

Biologische Schädlingsbekämpfung mit insektenpathogenen Nematoden (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae)

Wennemann, Ludger

1. Einleitung

Obwohl an die 40 Nematodenfamilien mit Insekten assoziiert sind (GAUGLER & KAYA 1990), haben gegenwärtig nur die Nematoden der Gattungen *Steinernema* und *Heterorhabditis* wirtschaftliche Bedeutung als biologische Schädlingsantagonisten erlangt. Sie bilden insofern eine Besonderheit, als sie mit Bakterien aus den Gattungen *Photorhabdus* (*Heterorhabditis* spp.) und *Xenorhabdus* spp. (*Steinernema* spp.) eine Symbiose bilden. Diese faszinierende Dreiecksbeziehung zwischen den Nematoden, den mitgeführten Bakterien und den Wirtsorganismen ist es, die Forscher auf der ganzen Welt besonders in den letzten 20 Jahren in den Bann gezogen hat. Diese Nematoden sind hoch pathogen und mobil, sie verfügen über ein hohes Reproduktionspotential und ein breites Wirtsspektrum, sind gut zu vermehren, sind in vielen Ländern von der Zulassung befreit und werden von verschiedenen Anbietern vertrieben. Diese Eigenschaften begründen das Interesse und den Einsatz im Rahmen des biologischen Pflanzenschutzes.

Die heutige Bedeutung der Nematoden in der biologischen Schädlingsbekämpfung geht auf die Arbeit von Dr. Rudolf W. Glaser und seinen Mitarbeitern zurück, die in den 30- und 40iger Jahren ein Verfahren zur Massenproduktion von *Steinernema glaseri* entwickelten und inoculative Feldversuche gegen *Popillia japonica* in New Jersey durchführten. Ungenügende Ergebnisse in Freiland, das Einsetzen des Zweiten Weltkrieges, die Entdeckung von *Bacillus popilliae* und das Einsetzen des Pestizidzeitalters ließen die Nematoden in Vergessenheit geraten. Die Nematoden/Bakterien Beziehung wurde beschrieben (POINAR & THOMAS 1965) und es war erst in den frühen 80iger Jahren, als in vitro Produktionsverfahren entwickelt waren und das Potential der Nematoden deutlich wurde. Bis zum heutigen Tag wurden bereits 20 *Steinernema* spp. und 6 *Heterorhabditis* spp. beschrieben. Weitere Isolate erwarten ihre taxonomische Beschreibung.

2. Nematodenbiologie

Der Lebenszyklus der Nematoden beinhaltet das Ei-, vier Juvenile und die Adulten-Stadien. Das dritte juvenile Entwicklungsstadium (infektives Juvenilstadium, J3) ist als einziges freilebend und außerhalb des Wirtsorganismus anzutreffen. Nachdem das J3 durch natürliche Körperöffnungen wie z.B. Mund, After, Tracheenöffnungen oder auch Körperwunden aber auch durch weiche Segmentmenbranen (PETERS 1994) (PETERS & EHLERS 1994, PETERS 1996) in das Innere des Wirtstieres gelangt sind, - Nematoden der Gattung *Heterorhabditis* besitzen zusätzlich einen dorsalen Zahn -, entlassen sie das mitgeführte Bakterium. Es ist dieses Bakterium, was den Tod des Wirtes durch Septikämie herbeiführt. Die Nematoden durchlaufen zwei-

oder drei Generation im Wirt, bevor sie ihn verlassen und aktive weitere Wirtsorganismen im Boden aufsuchen.

3. Wirtsspektrum:

Bekämpfungserfolge der Nematoden sind in erster Linie gegen kryptisch lebende, holometabole Insektenlarven zu verzeichnen. Dabei erweisen sich die Ordnungen der Coleopteren, Lepidopteren, Dipteren und der Hymenopteren als besonders vielversprechende Zielgruppen obwohl es auch Erfolge in anderen Insektenordnungen gibt (z.B. Orthoptera, Gryllotalpidae: *Scaperiscus* spp.; Siphonaptera). HOM (1994) zeigt eine umfassende Liste von Schädlingen, gegen die ein Nematodeneinsatz erfolgversprechend ist.

