

Sinnvolle Verwendung von Restsubstraten aus dem Champignonanbau

G. Albert, Pilzforum Hackenheim

Einleitung

Phytopathogene Bodenpilze und Nematoden sind heute mit herkömmlichen Maßnahmen wie Fungizide, Nematizide oder Bodenentseuchungsmitteln nicht mehr wirksam zu bekämpfen, da einerseits solche Präparate nicht mehr zugelassen sind, andererseits die Anwendung dieser Chemikalien als Bodenbehandlung mit einer nachhaltigen und ökologisch orientierten Landwirtschaft nicht mehr vereinbar ist.

Wirtschaftlich relevant in Ackerbaukulturen sind unter anderem *R. solani* an Kartoffeln und Zuckerrüben. Diese Krankheiten können Ertragverluste bis zu 70% verursachen. An Mais gewinnt der Erreger ebenfalls an Bedeutung. Bei Raps steht in Rheinland-Pfalz die Eindämmung der Kohlhernie im Vordergrund, zu deren Bekämpfung aktuell Projekte bearbeitet werden. Die Kohlhernie kann hohe Ertragsverluste verursachen, da alle kultivierten Brassicaceen befallen werden können. Zudem sind die Dauersporen von *Plasmodiophora brassicae* bis zu 20 Jahre im Boden überlebensfähig und können selbst nach jahrelangen Anbaupausen noch zu Infektionen führen.

Auch das Schadpotential pflanzenparasitärer Nematoden gewinnt weiter an Bedeutung. Ohne die Verfügbarkeit chemischer Bekämpfungsmaßnahmen ist es daher unumgänglich, andere Wege zur Bekämpfung dieser Krankheitserreger zu entwickeln. Allerdings sind die Möglichkeiten hier stark begrenzt, da z.B. weit gestellte Fruchtfolgen oft nicht wirtschaftlich für den Landwirt sind. Alternative Bekämpfungsmöglichkeiten für bodenbürtige Schaderreger bietet aber die Anwendung antagonistisch wirkender Mikroorganismen, die häufig in Komposten und suppressiven Böden zu finden sind. Für Ackerbaukulturen kommen nur Komposte in Frage, die preiswert und in großen Mengen zur Verfügung stehen. Champost ist abgetragenes Substrat von Champignonkulturen und steht in großen Mengen in den Niederlanden zur Verfügung.

Champost wird neben anderen Komposten in der Landwirtschaft als Dünger und physikalischer Bodenverbesserer schon lange eingesetzt. Darüber hinaus besitzen Komposte suppressive Eigenschaften gegenüber Bodenschädlingen wie Nematoden und Pilze, da sie eine große Anzahl verschiedener nicht pathogener Mikroorganismen beherbergen. Andererseits haben Kompost-Applikationen nicht immer den gewünschten Effekt gezeigt, da die Qualität von Komposten sehr unterschiedlich sein kann, vor allem, was deren Gehalt an antiphytopathogenen Mikroorganismen (APM) betrifft. Um diesen Nachteil auszugleichen,

wurde in einigen Versuchen Champost gezielt mit Mikroorganismen aus suppressiven Böden oder mit bekannten suppressiv wirkenden Pilzen oder Bakterien angereichert.

Versuchsergebnisse zur Feststellung des antiphytopathogenen Potentials von Champost gegen Kohlhernie, *Rhizoctonia solani* an Kartoffeln und Nematoden an Zuckerrüben

Kohlhernie

Nachdem der Zusatz von Champost in Gewächshausversuchen gezeigt hatte, dass der Befall von Raps bzw. Sareptasenf mit Kohlhernie (*Plasmosiophora brassicae*) signifikant reduziert werden konnte, wurde ein Freilandversuch angelegt, um die positiven Ergebnisse der Gewächshausversuche zu bestätigen.

