

Hubertus Kleeberg

Idee, Entwicklung und Etablierung am Markt von Pflanzenextrakten für den Pflanzenschutz

Idea, Development and Establishment in the Market of Plant Extracts for the Use in Plant Protection

75

Zusammenfassung

Am Beispiel der insektiziden Pflanzeninhaltsstoffe Azadirachtin und Quassin und von Pflanzenextrakten zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten werden das Potenzial und die Probleme bei der Entwicklung biologischer Pflanzenschutzmittel auf Basis von Pflanzenextrakten beschrieben. Pflanzen hatten über Jahrtausende Zeit und Möglichkeit, sich gegen Schädlinge und Krankheiten zu wehren und entsprechende Mechanismen zu entwickeln. Dieses natürliche Potenzial kann genutzt werden – insbesondere für einen umweltfreundlichen und unbedenklichen Pflanzenschutz. Forschungsaktivitäten in dieser Richtung werden an Universitäten, Forschungsinstituten und in Firmen verfolgt. Zahlreiche Veröffentlichungen der letzten Jahre diskutieren und demonstrieren das Potenzial des biologischen Pflanzenschutzes. Ob eine Produktidee letztendlich in der Praxis ankommen kann, ist auch wesentlich eine Frage der Politik und Zulassungsanforderung, da zurzeit kein Unterschied zwischen chemisch-synthetischen und natürlichen Präparaten in der Gesetzgebung vorgesehen ist. Die Akzeptanz in der Gesellschaft ist längst vorhanden, wie die steigenden Absatzzahlen von Bioprodukten zeigen.

Stichwörter: Azadirachtin, Quassin, Fungizid

Abstract

Using the insecticidal compounds Azadirachtin and Quassin and plant extracts for control of fungal diseases

as examples, the problems and potential of the development of biological plant protection products based on plant extracts are described. Over thousands of years plants had the time and were able to develop mechanisms which protect them against pests and diseases. This natural potential can be used for a safe and environmentally friendly plant protection. Many recent publications are dealing with the topic of biological plant protection. Whether a new product idea will come into practice is also a political question, as well as one concerning registration requirements; until today there is hardly a legal difference between the registration requirements for synthetic and biological plant protection products. However, society appreciates biological plant protection, as is documented by the increasing turnover of biological products.

Key words: Azadirachtin, Quassin, fungicide

Einleitung

Pflanzenextrakte werden traditionell in vielen Ländern zu Pflanzenschutz Zwecken verwendet. Durch die Entwicklung hochwirksamer Synthetika im 20. Jahrhundert stiegen die Erwartungen der Anbauer insbesondere bezüglich Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit. In den letzten Jahren des 20. Jahrhunderts nahmen jedoch auch kritische Beurteilungen zur Verwendung von synthetischen Pflanzenschutzmitteln zu, insbesondere bezüglich der Rückstände auf Obst und Gemüse, der ökotoxikologischen Risiken aufgrund von Persistenz, des ubiquitären Antreffens der Rückstände und der zunehmenden Resistenzerscheinungen.

Institution

TRIFOLIO-M GmbH, Lahnau

Kontaktanschrift

Dr. Hubertus Kleeberg, TRIFOLIO-M GmbH, Dr. Hans-Wilhelmi-Weg 1, 35633 Lahnau, Germany,
E-Mail: hubertus.kleeberg@trifolio-m.de

Zur Veröffentlichung angenommen

Februar 2010

Aus diesen Gründen nimmt das (auch öffentliche) Interesse an der Entwicklung und Anwendung alternativer biologischer Lösungen stark zu (KÜHNE und FRIEDRICH, 2002; KÜHNE et al., 2006; KÜHNE et al., 2007; SCHMUTTERER und HUBER, 2005; TERHOEVEN-URSELMANS, 2004; ALBERT et al., 2007). Allerdings stellen die behördlichen Zulassungsanforderungen, die für Synthetika entwickelt wurden, für biologische Produkte häufig ein Problem dar (KÜHNE, 2001; KLEEBERG, 2004), da die geforderten Untersuchungen mit biologischen Wirkstoffen nicht immer nach den gleichen Richtlinien durchgeführt werden können wie mit Synthetika. Probleme ergeben sich insbesondere dadurch, dass es sich bei Naturstoffen im Allgemeinen um Substanz- oder Wirkstoffmischungen handelt und diese z.B. auch häufig nicht radioaktiv markierbar sind – eine Voraussetzung für Metabolismusuntersuchungen.

