibehalten überzähliger Enzyme, die alle die gleiche Funktion haben, aus evolutionsbiologischer Sicht nicht sinnvoll ist, war vermuteten die Forscher, dass einige ihre Funktion verloren haben mussten oder im Laufe der Evolution eine neue Aufgabe übernommen hatten.

Um die Fähigkeiten der Enzyme zu testen, fügten die Wissenschaftler die Gene in kultivierten Insektenzellen ein und produzierten so die entsprechenden Enzyme. Anschließend überprüften sie die isolierten Proteine auf ihre Aktivität gegenüber verschiedenen pflanzlichen Zellwandpolymeren. Die Ergebnisse bestätigten, dass eine Gruppe von Enzymen gegenüber Cellulose und Xylan aktiv sind, eine andere Gruppe dagegen gegenüber Cellulose und Xyloglucan. Einzelne Enzyme aus jeder Gruppe konnten darüber hinaus Glucomannan abbauen. Diese Fähigkeiten zum Zellwandabbau sind in allen Familien von Stabschrecken zu finden: in der vietnamesischen Annam-Stabschrecke (*Medauroidea extradentata*, Familie Phasmatidae) ebenso wie in der Rosa Geflügelten Stabschrecke aus Madagaskar (*Sipyloidea sipyilus*, Diapheromeridae) oder der peruanischen Samtschröcke (*Peruphasma schultzei*, Peruphasmatidae). Den Forschern lagen sogar Proben der flügellosen kalifornischen Stabheuschrecke *Timema cristinae* (Timematidae) vor, die im Gegensatz zu allen anderen Gespenstschrecken in der Untersuchung einer anderen Familie innerhalb der Ordnung Phasmatodea angehört. Auch sie besitzt die gleichen Enzyme und die gleichen neuen Fähigkeiten.

Eine solche Multifunktionalität von Glycosid-Hydrolasen 9 war bislang nicht bekannt. Xyloglucanase-Enzyme waren noch niemals zuvor in Tieren entdeckt worden. „Hätten wir diese Enzyme ausschließlich auf ihre Aktivität im Hinblick auf Cellulose getestet, wären die anderen Funktionen unentdeckt geblieben“, sagt Matan Shelomi, der ein Postdoktorandenstipendium am Max-Planck-Institut für chemische Ökologie hat und Erstautor der Studie ist. „Es war gut, dass wir unsere Untersuchungen auf die Aktivitäten gegenüber anderen pflanzlichen Bestandteilen ausgeweitet haben. So waren wir die ersten, die derart leistungsfähige Enzyme in Tieren nachweisen werden konnten.“

Eine unerwartete Wendung in einer alten Genfamilie

Das wichtigste Ergebnis der Studie ist, dass die Enzymfunktionen mit den evolutionären Beziehungen zwischen den Insekten übereinstimmen. Xylanase-Cellulasen aus verschiedenen Arten sind nahe miteinander verwandt. Die Xyloglucanase-Cellulasen bilden ebenfalls eine monophyletische Gruppe und gehören damit dem gleichen Stamm an. Weil auch in der kalifornischen *T. cristinae* die gleichen Enzymaktivitäten zu beobachten waren, muss das Cellulase-Gen in einem gemeinsamen Ur-Insekt dupliziert worden sein. Einige der verschiedenen Genkopien haben dann offenbar neue Fähigkeiten entwickelt. Dies geschah vor der Entstehung der Ordnung Gespenstschrecken (Phasmatodea). Die Wissenschaftler wollen daher nun andere, mit Gespenstschrecken verwandte Arten untersuchen, um zu sehen, ob auch diese multifunktionale Cellulase-Enzyme besitzen.

Die Fähigkeit, verschiedene Polymere mit dem gleichen Enzym abzubauen, bedeutet, dass Gespenstschrecken eine ungewöhnlich effektive Verdauung haben. Zusammen mit anderen Darmenzymen, wie Cellobiasen und Xylobiasen, kann die Darmflora dieser Insekten nahezu die komplette pflanzliche Zellwand in ihre Zuckerbestandteile zerlegen. Diese können dabei für die Ernährung verwendet werden. Außerdem wird durch den Abbau der Zellwände auch das leichter verdauliche Cytoplasma innerhalb der Zelle erschlossen. Daher können sich Gespenstschrecken von der gleichen Blattnahrung besser ernähren als andere Pflanzenfresser. Theoretisch könnten sie sogar Holz verdauen.

„In Deutschland gibt es eine große Fangemeinde von Gespenstschrecken, die sich diese skurrilen Insekten als Haustiere halten“, sagt Shelomi. „Immer wieder wird mir berichtet, dass sie alles Mögliche anknabbern, wie zum Beispiel Zweige, Moos, Rinde, und sogar Styropor oder Elektrokabel. Blätter bleiben jedoch ihre Hauptnahrung. Vielleicht kann ihr Darm Holz verdauen, ihre Kiefer sind jedoch für Blattnahrung besser geeignet, und diese schmeckt wahrscheinlich auch besser.“ [MS/AO]

Originalveröffentlichung:

Shelomi, M., Heckel, D. G., and Pauchet, Y. (2016). Ancestral Gene Duplication Enabled the Evolution of Multifunctional Cellulases in Stick Insects (Phasmatodea). *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 71: 1-11. Doi: 10.1016/j.ibmb.2016.02.003
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ibmb.2016.02.003>

Weitere Informationen:

Dr. Matan Shelomi, Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Hans-Knöll-Str. 8, 07743 Jena, Tel. +49 3641 57-1560, E-Mail mshelomi@ice.mpg.de

Kontakt und Bildanfragen:

Angela Overmeyer M.A., Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Hans-Knöll-Str. 8, 07743 Jena, +49 3641 57-2110, E-Mail overmeyer@ice.mpg.de

Download von hochaufgelösten Fotos und Videos über www.ice.mpg.de/ext/downloads2016.html

URL for press release: <http://www.ice.mpg.de/ext/1260.html?&L;=1> (Stabschrecken können schwerverdauliches Pflanzenmaterial verspeisen)

URL for press release: <http://www.ice.mpg.de/ext/655.html> (Projektgruppe "Molecular Biology of the Insect Digestive System")

URL for press release: <http://www.ice.mpg.de/ext/entomology.html?&L;=1> (Abteilung Entomologie)



Eine junge Australische Gespenstschrecke (*Extatosoma tiaratum*) hängt an der Blattunterseite einer Zimmerpflanze im Max-Planck-Institut für chemische Ökologie in Jena.
Matan Shelomi / Max-Planck-Institut für chemische Ökologie