

## Chancen und Grenzen der Biofumigation für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden

Hallmann, J.<sup>1</sup>, Buck, H.<sup>2</sup>, Rau, F.<sup>3</sup>, Daub, M.<sup>4</sup>, Schütze, W.<sup>5</sup>, Grosch, R.<sup>6</sup> und Schlathöller, M.<sup>7</sup>

*Keywords:* *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus*, *Brassicaceae*, *Isothiocyanate*

### Abstract

*Biofumigation is considered a promising nematode control alternative. In vitro tests confirmed the high nematicidal properties of isothiocyanates, the driving compounds of biofumigation. Its potential under temperate climate conditions was tested on a commercial farm. The tested biofumigation treatments reduced population densities of Pratylenchus spp. but had little effect on Meloidogyne hapla. The latter was most likely due to the good status of the tested varieties. To further optimize the biofumigation system non-host crops with high concentration of glucosinolates have to be selected.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Gemüsebau sind Wurzelgallennematoden (*Meloidogyne hapla*) und Wurzelläsionsnematoden (*Pratylenchus* spp.) bedeutende Schaderreger (Hallmann et al. 2007). Möhren und Zwiebeln, aber auch anderen Gemüsearten können teils erheblich geschädigt werden. Ein noch recht junges Bekämpfungsverfahren ist die Biofumigation. Hierbei werden Kreuziferen mit hohen Glucosinolatgehalten angebaut und zum Zeitpunkt der Blüte, wenn die Glucosinolatgehalte am höchsten sind, mit einem Mulcher zerkleinert und mit einer Fräse in den Boden eingearbeitet. Durch enzymatische Hydrolyse der Glucosinolate entstehen im Boden nematizid wirkende Isothiocyanate. Für eine optimale Wirkung sind Bodentemperaturen um 25°C und eine hohe Bodenfeuchte erforderlich. In Südeuropa, aber auch in USA und Australien wird die Biofumigation recht erfolgreich zur Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden eingesetzt (Potter 1998). Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Wirkungsgrad und die Wirkungssicherheit der Biofumigation für die Bedingungen gemäßigter Klimaregionen zu testen und zu optimieren. Hierzu soll: (1) an einem vorhandenen Sortiment aussichtsreicher Kreuziferenarten und -sorten der Anteil Isothiocyanatfreisetzender Glucosinolate bestimmt, (2) der Glucosinolatgehalt durch züchterische Bearbeitung in den Kreuziferen erhöht und (3) durch Optimierung der Anbaumaßnahmen die Glucosinolatmenge pro Flächeneinheit gesteigert werden.

<sup>1</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Topheideweg 88, 48161 Münster, [johannes.hallmann@jki.bund.de](mailto:johannes.hallmann@jki.bund.de), [www.jki.bund.de](http://www.jki.bund.de)

<sup>2</sup> Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH, Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede, [h.buck@oekoring.de](mailto:h.buck@oekoring.de), [www.oeko-komp.de](http://www.oeko-komp.de)

<sup>3</sup> Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH, Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede, [f.rau@oekoring.de](mailto:f.rau@oekoring.de), [www.oeko-komp.de](http://www.oeko-komp.de)

<sup>4</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Dürener Straße 71, 50189 Elsdorf, [matthias.daub@jki.bund.de](mailto:matthias.daub@jki.bund.de), [www.jki.bund.de](http://www.jki.bund.de)

<sup>5</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg, [wolfgang.schuetze@jki.bund.de](mailto:wolfgang.schuetze@jki.bund.de), [www.jki.bund.de](http://www.jki.bund.de)

<sup>6</sup> Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Theodor Echtermeyer Weg 1, 14979 Großbeeren, [grosch@igzev.de](mailto:grosch@igzev.de), [www.igzev.de](http://www.igzev.de)

<sup>7</sup> P. H. Petersen Saatzeit Lundsgaard GmbH, 24977 Grundhof, [schlathoelter@phpetersen.com](mailto:schlathoelter@phpetersen.com), [www.phpetersen.com](http://www.phpetersen.com)

Weiterhin soll gezeigt werden, ob die aus Glucosinolaten gebildeten Isothiocyanate eine nematizide oder nematostatische (lähmende) Wirkung haben und bei welchen Konzentrationen dies der Fall ist.