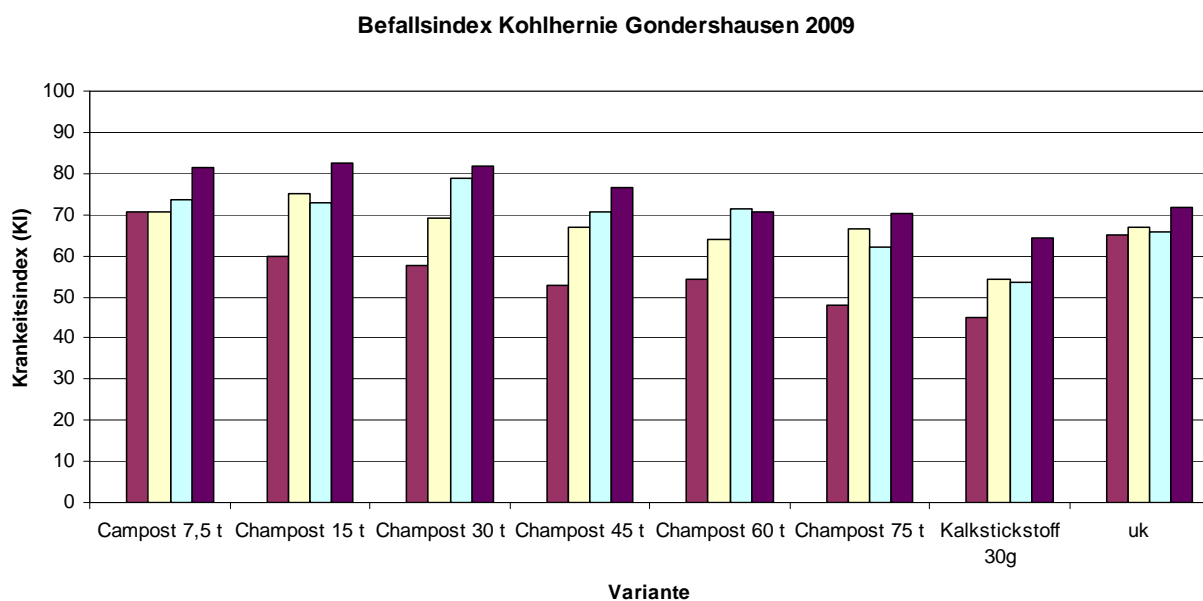
Am Standort Gondershausen (Hunsrück) wurde ein randomisierter, dreijähriger Versuch zur Bewertung des Potentials verschiedener Mittel gegen *P. brassicae* angelegt. Der Versuch zielt darauf ab, das Erregerpotential über mehrere Jahre hinweg abzubauen, wobei insbesondere der Einsatz von Champost im Vordergrund steht. Der ausgewählte Standort verfügt über ein sehr hohes Inokulumpotential. Daher lässt die Auswertung aus dem ersten Versuchsjahr noch keine Schlüsse bezüglich der Wirksamkeit der eingesetzten Mittel zu. Untersucht wurden verschiedene Behandlungen mit Champost und Biosol (Chitinpräparat). Zum Vergleich wurden Kalkstickstoff und mit einem Bakterium (*Serratia sp.*) geprimtes Saatgut eingesetzt. Dokumentiert wurden Befallsintensität der einzelnen Behandlungsvarianten sowie das Längenwachstum, welches ein Zeiger für Stoffumsetzung und Kompensationsvermögen in der Pflanze in Gegenwart des Krankheitserregers darstellt.

Versuchsort:	D 56283 Gondershausen
Versuchsanlage:	Block, randomisiert
Wiederholungen:	3 - 4
Parzellengröße:	9 X 3 m
Rapssorte:	Belinda (Sommerraps)
Champost einarbeiten 15 cm tief:	5. Mai 2009
Datum Aussaat:	29. Mai 2009

für die Versuche wurden die Kernstücke von 1,5 m Breite genutzt um Überschneidungen und Vermischungseffekte mit den Nebenparzellen zu vermeiden.

