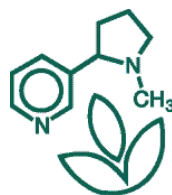


Information für die Presse

27. August 2008

Nr. 9/2008 (52)



Max-Planck-Institut
für chemische Ökologie

Sperrfrist: 28. August 2008, 2:00 PM U.S. Eastern Time
(28. August 2008, 21:00 Uhr Mitteleuropäische Sommerzeit)

Bitterer Nektar und Blütenduft garantieren **optimale Fortpflanzung**

**Experimente mit gentechnisch veränderten Pflanzen
offenbaren interessante Zusammenhänge in der
Blütenbiochemie**

Blütenfarben und -formen sowie Duftsignale locken verschiedene Tiere zum Zwecke der Pollenübertragung auf andere Pflanzen an. Bittere und giftige Bestandteile des Blütennektars sollen dagegen eigentlich Blütenräuber verscheuchen. So enthält der Blütennektar des Tabaks neben verschiedenen Zuckern giftiges Nikotin, welches der Abschreckung von Nektarräubern oder Fraßfeinden dient. Wie Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für chemische Ökologie in Jena im Verlauf von Freilandexperimenten mit gentechnisch veränderten Tabakpflanzen nun jedoch zeigen konnten, spielen diese Inhaltsstoffe neben dem Duft auch eine entscheidende Rolle für die Befruchtung und damit die Samenproduktion der Pflanze: In wohldosierter Menge sorgt das Nikotin im Nektar nämlich zusammen mit dem Lockstoff Benzylacetone für eine Optimierung der Besucherfrequenz an Blüten durch Pollen übertragende Kolibris und Schwärmermotten und sichert so die Auskreuzung und Produktion neuer Tabaksamen (SCIENCE, 29. August 2008).

**Geschäftsführender
Direktor**

Prof. Jonathan Gershenson
Tel.: +49 (0)3641 – 57 1301
gershenson@ice.mpg.de

Forschungskoordination

Dr. Jan-W. Kellmann
Tel.: +49 (0)3641 – 57 1000
Mobil: 0160 - 1622377
jkellmann@ice.mpg.de

Presse

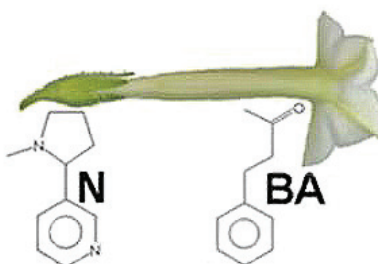
Angela Overmeyer M.A.
Tel.: +49 (0)3641 – 57 2110
FAX: +49 (0)3641 – 57 1002
overmeyer@ice.mpg.de

Anschrift

Beutenberg Campus
Hans-Knöll-Straße 8
07745 Jena

Internet

www.ice.mpg.de



MAX-PLANCK-GESellschaft

Links: Der Kolibri Selasphorus rufus saugt an einer Blüte des Wilden Tabaks. Rechts: Zwei Inhaltsstoffe der Blüte, die die Besuchsfrequenz von Kolibris und Motten optimieren: Nikotin (N) im Nektar, der sich im Blütenboden befindet, und Benzylacetone (BA), das im Bereich der Blütenkrone als Duftstoff abgegeben wird.
Foto/Kollage: Danny Kessler, MPI chemische Ökologie.

Tiere bringen ihre Keimzellen „persönlich“ zueinander – durch Aufsuchen des Sexualpartners, Begattung, Befruchtung, Fortpflanzung. Pflanzen dagegen sind als sesshafte Lebewesen auf die Hilfe Dritter, den Pollinator, angewiesen. Dabei handelt es sich in der Regel um Insekten oder andere Nektar suchende Tiere. Um diese anzulocken, bedienen sich die Pflanzen farblicher und geruchlicher Signale. Giftige und bittere Bestandteile des Nektars sollten dagegen eher der Abschreckung von Fraßfeinden dienen. Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für chemische Ökologie hatten jedoch bereits vor längerer Zeit herausgefunden, dass das im Nektar von wildem Tabak vorhandene Nikotin je nach Konzentration die Bestäubung der Pflanzen durch den Tabakschwärmer *Manduca sexta* und durch zwei Kolibriarten zu beeinflussen scheint [1].