Azadirachtin

Die Verwendung von Neem-Extrakten in der traditionellen Indischen Medizin und auch für den Pflanzen- und Lagerschutz ist nach indischen Aussagen Legende. Dennoch haben sich Neem-Produkte in Europa erst in den vergangenen Jahren im Wesentlichen im Bereich Kosmetik und Hygiene einen Ruf geschaffen. Intensive Forschung zu „Neem“ begann in Europa in den 80er-Jahren im Hinblick auf insektizide Wirkungen (SCHMUTTERER et al., 1984; SCHMUTTERER und SINGH, 1995). Der in den Samenkernen des Neembaumes enthaltene Wirkstoff Azadirachtin besteht aus einer Gruppe strukturell ähnlicher Substanzen von denen Azadirachtin A (Abb. 1) am häufigsten vorkommt und deshalb auch als Leitsubstanz für Azadirachtin-Produkte verwendet wird. Die Azadirachtine sind kompliziert gebaute Moleküle, die sich in der Umwelt und auf behandeltem Pflanzenmaterial innerhalb weniger Tage abbauen (SCHMUTTERER et al., 1984) und nach allen wissenschaftlichen Untersuchun-

gen nicht die Ausbildung von Resistenzen bei Insekten bewirken (FENG und ISMAN, 1995; ABDULLAH et al., 2000; VÖLLINGER, 1995). Sie sind aus toxikologischer Sicht unbedenklich. Die Synthese von Azadirachtin A ist STEVEN LEY (VEITCH et al., 2008) zwar nach etwa 20-jährigen Untersuchungen gelungen, stellt aber weder für praktische Anwendungen noch für Zulassungsuntersuchungen mit radioaktiv markiertem Gerüst eine tatsächliche Möglichkeit dar. Die Wirksamkeit von Azadirachtin ist so hoch, dass etwa 30 g Azadirachtin A bzw. 50 g Gesamtazadirachtine genügen, um einen Hektar einer landwirtschaftlichen Kultur vor Insektenbefall zu schützen.

Diese hohe Wirksamkeit von Azadirachtin lässt sich mit dem spezifischen Wirkungsmechanismus auf das insekteneigene Hormonsystem erklären. Dabei stehen drei Prinzipien im Vordergrund:

1. Bei oraler Aufnahme von Azadirachtin durch Schädlinge tritt nach einigen Stunden Fraßstopp ein; d.h. die Schädlinge nehmen eine geringe Menge Pflanzenmaterial mit Azadirachtin auf; diese Aufnahme führt jedoch zu einem vollkommenen oder zumindest weitgehenden Fraßstopp der Insekten. Damit ist die pflanzenschädigende Aktivität der Schädlinge unterbunden (Abb. 2). Als Folge verhungern die Insekten im Laufe von wenigen Tagen.

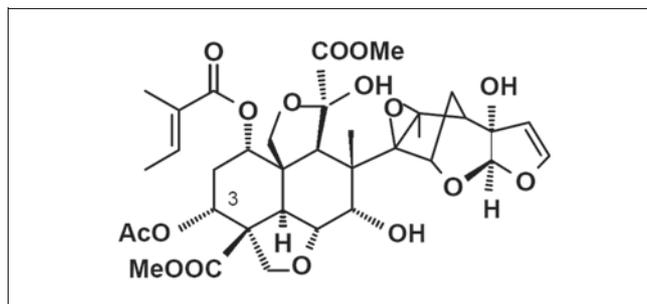


Abb. 1. Struktur der insektiziden Leitsubstanz Azadirachtin A der Neem-Extrakte.