Die Abbildung 1 zeigt das durchschnittliche Längenwachstum im Bezug zum Krankheitsindex. Deutlich abzulesen ist, dass bei den Champostgaben ab 45 t/ha ein besseres Pflanzenwachstum bei geringerer Hernienbildung stattfindet. Die Gabe von Kalkstickstoff erreichte das beste Versuchsergebnis mit der geringsten Hernienbildung bei bestem Höhenwachstum. Die Versuchsvarianten mit geprimtem Saatgut blieben ohne erkennbaren Effekt. Die Mikrogaben des Herbizids „Basta®“ führten zur Störung der Pflanzenphysiologie und erzeugten entgegen den Erwartungen ein starkes Hernienwachstum bei geringem Pflanzenwachstum.

Abb. 1: Ergebnisse des Freilandversuchs in Gondershausen gegen Kohlhernie an Raps.



Schlussfolgerungen:

Besonders der Anfangsbefall mit Kohlhernie war bei den Champostvarianten deutlich reduziert, was ein schnelleres Wachstum in der Jungpflanzenphase begünstigte. Obwohl in diesem Versuch die Unterschiede zu den Kontrollen nicht so deutlich ausfielen wie im Gewächshausversuch, zeigte sich dennoch ein positiver Effekt von Champost sowohl auf die Reduktion des Kohlherniebefalls als auch auf das Wachstum der Rapspflanzen. Die am Feldrand eingesäten Sareptasenpflanzen dienten als Indikatorpflanzen für die Bodenverseuchung mit Kohlhernie. Diese Pflanzen waren extrem stark befallen, was in diesem Feld auf einen sehr hohen Infektionsdruck hindeutete.

Wirkung von Champost + *Paecilomyces lilacinus* auf *Heterodera schachtii* an Zuckerrüben

Paecilomyces lilacinus Stamm 251 ist ein Pilz, der in der Natur Nematoden befällt und tötet. Glücklicherweise kann er nicht bei Temperaturen überleben, die im menschlichen Körper normalerweise vorherrschen. *P. lilacinus* hat sich als wirksames Bio-Nematizid (BIO-ACT) erwiesen, indem er pflanzenpathogene Wurzel-Nematoden im Ei- Larven- und adulten (weiblichen) Stadium befällt. Sein Wirkungsspektrum umfasst Wurzel-Gallen-Nematoden (*Meloidogyne* spp.) and Zystennematoden (*Heterodera* spp. and *Globodera* spp.).

Wie alle anderen Mikroorganismen im biologischen Pflanzenschutz muss dieser Pilz auch prophylaktisch angewendet werden. In einem Freilandversuch wurden vor der Aussaat der Zuckerrüben Champost und Champost vermisch mit *Paecilomyces lilacinus* Kulturen in verschiedenen Dosierungen ausgebracht und eingemischt.

Es handelte sich bei dem Versuchsstandort um eine Fläche mit vergleichsweise schwerem Boden, der pfluglos bewirtschaftet wird. Der Unterboden ist daher verdichtet und die Rüben geraten sowohl bei Trockenheit als auch bei Nässe leicht in Stresssituationen. Daraus ergibt sich zusammen mit der anfälligen Sorte Rubens das niedrige Ertragsniveau auf dem Standort.

Tab. 1 Versuchsplan Champost gegen Zuckerrüben-Nematoden

Champost in Zuckerrüben Hillesheim - 2009 -				
Nr.	Vgl.	Aufwand- menge/ha	kg/Parz. (6,5mx3m)	
1.	Kontrolle			
2.	Champost roh	15 t	29,25	
3.	Champost + <i>Paecilomyces</i>	5 t	9,75	
4.	Champost + <i>Paecilomyces</i>	15 t	29,95	
5.	Champost + <i>Paecilomyces</i>	45 t	87,75	Je eine Wdh. am Anfang und Ende des Versuches

Inokulumdichte *Paecilomyces*: $7,34 \times 10^7$ Sporen/kg Kompost bei Ausbringung. Anzahl der Wdh. : 4 (ausgenommen Vgl. 5 a und d) Trennstreifen: 1,5 m

Bei der Untersuchung der Nematodenpopulationen im Boden vergleicht man die Anfangspopulation (P_i) mit der Endpopulation (P_f). Ein Vermehrungsindex (P_f/P_i) >1 ist ein Hinweis für eine Vermehrung, <1 entspricht einem Rückgang der Population. Im Versuch ergaben sich Vermehrungsindices von 5-10. Das bedeutet, dass sich die Nematodenpopulation auch in den behandelten Varianten deutlich vergrößert hat.