Aufgrund der hohen Produktionskosten ist der Einsatz der Antagonisten beschränkt. In den USA werden die Nematoden in erster Linie gegen bestimmte Schädlinge in Zitrusfrüchten (*Citrus* spp.), Artischocken (*Cynara* spp.), Moosbeeren (*Vaccinium* spp.), Pilzkulturen, Pfefferminze (*Mentha piperita*), Golfkursen und außerdem gegen Flöhe (Siphonaptera) vermarktet. Insektenpathogene Nematoden werden weltweit gegen die Larven des kosmopoliten Schädling (Gefürchte Dickmaulrüssler, *Otiorynchus sulcatus*) in Moosbeeren, Pfefferminze, Blaubeeren und Baumschulpflanzen erfolgreich eingesetzt und halten in einigen Kulturen auch preislich einen Vergleich mit chemischen Pflanzenschutzmitteln stand.

4. Auswirkungen auf die Nichtzielfauna

Die Auswirkungen der insektenpathogenen Nematoden bei Aufwandmengen ab ~24 Nematoden/cm² lassen Befürchtungen über Schädigungen der Nichtzielfauna aufkommen. Umfassende wissenschaftliche Studien zum Einfluß der Nematoden und der symbiotisch assoziierten Bakterien zeigten keine Schädigung von Vertretern der Säugetiere und anderer Lebensformen. KOCH & BATHON (1993) und BUCK & BATHON (1993) konnten in Feldversuchen im allgemeinen keine signifikanten Auswirkungen auf die Nichtzielfauna von Coleopteren und Dipteren feststellen. Aufgrund der kurzen Persistenz, ein Großteil der ausgebrachten Nematoden geht innerhalb von Stunden oder Tagen nach der Ausbringung zu Grunde, sind signifikante Reduzierungen der Nichtzielorganismen als gering einzuschätzen.

5. Applikationsverfahren

Die verschiedensten Applikationsverfahren können eingesetzt werden, um die Insektenantagonisten erfolgreich in das Schädlingshabitat auszusetzen. Tröpfchenbewässerung (REED et al. 1986, WENNEMANN 1997), Regner (ELLSBURY et al. 1993), Rückenspritzen (WENNEMANN 1997), Furchenausbringung (GOUGE et al. 1996), Bodeninjektionstechniken (WENNEMANN 1992) werden ebenso eingesetzt wie herkömmliche Pflanzenschutzapplikationsgeräte und auch Flugzeugausbringung. Außerdem wurde die Ausbringung von mit Nematoden infizierten Wirtslarven in

das Schädlingshabitat und das Tauchen von mit Schädlingen befallenen Pflanzenwurzeln in Nematodenlösungen experimentell erprobt.

Die größten Erfolge werden erzielt, wenn die Nematoden in Bodennähe ausgebracht werden. Sie sind sehr empfindlich gegen Austrocknung und ultraviolettes Licht, deshalb ist eine gründliche Bewässerung vor und nach der Applikation für einen Bekämpfungserfolg von Wichtigkeit. Um einen erfolgreichen Einsatz der Nematoden zu erreichen, sollte die Bodentemperatur mindestens 16° C und nicht mehr als 30° C betragen. Allerdings müssen die verschiedenen Nematodenarten berücksichtigt werden und eine Verallgemeinerung für alle Arten sollten nicht gemacht werden. Beispielsweise bewährte sich *S. riobravis* bei der Bekämpfung von *Pectiophora gossypiella* in Baumwollfeldern auch bei höheren Bodentemperaturen während *S. feltiae* Parasitierungserfolge auch bei Temperaturen unter 12° C zeigt.