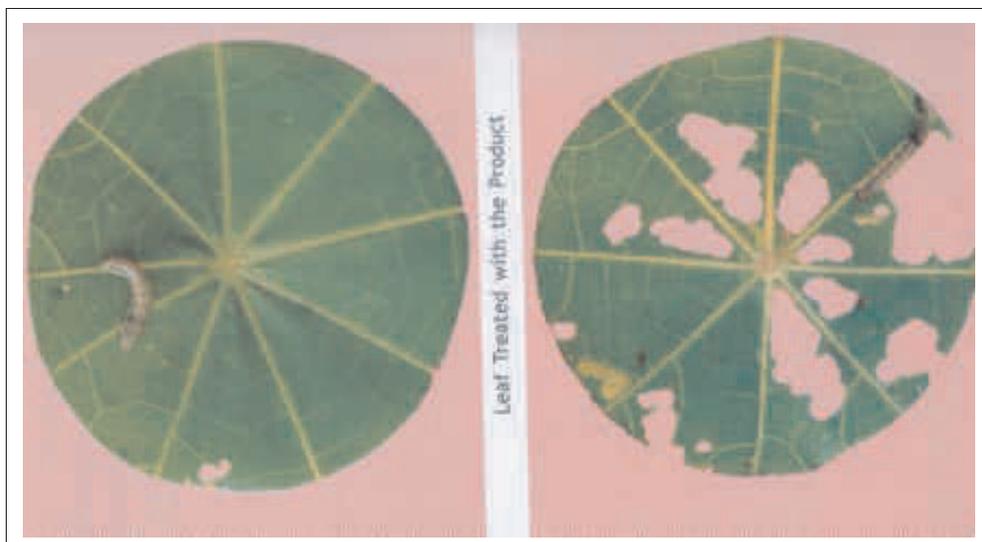


Abb. 2. Vergleich der Fraßaktivität von Insektenlarven auf mit Azadirachtin (links) und mit Wasser (rechts) behandelten Blattscheiben im Labor.

2. Ein weiterer Effekt des Wirkungsmechanismus von Azadirachtin ist, dass Insektenlarven nach Aufnahme des Wirkstoffes sich nicht mehr normal weiterentwickeln können, d.h. sie können sich nicht mehr normal häuten und verpuppen. Damit wird der Lebenszyklus unterbrochen.
3. Aber Azadirachtin wirkt nicht nur auf Insektenlarven, sondern auch auf die erwachsenen Stadien. Bei Kartoffelkäfern oder Maikäfern kann in Versuchen – und in der Praxis – der Einfluss von Azadirachtin auf die Eientwicklung bei Weibchen nach Aufnahme des Wirkstoffes nachgewiesen werden (Abb. 3). Mit der Unterbrechung der Fortpflanzung der Schädlinge kann damit eine weitere Schädigung von Pflanzen gestoppt werden.

Die Wirkung von Azadirachtin erstreckt sich auf Larven und Adulte praktisch aller Gruppen freilebender Schadinsekten. Dabei reagieren einige empfindlicher und einige weniger empfindlich. Daher waren für die Zulassung umfangreiche Versuche bezüglich der Wirksamkeit in der Praxis notwendig und durchzuführen.

Das Produkt NeemAzal®-T/S (1% Azadirachtin A) wurde in den vergangenen 15 Jahren in mehr als 40 Ländern weltweit gegen zahlreiche Schädlinge zugelassen und angewendet. Die Anwendung findet in biologisch wirtschaftenden Betrieben und im Haus- und Kleingarten statt, wobei zunehmend Anwendungen in der integrierten Landwirtschaft in Kombination mit Synthetika ins Auge gefasst werden, um Resistenzen und Rückstände zu minimieren.

Quassin

Quassin wird aus dem Bitterholzbaum (*Quassia amara*) gewonnen. Die sehr spezifische Wirkung des Quassin (und Neoquassin) ist seit Jahrhunderten bekannt. Bitterholzextrakte werden (nach EU-Aromenverordnung (ANONYM, 2006)) als Zusatz zu Schokoladen und anderen

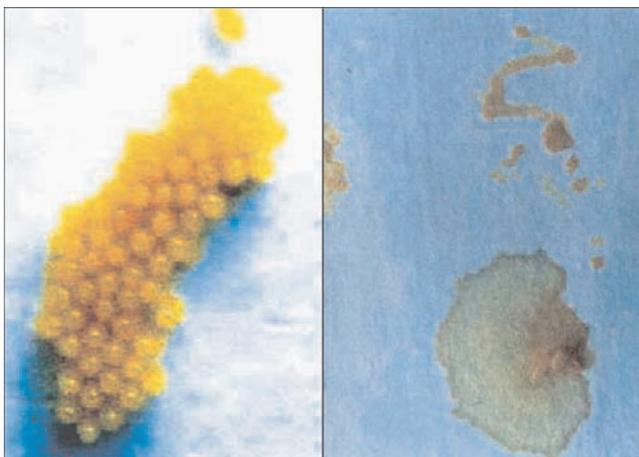


Abb. 3. Vergleich der Eiproduktion von Kartoffelkäferweibchen, die an unbehandelten (links) und behandelten (rechts) Kartoffelblättern fraßen.

