

## ABSCHLIEßENDE BEWERTUNG

JOHANNES HALLMANN; Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsanstalt für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Toppheideweg 88, 48161 Münster; e-mail: johannes.hallmann@jki.bund.de

In dem Fachgespräch wurden verschiedenste Aspekte der Biofumigation vorgestellt und diskutiert. Neben je einem Beitrag zu den chemischen Grundlagen der Biofumigation sowie den züchterischen Möglichkeiten zur Optimierung dieses Verfahrens, wurde in 11 Präsentationen die Wirkung der Biofumigation gegen bodenbürtige Schaderreger dargestellt. Darunter waren sieben Beiträge mit Ergebnissen zu pflanzenparasitären Nematoden (*Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchus* sp.) und sieben Beiträge zu pflanzenpathogenen Pilzen (*Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* etc). In neun Beiträgen wurden Biofumigations-Kulturen (Sareptasenf, Ölrettich, Weißer Senf) im Freiland angebaut und zur Blüte eingearbeitet und in drei Beiträgen wurden Pellets zur Biofumigation eingesetzt (MICHEL, EDER UND ROTH, GREVSEN).

Untersuchungen zur Wirkung der Biofumigation gegen pflanzenparasitären Nematoden zeigten in vier Beiträgen eine Reduzierung (DAUB ET AL., RAU, EDER UND ROTH, NITT UND GOLECKI), in vier weiteren Beiträgen keine Wirkung bzw. sogar eine Zunahme bestimmter pflanzenparasitärer Nematoden (THODEN ET AL., KORTHALS ET AL., NITT UND GOLECKI, GREVSEN). Vergleichbar wurden in den Untersuchungen zu bodenbürtigen Pilzen in zwei Fällen positive Effekte festgestellt (GROSCH ET AL., MICHEL), in zwei anderen Fällen keine Wirkungen (FRIED, GREVSEN).

Damit stellt sich die Frage nach den Ursachen für die recht unterschiedlichen Wirkungen? Leider können die Versuche hierauf keine klare Antwort geben, da sie unter völlig verschiedenen methodischen Ansätzen und Umweltbedingungen in unterschiedlichsten Wirt-Pathogen-Systemen durchgeführt wurden und somit nicht miteinander verglichen werden können. Teilweise waren die Versuchsbedingungen bekanntermaßen nicht ideal, in anderen Fällen wurde aber auch unter vermeintlich optimalen Bedingungen keine Wirkung erzielt. Viele die Biofumigation beeinflussenden Faktoren wurden zwar intensiv unter wärmeren Klimaregionen (Australien, USA, Italien) untersucht, doch für gemäßigte Klimabedingungen gibt es bis heute kaum entsprechende Untersuchungen. Dies gilt für den Einfluss von

Bodenfaktoren (pH, organische Substanz, Kalkgehalt), Klimafaktoren (Temperatur, Feuchte) als auch Anbaufaktoren (Sortenwahl, Nährstoffversorgung, Pflanzenaufschluss und Einarbeitung) auf die Wirkung der Biofumigation. Einen guten Überblick verschiedenster Einflussfaktoren und Möglichkeiten für deren Optimierung hat Vincent Michel in seinem obigen Beitrag (Tab. 2, S. 65) gegeben.

Aus der Praxis wird auch immer wieder auf Schwierigkeiten bei der Durchführung der Biofumigation hingewiesen, wie zum Beispiel:

- Zu geringe Biomasse, d. h. zu geringe Wirkstoffmenge/ha
- Schlechter Aufwuchs infolge von Nährstoffmangel (N, S), Trockenheit etc.
- Einarbeitung bei zu kühler Witterung (Herbst)
- Unbefriedigende Zerkleinerung der Biomasse, schlechte Einarbeitung
- Fehlende Möglichkeit der Bewässerung

Jeder einzelne dieser Faktoren kann Ursache von schwankenden Wirkungsgraden sein. Deshalb sollte man sich vor Beginn der Biofumigation genauestens überlegen, ob dieses Verfahren unter den vorhandenen Bedingungen fachgerecht durchgeführt werden kann.