6. Review/Bibliographien und 'Cost'

Umfassende "Review articles" zum Thema insektenpathogene Nematoden sind von POINAR (1979), WEBSTER (1980), GAUGLER (1981), GEORGIS & GAUGLER (1991), GAUGLER & KAYA (1990, 1993), GEORGIS & MEANWEILER (1994) und SMART (1995) veröffentlicht worden. Zwei Fachbücher, die umfassend und detailliert über neue Forschungsergebnisse berichten, sind erschienen (GAUGLER & KAYA 1990, AKHURST et al. 1993).

In diesem Zusammenhang ist auch die "Entomopathogenic Nematode Bibliography" zu erwähnen, die von Dr. K. Smith, Dr. R.W. Miller und Dr. D. Simser zusammengestellt worden ist. Diese Literatursammlung von wissenschaftlichen Veröffentlichungen zum genannten Thema sind auf einem Computerprogramm abrufbar, die z.B. nach Schlagwörtern, Jahreszahlen oder Autoren in Form von Zusammenfassungen auf den Computerbildschirm gebracht werden können.

"COST Action 819" ist ein Zusammenschluß von Wissenschaftlern innerhalb der Europäischen Gemeinschaft mit dem Ziel, die Forschungsanstrengungen und Zusammenarbeit auf dem Gebiet insektenpathogener Nematoden in Europa zu vertiefen und zu koordinieren. 35 Wissenschaftler aus 17 europäischen Ländern und einer Forschungsstätte in Israel sind in 5 Arbeitsgruppen eingeteilt (1: Isolation und Identifikation von Nematoden-Arten, 2: Produktion und Applikation, 3: Biologie der Bakteriensymbionten, *Xenorhabdus* und *Photorhabdus*, 4: Nematoden Biologie und Genetik). Umfassende Tagungsberichte 'Genetics of entomopathogenic nematode-bacterium complexes (1994)' und 'Ecology and transmission strategies of entomopathogenic nematodes (1995)' sind bereits erschienen, drei weitere Tagungsbände werden in näherer Zukunft herausgebracht (application and persistence, pathogenicity and insect defenses, taxonomy). Informationen zu insektenpathogenen Nematoden können außerdem im Internet abgerufen werden (http://www.hri.ac.uk/cost_819, <http://www.pestmanagement.co.uk>).

1996 wurde eine Ausgabe der in England erscheinenden 'Biocontrol Science and Technology' Fachzeitschrift dem Thema insektenpathogene Nematoden gewidmet, in der die neusten Erkenntnisse und Fortschritte publiziert wurden. Als Autoren aus Deutschland leisteten Dr. R.-U. Ehlers (Universität Kiel), Dr. A. Peters (Universität Kiel) und Dr. H. Bathon (BBA, Darmstadt) wichtige Beiträge.

7. Zukunftsaussichten:

Die insektenpathogenen Nematoden verfügten 1994 über Marktanteile von 10 Mill. US\$. Nematoden werden hauptsächlich in 'niche markets' vermarktet, da der Zugang zu größeren Märkten aufgrund der Kosten und der Bedeutung der chemischen Pflanzenschutzmittel noch weitgehend versperrt ist. Allerdings ist bei anhaltenden Forschungsanstrengungen mit einem Anstieg der Marktanteile zu rechnen.