„Süßigkeiten“ verwendet. Sie zählen zu den bittersten Substanzen, die wir kennen. Praktische Anwendung finden Bitterholzextrakte als Digestiv und zur Appetitanregung. In der (englischen) Bierbrauerei dienen sie auch als Hopfenersatz und werden seit langem bei der Herstellung entsprechender Getränke verwendet. Die insektizide Wirkung von Bitterholzextrakten ist seit Jahrhunderten bekannt und wird im Bio-Anbau insbesondere zur Kontrolle von Apfelsägewespen und einigen Blattläusen genutzt.

Im Gegensatz zu Azadirachtin ist Quassin (Abb. 4) in der Umwelt relativ stabil. Neuere Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass auch Schädlinge wie die Weiße Fliege, Thrips oder Trauermücken empfindlich auf Quassin reagieren (HARTMANN und WULFF, 2005). Mit ca. 10 g Quassin pro Hektar sind die Aufwandmengen in der Praxis und damit mögliche Wirkungen auf die Umwelt minimal. Abb. 5 zeigt, dass die Weiße Fliege mit einer ca. 50 mg/l Quassia-Extrakt enthaltenden wässrigen Lösung nahezu zu 100% kontrolliert werden kann.

Aber auch Moskitolarven reagieren sehr empfindlich auf Quassia-Extrakt (Abb. 6). Damit ergibt sich die Möglichkeit, den Malaria-Überträger biologisch zu kontrollieren.

Aufgrund des langsamen Abbaus von Quassin im Wasser hält die Wirkung für wenigstens einen Monat an. Die Versuche in Abb. 6 wurden mit einer 18 Tage alten wässrigen Lösung durchgeführt, in die die Moskitolarven eingebracht wurden. Es scheint also, dass die Anwendung von DDT durch Pflanzung und Anwendung von Bitterholz (z. B. als Sägemehl) vermeidbar ist.

Pflanzenextrakte zur Kontrolle phytopathogener Pilze

Zahlreiche Pflanzenextrakte sind in den vergangenen Jahren bezüglich ihrer Wirkung auf phytopathogene Pilze untersucht worden. Weitgehend anders als bei Insekten ergibt sich hier jedoch häufig nur eine geringe Übereinstimmung zwischen Ergebnissen aus Labor-, Gewächshaus- und Freilandversuchen. Abb. 7 zeigt einen Vergleich von *in vitro*- und *in vivo*-Versuchsergebnissen von BLAESER et al. (2002). Hier besteht keine Korrelation. Das bedeutet, dass aus Laborversuchen kaum Schlüsse auf Wirkungen im Gewächshaus oder Freiland gezogen

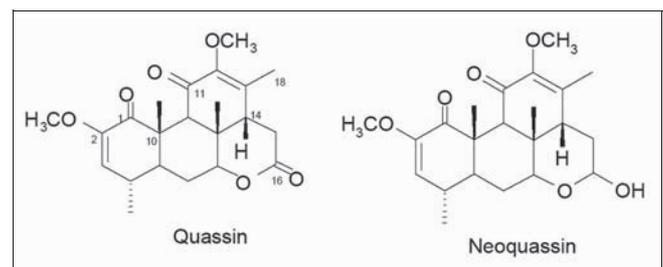


Abb. 4. Struktur der Wirkstoffe Quassin und Neoquassin aus Bitterholz (*Quassia amara* bzw. *Picrasma excelsa*).