## Methoden

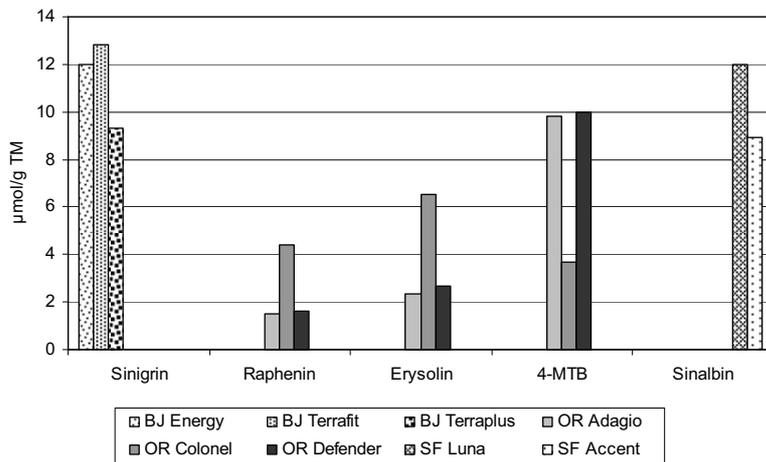
Die direkte Wirkung von Isothiocyanaten auf verschiedene Nematodenarten wurde *in vitro* untersucht. Es wurden kommerziell erhältliche Isothiocyanate eingesetzt, wie z. B. Allylisothiocyanat (aus Sinigrin, in Sareptasenf enthalten) und 2-Phenylethylisothiocyanat (aus Nasturtiin, in Sareptasenf enthalten). Die Konzentrationen betragen 1  $\mu\text{mol}$ , 0,1  $\mu\text{mol}$  und 0,01  $\mu\text{mol}$ . Die Durchführung des Feldversuches erfolgte auf dem Betrieb von Heiner Helberg, Biohof Eilte GbR, in Ahlden, Niedersachsen. Die untersuchten Varianten waren: Sareptasenf (BJ, cvs. Energy, Terrafit, Terraplus, Saatstärke: 12 kg/ha), Ölrettich (OR, cvs. Adagio, Colonel, Defender, Saatstärke: 25 kg/ha), Weißer Senf (SF cvs. Luna, Adagio, Saatstärke 20 kg/ha) und zwei Artenmischungen (Terraprotect RB mit Energy/Defender, Terraprotect MB mit Energy/Luna, Saatstärke: 15 kg/ha). Der Versuch wurde als Streifenanlage angelegt. Die Streifengröße betrug 3 x 50 m. Jeder Streifen wurde in 4 Meßwiederholungen von 3 x 12,5 m unterteilt. Pro Messwiederholung wurde der Nematodenbesatz vor Aussaat (24.07.2007) und vier Wochen nach Einarbeitung der Biofumigation (25.09.2007) ermittelt. Pro Bodenprobe wurden 30 Einstiche aus 0-20 cm Tiefe entnommen. Der Boden wurde gemischt und aus 250 ml Boden wurden die Nematoden mittels der Zentrifugationsmethode extrahiert und ausgezählt. Zum Zeitpunkt der Einarbeitung neun Wochen nach Aussaat wurde zusätzlich die Biofrisch- und Biotrockenmasse ermittelt und der Glucosinolatgehalt mittels HPLC bestimmt.

## Ergebnisse

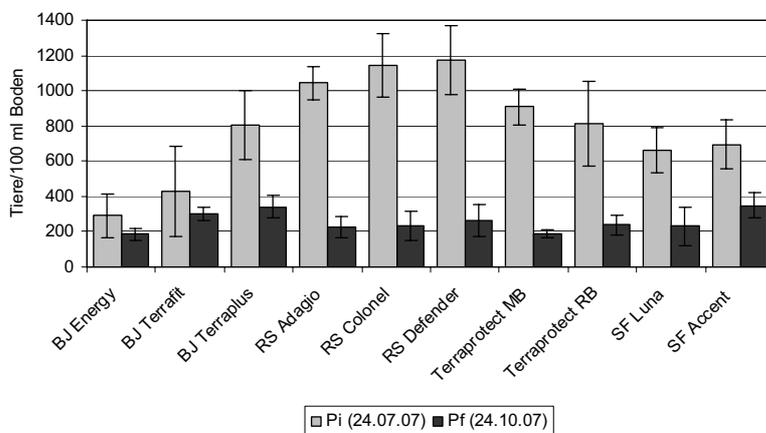
*In vitro*-Versuch: Die Isothiocyanate Allylisothiocyanat und 2-Phenylethylisothiocyanat zeigten eine ausgeprägte nematizide Wirkung gegen *Meloidogyne hapla* und *Pratylenchus penetrans*. Bei einer Konzentration von 0,1  $\mu\text{mol}$  wurden innerhalb von 3 Stunden 98% der Tiere abgetötet.