8. Literatur

- AKHURST, R.J., BEDDING, R.A. & KAYA, H.K. (1993): Nematodes and the Biological Control of Insect Pests. CSIRO, East Melbourne, Victoria, Australia.
- BATHON, H. (1996): Impact of entomopathogenic nematodes on nontarget hosts. *Bioc. Sc. Techn.* 6: 421-434.
- BUCK, M. & BATHON, H. (1993): Auswirkungen des Einsatzes entomopathogener Nematoden (*Heterorhabditis* sp.) im Freiland auf die Nichtzielfauna, 2. Teil: Diptera. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 66: 84-88.
- EHLERS, R.-U. (1996): Current and future use of nematodes in biocontrol: Practice and commercial aspects with regard to regulatory policy issues. *Bioc. Sci. and Techn.* 6: 303-316.
- EHLERS, R.-U. & HOKKANEN, H.M.T. (1996): Insect biocontrol with non-endemic entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis* spp.): Conclusions and recommendations of a combined OERCD and COST workshop on scientific and regulatory policy issues. *Bioc. Sci. Tech.* 6: 295-302.
- ELLSBURY, E.E., JACKSON, J.J., WOODSON, W. D., BECK, D.L. & STRANGE, K.A. (1993): Efficacy, application distribution, and concentration by stemflow of *S. carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) suspension applied with a lateral-move irrigation system for corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) control in maize. *J. Econ. Entom.* 89: 74-81.
- Gaugler, R. (1981): Biological control potential of neoplectanid nematodes. *J. Nematol.* 13:241-249.
- GAUGLER, R. & KAYA, H.K. (1990): Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC Press, Boca Raton.
- GAUGLER, R. & KAYA, H.K. (1993): Entomopathogenic nematodes. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 181-206.
- GEORGIS, R. & GAUGLER, R. (1991): Predictability in biological control using entomopathogenic nematodes. *J. Econ. Entomol.* 84: 713-720.
- GEORGIS, R. & MEANWEILER, S. (1994): Entomopathogenic nematodes: developing

biological control technology. Agric. Zool. Rev.6: 63-94.

- GOUGE, D.H., REAVERS, L.L., SOLTSMANN, M.M., VAN BERKUM, J.R., BURKE, R.A., FOLLOW-JECK, L.J. & HENNEBERRY, T.J. (1996): Control of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: gelechidae) larvae in Arizona and Texas cotton fields with *S. riobravus* (Cabanillas, Poinar and Raulston) (Rhabditida: Steinernematidae). Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. 1078-1082.
- HOM, A. (1994): Current status of entomopathogenic nematodes. The IPM Practitioner. 16: 1-12.
- KOCH, U. & BATHON, H.: (1993): Auswirkungen des Einsatzes entomopathogener Nematoden im Freiland auf die Nichtzielfauna, 1. Teil: Coleoptera. Anz. Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 66: 65-68.
- PETERS, A. & EHLERS, R.-U. (1994): Susceptibility of leatherjackets (*Tipula paludosa* and *T. oleraceae*; Tipulidae: Nematocera) to the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* J. Invertebr. Path. 63: 163-171.
- PETERS, A. (1996): The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and their impact on insect populations. Bioc. Sci. and Techn. 6: 389-402.
- POINAR, G.O., Jr. (1979): Nematodes for biological control of insects. CRC Press, Boca Raton.
- POINAR, G.O., Jr. & THOMAS, G.M. (1965): A new bacterium *Achromobacter nematophilus* sp. nov. (Achromobacteriaceae: Eubacteriales) associated with a nematode. Int. Bull. Bacteriol. Nomencl. Taxon. 15: 249-252.
- REED, D.K., G.L. & CREIGHTON, C.S. (1986): Introduction of entomogenous nematodes into trickle irrigation systems to control striped cucumber beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 79: 1330-1333.
- SMART, G.C., Jr. (1995): Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects. J. Nematol. 27: 529-534.
- WEBSTER, J.M. (1980): Biocontrol: the potential of entomophilic nematodes in insect management. Exp. Parasitol. 33: 197-206.
- WENNEMANN, L. (1992): Movement and persistence of three entomopathogenic nematodes, *Steinernema* spp., in soil of berry fields. MSc thesis. University of Reading, England.
- WENNEMANN, L. (1997): Early season application of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) against two pests of wine and juice grapes (*Vitis vinifera* and *V. labrusca*). Ph.D thesis. Washington State University, Pullman, WA, USA.

Dr. (Ph.D.) Ludger Wennemann

Friedrich-Hebbel-Str. 5

D - 45721 Haltern

FAX: 02364 5200, e-mail: ludger.wenneman@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag
Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [1997](#)

Autor(en)/Author(s): Wennemann Ludger

Artikel/Article: [Biologische Schädlingsbekämpfung mit insektenpathogenen
Nematoden \(Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae\) 217-221](#)