Die Ertragsbildung reagierte allerdings deutlich auf die Behandlungen. Zu einem kleinen Teil beruht dies auf einem Düngeeffekt, wie die aus dem Vergleich der Roherträge von Versuchsglied 5 mit den übrigen Varianten ableiten lässt. Andere positive Kompost-Effekte müssen dagegen stärker gewirkt haben.

Deutlich ist auch die positive Wirkung des Paecilomyces-Zusatzes, die sich aus dem Vergleich der Varianten 2 und 4 ergibt.

Dieses Ertragsgeschehen lässt sich sowohl aus den Roherträgen, wie aus dem Zuckerertrag ablesen.

Tab. 2: Vermehrungsindex von *Heterodera schachtii* an Zuckerrüben in den einzelnen Behandlungsvarianten, Versuch Hillesheim 2009

Heterodera schachtii Endpopulation						
	Pf Hillesheim 2009 (L2/100 ml)					Vermehrungsindex Pf/Pi
	Wiederholung					
Vgl.	a	b	c	d	Ø	
1	5295	5699	4900	4617	5128	5
2	5011	7333	6967	6417	6432	5
3	6567	5500	6450	9533	7013	10
4	7400	8850	6799	6339	7347	7
5	7617			8017	7817	5

Tab. 3: Roherträge aus beernteten Parzellen des Versuchs Hillesheim 2009

Heterodera schachtii						
	Roherträge Zuckerrüben (Rubens)				(kg/7,5m ²)	dt/ha
	Wiederholung					
Vgl.	a	b	c	d	Ø	Ø
1	16,1	21,0	20,3	13,2	17,7	235,3
2	31,3	32,2	27,4	21,9	28,2	376,0
3	26,5	26,2	27,5	24,4	26,2	348,7
4	31,5	27,5	31,0	27,3	29,3	407,0
5	35,2			28,8	32,0	426,7

Neben dem Rohertrag wurde anhand der Qualitätsparameter der Zuckerertrag ermittelt. Die Berechnung erfolgte auf der Basis der neuen Braunschweiger Formel:

$$\text{bereinigter Zuckergehalt} = \text{Polarisation} - ((\text{Kalium} + \text{Natrium}) * 0,12 + \text{AminoN} * 0,24 + 1,08)$$

Tab. 4 : Bereinigter Zuckerertrag nach neuer Braunschweiger Formel

Bereinigter Zuckerertrag Hillesheim 2009			
	bereinigter Zucker- gehalt		Zuckerertrag
Vgl.	%		dt /ha
Kontrolle	12,82		30,18
CHP 15 t	13,04		49,01
CHP + Paec. 5 t	12,95		45,16
CHP + Paec. 15 t	13,24		53,90
CHP + Paec. 45 t	11,88		50,68

Versuche zur Reduktion des *Rhizoctonia solani* – Befalls an Kartoffeln

Im Kartoffelanbaugesamt der Vorderpfalz haben sich viele Landwirte aufgrund wirtschaftlicher Rahmenbedingungen auf den Anbau dieser Kultur spezialisiert. Dies hatte zur Folge, dass sich die Intensität erhöhte und damit die Fruchtfolge zwangsläufig enger wurde. In der Saison 2009 haben die pfälzischen Kartoffelanbaubetriebe verheerende Verluste durch *Rhizoctonia*- und Drahtwurmbefall erlitten. Etwa 15 % der gemeldeten Flächen wurden nicht beerntet wegen zu hoher Qualitätsmängel durch diese beiden Schaderreger.

