

# Pheromone im modernen Pflanzenschutz

Paarungsbereite Schmetterlingsweibchen senden Sexualduftstoffe (Sexualpheromone) aus, um artgleiche Männchen anzulocken. Synthetische Kopien dieser Substanzen werden auf Dispenser aufgebracht und locken über Wochen und Monate hinweg Männchen einer spezifischen Art an. Pheromonfallen erlauben bei geringem Arbeitsaufwand eine zuverlässige und genaue Erfassung des Flugverlaufs einer bestimmten Schädlingsart. Der Fang gibt auch Aufschluss über die Populationsdichte und wird somit zu einer wichtigen Hilfe bei der Entscheidung, ob und welche Pflanzenschutzmassnahmen zu treffen sind. Pheromonfallen tragen massgebend dazu bei, den Insektizideinsatz einzuschränken und zeitlich zu optimieren. Sie liefern jedoch nur dann aussagekräftige Daten, wenn die synthetischen Pheromone Jahr für Jahr von gleichbleibender Qualität sind. Die Attraktivität der Lockstoffe muss deshalb überprüft werden, wenn neu synthetisierte Substanzen oder neue Pheromondispenser verwendet werden.

STEFAN RAUSCHER,  
EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT WÄDENSWIL  
HEINRICH ARN UND PETER WITZGALL,  
SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES,  
S-ALNARP

**P**heromone sind chemische Substanzen, die als Botenstoffe an die Umgebung abgegeben werden und bereits in geringsten Konzentrationen bei Individuen der gleichen Art spezifische Verhaltensreaktionen auslösen. Zu ihnen gehören die Duftmarkierungen staatenbildender Insekten (Bienen und Ameisen), Alarmpheromone der Blattläuse, Eiablagehemmende Pheromone der Fruchtfliegen und die Sexualpheromone der Schmetterlinge.

Bei den Nachtfaltern locken die Weibchen artgleiche Männchen mit Sexualpheromon zur Paarung an. Während der Abgabe dieser Signaldüfte nimmt

das Weibchen in der Dämmerung oder nachts eine charakteristische Haltung ein: es hebt den Körper leicht an, spreizt die Flügel und exponiert die Pheromondrüse am Ende des Hinterleibs (Abb. 1). Die Männchen sind in der Lage, den Weibchenduft mit Pheromonrezeptoren auf den Antennen über einige hundert Meter zu riechen und in der Duftfahne gegen den Wind zum lockenden Weibchen zu fliegen.

Sexualpheromone sind in normalen Konzentrationen ungiftig. Es handelt sich in den meisten Fällen um einen primären Alkohol mit einer geraden Kohlenstoffkette von 10 bis 18 Einheiten und einer oder mehrerer Doppelbindungen. Die Alkoholgruppe ist oft verestert, es treten Verzweigungen der Kette oder chemische Funktionen wie Aldehyd- und Epoxygruppen auf. Das Pheromon des Weibchens besteht in der Regel aus einem Gemisch mehrerer Substanzen. Ein bestimmter Stoff kann bei verschiedenen Arten vorkommen, doch führt erst die Mischung mehrerer Komponenten in einem definierten Verhältnis zu charakteristischen, artspezifischen Signalen. Nur die Wahrnehmung aller Pheromonkomponenten löst beim Männchen ein Sexualverhalten aus.

## Pheromonentwicklung

Die Bedeutung von Sexuallockstoffen für den Pflanzenschutz wurde bereits in den Dreissiger Jahren entdeckt (Götz 1939), doch wurde die Erforschung dieser Naturstoffe nach der Erfindung des DDT praktisch eingestellt. Erst dessen Verbot in den Siebziger Jahren und die Suche nach Alternativen zur klassischen Schädlingsbekämpfung führten dazu, dass die Forschung auf dem Gebiet der Insektenlockstoffe wieder aufgenommen wurde.