### **Durchführung der Biofumigation**

Ein jeder, der Biofumigation durchführen möchte, sollte sich vorab gründlich über dieses Verfahren informieren. Eine Unterdrückung bodenbürtiger Schaderreger ist, wenn überhaupt, nur bei ordnungsgemäßer Durchführung der Biofumigation möglich. Hierzu zählt unter anderem auch die genaue Kenntnis der primär schädigenden bodenbürtigen Schaderreger, die bekämpft werden sollen. Da bodenbürtige Schaderreger recht verschieden auf unterschiedliche Biofumigations-Kulturen reagieren, sollte die Kulturart bzw. -sorte so gewählt werden, dass der primäre Schaderreger möglichst umfassend erfasst wird. Die entscheidenden Schritte zur Durchführung der Biofumigation sind in Abbildung 1 dargestellt.



Abb. 1: Entscheidende Schritte zur Durchführung der Biofumigation

### Chancen der Biofumigation

Auch wenn die bisherigen Ergebnisse zur Wirkung der Biofumigation unter gemäßigten Klimabedingungen wenig überzeugend sind, so hat dieses Verfahren durchaus auch Chancen bei der Fruchtfolgengestaltung, vor allem durch:

- (teilweise) Unterdrückung bestimmter bodenbürtiger Schaderreger
- Auflockerung der Fruchtfolge
- Nutzung der positiven Wirkung von Zwischenfrüchten
- Potential zur Wirkungssteigerung, da es noch ein junges Verfahren mit Entwicklungsmöglichkeiten darstellt
- Einsatz im Ökolandbau und

- Einsatz im Gewächshaus.

Langfristig und in Kombination mit anderen Maßnahmen kann die Biofumigation durchaus dazu beitragen, unerwünschte Schaderreger zurückzudrängen und das Bodenleben zu stimulieren. Bei der Biofumigation werden ähnlich einer Gründüngung oder der Applikation von Kompost bzw. Stallmist hohe Mengen (bis zu 30 t/ha) an organischer Biomasse in den Boden eingebracht. Dies führt zu einer temporären Förderung des Bodenlebens, insbesondere von Bakterien, Pilzen und freilebenden Nematoden (Collins et al. 2006).

### **Grenzen der Biofumigation**

Eines scheint sicher, eine Bekämpfung aller bodenbürtigen Schaderreger mit Biofumigation wird auch in Zukunft nicht möglich sein. Weder in Bezug auf Wirkungshöhe, Wirkungsspektrum und Wirkungssicherheit kann die Biofumigation nicht mit einer einmaligen Applikation chemisch-synthetischer Bodenentseuchungsmittel mithalten. Damit stellt die Biofumigation auch keine Alternative zum Einsatz von Methylbromid, Basamid, Metam-Natrium oder anderen Bodenentseuchungsmitteln dar, wie es in verschiedenen Medien häufig induziert wird. Darüber hinaus wurden die Grenzen der Biofumigation bereits in vielen der zuvor verfassten Kurzbeiträge aufgezeigt, wie:

- Fehlende bzw. zu geringe Wirkung
- Vermehrung von Schaderregern während der Kulturdauer
- Starker Einfluss der Umwelt auf Wirkungshöhe und Wirkungssicherheit
- teils schlecht in bestehende Fruchtfolgen zu integrieren
- zusätzliche Kosten und
- zeitliche Kollision mit anderweitigen Arbeitsspitzen innerhalb des Betriebes.

### **Mögliche Risiken der Biofumigation**

Bei der Biofumigation wird das Pflanzenmaterial vor der Einarbeitung fein gehäckselt, wodurch die Glucosinolate zu Isothiocyanaten abgebaut werden. Über die Umweltwirkung der Isothiocyanate auf das Bodenleben ist bisher wenig bekannt. Insgesamt werden Isothiocyanate rasch gebildet und ebenso schnell abgebaut. Nach 5 bis 30 Stunden sind sie in der Regel nicht mehr nachweisbar (Gimsing et al. 2006 a,b). Auf schweren Böden erfolgt der Abbau schneller als auf leichten (sandigen) Böden. Hohe Humusgehalte fördern die Sorption der Isothiocyanate, die damit biologisch unwirksam werden. Bestimmte Isothiocyanate wirken immer auch nur gegen bestimmte Bodenorganismen, können andere Organismen aber

auch fördern bzw. verhalten sich neutral (Smith 2001). *In vitro* Untersuchungen zeigten, dass z. B. *Trichoderma* gegenüber 2-Phenylethyl-Isothiocyanat ca. 50mal toleranter ist als *Gaeumannomyces*. Andere *in vitro* Studien zeigten aber auch, dass Senfsorten mit hohen Glucosinolatgehalten die Aktivität entomopathogener Nematoden (Nützlinge) negativ beeinflussen können (Henderson et al. 2006) und z. B. Benzyl-Isothiocyanat die Überlebensrate von Springschwänzen (*Folsomia fimetaria*) reduziert (Hafez & Sundararaj 2006). Inwieweit vergleichbare Effekte im natürlichen Boden auftreten, bedarf jedoch weiterer Untersuchungen. Insgesamt scheinen die positiven Aspekte der Biofumigation zu überwiegen. Zumindest wurden aus der landwirtschaftlichen Praxis seit Anwendung der Biofumigationstechnik Mitte der 1990er Jahre bisher keine negativen Auswirkungen auf den Naturhaushalt berichtet.

