

Vollantrag auf Einrichtung eines LOEWE-Schwerpunktes an der Justus-Liebig-Universität Gießen (Federführung)
„AmbiProbe – Massenspektrometrische *in-situ*-Analytik für die Problembereiche Gesundheit, Umwelt, Klima und Sicherheit“

Projekt A.2: Elektroantennografie

Projektleiter: Andreas Vilcinskas¹ und Rolf-Alexander Düring²

¹ Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie, Justus-Liebig-Universität Gießen
² Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, Justus-Liebig-Universität Gießen

Zusammenfassung

Ziel:
Entwicklung von Biosensorsystemen durch Kombination tragbarer Elektroantennografie mit miniaturisierter Massenspektrometrie für die *in-situ* Analytik.

Methoden:
Bereitstellung und Kalibrierung geeigneter Insektenantennen.
Prägung von Bienen, die unter Nutzung des neuronalen Netzes höchst selektiv auf bestimmte Reize reagieren können.

Innovativer Aspekt:
Die Entwicklung eines tragbaren GC-EAD-MS-Systems ist neu; hoch innovativ ist hierbei der Einsatz von prägbaren bzw. spezialisierten Insekten.

Verknüpfung mit anderen Schwerpunkt-Projekten:
A.1, D.1, D.2

Ziele

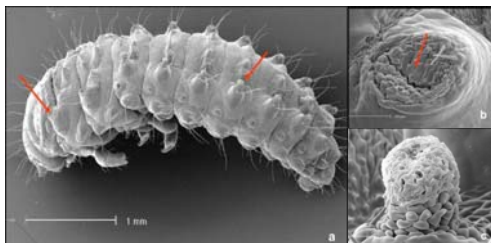
Insektenantennen werden auf einer tragbaren Elektroantennografie-Apparatur mit einem miniaturisierten Massenspektrometer für die *in-situ* Analytik kombiniert. Diese Verknüpfung soll die Identifizierung und Charakterisierung der detektierten Stoffe ermöglichen; weiterhin werden die zugänglichen Informationen leicht flüchtiger Bestandteile einer *in-situ*-Probe erweitert und korreliert mit Informationen, die mithilfe der *in-situ*-Desorptionsverfahren schwerer flüchtiger Stoffe (z.B. REIMS oder JeDI) zugänglich sind. Dadurch kann eine zeitliche, räumliche und strukturelle Korrelation innerhalb komplexer *in-situ*-Proben erreicht werden. Ziel ist die Entwicklung von extrem empfindlichen Biosensorsystemen, die sich u.a. zur Suche nach Drogen oder Sprengstoffen, zum Auffinden von Leichen und zur Detektion von Giften und Schadstoffen in Nahrung oder Umwelt eignen.

Ein weiteres Ziel ist die Bereitstellung und Kalibrierung von geeigneten Insektenantennen. Mit prägbaren Bienen stünden Biosensoren zur Verfügung, deren Signalmuster sich eignet, vom neuronalen Netz des Bienenhirns (oder von einem geeigneten künstlichen neuronalen Netz) in einem Lernprozess ausgewertet zu werden. Viele nicht-prägbare, spezialisierte Insektenarten werden als hoch selektive potenzielle Sensoren betrachtet. So könnte z. B. der Totengräber-Käfer (*Necrophorus*) zur Suche nach Leichen in Katastrophengebieten verwendet werden. Weitere Anwendungsgebiete werden im Pflanzenschutz und in der Umweltanalytik erprobt.

Vorarbeiten

Innerhalb der Vorarbeiten für das Vorhaben wurden in der AG Vilcinskas zwei herausragende Entdeckungen gemacht. Es wurde erstmalig gezeigt, dass Insekten (die Larven von Blattkäfern) flüchtige Stoffe einsetzen können, um die unmittelbare Umgebung sowie die aufgenommene Nahrung zu desinfizieren und dadurch Infektionen zu vermeiden (Gross et al. 2008). Weiterhin wurde nachgewiesen, dass bakterielle Erreger (Phytoplasmen) von Pflanzenkrankheiten (z.B. Apfeltriebssucht) das Duftbouquet der Wirtspflanze (Apfel) so verändern, dass diese für Vektorinsekten attraktiv werden, die an diesen saugen und dabei die Erreger aufnehmen (Mayer et al. 2008a). Die aufgenommenen Phytoplasmen wiederum können das Verhalten ihrer Vektorinsekten so beeinflussen, dass diese andere Pflanzen aufsuchen und so den Erreger verbreiten. Auf der Grundlage dieser Entdeckungen werden gegenwärtig neuartige Lockstofffallen entwickelt, mit denen die Überträger (Blattsauger) der Apfeltriebssucht bekämpft werden können, für die es keine kurativen Strategien gibt und die im Obstbau erhebliche wirtschaftliche Verluste verursacht (Mayer et al. 2008b).