Die Sexualduftstoffe der wirtschaftlich wichtigsten Schadschmetterlinge wurden im Laufe des vergangenen Vierteljahrhunderts an der Eidgenössi-

Abb. 1: Weibchen des Bekreuzten Traubenwicklers in charakteristischer Rufstellung beim Freisetzen von Sexualpheromon.



schen Forschungsanstalt in Wädenswil (FAW) untersucht. Es gelang, die Lockstoffe des Einbindigen und des Bekreuzten Traubenwicklers nicht nur chemisch zu identifizieren, sondern auch synthetische Köder herzustellen, um dem Prognosedienst im Weinbau einen Ersatz für die mit lebenden Weibchen ausgerüsteten Lockfallen zu bieten. Eine wichtige Forschungsaufgabe bestand im Weiteren darin, geeignete Biotestmethoden zu entwickeln, um Zusammensetzung, Dosierung und biologische Wirkungsweise von Pheromonmischungen im Labor zu optimieren (Rauscher und Arn 1976; Rauscher et al. 1984; Witzgall et al. 1993). In Feld- und Laborversuchen wurden Trägermaterialien mit geeignetem Abgabeverhalten für synthetische Pheromonformulierungen untersucht sowie ein universeller Fallentyp (die Tetra- oder Deltafalle) entwickelt, der für die meisten Schadschmetterlinge zuverlässige Fangresultate liefert (Arn et al. 1979). In der Folge war es möglich, eine breite Palette künstlicher und standardisierter Pheromonquellen für den Einsatz im Warndienst bereitzustellen.

## Qualitätssicherung

Die Pheromonfalle ist heute ein kostengünstiges und hochempfindliches Werkzeug im integrierten und ökologischen Pflanzenschutz. Mit ihrer Hilfe gelingt es, das Auftreten von Schädlingen zu erfassen und den zeitlichen Verlauf ihrer Flugperiode zu registrieren, um somit den optimalen Zeitpunkt einer Bekämpfung zu bestimmen. Die Beurteilung der Beute des Fallenfangs erlaubt es zudem, die Notwendigkeit einer Intervention abzuschätzen. Die Pheromonfalle leistet also einen direkten Beitrag zur Verminderung des Einsatzes von Spritzmitteln. Sie wird ausserdem in der Verwirrungstechnik eingesetzt, um anhand des Fangs Erfolg oder Misserfolg der Paarungsstörung zu bewerten.

Da nachtaktive Schadschmetterlinge, wie zum Beispiel Apfelwickler oder Traubenwickler selbst bei hohen Populationsdichten nur selten zu sehen sind, muss sich der Anwender ganz auf die gleichbleibende Qualität der Pheromonfalle verlassen können. Nur wenn Zusammensetzung und Dosis der Pheromonquellen von Jahr zu Jahr konstant bleiben, ist es möglich, den Beginn der Flugperiode zuverlässig festzustellen oder die Populationsdichte mit Hilfe des Fallenfangs abzuschätzen. Gleichbleibende Qualität der Pheromonquellen ist eine Voraussetzung, um den Einsatz von Spritzmitteln zu optimieren.

Der Anwender muss also die Gewissheit haben, dass Pheromonfallen mit neuen synthetischen Substanzmischungen (Charge, Batch) oder neuem Trägermaterial vor der Freigabe in Feldversuchen mit den früheren Standards verglichen werden. Viele Anbieter versuchen aber, möglichst günstige Fallen auf den Markt zu bringen und verwenden neue, billigere Ködersubstanzen, ohne diese vorher im Freiland zu erproben. Neue Lockmischungen sind oft überhaupt nicht wirksam, wie dies etwa beim Einbindigen Traubenwickler mehrfach vorgekommen ist. Bei dieser Art, wie auch bei anderen, haben kleinste Verunrei-

<i>Lobesia botrana</i>		OAC	<b>E7Z9-12Ac</b>
		OH	E7Z9-120H
		OAC	Z9-12Ac
<i>Eupoecilia ambiguella</i>		OAC	<b>Z9-12Ac</b>
		OAC	12Ac
		OAC	E9-12Ac
<i>Sparganothis pilleriana</i>		OAC	<b>E9-12Ac</b>