Um genauen Einblick in die „Blütenbiochemie“ und ihre ökologischen Wechselwirkungen mit den mobilen Besuchern zu erhalten, erzeugten die Max-Planck-Forscher vier verschiedene Linien gentechnisch veränderten wilden Tabaks (*Nicotiana attenuata*): Neben Kontrollpflanzen, die lediglich eine Blindkopie des transgenen DNA-Abschnitts enthielten, wurden Pflanzen kultiviert, die mittels RNA-Interferenz entweder kein Nikotin herstellen konnten oder kein Benzylaceton (ein aus der Kakaobohne bekannter Duftstoff, der dem des Jasmins und der Erdbeere ähnelt). Die vierte Pflanzenlinie konnte weder Nikotin noch Benzylaceton synthetisieren.

Zunächst zeigten die Forscher in einer Reihe von Kontrolleexperimenten, dass die gentechnischen Veränderungen per se weder Wachstum, Blüten- und Nektarbildung noch Auskreuzungsfrequenzen der transgenen Pflanzen beeinflussen. Dann starteten sie ihre Versuchsreihen: In den Pflanzen, die kein Nikotin mehr bilden konnten, war das Volumen des Blütennektars nur noch halb so groß wie in den Kontrollpflanzen und in den Pflanzen, die kein Benzylaceton als Lockstoff mehr bilden konnten. „Das heißt, Blumenbesucher müssen grundsätzlich durch den Duftstoff angelockt werden und trinken offenbar umso mehr Nektar, wenn dieser nicht mehr durch Nikotin verbittert ist“, erklärt Danny Kessler.

Mithilfe von Videokameras konnten die Forscher das Ergebnis bestätigen: Tatsächlich bekamen die Pflanzen aus den beiden Linien, die keinen Lockstoff mehr produzieren konnten, nur wenig Besuch von Kolibris (z.B. *Archilochus alexandri*) und Linienschwärmermotten (*Hyles lineata*). Und wenn die Tiere an Blüten saugten, deren Nektar die natürliche Menge des abstoßenden Nikotins enthielten, verweilten sie nur kurze Zeit dort, während sie gern und lange den nikotinfreien Nektar der entsprechenden transgenen Linien genossen. Dies betraf vor allem die Kolibris.

„Allerdings sagen solche Beobachtungen nichts darüber aus, ob sich derlei unterschiedliches Besucherverhalten auf den Auskreuzungs- und damit Fortpflanzungserfolg der Pflanzen, das heißt ihre Fitness im Darwin'schen Sinne, auswirkt“, so Kessler.

Daher führten die Jenaer Forscher zwei weitere Analysen durch, die in dem einen Fall auf die weibliche Fitness, also die Produktionsrate der Samen im Fruchtknoten fokussierten, im anderen auf die männliche Fitness, also den Befruchtungserfolg des an die Blütenbesucher abgegebenen Pollens auf benachbarten Pflanzen. Zur Bestimmung der weiblichen Fitness wurden Blüten an den vier verschiedenen transgenen Pflanzenlinien durch Abtrennen der Staubfäden „entmannt“ – ein gängiges Verfahren aus der Pflanzenzüchtung. Auf diese Weise wird die Eigenbefruchtung verhindert und die Forscher können nachfolgend den nur durch Blumenbesucher vermittelten Befruchtungserfolg bestimmen. Es zeigte sich, dass nur die Kontrollpflanzen durch Pollen von sie umgebenden wild wachsenden Tabakpflanzen normal fremdbefruchtet wurden, während die transgenen Pflanzenlinien, die kein Nikotin- und Benzylaceton herstellen konnten, nur weniger als die Hälfte an Samen aufbrachten.

Umgekehrt erfolgte die Bestimmung der männlichen Fitness der vier transgenen Pflanzenlinien, indem die Blüten wild wachsender Pflanzen „entmannt“ und nachfolgend der Ursprung des befruchtenden Pollens ihrer Samen mithilfe von DNA-Sonden ermittelt wurde. Dieser Vaterschaftstest lieferte die Information, welche der vier transgenen Linien ihren Pollen am erfolgreichsten an umgebende wilde Pflanzen via Insekt oder Kolibri weitergegeben hatte. Auch hier zeigte sich, dass die Kontrollpflanzen, welche natürliche Mengen an Nikotin und Benzylaceton-Lockstoff produzierten, die potentesten, zeugungsfähigsten Bestäuber gewesen waren; die großen Verlierer (fast fünfmal weniger Samen) waren Pflanzen, die weder Nikotin noch Benzylaceton bilden konnten.

