

Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau

Hein, D.F.¹, Leithold, G.¹, Hummel, H.E.¹, Vilcinskas, A.², Greiner, A.³, Wendorff, J.H.³, Dersch, R.³, Hellmann, C.³, Breuer, M.⁴, Beer, H.⁵, Schroer, S.⁵, Kratt, A.⁶, Kleeberg, H.⁵, Schulze, C.⁷ und Wahl, F.⁸

Keywords: nanofiber dispensers, plant protection, mating disruption, pheromones.

Abstract

Using nanofibers as dispensers for pheromones and kairomones in plant protection for disrupting insect chemical communication is a novel approach aiming at popularizing this technique in organic and integrated plant production. Expected advantages of the nanofibers are highly controlled spatiotemporal release rates of pheromones / kairomones, improved climatic stability, and mechanized application. Dispenser types used so far show deficiencies in one or more of these requirements. Mechanical application of pheromones is a new approach to reduce the costs of manual labour and therefore the environmentally compatible, highly specific and efficient technique of mating disruption may become an alternative to the use of synthetic pesticides in integrated pest management. The nanofibers are highly elastic, which prevents break-off of smaller pieces, and polymers used are biocompatible. Due to the scale of nanofibers the mass input both for pheromones and for polymeric nanofibers is very low. Major environmental benefits are high control specificity, very low concentrations of residues and reduced risk of development towards insect resistance.

Einleitung und Zielsetzung

Nanofasern bieten im Prinzip ein hohes Potential als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau. Der Einsatz flüchtiger Signalstoffe zur Reduzierung einer Schaderregerpopulation ist als umweltverträgliche Alternative zum Einsatz von chemisch-synthetischen Insektiziden oder als dessen Ergänzung zu betrachten. Als Einsatzgebiete kommen prinzipiell alle Schadinsekten und Kulturen in Frage, bei denen es bereits erfolgreich beschriebene Verwirrungsexperimente mit Lockstoffen

¹ Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen, organ.landbau@agrar.uni-giessen.de

² Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Angewandte Entomologie, Heinrich-Buff-Ring 26, 35394 Gießen, Andreas.Vilcinskas@agrar.uni-giessen.de

³ Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Chemie, Hans-Meerwein-Straße, 35032 Marburg, Greiner@staff.uni-marburg.de, Wendorff@staff.uni-marburg.de

⁴ Staatliches Weinbauinstitut Freiburg, Referat Ökologie, Merzhauserstr. 119, 79100 Freiburg, Michael.Breuer@wbi.bwl.de

⁵ Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, Sibylle.Schroer@jki.bund.de

⁶ Trifolio-M GmbH, Dr.-Hans-Wilhelmi-Weg 1, 35633 Lahnau, Armin.Kratt@trifolio-m.de

⁷ TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH, Kerkrader Str. 3, 35394 Gießen, Schulze@transmit.de

⁸ Schmotzer Agrartechnik GmbH, Rothenburger Str. 45, 91438 Bad Windsheim, Ferdinand.Wahl@schmotzer-agrartechnik.com

und anderen Signalstoffen gibt. Die als Dispenser dienenden Fasern sollten vom Konzept her eine möglichst kontinuierliche, räumlich und zeitlich gleichmäßige Abgaberate der flüchtigen Signalstoffe ermöglichen. Anforderungen sind, dass die Fasern wetterstabil sind, lang anhaltend funktionieren, einfach und kostengünstig ausgebracht sowie rückstandsfrei abgebaut werden können. Das Elektrosponnen bietet sich als optimale Herstellungsmethode für die Nanofasern an.

Das Projekt befasst sich zunächst einmal mit der Entwicklung von elektrosponnenen Nanofaservliesen als Dispenser in der Verwirrungstechnik. Die elektrosponnenen Fasern mit theoretisch fast endloser Länge sind nicht mit Nanopartikeln oder -stäuben zu verwechseln. Diese Fasern sollen aus bioverträglichen Polymeren hergestellt werden, sollen hochflexibel eingestellt werden und nicht lungengängig sein. Als modellhaftes Beispiel im Rahmen dieses Projektes werden in erster Linie Anwendungen zur Verwirrung der Traubenwickler, *Eupoecilia ambiguella* und *Lobesia botrana*, erfolgen. Weitere Möglichkeiten können die Bekämpfung von Schadinsekten im Obst- und Gemüsebau sowie die Regulierung des Westlichen Maiswurzelbohrers, *Diabrotica virgifera virgifera*, sein. Im subtropischen und tropischen Bereich dürfte der Baumwollanbau von der neuen Technik profitieren.