**Pheromonstrukturen von Weinbauschaädlingen:** Z9-12Ac ist die Hauptkomponente des Einbindigen Traubenwicklers (*Eupoecilia ambiguella*) und Nebenkomponente des Bekreuzten Traubenwicklers (*Lobesia botrana*). Der Springwurmwickler (*Sparganothis pilleriana*) produziert E9-12Ac als Hauptkomponente; diese Substanz ist beim Einbindigen Traubenwickler ein starker Pheromonantagonist, der die Anlockung an Z9-12Ac inhibiert.

nigungen mit Pheromonantagonisten (Kasten) eine drastische Wirkung auf die Fängigkeit der Fallen.

Die von der FAW und neu von der Phero.Net Organisation (Bengtsson et al. 1999) produzierten Pheromone werden nach den Richtlinien und standardisierten Rezepturen der FAW in einem spezialisierten Labor in Rumänien hergestellt. Die Lockmischungen werden vor der Freigabe in Freilandtests an Wildpopulationen auf ihre biologische Aktivität geprüft. Dieses Vorgehen ist dann unbedingt nötig, wenn der Vorrat einer Lockstoffcharge zu Ende geht und dafür ein Ersatz gefunden werden muss.

Ziel ist es, das Qualitätsniveau nachhaltig zu sichern und dem Anwender langfristig gleichbleibend attraktive Pheromonquellen zu garantieren. Im Weiteren sollen neu entwickelte Lockstoffe nach der Prüfung ins Sortiment aufgenommen und die Daten einer breiten Anwendergruppe zugänglich gemacht werden. Die Tests sollen auch Unterschiede in der Fängigkeit bei eventuell auftretenden geografischen Rassen sichtbar machen, wie dies zum Beispiel beim Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) der Fall ist (Rauscher et al. 1991).

## Zertifizierung von Pheromonchargen

Es gibt ein logisches Vorgehen, um das Problem der wechselnden Fängigkeit von Pheromonquellen zu lösen. Dazu wird eine grössere Lockstoffmenge, die für eine längere Zeit genügen soll, aufbereitet, mit einem Identifizierungscode versehen, im Freiland geprüft und bei guter Fängigkeit als Standard verwendet. Diese Methode wurde an der Forschungsanstalt Wädenswil über Jahre praktiziert und die Grundlagen für Anordnung, Durchführung sowie statistische Auswertung solcher Feldtests erarbeitet (Arn et al. 1986). Das Vorgehen wurde von der OILB respektive Phero.Net übernommen. Zertifizierungstests basieren nun auf folgenden Regeln: a) die Frage, ob eine Lockmischung wirkt oder nicht, soll in mindestens 3 Wiederholungen getestet werden, b) für quantitative

Tab. 1: Zertifizierungstests 1999 in der Schweiz.

