

Press release**Max-Planck-Institut für chemische Ökologie****Angela Overmeyer**

10/13/2022

<http://idw-online.de/en/news802869>Research results, Scientific Publications
Biology, Chemistry, Environment / ecology, Zoology / agricultural and forest sciences
transregional, national**Katzenminze und Erbsenblattlaus bilden auf unterschiedliche Art und Weise das gleiche chemische Molekül**

Ein Forschungsteam am Max-Planck-Institut für chemische Ökologie zeigt in einer neuen Studie in PNAS, dass Katzenminze und Erbsenblattlaus den Wirkstoff Nepetalacton bilden, auch wenn die Pflanze und das Insekt die Biosynthese dieses Iridoids unabhängig voneinander entwickelten: Die einzelnen Biosyntheseschritte scheinen zwar identisch zu sein, aber die Enzyme, die sie katalysieren, sind unterschiedlich. Erstmals gelang es Forschenden, den Biosyntheseweg eines derart komplexen Moleküls in einem Tier zu entschlüsseln.

Iridoide: Komplexe Moleküle mit unterschiedlichen ökologischen Funktionen

Iridoide, eine Gruppe von Monoterpenen, werden meist als sekundäre Pflanzenstoffe bezeichnet, kommen sie doch weit verbreitet in vielen Pflanzenarten vor. Dabei geht ihr Name auf die Ameisengattung Iridomyrmex und Substanzen aus deren Abwehrsekret zurück. In Pflanzen ist ihre Rolle vor allem der Schutz vor Fressfeinden oder vor Krankheitserregern. In mehr als 50 Pflanzenfamilien wurden Iridoide gefunden. In früheren Arbeiten präsentierten Sarah O'Connor und ihr Team die evolutionären Ursprünge des Iridoids Nepetalacton in der Katzenminze (siehe Pressemeldung vom 14. Mai 2020 - Wie aus einer Minze Katzenminze wurde). „Wir konnten zeigen, wie Katzenminze diesen komplexen Wirkstoff herstellt. Seit den 1980er Jahren ist aber bekannt, dass weibliche Blattläuse Nepetalacton ebenfalls synthetisieren und als Sexuallockstoff nutzen. Wir wollten daher herausfinden, wie Blattläuse diesen Naturstoff bilden und die Biosynthesewege in Pflanzen und Insekten vergleichen. Ein weiterer Ansporn war, dass wir an unserem Institut mit Grit Kunert eine Expertin für Blattläuse haben,“ beschreibt Sarah O'Connor, die Leiterin der Abteilung Naturstoffbiosynthese, die Motivation für das Forschungsprojekt.

Naturstoffe aus Insekten – bislang wenig untersucht

Für die Bestimmung der Gene, die die Nepetalacton-Produktion in Blattlausweibchen regulieren, „ernteten“ die Forschenden Beine von Blattläusen, denn das Blattlauspheromon Nepetalacton wird ausschließlich in den Hinterbeinen von sexuellen Weibchen gebildet. Außerdem extrahierten sie RNA, die die grundlegende Information für die Proteinbiosynthese bereitstellt, aus entsprechendem Gewebe in Hinterbeinen von sexuellen und asexuellen Weibchen und Männchen, sowie in Vorderbeinen von sexuellen Weibchen. „Anschließend haben wir jede dieser RNA-Proben einer Gen-Sequenzierung unterzogen. Diese Gen-Sequenzen sahen wir uns dann genauer an, um die Gene zu identifizieren, die ausschließlich in den Hinterbeinen von sexuellen Weibchen aktiv waren. Nur eine sehr kleine Anzahl von Genen fiel in diese Kategorie, sodass es uns schnell gelang, die Gene zu bestimmen, die für die Bildung von Nepetalacton in den Blattläusen verantwortlich sind,“ fasst Tobias Köllner, der Erstautor der Studie, zusammen. Die Forschenden konnten mit diesem Ansatz die Enzyme für die Nepetalacton-Biosynthese und somit den gesamten Biosyntheseweg rekonstruieren. Überraschend war, dass zwar die Zwischenprodukte im Biosyntheseweg bei Katzenminze und Blattlaus identisch waren, dass aber die sechs identifizierten Enzyme in der Blattlaus, die die Zwischenschritte katalysieren, keine Übereinstimmung mit ihren Pendanten in der Katzenminze aufwiesen. „Während die pflanzlichen Enzyme für die Nepetalacton-Biosynthese alle löslich sind, sind die meisten der Insektenenzyme mit einer

