

In mit Wasseragar beschickten Mikrotiterplatten werden Keimlinge für drei Tage in der Klimakammer angezogen und anschließend mit einer Myzelsuspension an der Wurzelspitze inokuliert. Die Platten werden in der Klimakammer ohne Licht inkubiert, und nach weiteren vier bis sieben Tagen werden die Befallssymptome Verbräunung und Absterben der Keimwurzel nach einer Boniturskala in Befallsklassen eingeteilt, woraus sich der „Root Rot Index“ (RRI) berechnen lässt. Die Ergebnisse zeigen deutliche signifikante Variation in der Ausprägung des Root Rot Index von Keimlingen von Zuckerrübensorten gegenüber *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Aphanomyces cochlioides* und *Pythium ultimum*. Der RRI der getesteten Genotypen liegt bei Infektionsversuchen mit *Pythium ultimum* zwischen 90 % in einer anfälligeren und 20 % in einer toleranteren Sorte.

Des Weiteren konnte durch in die Pillierung eingebrachte Wirkstoffe, wie zum Beispiel Pyrisclostrobin und Fludioxonil, der Root Rot Index an Keimlingen bei Inokulation mit *Rhizoctonia solani* um bis zu 75 % gesenkt werden. Zudem sind signifikante Unterschiede in der Höhe des RRI bei verschiedenen Isolaten innerhalb einer Art ersichtlich.

Die Anwendung dieser Testmethodik ermöglicht sowohl eine schnelle Selektion von Zuckerrübensorten und Genotypen, die gegenüber einem Frühbefall resistent sind, als auch eine leicht handhabbare Beurteilung fungizider Wirkstoffe, was in anschließenden Gewächshaus- und Freilandstudien zu validieren ist.

Nematologie

115 - Hallmann, J.¹⁾; Daub, M.¹⁾; Schlathölder, M.²⁾; Schütze, W.¹⁾; Grosch, R.³⁾

¹⁾ Julius Kühn-Institut; ²⁾ P. H. Petersen Saatzucht GmbH; ³⁾ Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e. V.

Mit Biofumigation pflanzenparasitäre Nematoden bekämpfen?

Is Biofumigation a suitable method for control of plant-parasitic nematodes?

Die Biofumigation ist ein Verfahren zur Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger basierend auf den in Brassicaceen enthaltenen Glukosinolaten. In wärmeren Regionen (z. B. U.S.A., Australien, Italien) wird dieses Verfahren bereits erfolgreich in der Praxis eingesetzt. Über dessen Wirkung in gemäßigten Klimaregionen ist bisher aber nur wenig bekannt. In einem vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz durchgeführten Forschungsvorhaben (Programm zur Innovationsförderung) wurde untersucht, inwieweit dieses Verfahren auch für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden im gemäßigten Klima geeignet ist. Die Wirkung verschiedener Isothiocyanate auf *Meloidogyne hapla* und *Pratylenchus penetrans* wurde *in vitro* ermittelt. In Feldversuchen wurde die Wirkung verschiedener Sorten von Weißem Senf, Ölrettich und Sareptasenf bzw. Sortenmischungen bei Anbau als Biofumigation (= Umbruch zur Hauptblütezeit) auf pflanzenparasitäre Nematoden untersucht.

Verschiedene Glucosinolate bilden unterschiedliche Isothiocyanate, und entsprechend unterschiedlich ist auch deren Wirkung auf pflanzenparasitäre Nematoden. Die beste Wirkung wurde mit Allyl-Isothiocyanat (aus Sinigrin, in Sareptasenf enthalten) erzielt. Bereits Konzentrationen von 0,01 µmol führten zu einer vollständigen Abtötung juveniler Tiere von *Meloidogyne hapla*.