Pheromonquelle für Insektenart:	Total gefangene Männchen		2. Flug Standard Phero.		Anzahl Tetra- Fallen	Ort	Kontaktperson <sup>3</sup>
	1. Flug Standard Phero. Net 99	FAW früher	Net 99	FAW früher			
<i>Adoxophyes orana</i> Schalenwickler	12	12	40	30	10	Eschenbach LU Martigny VS	Xaver Stocker Antoine Darbellay
<i>Agrotis ipsilon</i> <sup>1</sup> Ypsiloneule	2	8	0	0	5	Gordola TI Nyon VD	Roberto Aerni Max Hächler
<i>Agrotis segetum</i> Saateule	16	11	31	30	5	Mezzana TI Breganzona TI Chigny VD Nyon VD	Giovanni D'Adda Hans Imhof Max Hächler Max Hächler
<i>Anarsia lineatella</i> Pflirsichmotte	71	–	–	–	10	Nendaz VS Nendaz VS Riddes VS Charraz VS Martigny VS	Gérard Devènes Gérard Devènes Yvan Bessard Paul Roserens Bernard Lucciarini
<i>Archips podana</i> <sup>1</sup>	5	14	–	–	10	Zizers GR	
<i>Cydia pomonella</i> Apfelwickler	116	68	92	74	10	Maur ZH Martigny VS	Christian Bachofen Xavier Moret
<i>Eupoecilia ambiguella</i> Einbindiger Traubenwickler	–	–	871	610	10	Giornico TI Maienfeld GR Winterthur ZH Aigle VD	Americo Romero Urs Leonhard Hermann Jürg Schönenberger François Moret
<i>Grapholita funebrana</i> Pflaumenwickler	25	22	113	75	5	Mezzana TI Porza TI Münsterlingen TG	Giovanni D'Adda Dario Bernasconi Viktor Rölli
<i>Grapholita lobarzewskii</i> Kleiner Fruchtwickler	101	76	–	–	10	Dietenwil SG Wädenswil ZH	Albert Klaus Vinzent Büttler
<i>Grapholita molesta</i> Pflirsichtriebbohrer	9	13	0	0	5	Cadenazzo TI	SFRA, Cadenazzo
<i>Lobesia botrana</i> Bekreuzter Traubenwickler	–	–	112	105	10	Giornico TI Maienfeld GR Fläsch GR Vétroz VS	Americo Romero Theobald Tanner
<i>Pammene rhediella</i> Bodenseewickler	7	11	–	–	5	Iragna TI Enfetschwil TG Dietenwil SG	Marco Beghelli Kurt Schnider Albert Klaus
<i>Pandemis heparana</i>	84	41	–	–	10	Zizers GR	
<i>Quadraspidiotus perniciosus</i> <sup>1</sup> San-José Schildlaus	–	–	248	3538	5	St. Léonard VS Bramois VS	Charly Mittaz Charly Mittaz
<i>Sparganothis pilleriana</i> Springwurmwickler	102	189	–	–	10	Leytron VS	Orsat SA
<i>Synanthedon myopaeiformis</i> <sup>1</sup> Apfelglasflügler	53	37	–	–	8	Hitzkirch LU	Pius Jans
<i>Zeuzera pyrina</i> Blausieb	1	–	–	–	5	S. Antonino TI Fully VS Remigen AG Roggwil TG	Cesare Bassi Paul-Marie Dorsaz Erwin Vogt Ernst und Jürg Müller

1 kein Zertifikat    2 Wasserfalle    3 Wir verdanken Ihre Mitarbeit und die Erlaubnis zur Benützung der Versuchsflächen

Unterschiede zwischen Lockstoffen sind hingegen mindestens 10 Wiederholungen erforderlich und c) Fänge von weniger als 10 Insekten pro Falle und Saison sind im Allgemeinen als zufällig zu betrachten.

Bei qualitativen Abklärungen steht neben der Attraktivität auch die Frage nach der Spezifität der Pheromone im Vordergrund. Es soll herausgefunden werden, ob der eingesetzte Köder das Zielinsekt überhaupt anlockt und wenn ja, ob noch wesentliche Beifänge von anderen Arten zu verzeichnen sind. Quantitative Tests werden vor allem dann notwendig, wenn neue Formulierungen den alten Standard erset-

zen müssen. In diesem Fall wird eine umfangreiche Abklärung notwendig, um den zukünftigen Standard mit dem früheren zu vergleichen.

In der Schweiz wurden 1999 in Zusammenarbeit mit in- und ausländischen Forschungsanstalten und kantonalen Pflanzenschutzdiensten an diversen Standorten und in verschiedenen Kulturen Pheromonformulierungen (Phero.Net 99) mit Wädenswiler Standardformulierungen vergangener Jahre (FAW früher) verglichen. Folgende Grundlagen sollten erarbeitet werden: a) Verifizierung der Attraktivität und Spezifität von Phero.Net 99-Chargen und wenn mög-

lich Zertifizierung, b) Tests der Reproduzierbarkeit der Herstellung von Pheromonquellen mit identischer Ausgangssubstanz, c) Erkennung regionaler Unterschiede in der Fängigkeit und d) Lokalisierung optimaler Versuchsstandorte für zukünftige Zertifizierungstests.

