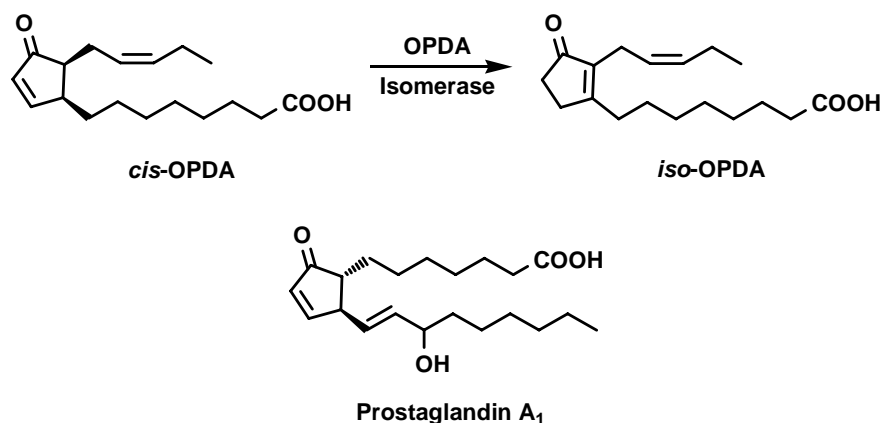


Konflikt von pflanzlichen und tierischen Hormonen im Darm herbivorer Insekten?

Spezifische Glutathion-S-Transferase in Raupen inaktiviert pflanzliches Hormon OPDA

Eine der Inaktivierung von Prostaglandin-Hormonen in Tieren vergleichbare Reaktion wurde jetzt im Darm von zwei pflanzenschädigenden Raupenarten entdeckt. Die Tiere besitzen ein Enzym, welches *cis*-OPDA, ein hochaktives Pflanzenhormon, strukturell verändert und damit inaktiviert. Raupen nehmen *cis*-OPDA durch Blattnahrung in vergleichsweise großen Mengen auf. Wird die Substanz nicht entschärft, kann sie die Entwicklung des Insekts negativ beeinflussen. Die Ergebnisse zeigen eine enge Verknüpfungen bzw. Interferenz von strukturell verwandten pflanzlichen und tierischen Hormonen. Pflanzenfressende Raupenarten entwickelten dafür ein enzymatisches System, das bereits bei der Darmpassage die in der Nahrung vorhandenen hochaktiven Wirkstoffe entschärfen kann. (Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Early Edition, 8. September 2009)



Pflanzliche Oxylipine (cis-OPDA, iso-OPDA) und Prostaglandine: Hormone, die in Pflanzen bzw. beim Menschen wichtige regulatorische Funktionen im Stoffwechsel und bei der Entwicklung übernehmen. Im Pflanzen- wie im Tierreich werden sie durch Oxidation ungesättigter Fettsäuren gebildet.

Cis-OPDA (12-oxophytodiensäure) ist ein hochreaktives Pflanzenhormon und dient gleichzeitig als Vorläufermolekül für den metabolischen „Masterswitch“ Jasmonsäure. Beide signalisieren in Blättern und Sprossen von Pflanzen Insektenfrass und lösen zusammen mit anderen Hormonen die Verteidigung der Pflanze aus. Bei der biologisch wirksamen OPDA handelt es sich um *cis*-OPDA. Diese Substanz führt zu einer für das Tier negativen Wechselwirkung, wenn sie in die Hämolymphe gelangt: sie bewirkt vorzeitige Verpuppung und greift möglicherweise auch in die Immunreaktion der Raupen ein.

Geschäftsführender Direktor

Prof. Dr. Wilhelm Boland
Tel.: +49 (0)3641 – 57 1200
boland@ice.mpg.de

Forschungskoordination

Dr. Jan-W. Kellmann
Tel.: +49 (0)3641 – 57 1000
Mobil: +49 (0)160 – 1622377
jkellmann@ice.mpg.de

Presse

Angela Overmeyer M.A.
Tel.: +49 (0)3641 – 57 2110
FAX: +49 (0)3641 – 57 1002
overmeyer@ice.mpg.de

Anschrift

Beutenberg Campus
Hans-Knöll-Straße 8
07745 Jena

Internet

www.ice.mpg.de



MAX-PLANCK-GESellschaft

Paulina Dabrowska, eine der ersten Doktorandinnen der International Max Planck Research School (IMPRS) in Jena und inzwischen promoviert, untersuchte den Verbleib von Pflanzenhormonen, nachdem diese durch Raupen via Blattnahrung aufgenommen und den Darm passiert haben. Werden Hormone, die bekanntermaßen auf Entwicklung und Stoffwechsel von tierischen und pflanzlichen Lebewesen in geringster Dosis empfindlich eingreifen können, im Insekt abgebaut, umgewandelt, oder gar nicht beeinflusst?