„Interessanterweise aber verschob sich innerhalb der Vegetationsperiode der anfängliche männliche „Befruchtungserfolg“ von den Pflanzen, die keinen Lockstoff produzieren konnten, hin zu jenen, die kein Nikotin herstellen konnten“, sagt Kessler. Mit anderen Worten: Das Nikotin im Nektar beeinflusste mit der Zeit immer weniger die durch Bestäuber vermittelte „erfolgreiche Paarung“ von Tabakpflanzen, immer wichtiger aber wurde der Lockstoff. Videoaufnahmen bestätigten: Zuerst im Jahr kommen die Kolibris, bei denen das Nikotin im Nektar bewirkt, dass sie zwar weniger von dem bitteren Saft trinken, es aber immer wieder an verschiedenen Blüten versuchen und so unfreiwillig die Pollenübertragung steigern. Später kommen die Motten, die dem Lockstoff „verfallen“ und immer wieder die Blüten besuchen, der bittere Nektar stört sie anscheinend weniger.

Der Leiter der Studie, Ian Baldwin, folgert aus den Experimenten, dass ähnlich wie Limonadefabrikanten, die ihr Rezept nicht preisgeben und immer nur wenig verändern, um den Verkauf zu sichern und dem Diktat des Marktes zu gehorchen, auch Pflanzen das Aroma und den Verbrauch ihres Nektars genau steuern, um dem Diktat der Darwin'schen Fitness zu gehorchen, also ihre Art durch optimale Samenproduktion zu erhalten. Baldwin weiter: „Nectar, which was thought to be nature's soft drink, may not be so soft after all.“

Die Forscher beobachteten auch wieder, dass das Nikotin im Nektar erfolgreich blütenfressende und damit der Fortpflanzung abträgliche Insekten verjagt. Mit ihren duftenden Lockstoffen stehen Pflanzen nämlich ständig in dem Konflikt, nicht nur Bestäuber, sondern auch Fraßfeinde anzulocken, die es gilt, loszuwerden. Das Nervengift Nikotin ist hier ebenfalls ein hilfreiches Agens.

Die Experimente mit blühenden transgenen Tabakpflanzen wurden auf der Feldstation des Instituts (Brigham Young University's Lytle Ranch Preserve), Utah, USA, durchgeführt und waren von der dort zuständigen Behörde (USDA-APHIS) genehmigt und überwacht worden.

Die chemische Ökologie ist eine junge Disziplin der Biologie. Wechselwirkungen, schädliche wie nützliche, werden durch chemische Signale zwischen Lebewesen vermittelt. Das Max-Planck-Institut für chemische Ökologie erforscht die Struktur und Funktion der Moleküle, die das Wechselspiel zwischen Pflanzen, Insekten und Mikroben steuern, und erzielt Erkenntnisse über Wachstum, Entwicklung, Verhalten und Co-Evolution pflanzlicher und tierischer Arten. Ergebnisse dieser biologischen Grundlagenforschung werden für Naturstoffanalysen, moderne Umweltforschung und zeitgemäße Agrikulturverfahren genutzt.

[JWK]

Originalveröffentlichung:

Danny Kessler, Klaus Gase, Ian T. Baldwin: Field experiments with transformed plants reveal the sense of floral scents. SCIENCE, 29. August 2008

Weitere Literatur:

[1] Kessler D; Baldwin IT (2007): Making sense of nectar scents: the effects of nectar secondary metabolites on floral visitors of *Nicotiana attenuata*. The Plant Journal 49, 840-854

Weitere Informationen:

Prof. Ian T. Baldwin, Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Jena,
Tel. +49 (0)175 1804226; +49 (0)3641 57-1100, -1101, -1000; baldwin@ice.mpg.de

Bildmaterial:

Angela Overmeyer M.A., Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Jena,
Tel.: +49 (0)3641 57-2110, overmeyer@ice.mpg.de