Membran verbunden,“ meint Tobias Köllner.

Der Biosyntheseweg des Sexualpheromons Nepetalacton in der Erbsenlattaus, der in dieser Studie entschlüsselt wird, ist einer der längsten und chemisch komplexesten Biosynthesewege für Naturstoffe aus Insekten, über den jemals berichtet wurde. Dies liegt auch daran, dass Naturstoffe aus Insekten in der Forschung bislang eher vernachlässigt wurden. „Ich denke, dass es in der Vergangenheit eine Herausforderung war, sehr kleine RNA-Mengen zu sequenzieren - wie z. B. die aus winzigen Blattlausbeinen isolierten Mengen. Mit neuen und besseren Sequenzierungstechniken sind wir nun in der Lage, hochwertige Sequenzdaten aus schwer zugänglichen Geweben zu erhalten,“ sagt Sarah O'Connor.

Konvergente Evolution über die Grenzen von Pflanzen- und Tierreich hinweg

Besonders interessant ist der Vergleich der Iridoid-Biosynthesewege in Pflanzen und Insekten, den diese Studie ermöglicht. Dass unterschiedliche Lebewesen vergleichbare Lösungen unabhängig voneinander entwickelten, nennt man „konvergente Evolution“. Ein bekanntes Beispiel ist die Fähigkeit zu fliegen, die sich sowohl in Vögeln, als auch in Säugetieren (Fledermäusen) entwickelt hat. Hier berichten Forschende über die konvergente Evolution von Stoffwechsellenzymen in Insekten und Pflanzen, die - obwohl unterschiedlich und unabhängig voneinander entstanden - komplexe biochemische Prozesse steuern, an deren Ende der gleiche Naturstoff steht.

Da auch viele andere Insekten Iridoide bilden, möchten die Forschenden um Tobias Köllner und Sarah O'Connor das Wissen über die Biosynthese mit der Rolle, die Iridoide in Insekten spielen, kombinieren. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen am Institut und deren entomologischem Expertise soll dazu beitragen, die biologischen, ökologischen und verhaltensbezogenen Grundlagen dieser Naturstoffe aus Insekten besser zu verstehen.

contact for scientific information:

Dr. Tobias Köllner, Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Abteilung Naturstoffbiosynthese, Hans-Knöll-Straße 8, 07745, Jena, Germany, Tel. +49 3641 57-1265, E-Mail koellner@ice.mpg.de
Prof. Dr. Sarah E. O'Connor, Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Abteilung Naturstoffbiosynthese, Hans-Knöll-Straße 8, 07745, Jena, Germany, Tel. +49 3641 57-1200, E-Mail occonnor@ice.mpg.de

Original publication:

Köllner, T. G., David, A., Luck, K., Beran, F., Kunert, G., Zhou, J.-J., Caputi, L., O'Connor, S. E. (2022). Biosynthesis of iridoid sex pheromones in aphids, *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America* e2211254119, doi: 10.1073/pnas.2211254119
<https://doi.org/10.1073/pnas.2211254119>

URL for press release: <https://www.ice.mpg.de/97139/natural-product-biosynthesis> Abteilung Naturstoffbiosynthese am MPI für chemische Ökologie



Erbseblattläuse auf einer Ackerbohne
Anna Schroll
Anna Schroll