Ein weiteres Jahr mit solchen Ausfällen würde viele Betriebe in ihrer wirtschaftlichen Existenz gefährden. *Rhizoctonia solani* ist ein weltweit verbreiteter Pilz, der sowohl saprophytisch als auch parasitisch im Boden lebt. Sein weites Wirtspflanzenkreislös erlaubt ihm, auch längere Zeit ohne seine Hauptwirtspflanzen in einem Feld zu überdauern. Die Bekämpfung wird zudem noch durch seine Fähigkeit, Sklerotien zu bilden, die 2-4 Jahre im Boden überdauern können, erschwert. Die im Kartoffelanbau bedeutende Anastomosegruppe AG 3 ist relativ spezifisch und wird nur durch den Anbau von Kartoffeln im Boden weiter angereichert. Andererseits ist AG 3 toleranter gegenüber kühleren Temperaturen als andere AG's. Bekannte gesicherte Einflussfaktoren für die Schadwirkung von *R. solani* sind Pflanzgutbefall, Bodennokulium und Drahtwurmbefall.

Unsere Versuche zur besseren Bekämpfung dieses Erregers beinhalten nicht nur die Förderung von Antagonisten im Boden sondern auch die direkte Abtötung der Sklerotien auf der Knollenoberfläche sowie Befallserhebungen in der Praxis in Zusammenarbeit mit der Hochschule Zollikofen (Prof. Keiser) Erste Ergebnisse zu den einzelnen Projekten liegen bereits vor:

Desinfektion von Kartoffelpflanzgut zur Bekämpfung von *Rhizoctonia solani*

In diesem Projekt werden Verfahren zur Desinfektion von Kartoffelpflanzgut untersucht. Vor allem sollen umweltverträgliche und gering toxische Desinfektionsmittel auf ihre Eignung zur Sklerotienabtötung auf der Knollenoberfläche geprüft werden. Nur solche Substanzen, die einen tolerierbaren Einfluss auf den Knollenaustrieb haben werden in weiteren Screeningstufen intensiver geprüft. Ökospeisekartoffeln der Sorte Quarta mit Rhizoctoniabefall, Ernte Herbst 2009 sowie zertifizierte Pflanzkartoffeln der Sorten Marabel und Granola, ebenfalls mit Rhizoctoniabefall, wurden für die Tests verwendet. Die Knollen wurden in die Desinfektionslösungen getaucht und zu verschiedenen Zeiten daraus entnommen und mit destilliertem Wasser gewaschen. Die Sklerotienvitalität wurde durch Auslegen auf Wasseragar und nachfolgender Auswertung der Myzelbildung bestimmt.

Der Einfluss der Desinfektionsmittel auf den Austrieb wurde nach Auslegen der Knollen im Gewächshaus und nach Auslegen in Einheitserde bestimmt.

Von den organischen Säuren wirkten Essigsäure und Propionsäure am stärksten auf die Sklerotienvitalität. Von den Sauerstoff - abspaltenden Desinfektionsmitteln zeigten Chlordioxid und Peressigsäure die niedrigsten MHK-Werte. Sowohl die organischen Säuren als auch die Sauerstoff - abspaltenden Desinfektionsmittel wirkten schädigend auf den Knollenaustrieb in Konzentrationen, die für eine 100 - prozentige Abtötung der Sklerotien notwendig gewesen wären. Nur Ammoniak (als freies NH_3 – Molekül) zeigte bei 0,5 % eine hundertprozentige Abtötung der Sklerotien nach 60 Minuten Behandlungsdauer bei gleichzeitiger Förderung des Triebwachstums. Weitere Versuche sollen die MHK Werte von Ammoniak und die notwendige Behandlungsdauer genauer bestimmen. Auch Versuche zu Desinfektionsmaßnahmen in Kombination mit der Anwendung von Antagonisten gegen *Rhizoctonia solani* sind geplant.

Wirkung von Champost mit verschiedenen Antagonisten auf den *Rhizoctonia* –Befall von Kartoffeln

Für diesen orientierenden Versuch wurde Champost mit sechs verschiedenen antagonistischen Mikroorganismen vermischt. Die Auswahl der Antagonisten erfolgte anhand von Ergebnissen anderer Forschungsgruppen zur Bekämpfung von *Rhizoctonia solani*.