Die Resultate zeigen (Tab. 1), dass eine hohe Reproduzierbarkeit der Fängigkeit erzielt werden konnte. Trotz starker Populationsunterschiede an den verschiedenen Standorten war es möglich, für die meisten Arten Attraktivität und Spezifität der verwendeten Quellen als gut zu bewerten und sie anschliessend zu zertifizieren. Nur bei wenigen Arten wurde auf die Zertifizierung verzichtet, entweder weil nur wenige Falter gefangen wurden, der neue Standard deutlich schlechter abschnitt als der alte oder ungeeignetes Trägermaterial verwendet wurde. Einzig in Fällen für *Grapholita lobarzewskii* konnten Beifänge von *Cydia pomonella* registriert werden, was auf eine Kontamination mit Apfelwicklerlockstoff bei der Herstellung schliessen lässt. Die Daten aus dieser Untersuchung sind im Internet abrufbar (<http://phero.net>).

### Einsatz der Pheromonfallen

Pheromonquellen werden in der Regel auf Gummistopfen formuliert, diese auf einen Halter gesteckt und einzeln in PVDC-beschichtete Beutel verschweisst (Abb. 2). Damit wird das Risiko einer Zersetzung oder Verschmutzung während der Lagerung reduziert.

Damit die Pheromonquellen in ihrer Fängigkeit nicht beeinträchtigt werden und die Fallen ihre Funktion optimal ausüben können, müssen folgende Hinweise beachtet und eingehalten werden:

**Die Lagerung:** In einem Feldversuch wurde die Fängigkeit von Pheromonquellen getestet, die ein beziehungsweise zwei Jahre bei 4 °C oder bei Raumtemperatur gehalten wurden. Als Standard dienten Quellen, die bei -18 °C lagerten (Tab. 2). Einzig beim Lockstoff des Bekreuzten Traubenwicklers konnte eine signifikante Abnahme der Fängigkeit nach einem Jahr Lagerung bei Raumtemperatur und sogar bei 4 °C beobachtet werden. Die Wirkung der Pheromone für die anderen getesteten Arten wurde auch durch Lagerung bei Raumtemperatur nicht beeinträchtigt.

Daraus kann geschlossen werden, dass die meisten Pheromonquellen, sofern sie in der Originalverpackung eingeschweisst sind, bei Raumtemperatur gelagert werden können. Für die Pheromone von *Lobesia botrana* und möglicherweise anderer Arten wie *Cydia pomonella*, die Pheromonkomponenten mit doppelt-ungesättigten C-Ketten benötigen, ist die Lagerung bei tiefen Temperaturen empfehlenswert. Dasselbe gilt generell, wenn Pheromonquellen für längere Zeit gelagert werden.

Vor dem Gebrauch müssen die Pheromonquellen im verschlossenen Beutel einige Zeit bei Raumtemperatur verbringen, da dadurch die Bildung von Kondenswasser verhindert wird.

**Anbringen der Pheromonquelle in der Falle:** Die Pheromonquellen werden gebrauchsfertig geliefert und es sind keine zusätzlichen Manipulationen notwen-



Abb. 2: Pheromonquellen aus der Phero.Net Produktion. Die aufgedruckte Codierung erlaubt Rückschlüsse auf verwendete Substanzen sowie Dosierung und bescheinigt, dass die Quelle zertifiziert worden ist. (Foto: Hansueli Höpli, FAW)

Tab. 2: Einfluss der Lagerung auf die Attraktivität von Pheromonquellen

	Lagerbedingungen	Total gefangene Männchen Quellen gealtert während	
		1 Jahr	2 Jahren
<i>Adoxophyes orana</i>	- 18 °C	322 a	388 a
	+ 4 °C	217 a	340 a
	Raumtemperatur	383 a	363 a
<i>Cydia pomonella</i>	- 18 °C	78 a	
	+ 4 °C	79 a	
	Raumtemperatur	78 a	
<i>Eupoecilia ambiguella</i>	- 18 °C	74 a	282 a
	+ 4 °C	85 a	240 a
	Raumtemperatur	90 a	263 a
<i>Lobesia botrana</i>	- 18 °C	1162 a	809 a
	+ 4 °C	449 b	902 a
	Raumtemperatur	454 b	306 b