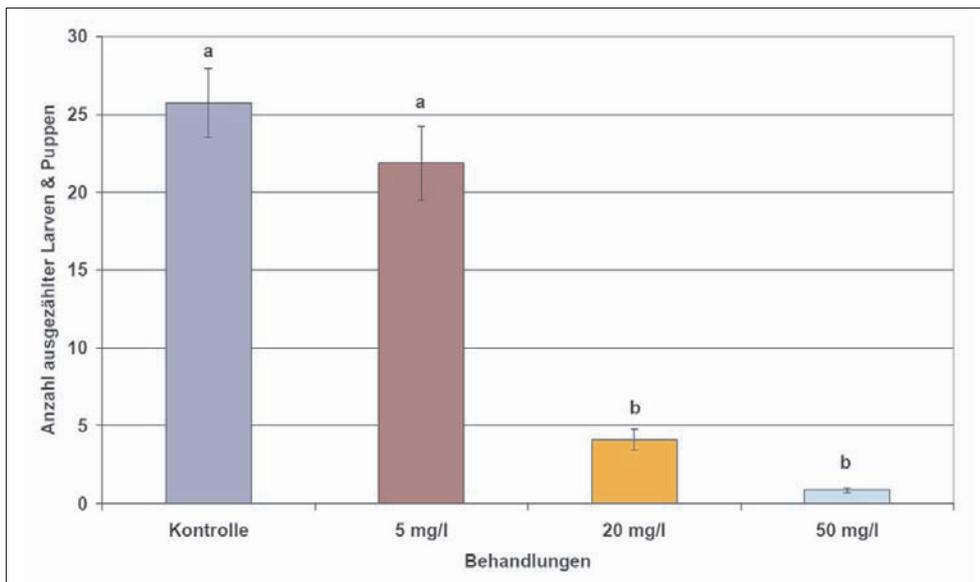


Abb. 5. Anzahl überlebender Larven und Puppen der Weißen Fliege nach Behandlung mit Quassia-Extrakt in verschiedenen Konzentrationen (nach HARTMANN und WULFF, 2005). Mittelwerte (\pm Standardfehler) ausgezählter Larven und Puppen bei unterschiedlichen Bitterholzextrakt-(TRF-002) Konzentrationen (Kontrolle = unbehandelte Variante; 5, 20 und 50 mg/l = Applikationslösung). Behandlungen, indiziert mit gleichen Buchstaben, unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test, $p < 0,06$).

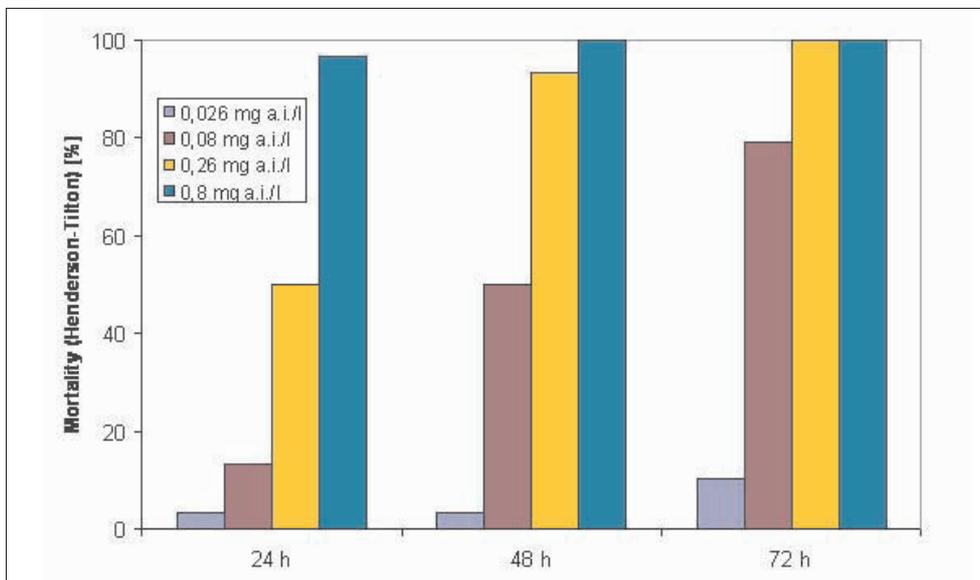


Abb. 6. Konzentrationsabhängigkeit der Mortalität von Quassia-Extrakt auf Mosquitolarven.

werden können. Dies kann unterschiedliche Gründe haben: die Schadpilze und Pflanzen können sich im Freiland oder Gewächshaus anders verhalten als Pflanzenteile im Labor. Zu den Faktoren, die im Freiland anders sein können als unter kontrollierten Bedingungen, zählen Licht, Temperatur, Niederschlag, Nährstoffversorgung und die Vitalität der Pflanzen und Pathogene.