Bei der Untersuchung des Hormons *cis*-OPDA stellte sich schnell heraus, dass im Insektdarm eine Umwandlung stattgefunden haben muss. Die junge polnische Chemikerin fand rasch heraus, dass dabei ein Enzym im Spiel sein muss: „Zuerst fanden wir, dass kein *cis*-OPDA mehr im Kot der Tiere vorhanden war. Stattdessen zeigten unsere Massenspektrometer *iso*-OPDA an, das aber nur mithilfe einer Enzymkatalyse entstehen kann“. Kontrolleexperimente mit dem stark alkalischen Milieu des Darms (pH ca. 10) konnten die Umwandlung nicht bewirken. Ihre Versuchstiere waren Raupen der Arten *Spodoptera littoralis* (Baumwollwurm) und *Helicoverpa armigera* (Baumwolleule), beides gefährliche Schädlinge im weltweiten Baumwollanbau.

Bei der Umwandlung von der *cis*- zur *iso*-OPDA wird im Molekül lediglich eine Doppelbindung verschoben und damit ihre räumliche Struktur drastisch verändert. Aus einem gewinkelten Molekül mit einer reaktiven Doppelbindung (*cis*-OPDA) wird ein planares Molekül dessen Doppelbindung nur unter forcierten Bedingungen reagieren kann. Eine ganz analoge Reaktion wurde bereits früher für Prostaglandine beschrieben, und zwar beim Übergang vom aktiven Prostaglandin A1 zum inaktiven Prostaglandin B1 – beide Moleküle zeigen in Säugetieren unterschiedliche Wirkungen. OPDA und Prostaglandine sind strukturell und auch von ihrer Biosynthese her eng verwandte Moleküle. Umwandlungen an diesen Substanzen können von Enzymen katalysiert werden, die beispielsweise Glutathion als Hilfssubstrat verwenden. Paulina Dabrowska und Dalial Freitak, ebenfalls ehemalige Doktorandin der IMPRS, suchten daher im Genom der Baumwolleule nach entsprechenden Genen, die solche Enzyme kodieren, und fanden 16 verschiedene im Darm vorkommende Glutathion-S-Transferasen“ (GST's). Nur eine von ihnen katalysiert die Umwandlung von *cis*-OPDA zu *iso*-OPDA. „Dies ist ein klarer Hinweis, dass von den 16 GSTs, die die Baumwolleule für viele verschiedene Stoffwechselwege benötigt, diese eine spezielle GST die evolutionäre Anpassung an ihre Wirtspflanzen darstellt“, so Prof. Wilhelm Boland, in dessen Abteilung Bioorganische Chemie zusammen mit der Abteilung Entomologie von Prof. David Heckel die Arbeiten durchgeführt wurden. Das Wirtsspektrum der Schädlinge beschränkt sich nicht nur auf Baumwolle, sondern auf viele andere Pflanzenarten. Die Fähigkeit, *cis*-OPDA zu modifizieren findet sich insbesondere bei den „Generalisten“ (Raupen mit einem breiten Fraßspektrum), seltener oder gar nicht bei spezialisierten Raupen [JWK].

Originalveröffentlichung:

Paulina Dabrowska, Dalial Freitak, Heiko Vogel, David G. Heckel, Wilhelm Boland: The phytohormone precursor OPDA is isomerized in the insect gut by a single, specific Glutathione transferase. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, Early Edition, published online before print September 8, 2009, doi:10.1073/pnas.0906942106

Weitere Informationen:

Prof. Dr. Wilhelm Boland, MPI chemische Ökologie, Hans Knöll Str. 8, 07743 Jena, Tel.: 03641 - 57 1200, boland@ice.mpg.de

Bildmaterial:

Angela Overmeyer M.A., MPI chemische Ökologie, Hans-Knöll-Straße 8, 07745 Jena
Tel.: 03641 - 57 2110, overmeyer@ice.mpg.de

Das Max-Planck-Institut für chemische Ökologie

Chemische Ökologie ist eine junge Disziplin der Biologie. Wechselwirkungen, schädliche wie nützliche, werden durch chemische Signale zwischen Lebewesen vermittelt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erforschen die Struktur und Funktion der Moleküle, die das Wechselspiel zwischen Pflanzen, Insekten und Mikroben steuern, und erzielen Erkenntnisse über Wachstum, Entwicklung, Verhalten und Ko-Evolution pflanzlicher und tierischer Arten. Ergebnisse dieser biologischen Grundlagenforschung werden für Naturstoffanalysen, moderne Umweltforschung und zeitgemäße Agrikulturverfahren genutzt. Das Institut verfügt über Forschungsgewächshäuser, Klimakammern, Insektenzuchtanlagen, Geruchsdetektionssysteme, Windtunnel, neurophysiologische Analyseverfahren und Freilandstationen. [JWK]