Zahlen mit gleichen Buchstaben sind nicht verschieden (P<0.05, Duncan's new multiple range test).

dig. Ein direkter Kontakt mit der Pheromonquelle kann und soll vermieden werden. Berührt man diese trotzdem, müssen die Hände gründlich mit Seife gewaschen werden, um eine Beeinträchtigung der Köder zu vermeiden. Dies gilt besonders dann, wenn gleichzeitig mit Lockstoffen verschiedener Insektenarten gearbeitet wird.

Der Dispenser wird mit dem Halter in die Vorrichtung im First der Falle aufgehängt oder innen an das Seitenteil geheftet. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Pheromonquelle bei zusammengesetzter Falle nicht mehr als zirka 2 cm über dem beleimten Faltenboden montiert wird, da sonst die Fänge massgeblich verringert werden.

Werden Fallen vom Vorjahr wieder verwendet, können diese mit Lockstoff kontaminiert sein. Es ist deshalb darauf zu achten, dass jeweils die Quelle für die gleiche Insektenart angebracht wird, da sonst die Fängigkeit vermindert werden kann. Feldversuche

mit Fallen, die gleichzeitig mit Quellen für zwei verschiedene Arten bestückt waren, haben gezeigt, dass beispielsweise das Pflaumenwicklerpheromon die Fänge des Apfelwicklers um bis zu 90% reduziert. Dasselbe gilt für den Lockstoff des Bekreuzten Traubenwicklers, dessen Fängigkeit durch Anwesenheit von Quellen des Einbindigen Traubenwicklers um 70%, des Schalenwicklers um 95% und des Pflaumenrespektive des Pfirsichwicklers um über 96% herabgesetzt wird.

**Position der Falle in der Kultur:** Die Fängigkeit der Pheromonfalle hängt entscheidend von ihrer Position in der Kultur ab. In den Reben erzielen Fallen optimale Fänge in der Traubenzone und in Obstbäumen, wenn sie auf Augenhöhe im Inneren der Baumkrone aufgehängt werden. Eine Ausnahme macht das Blausieb, welches nur dann gefangen wird, wenn die Fallen zirka einen halben Meter über den Baumkronen angebracht werden. Die Fallen werden mit Vorteil von Jahr zu Jahr am gleichen Standort eingesetzt, da nur so vergleichbare Resultate erhoben werden können.

**Installationszeitpunkt der Pheromonfalle und Wechsel der Pheromonquelle:** Die Festlegung des richtigen Zeitpunkts für das Aufhängen der Pheromonfalle und den Wechsel der Pheromonquelle während der Vegetationsperiode wird durch den Beginn des Falterfluges und die Anzahl Generationen des Schädling bestimmt. Da regionale Unterschiede bestehen, müssen unbedingt die Angaben der Beratungsdienste oder der Anbieter von Pheromonfallen beachtet werden.

**Kontrolle der Pheromonfalle:** Bei der Kontrolle der Falle wird die Lasche an der Frontseite heruntergeklappt und das Leimpapier herausgezogen. Wurden nur wenige Falter gefangen, können diese während oder nach der Zählung mit einem geeigneten Werk-

zeug entfernt werden. Bei extremen Fängen oder starker Verschmutzung (z.B. durch andere Insekten) lohnt sich ein Wechsel des Leimpapiers. Nach erfolgreicher Kontrolle muss die Lasche unbedingt wieder zurückgebogen werden, da sonst die Falterfänge bis zu zehnmal niedriger ausfallen können.