Demgegenüber war die Wirkung bei *Pratylenchus penetrans* deutlich geringer und betrug bei 0,1 µmol Allyl-Isothiocyanat lediglich 50 %. Bei *P. penetrans* zeigte sich zudem, dass die juvenilen Stadien anfälliger auf den Wirkstoff reagierten als adulte Tiere. Die Isothiocyanate Benzyl-, Butyl-, Ethyl-, Methyl-, Phenyl- und 2-Phenylethylisothiocyanat zeigten insgesamt eine geringere Wirkung gegen *M. hapla* als Allyl-Isothiocyanat, wobei die Unterschiede zwischen den Wirkstoffen teils beträchtlich waren.

In den Feldversuchen konnte nur vereinzelt eine Wirkung gegen pflanzenparasitäre Nematoden festgestellt werden. Insgesamt wurde beobachtet, dass Kulturen, die bereits während der Anbauphase zu einer Vermehrung der Nematoden führen, diese durch nachfolgende Biofumigation nicht mehr unter den Ausgangsbesatz reduzieren können. Entsprechend wichtig ist es, Sorten für die Biofumigation einzusetzen, an denen sich die primär schädigenden Nematoden nicht vermehren können. Dies wurde auf Flächen mit *M. hapla* durch Anbau von Ölrettich cv. 'Contra' umgesetzt. Auf diesen Flächen konnte eine gute Reduzierung von *M. hapla* erreicht werden, die tendenziell sogar höher lag als bei der Schwarzbrache. Im Vergleich zum Anbau von Ölrettich cv. 'Contra' als Fangpflanze oder überwinterte Zwischenfrucht zeigte die Biofumigation jedoch keine bessere Wirkung. Im Hinblick auf *Pratylenchus* spp. (*P. crenatus*, *P. neglectus*) war die Wirkung der Biofumigation mit Ölrettich cv. 'Contra' insgesamt geringer als bei *M. hapla*, andererseits zeigte die Biofumigation hier eine tendenziell bessere Wirkung im Vergleich zu den Varianten Fangpflanze und Standard.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Biofumigation als eine Variante des Zwischenfruchtanbaus durchaus Chancen bei der Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden bietet. Eine kurzfristige Sanierung der Flächen im Hinblick auf pflanzenparasitäre Nematoden ist aber nicht möglich. Auch sollte man den Einsatz der Biofumigation gut mit anderen Möglichkeiten des Zwischenfruchtanbaus (Fangpflanze, resistente Sorten etc.) abwägen, um einen möglichst optimalen Bekämpfungserfolg zu haben. In jedem Falle sollte die Biofumigation in der warmen Jahreszeit angebaut und vor allem umgebrochen werden, da die enzymatische Hydrolyse der Glucosinolate zu Isothiocyanaten bei Temperaturen < 20 °C rasch abnimmt. Weiterhin wichtig sind ein möglichst feines Zerschlagen der Pflanzenzellen und die rasche Einarbeitung in den Boden. Um volatile Verluste zu reduzieren, sollte der Boden gewalzt oder alternativ mit 20 mm bewässert werden. Empfehlenswert ist auch eine Düngung mit 50 kg N/ha zu Kulturbeginn. Bei Smin-Gehalten <50 kg/ha sollte zusätzlich eine Schwefeldüngung mit 30-50 kg S/ha erfolgen. Inwieweit durch Anbau von Sorten mit höheren Glucosinolatgehalten eine bessere Wirkung zu erzielen ist, müssen zukünftige Untersuchungen zeigen.

116 - Addis, T.¹⁾; Mulawarman, M.²⁾; Waeyenberge, L.³⁾; Moens, M.³⁾; Viaene, N.³⁾; Ehlers, R.-U.⁴⁾

¹⁾ Ghent University, Belgium; ²⁾ Sriwijaya University, Indonesia; ³⁾ Institute for Agricultural and Fisheries Research, Burg, Belgium; ⁴⁾ Christian-Albrechts-Universität Kiel

Morphologische und molekulare Unterschiede bei *Steinernema feltiae* Stämmen aus Indonesien und ihre Virulenz und Hitzetoleranz

Morphological and molecular variation in *Steinernema feltiae* from Indonesia and characterisation of their virulence and heat tolerance