Feldversuche, beispielsweise mit einem Extrakt aus Süßholz gegen Echten und Falschen Mehltau an Gurken (Abb. 8) oder Kraut- und Braunfäule an Tomaten zeigen, dass die Wirksamkeit von Pflanzenextrakten durchaus mit der von zugelassenen Standardprodukten auf Kupferbasis vergleichbar sein kann. Das Potenzial von Pflanzenextrakten ist also auch hier groß.

Bei Pflanzenkrankheiten sind auch pflanzenstärkende Wirkungen, die die Abwehrkraft oder Vitalität der Pflanzen erhöhen, nicht auszuschließen. Zulassungstechnisch besteht zwischen Pflanzenstärkungsmitteln und Pflan-

zenschutzmittel – obwohl sie dasselbe Ziel anstreben: die Befallsfreiheit der Pflanzen – ein riesiger Unterschied; er ist ähnlich wie zwischen Nahrungsergänzungsmitteln und Arzneimitteln. Am Ende ist die Wirkung für den Anwender entscheidend und die Kosten-Nutzen-Rechnung für die Herstellerfirma. Damit ist neben der Produktentwicklung die Gesetzgebung und das daraus resultierende Zulassungsverfahren Dreh- und Angelpunkt für die Herstellung alternativer Pflanzenschutzmittel. Das ist dann nicht mehr eine wissenschaftliche Fragestellung, sondern eine politische.

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle eine persönliche Bemerkung einfügen und dem Institut für Biologischen Pflanzenschutz (früher in der Biologischen Bundesanstalt für

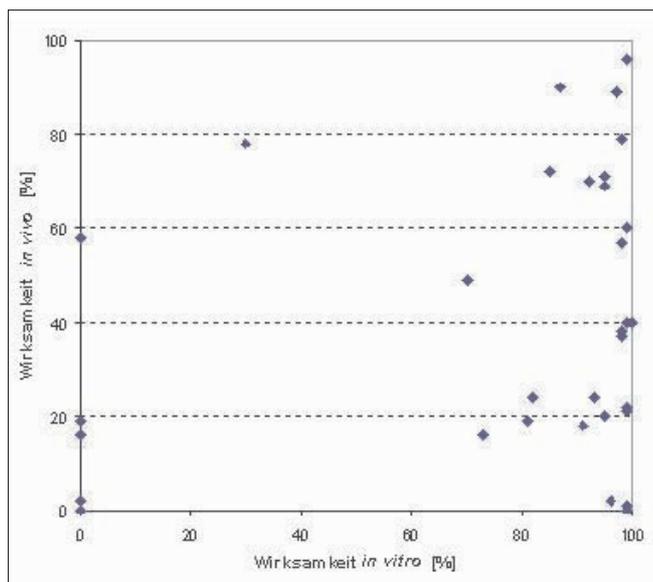


Abb. 7. Wirksamkeit von verschiedenen Pflanzenextrakten gegen *Botrytis cinerea* *in vitro* und *in vivo* (nach BLAESER et al., 2002).



Abb. 9. Wechsel am Institut für Biologischen Pflanzenschutz: die Menschen wechseln – wohlverdient – aber die Idee bleibt: Biologischer Pflanzenschutz ist die Alternative für die Zukunft! (Von links nach rechts: Prof. Dr. KLINGAUF, Institutsleiter von 1980–1988; Dr. JEHLE, Institutsleiter seit 1.1. 2010; Dr. HUBER, Institutsleiter von 1989–2009).



Abb. 8. Vergleich der Wirksamkeit eines 2%-igen Süßholzextraktes (rechts) mit der des Standardproduktes Cueva (links) gegen den Echten Gurkenmehltau (*Sphaerotheca fulginea*). Mitte: Unbehandelte Kontrolle.