Das zweite Ziel ist die Entwicklung eines in der Praxis geeigneten technischen Ausbringungsverfahrens auf Basis des Elektrosponnens, das mit einem Minimum an Zeitaufwand und Handarbeit und unter Einsatz eines entsprechend konstruierten Gerätes Polymervliese in der Feldkultur abzulegen gestattet.

So soll durch ein sinnvolles Zusammenwirken zweier bereits heute bekannter technischer Prozesse und Komponenten, der des Elektrosponnens mit den dadurch erzeugten Nanofasern (*nicht* Nanopartikel) mit dem lange bekannten Verwirrungsverfahren, eine neue Pflanzenschutzstrategie entstehen, mit deren Hilfe der Landwirt ein nachhaltiges Management von Schadinsekten betreiben kann. Dies soll unter Bedingungen geschehen, die mit herkömmlichen Pflanzenschutzverfahren finanziell in Wettbewerb treten können, ohne die Umwelt zu belasten. Durch die pheromonbeladenen Nanofasern sollen Arbeitskosten und Material eingespart werden. Bei gleichem oder höherem Anwendungserfolg soll es möglich sein, die Anwendung des Pflanzenschutzverfahrens auszuweiten. Der Einsatz von Pheromonen soll durch das Applikationsverfahren wirtschaftlicher werden, um dem Ökolandbau eine konkurrenzfähige Alternative bereit zu stellen und Anreize für die Anwendung der spezifischen und umweltfreundlichen Insekten-Verwirrmethode für den integrierten Anbau zu schaffen. Bekanntlich verfügt der organisch wirtschaftende Landwirt über eine sehr enge Palette zugelassener Wirkstoff-Präparate, zu denen die Insektenpheromone gehören. Die Pheromone sind naturidentisch synthetisierbar und werden in Mengen von ca. 100 g pro ha ausgebracht. Aufgrund ihrer Spezifität und Effizienz sind nichtvertretbare Auswirkungen auf den Naturhaushalt unbekannt. Der Behandlung zugänglich sind prinzipiell alle Schadinsekten, für die während der vergangenen vier Jahrzehnte Lockstoffe identifiziert und synthetisiert wurden. Beispiele sind aus dem Baumwoll-, Wein- und Obstbau bekannt (Cardé & Minks 1997).

Beim Einsatz von Nanofaser-Dispensern verbleiben keinerlei schädliche Rückstände in der Nahrungskette oder in den Umweltmedien. Dieser Vorteil geht mit einem reduzierten Arbeitsaufwand und sehr geringem Ressourceneinsatz, sowohl an Wirkstoff als auch an Polymer, einher. Eine problematische Entsorgung von Spritzmittelrückständen entfällt bei der Verwirrungsmethode. Die zunehmende Gefahr der Resistenzbildungen von Schädlingen gegenüber chemischen Wirkstoffen, z.B. beim Westlichen Maiswurzelbohrer, unterstreichen die Notwendigkeit, alternative Regulierungsstrategien zu entwickeln (Hummel 2003, Hummel et al. 2006, Hummel et

al. 2008a und b, Wennemann & Hummel 2002, Novak et al. 2001, Wennemann et al. 2001).