Four steinernematid strains (SCM, SNC, SNGD and Ssp60) which had been isolated from soil samples in Sumatra, Indonesia, were identified using molecular, morphometric, morphological and cross hybridization methods. In addition, their virulence against last instar *Tenebrio molitor* and heat tolerance was compared with a European isolate of *S. feltiae*. The maximum sequence differences of 6 bp (7.5 %) in the ITS rDNA region was found between SNGD and *S. feltiae* strain SN. In the D2D3 expansion segment of LSU rDNA the difference is ≤ 1 bp (0.2 %) when compared with *S. feltiae* strain Bodega Bay. The maximum sequence difference among the four strains was 7 bp (8.8 %) between SCM and SNGD & SNC and SNGD in the ITS and 2 bp (0.3 %) between SCM and Ssp60 in D2D3 regions of the rDNA. Based on crosses and reverse crosses all the strains are not reproductively isolated and can reproduce with European strains of *S. feltiae*. The lowest LC₅₀ of 373 dauer juveniles/40 insects was observed for strain SCM and the highest for *S. feltiae* strain Owiplant (458). Significant variation in heat tolerance was observed between *S. feltiae* strain Owiplant and SNGD in both adapted and non-adapted heat tolerance experiments. The data on heat tolerance indicate that a search for genetic variability among tropical strains of *S. feltiae* may be useful to obtain heat tolerant traits to be used in breeding for heat tolerant strains.

117 - Martinuz, A.; Sikora, R.A.

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Effect of the interaction between the mutualistic endophytes *Glomus intraradices* 510, *Fusarium oxysporum* FO162 and *Rhizobium etli* G12 on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato

Effects of single and combinations of fungal and bacterial endophytes were studied in greenhouse tests. The individual application of each of the biocontrol agents on tomato resulted in significant reductions in the number of root-knot nematodes that penetrated, produced galls and egg masses. However, concomitant enhancement with *F. oxysporum* together with *G. intraradices* or with *R. etli* did not lead to significant synergistic interactions. There was indication of negative relationship between the endophytes with regard to root colonization and *in vitro* testing.

118 - Hermus, S.
Humboldt-Universität zu Berlin

Untersuchungen zum Auftreten indigener entomopathogener Nematoden in ausgesuchten Obstkulturen in Berlin und Brandenburg

Researches concerning the natural appearance of entomopathogenic nematodes in selected fruit plantations in Berlin and Brandenburg

Untersucht wurden in den Jahren 2007 und 2008 die Böden von fünf verschiedenen Obstbau-Standorten in Berlin und Brandenburg auf natürliche Vorkommen entomopathogener Nematoden (EPN). Die dort beprobten Obstanlagen wurden nach Bewirtschaftungsform, Standortspezifität, Obstart und Anlagenalter ausgewählt. Um die Nematoden aus den Erdproben zu isolieren, wurde das Köderverfahren mittels der großen Wachsmottenlarve *Galleria mellonella* (LINNAEUS) benutzt.

Es konnten sowohl 2007 (n = 600) an 86,4 % und 2008 (n = 720) an 67,2 % der untersuchten Flächen EPN aus den Böden isoliert werden. Dabei waren sowohl Nematoden aus der Familie Heterorhabditidae wie auch Nematoden aus der Familie Steinernematidae. In den Obstanlagen stellte die Bewirtschaftungsweise eine signifikante Einflussgröße dar. In ökologisch geführten Anlagen traten signifikant mehr EPN in den Böden auf als in integriert bewirtschafteten Kulturen. Außerdem kommen in integriert geführten Apfelanlagen weit weniger EPN vor als in den vergleichenden Obstkulturen Kirsche, Heidelbeere und Pflaume. Dabei hat die Kulturführung durch den Obstanlagenbetreiber offenbar einen bedeutenden Einfluss. Darüber hinaus wurde die Wertigkeit abiotischer und biotischer Faktoren an den Beprobungsorten geprüft. Diese Daten wurden in ein Modell eingebettet und die signifikanten Einflussgrößen für das Auftreten natürlicher EPN-Vorkommen über die beiden Jahre in den Obstanlagen berechnet. Von 13 untersuchten Faktoren erwiesen sich folgende fünf Faktoren als statistisch relevant in ihrer Wertigkeit:

- Alter der Obstanlage (p-Wert von 0)
- Wirtsvorkommen (p-Wert von 0,001)
- Anteil organischer Substanz im Boden (p-Wert von 0,001)
- Anzahl der Insektizideinsätze (p-Wert von 0,01)
- Jahr der Beprobung 2007/2008 (p-Wert von 0,001).