**Interpretation der Fallenfänge:** Eine Beurteilung der Befallsgefahr anhand von Fallenfängen ist nur dann möglich, wenn Pheromonfallen mit gleichbleibender Fängigkeit eingesetzt werden. Die Forschungsanstalt Wädenswil publiziert in ihren Pflanzenschutzempfehlungen Bewertungen, die auf Fallenfängen mit zertifizierten Pheromonquellen von Phero.Net basieren. Diese Pheromonquellen sind in der Schweiz bei der Firma Andermatt Biocontrol, 6164 Grossdietwil, erhältlich (<http://www.biocontrol.ch>, [sales@biocontrol.ch](mailto:sales@biocontrol.ch)).

## Dank

Wir danken Roberto Brunetti (Servizio fitosanitario cantonale, Bellinzona), Pierre-Joseph Charmillot und Max Hächler (RAC Changins, Nyon), Gérard Devènes und Charly Mittaz (RAC Fougère, Conthey), Heinrich Höhn (FAW, Wädenswil), Rudolf Köller (Novartis Crop Protection Monthey SA, Les Barges-Vouvry) und Augustin Schmid (Service cantonal, protection des plantes, Châteauneuf) für die wertvolle Zusammenarbeit bei den Zertifizierungsversuchen.

## Literatur

- Arn H., Rauscher S., Buser H.R. and Guerin P.M.: Sex pheromone of *Eupoecilia ambiguella* female: Analysis and male response to ternary blend. *J. Chem. Ecol.* Vol. 12, 66, 1417–1429, 1986.
- Arn H., Rauscher S. and Schmid A.: Sex attractant formulations and traps for the grape moth *Eupoecilia ambiguella* Hb. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 52, 49–55, 1979.
- Bengtsson M., Witzgall P., Löfqvist J., Arn H., Rauscher S., Tóth M. and Oprean, I.: Certified Pheromones for Insect Monitoring and Detection. Internet version <http://phero.net>, 1999.
- Götz B.: Untersuchungen über die Wirkung des Sexualduftstoffes bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. *Z. ang. Ent.* 26, 143–164, 1939.
- Rauscher S. und Arn H.: Ein einfacher Biotest für das Sexualpheromon des Einbindigen Traubenwicklers *Eupoecilia ambiguella* Hb. *Z. ang. Ent.* 80, 285–289, 1976.
- Rauscher S., Arn H. and Bigler F.: Die Verbreitung der Pheromonrasse des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) in der Schweiz und angrenzenden Gebieten Süddeutschlands. *Landwirtschaft Schweiz* Band 4 (3), 93–99, 1991.
- Rauscher S., Arn H. and Guerin P.M.: Effects of dodecenyl acetate and Z-10-tridecenyl acetate on attraction of *Eupoecilia ambiguella* males to the main pheromone component Z-9-dodecenyl acetate. *J. Chem. Ecol.* Vol. 10, No. 2: 253–264, 1984.
- Witzgall P., Bengtsson M., Beyer H.A., Rauscher S. und Arn H.: Flugwegaufzeichnung als Hilfsmittel für die Identifikation von Schmetterlingspheromonen. *Mitt. Dt. Ges. Allg. Angew. Ent.* 8, 659–662, 1993.

## RÉSUMÉ

### Les phéromones dans la lutte phytosanitaire moderne

*Les femelles de papillons prêts à copuler émettent des odeurs caractéristiques pour attirer les mâles. Des copies synthétiques de ces phéromones sont formulées sur des distributeurs et attirent les mâles d'une espèce spécifique. Les pièges à phéromones permettent le recensement fiable du vol d'une espèce de ravageurs déterminée. La charge des pièges fournit des renseignements sur la densité de la population et devient ainsi une aide importante dans la décision sur les mesures phytosanitaires à prendre. Les pièges à phéromones contribuent à réduire considérablement le recours aux pesticides. Toutefois, ils livrent seulement des données concluantes à condition que les sources de phéromones soient d'une qualité constante. C'est pourquoi l'attractant devra être soumis à des essais dans la nature lorsqu'on utilisera des substances nouvellement synthétisées ou des nouveaux distributeurs de phéromones. Des directives ont été élaborées pour de tels procédés de test et des sources de phéromones testées selon ces critères en 1999 en Suisse quant à leur pouvoir attractif, leur spécificité et leur reproductibilité.*