Natürlich gilt auch für den Einsatz der Biofumigation, dass die Gute Fachliche Praxis einzuhalten ist. So sollte die Einarbeitung der Biofumigations-Kultur zu Zeiten erfolgen, in denen kein Bienenflug stattfindet. Um eine Nährstoffauswaschung nach Biofumigation über Winter zu vermeiden, sollte noch im Herbst eine Folgekultur (bzw. überwinternde Gründüngung etc) angebaut werden. Auch die Frage, ob durch Anbau von *Brassica* spp. für die Biofumigation es zu einem verstärkten Auftreten von Kohlhernie (*Plasmodiophora brassica*) in Kohl-reichen Fruchtfolgen kommt, kann für die jeweiligen Landwirte von großer Bedeutung sein.

### **Schlussfolgerungen**

In dem Fachgespräch wurden verschiedenste Anwendungen der Biofumigation unter gemäßigten Klimabedingungen vorgestellt und diskutiert. In den vorgestellten Präsentationen reichte die Wirkung der Biofumigation gegenüber bodenbürtigen Pilzen und pflanzenparasitären Nematoden von nicht vorhanden über eine geringe Reduzierung bis hin zu einer deutlichen Bekämpfung der Schaderreger. Insgesamt war die Wirkung aber eher unbefriedigend. Die hohe Erwartungshaltung an dieses Verfahren bei der Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger konnte bislang nicht erfüllt werden. Die Biofumigation ist sicherlich kein Allheilmittel zur Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger und in Bezug auf Wirkungshöhe, Wirkungssicherheit und Wirkungsspektrum auch keine Alternative zu chemisch-synthetischen Verfahren der Bodenentseuchung. Als Bestandteil des Integrierten Pflanzenschutzes kommt der Biofumigation aber durchaus Bedeutung zu, sei es direkt über die Unterdrückung bestimmter Schaderreger oder auch indirekt über die Förderung des

Bodenlebens. Letztendlich muss ein jeder Praktiker die Chancen und Grenzen der Biofumigation für seine individuelle Situation abwägen. Für die gemäßigten Klimaregionen ist die Biofumigation noch ein sehr junges Verfahren. Es gibt noch viele offene Fragen. In deren Beantwortung durch entsprechende Forschungsaktivitäten liegt die Chance, dieses Verfahren für die Zukunft effizienter zu machen. Hierzu mag auch die weitere Optimierung des Verfahrens im Bereich Züchtung, Anbauverfahren und Fruchtfolgegestaltung mit beitragen.

## Literatur

- Collins H.P., Alva A., Boydston R.A., Cohran R.L., Hamm P.B., McGuire A., Riga E. (2006). Soil microbial, fungal, and nematode responses to soil fumigation and cover crops under potato production. *Biology and Fertility of Soils* 42: 247-257.
- Gimsing A.L., Sorensen J.C., Strobel B.W., Halkier B.A., Hansen H.C.B. (2006a). Glucosinolate degradation I soil. In: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Biofumigation Symposium*. June 25-29 2006, Moscow, ID, U.S.A.
- Gimsing A.L., Strobel B.W., Hansen H.C.B. (2006b). Sorption and degradation of benzyl and 2-propenyl isothiocyanates in soil. In: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Biofumigation Symposium*. June 25-29 2006, Moscow, ID, U.S.A.
- Hafez S., Sundararaj, P. (2006). Two decades of green manure crop research in Idaho for nematode management – an overview. In: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Biofumigation Symposium*. June 25-29 2006, Moscow, ID, U.S.A.
- Henderson D., Ramires R., Brown J., Riga E., Snyder W.E. (2006). Effect of mustard green manure amendment on the infectivity and mortality of two entomopathogenic nematode genera, *Steinernema* and *Heterorhabditis*. In: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Biofumigation Symposium*. June 25-29 2006, Moscow, ID, U.S.A.
- Smith B. (2001). A complex mode of action for biofumigation? *Horticulture Biofumigation Update* 13:1.