Die Hintergründe dieser Ergebnisse werden beleuchtet, und die Annahme für ein regelmäßiges Vorkommen dieser Tiere in Obstanlagen wird diskutiert.

119 - Knuth, P.
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg

Persistenz von entomopathogenen Nematoden in Böden des Oberrheins – Ergebnisse von 2009

Persistence of entomopathogenic nematodes in soil of the Upper Rhine – Results of 2009

Die Bekämpfung des Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera*) mit chemischen Pflanzenschutzmitteln ist in Deutschland zurzeit sehr schwierig und in der Öffentlichkeit umstritten. Nach dem Verbot von wirksamen Beizmitteln (Neonikotinoide) aufgrund des Bienensterbens im Jahr 2008 am Oberrhein ist eine chemische Bekämpfung der Larven im Boden mit insektiziden Granulaten nur mit einer Genehmigung nach § 11 PflSchG erlaubt. Zugelassene Insektizide zur Bekämpfung der Käfer stehen ebenfalls nicht zur Verfügung. Insbesondere in den Saatmaisgebieten des Oberrheins mit sehr intensivem Maisanbau ist eine alternative Bekämpfungsmöglichkeit dringend erforderlich.

Untersuchungen des CABI Europe-Switzerland in Ungarn in den Jahren 2005/2006 haben gezeigt, dass von den entomopathogenen Nematodenarten vor allem *Heterorhabditis bacteriophora* Maiswurzelbohrerlarven sehr gut parasitieren können. Für den Praxiseinsatz der Nematoden stehen allerdings noch keine erprobten Verfahren zur Verfügung. Eine Ausbringung der Nematoden zur Maissaat wäre aus Kostengründen sicherlich zu bevorzugen. Die Maiswurzelbohrerlarven schlüpfen aber erst einige Wochen nach der Maissaat, so dass die ausgebrachten Nematoden im Boden ohne Wirte einige Zeit überdauern müssen. Im Rahmen eines im Jahr 2009 begonnenen Forschungsprojektes des Landes Baden-Württemberg wurden erste Praxisversuche durchgeführt. Primäre Fragestellungen waren, mit welcher Technik die Nematoden ausgebracht werden können, ob als Flüssigformulierung oder in Form eines von der Firma e-nema neu entwickelten Nematodengranulates, und wie lange unter den klimatischen Bedingungen und den Böden der Oberen Rheinebene die Nematoden überdauern

können. In der Nähe von Freiburg wurden zwei Versuchsstandorte mit unterschiedlichen Böden (leichter, sandiger Boden und Lössboden) ausgewählt und die Nematoden direkt zur Saat als Flüssigformulierung (112000 Larven pro Reihenmeter) bzw. in Granulatform (10 kg/ha, 150000 pro Gramm) und als Flüssigformulierung im 4-Blattstadium (112000 Larven pro Reihenmeter) des Mais ausgebracht.

Zur Untersuchung der Persistenz und Aktivität der ausgebrachten Nematoden wurden von jeder Variante in wöchentlichem Abstand 20 Bodenproben direkt an den Maispflanzen gezogen. Jede Bodenprobe wurde in ein 250 cm³ Plastikgefäß gefüllt und jeweils 20 Mehlwürmer zugegeben. Die Mehlwürmer (Larven des Mehlkäfers, *Tenebrio molitor*) dienen als Ersatzwirt für Maiswurzelbohrerlarven und sind ähnlich anfällig für *Heterorhabditis bacteriophora*. Nach einer Woche Inkubationszeit bei Zimmertemperatur können die Proben ausgewertet werden. Parasitierte Mehlwürmer verfärben sich rotbraun und sind leicht von gesunden Mehlwürmern zu unterscheiden. Überraschenderweise waren selbst zehn Wochen nach der Applikation immer noch aktive *H. bacteriophora*-Larven mit diesem Biotest nachweisbar.