Arbeitsprogramm

Ziel des Projektes ist es, die effiziente, hoch spezifische und umweltfreundliche Insekten-Verwirrmethode konkurrenzfähiger zu machen gegenüber Breitbandinsektiziden, und durch Bekämpfungsalternativen die Gefahr von Insektenresistenzen einzudämmen

Dazu sollen die Prinzipien der etablierten Nanofasertechnologie (Greiner et al. 2004, Greiner & Wendorff 2007) auf das neue Anwendungsfeld der Agrarwissenschaften und der Insekten-Verwirrungstechnik im Pflanzenschutz übertragen werden. Varianten von Nanofasertypen sind herzustellen und diese mit Pheromonen zu beladen. Hier liegen bereits erste sehr positive Ergebnisse vor. Für die maschinelle Applikation der mit Pheromon beladenen Polymervliese im Feld wird ein innovatives Verfahren entwickelt, das kostengünstig mit herkömmlichen Applikationsfahrzeugen verwandt werden kann.

Unter Zusammenwirken von Experten der Universitäten Marburg und Gießen, zweier mittelständischer Unternehmen (Trifolio-M GmbH, Lahnau; Schmotzer Agrartechnik GmbH, Bad Windsheim) und des Staatlichen Weinbauinstituts Freiburg werden die verschiedenen technologischen Prozesse und Komponenten zu einem Gesamtansatz vereint und nach Testreihen im Labor und Halbfreiland schließlich im Freiland angewandt. Im Julius Kühn-Institut soll die Frage geklärt werden, ob von dem Verfahren negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft, den Naturhaushalt und den Menschen ausgehen können. Das Verhalten der Fasern im Freiland, die Bioabbaubarkeit und der Lebenszyklus der Polymerfasern werden in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Behörden und Instituten erforscht, um Risiken für die Umwelt auszuschließen. Schließlich soll ein weiteres unabhängiges Institut (TransMIT GmbH) die Kosten des voll entwickelten Verfahrens mit den Kosten anderer herkömmlicher Verfahren vergleichen und den erzielten Mehrwert für die Gesellschaft feststellen.

Danksagung

Die Förderung des Vorhabens „Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau“ erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Literatur

- Cardé, R.T., Minks, A.K. (1997): Insect Pheromone Research: New Directions. Chapman & Hall, New York.
- Greiner A., Wendorff J.H., Steinhart M. (2004): Nanodrähte und Nanoröhren mit Polymeren. Nachr. Chemie 52:426–431, April 2004.
- Greiner A., Wendorff J.H. (2007): Elektrospinnen: eine faszinierende Methode zur Präparation ultradünner Fasern. Angew. Chem. 119:5770–5805.
- Hummel H.E. (2003): Introduction of *Diabrotica virgifera virgifera* into the old world and its consequences: a recently acquired invasive alien pest species on *Zea mays* from North America. Comm. Appl. Biol. Sci., Ghent University 68(4a):45–57.
- Hummel H.E., Shaw J.T., Hein D.F. (2006): A promising biotechnical approach to pest management of the Western Corn Root Worm in Illinois maize fields shielded with a MCA kairomone baited trap line. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 15:131–135.

- Hummel H.E., Dinnesen S., Nedelev T., Modic S., Urek G., Ulrichs, Ch. (2008a): *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in confrontation mood: simultaneous geographical and host spectrum expansion in south eastern Slovenia. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 16:127–130.
- Hummel H.E., Hein D.F., Leithold, G. (2008b): Niem als natürliche Rohstoffquelle für den nachhaltigen Pflanzenschutz einschließlich des ökologischen Landbaus. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 16:487–490.
- Novak R.J., Metcalf R.L., Lampman R.L., Hummel H.E. (2001): innovative pest management of corn rootworms: the use of kairomone-impregnated baits. In Mulla Mir S. (ed.) Biopesticides: Biotechnology, Toxicity, Efficacy, Safety, Development, and Proper Use. Proc. 2nd International Conference on Biopesticides. Compact Print, Thailand. S. 60–72. ISBN 974-229-056-3.
- Wennemann L., Petro E., Tuska T., Hummel H.E. (2001): *Diabrotica* beetle management: field permeation with the volatile disruptant 4-methoxy cinnamaldehyde (MCA) using aerial application. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 13:215–221.
- Wennemann L., Hummel H.E. (2002): Distribution of MCA-coated grits in maize fields after high wheel tractor application for disrupting orientation of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 67(3):499–509.