Land- und Forstwirtschaft, BBA, jetzt im Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, JKI) für die jahrelange kreative und fruchtbare Zusammenarbeit danken. Ich meine damit nicht nur unsere Firma, sondern denke, auch im Namen aller im IBMA mit Unterstützung von Professor HUBER vereinten Firmen zu sprechen. Die Aktivitäten des Instituts für Biologischen Pflanzenschutz sind für uns von sehr hoher fachlicher Bedeutung. Institute sind – wie auch Firmen oder andere Organisationen – nicht einfach da, sondern werden von Personen organisiert, gelenkt und geprägt. Für die persönliche Unterstützung – aber auch für die im Rahmen des IVB und des daraus entstandenen IBMA D/A gewährte – möchte ich Professor HUBER persönlich herzlich danken. Das Institut für Biologischen Pflanzenschutz hat Vergangenheit und Zukunft. Diese wurde und wird von Personen gelenkt. Auf der Tagung „Implementierung biologischer Pflanzenschutzverfahren: Probleme und Lösungen“ am 13./14. Oktober 2009 am JKI in Darmstadt wurde Kontinuität und persönliche Verantwortung

für den biologischen Pflanzenschutz deutlich. Den ehemaligen Leitern danke ich aufrichtig für ihre fachliche Unterstützung und wünsche dem „Neuen“ das Allerbeste für seine Aufgabe (Abb. 9).

Literatur

- ABDULLAH, Md., Q. SARNTHOY, S. TANTAKOM, S. ISICHAIKUL, S. CHAEY-CHOMSRI, 2000: Monitoring Insecticide Resistance Development in Beet Armyworm, Kasetsart J, 450-457.
- ALBERT, R., C. ALLGAIER, H. SCHNELLER, K. SCHRAMEYER, 2007: Biologischer Pflanzenschutz im Gewächshaus. Stuttgart, Ulmer, 282 S.
- ANONYM, 2006: Bundesgesetzblatt, T.1, Nr. 23 vom Mai 2006 „Aromaverordnung“.
- BLAESER, P., U. STEINER, H.W. DEHNE, 2002: Pflanzeninhaltsstoffe mit fungizider Wirkung, Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn; Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, 97.
- FENG, R., M.B. ISMAN, 1995: Selection for resistance to azadirachtin in the green aphid, *Myzus persicae*. Basel, Birkhäuser, 831-833.
- HARTMANN, T., T. WULFF, 2005: Der Einfluss von Bodenbehandlungen mit Neem und Bitterholzextrakt auf Trauermücken und weiße Fliegen. Bachelorarbeit Universität Hannover.

- KLEEBERG, H., 2004: Neem based products: registration requirements, regulatory processes and global implications in Koul O., *Neem: Today and in the next Millenium*, Kluva Aca, ISBN 1402012292.
- KÜHNE, S., 2001: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau. Viertes Fachgespräch in Darmstadt. Azadirachtin und Pyrethrine. Berichte aus der BBA Heft 76, 90 S.
- KÜHNE, S., B. FRIEDRICH, 2002: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau. Fünftes Fachgespräch in Kleinmachnow. Hinreichende Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau. Berichte aus der BBA Heft 95, 177 S.
- KÜHNE, S., U. BURTH, P. MARX, 2006: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland. Stuttgart, Ulmer, 288 S.
- KÜHNE, S., H. GANZELMEIER, B. FRIEDRICH, 2007: Pflanzenschutz im ökologischen Landbau. 12. Fachgespräch. Berichte aus der BBA Heft 141, 64 S.
- SCHMUTTERER, H., K.R.S. ASCHER, H. REMBOLD, 1984: Natural Pesticides from the Neem Tree, p. 297, 1st Int. Neem Conference, Eschborn, GTZ Press.
- SCHMUTTERER, H., J. HUBER (Hrsg.), 2005: Natürliche Schädlingsbekämpfungsmittel. Stuttgart, Ulmer, 263 S.
- SCHMUTTERER, H., R.P. SINGH, 1995: List of insect pests susceptible to neem products. In: *The Neem Tree Azadirachting indica* A. Juss. and other Meliaceous Plants 1st ed., Weinheim, VCH Publications.
- TERHOEVEN-URSELMANS, A., 2004: Pflanzenstärkungsmittel für den Zierpflanzenbau. Bonn, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau (Hrsg.).
- VEITCH, G.E., A. BOYER, S.V. LEY, 2008: Die Azadirachtin-Story, Weinheim, Wiley-VCH Verl., Angew. Chemie.
- VÖLLINGER, M., 1995: Studies of the probability of Development of Resistance of *Plutella xylostella* to Neem Products. In: SCHMUTTERER, H. (Hrsg.): *The Neem Tree Azadirachting indica* A. Juss. and other Meliaceous Plants" 1st ed., Weinheim, VCH Publications, p. 477-483.