Abbildungen: Unten: Drüsen auf der Oberseite von Blattkäferlarven, die Salicylaldehyd abgeben, um die unmittelbare Umgebung zu desinfizieren. Rechts: Nachweis der Salicylaldehydabgabe mit der GC-MS.



Literatur

Gross J, Schumacher K, Schmidtberg H, Vilcinskas A, Protected by fumigants: beetle perfumes in antimicrobial defence. JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY 34 (2008) 179-188.

Mayer C, Vilcinskas A, J. Gross : Phytopathogen lures its insect vector by altering host plant odor. JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY 34 (2008a) 1045-1049.

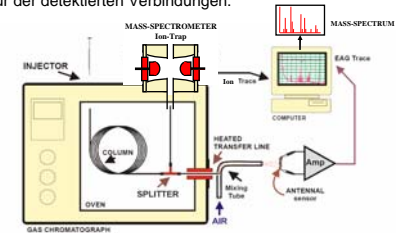
Mayer C, Vilcinskas A, Gross J, Pathogen-induced Release of Plant Allomone Manipulates Vector Insect Behavior. JOURNAL OF CHEMICAL ECOLOGY 34 (2008b) 1518-1522.

Einleitung

Insektenantennen gehören zu den empfindlichsten Sinnesorganen zur Wahrnehmung von Düften, welche die Evolution hervorgebracht hat. Mit diesen Biosensoren können Insekten geringste Konzentrationen bestimmter Duftmoleküle registrieren und so über große Distanzen zielgerichtet z.B. Nahrung oder Geschlechtspartner finden. Bekannt sind Schmetterlingsarten, bei denen die Weibchen mit Hilfe von artspezifischen Pheromonen Männchen über Entfernungen von mehreren Kilometern anlocken können. Bereits einzelne Moleküle führen zu elektrischen Impulsen, die zur Verarbeitung an das Gehirn geleitet werden. Die Elektroantennografie leitet diese Nervenimpulse in der Insektenantenne mit feinen Elektroden ab und detektiert sie über ein Verstärkersystem. Zur Aufklärung komplexer Gemische, wie sie unter Umweltbedingungen vorkommen, wird diese Technik mit der Gaschromatografie gekoppelt. Eine Anbindung an die Massenspektrometrie würde zusätzlichen enormen Informationsgewinn erlauben, der im Falle eines tragbaren Gerätes aussagekräftige *in-situ* Analytik z. B. in der Sicherheits- und Umweltforschung sowie im präventiv ausgerichteten Pflanzenschutz sicherstellt.

Methoden

Die zu testenden Proben werden mit der Gaschromatographie aufgetrennt und anschließend über abgetrennte Insektenantennen geleitet, so dass auftretende Spannungsunterschiede verstärkt und ausgewertet werden können. Gleichzeitig bietet der split-Modus dieser Anordnung mit der gekoppelten Ionenfalle Informationen über Masse und Struktur der detektierten Verbindungen:

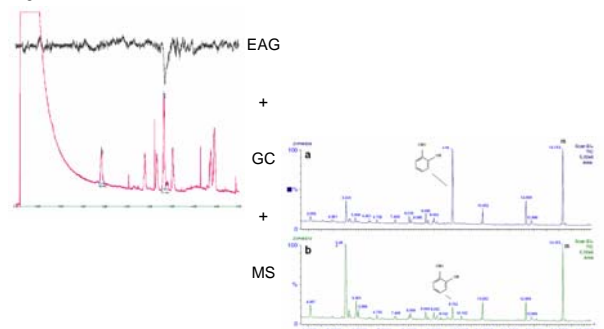


Arbeitspakete

AP1: Kopplung eines tragbaren Elektroantennografiegerätes mit einem miniaturisierten Massenspektrometer über einen Splitter, der einen Duftstrom so aufteilt, dass die Moleküle, die in der Insektenantenne einen Nervenimpuls auslösen, simultan massenspektrometrisch identifiziert werden können.

AP2: Charakterisierung des Nervenimpulsmusters ausgewählter flüchtiger Stoffe bei Bienenantennen (Zusammenarbeit mit dem Bieneninstitut Kirchhain).

AP3: Screening nach Insektenarten, die sich aufgrund ihrer Spezialisierung auf die Wahrnehmung bestimmter flüchtiger Stoffe für die Anwendung im GUKS-Bereich eignen.



| A2 - Elektroantennografie | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Kopplung EAG und MS | | | | | | | | | |
| Charakterisierung EAG-Signalmuster | | | | | | | | | |
| Screening Insektenarten | | | | | | | | | |