Die Bodenbeschaffenheit hatte einen sehr deutlichen Einfluss auf den Parasitierungsgrad der Mehlwürmer. Während beim Lössboden vier Wochen nach der Applikation bei Ausbringung als Flüssigformulierung zur Saat noch Parasitierungsgrade von durchschnittlich 45 % erzielt wurden, fielen die Werte beim leichten Boden nach vier Wochen bereits unter 30 % Mortalität ab. Die Granulatausbringung war im ersten Versuchsjahr aufgrund der schlechten Rieselfähigkeit des Produktes noch sehr ungenau. Es wurde nur ca. 1/3 der angestrebten Ausbringungsmenge von 10 kg/ha ausgebracht. Dennoch konnten im Biotest bei den Mehlwürmern relativ hohe Parasitierungsgrade (ca. 30 % nach vier Wochen, Lössboden) erzielt werden. Die im vergangenen Jahr durchgeführten ersten Testversuche geben Anlass zur Hoffnung, zur Bekämpfung des Maiswurzelbohrers eine biologische Bekämpfung mit entomopathogenen Nematoden entwickeln zu können.

Tierische Schaderreger

120 - Schwabe, K.; Heimbach, U.
Julius Kühn-Institut

Forschungsprogramm des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zur Bekämpfung des Westlichen Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera*)

German *Diabrotica* research program of the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection

Viele Fragen zum wirtschaftlich bedeutendsten Maisschädling im intensiven Maisanbau - dem Westlichen Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) - sind derzeit noch ungeklärt. Um möglichst effizient vorzugehen, wurde 2008 ein umfangreiches Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV, Federführung Julius Kühn-Institut) in Absprache und Co-Finanzierung mit dem Freistaat Bayern (Federführung LfL Bayern) ausgearbeitet, mit dem Ziel vertiefende Kenntnisse zur nachhaltigen Bekämpfung von *Diabrotica* zu gewinnen und wissenschaftliche Empfehlungen hinsichtlich erforderlicher Eingrenzungsmaßnahmen zu erarbeiten. Dazu wurde auch eine gemeinsame Homepage unter <http://diabrotica.jki.bund.de> eingerichtet.

Das Poster gibt einen Überblick über die vom BMELV geförderten *Diabrotica*-Projekte und präsentiert im Rahmen deren errungene neue Erkenntnisse.

Ziel des Biologieprojektes ist es, Daten als Grundlage für die Modellierung und Erstellung von Prognosen zum Auftreten und zur optimalen Bekämpfung von *Diabrotica* zu erarbeiten. Verfügbare Vorhersagemodelle beruhen meist auf amerikanischen Ergebnissen. Bestehende Unterschiede zwischen den in Europa auftretenden und den amerikanischen Populationen hinsichtlich Fitness und Mobilität erschweren jedoch die Treffsicherheit von Prognosemodellen. Für eine derartige Prognose in Deutschland werden biologische Daten von in Europa auftretenden *Diabrotica* benötigt.

Das Simulationsmodell-Projekt hat ein webfähiges Entscheidungshilfesystem zur Ableitung von optimalen Monitoring- und Bekämpfungszeitspannen von *Diabrotica* zum Ziel. Dazu muss die Populationsdynamik des Schaderregers mit Hilfe eines Simulationsmodells dargestellt werden, welches per Internet verfügbar gemacht wird. Ein anderes Forschungsprojekt untersucht die Wirkung von Bodenbearbeitungsverfahren und Überschwemmungsperioden auf die Mortalität der *Diabrotica*-Population. Insbesondere die Wirkung eines wendenden Pflügens im