Feldversuch: Die Frischmasseeerträge schwankten zwischen 15,9 t/ha für Terraprotect MB und 29,5 t/ha für Ölrettich cv. Adagio, die Trockenmasseeerträge zwischen 2,75 t/ha für Sareptasenf cv. Terraplus und 3,89 t/ha für Weißer Senf cv. Luna. Die Hauptglucosinolate waren Sinigrin für Sareptasenf, Sinalbin für Weißer Senf und Raphenin, Erysolin und 4-Methylthiobutenyl für Ölrettich (Abb. 1). Bezogen auf den Trockenmasseeertrag ergaben sich daraus folgende maximale Glucosinolatgehalte: 9,6 kg/ha Methylthiobutenyl (OR Defender), 14,7 kg/ha Sinigrin (BJ Energy) bzw. 19,8 kg/ha Sinalbin (SF Luna).

Alle Biofumigationsvarianten führten zu einer Reduzierung von *Pratylenchus* spp. (Mischpopulation von *P. penetrans* und *P. crenatus*) (Abb. 2). Die Reduzierung der Besatzdichte lag zwischen 15% (BJ Terrafit) und 80% (OR Colonel). Für eine abschließende Bewertung der Ergebnisse muss allerdings der unterschiedliche Ausgangsbesatz mit berücksichtigt werden, da bei hohen Besatzdichten allgemein von einer stärkeren Reduzierung auszugehen ist, als bei geringen Besatzdichten.



**Abbildung 1: Konzentration der Hauptglucosinolate in verschiedenen Kreuzferenarten und –sorten zum Zeitpunkt der Einarbeitung.**



**Abbildung 2: Einfluss verschiedener Biofumigationsvarianten auf die Besatzdichte von *Pratylenchus* spp.**

Bezogen auf *M. hapla* war der Ausgangsbesatz auf der Versuchsfläche sehr heterogen. Die Biofumigationsvarianten hatten keine bzw. nur eine geringe Wirkung auf *M. hapla* (nicht dargestellt). In parallel durchgeführten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die eingesetzten Biofumigationsvarianten allesamt gute Wirtspflanzen für *M. hapla* waren.

## Diskussion

Wie die Ergebnisse des Feldversuches für *Pratylenchus* spp. zeigen, bietet die Biofumigation durchaus Chancen für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden. Andererseits zeigen die Erfahrungen mit *M. hapla* auch die Grenzen der Biofumigation auf. Eine gute Wirkung erfordert den Einsatz von Nicht-Wirtspflanzen bzw. schlechten Wirtspflanzen, denn eine nennenswerte Vermehrung der Nematoden während des Anbaus der Biofumigationskultur kann durch die Biofumigationwirkung nach Einarbeitung der Kultur nicht kompensiert werden. Somit stellt sich die Frage, worauf ist die beobachtete Wirkung primär zurückzuführen: (1) auf die nematiziden Eigenschaften der Isothiocyanate (= Biofumigation), (2) auf die fehlende Vermehrung der Nematoden bei Anbau von Nichtwirtspflanzen oder aber (3) auf unspezifische Effekte in Verbindung mit der Einarbeitung und mikrobiellen Abbau der organischen Substanz im Boden. Um wissenschaftlich fundierte Antworten auf diese Fragen zu erhalten, werden derzeit Untersuchungen zu den einzelnen Faktoren durchgeführt.

## Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass für eine nachhaltige Reduzierung pflanzenparasitärer Nematoden mittels der Biofumigation Arten bzw. Sorten einzusetzen sind, die während des Anbaus nicht zu einer Vermehrung der jeweiligen Nematoden führen. Die im Boden auftretenden Hauptschaderreger lassen sich im Vorfeld über eine entsprechende Bodenuntersuchung erfassen. Weiterhin sollte die Biofumigationskultur bei möglichst hohen Bodentemperaturen eingearbeitet werden, d. h. spätestens Anfang/Mitte September. Eine abschließende „Versiegelung“ des Bodens durch leichtes Walzen bzw. (noch besser) Beregung erhöht die Verweildauer der Wirkstoffe im Boden und wirkt sich positiv auf die Wirkungshöhe aus.

## Danksagung

Das Projekt wurde gefördert im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

## Literatur

- Hallmann, J., Frankenberg, A., Paffrath, A., Schmidt, H. (2007): Occurrence and importance of plant-parasitic nematodes in organic farming in Germany. *Nematology* 9: 869-879
- Potter, M., Davies, R.K., Rathjen, A.J. (1998): Suppressive impact of glucosinolates in *Brassica* vegetative tissues on root lesion nematode *Pratylenchus neglectus*. *J Chem. Ecol* 24: 67-80.