60 kg Champost pro Parzelle (entsprechend 20 Tonnen Champost pro ha) wurden am Feldrand gewogen und per Hand ausgebracht und gleichmäßig verteilt. Anschließend wurde der Champost eingefräst. Die Pflanzung erfolgte 1 Woche später.

Versuchsplan:

Vgl. 1 Kontrolle
 Vgl. 2 Champost roh 60 kg
 Vgl. 3 Champost plus Antagonisten 60 kg
 Versuchsort: D 67067 Rheingönheim/Rheinland-Pfalz
 Versuchsanlage: Block, randomisiert
 Wiederholungen: 4
 Parzellengröße: 30 qm

Kartoffelsorte: Belana

Tab. 5: Rezeptur für die Antagonistenmischung mit Champost

Bestandteile	Kg
Champost	250
Trichoderma harzianum + Trichoderma koningii	3,6
Trichoderma harzianum	2,4
Gliocladium catenulatum	7,5
Paecilomyces lilacinus 251	2,2
Serratia plymuthica Substrat	5
Serratia plymuthica flüssig	2

Ergebnisse

Die geernteten Knollen wurden parzellenweise in Säcke auf dem Kartoffelroder gefüllt. Anschließend wurden sie im Labor gewaschen und der Befall wurde bonitiert in % Befallshäufigkeit von Sklerotien, Deformationen und Drycore.

Tab. 6: Darstellung der Boniturergebnisse aus den einzelnen Wiederholungen. Befallshäufigkeit in % Stichprobengröße: 200 Knollen pro Parzelle

Vgl	Sklerotien %	Deformationen %	Dry Core %	Gesamt Schädigung %
1a	13	7	0	20
1b	2	12	0	14
1c	24	5	2	31
1d	4	7	8	19
2a	7	9	2	18
2b	7	9	8	24
2c	10	8	1	19
2d	6	11	2	19
3a	16	7	0	23
3b	6	2	7	15
3c	29	11	1	41
3d	2	10	2	14

Die Ergebnisse haben deutlich gezeigt, dass das Infektionspotential von *Rhizoctonia solani* im Versuchsfeld sehr ungleichmäßig verteilt war. Ein solch unregelmäßiges Befallsmuster ist allerdings typisch für viele bodenbürtige Krankheitserreger. Daher konnte die Versuchsfrage mit diesem Versuchsansatz nicht klar beantwortet werden. Es müssten wesentlich größere Versuchsparzellen für solche Versuchsfragen genommen werden. Es ist aber aus der Literatur bekannt, dass Champost und insbesondere Champost plus Antagonisten das Potential besitzen, *Rhizoctonia solani* zu unterdrücken. Dafür benötigen die Antagonisten im Champost allerdings genügend Zeit, um sich zu etablieren. Wahrscheinlich ist es günstiger, die Bekämpfung von *Rhizoctonia solani* mit Champost nicht direkt vor der Pflanzung der Kartoffel zu beginnen, sondern innerhalb des Vorfruchtanbaus diese Maßnahme zu integrieren. Ohne die Kartoffelpflanze als Wirt ist die kartoffelspezifische Anastomosegruppe AG 3 gegenüber anderen Mikroorganismen im Boden im Nachteil. Wahrscheinlich hätten die Antagonisten dann eine bessere Chance, den geschwächten Erreger zu unterdrücken. Champost sollte als ein wichtiges Element in einer integrierten Bekämpfung von bodenbürtigen Erregern weiter verfolgt werden. Größere Versuchsparzellen und längerfristig ausgelegte Versuche mit 3 jährigen Fruchtfolgen könnten weitere wichtige Erkenntnisse liefern.

Resourcenschonung durch Recycling von Deckerde in Champignonbetrieben

- Peter Oei, ECO Consult Foundation, www.spore.nl
- Guido Albert, Pilzforum (Germany)
- Gerard Sikes, Sikes Champignons

Jährlich werden tausende Tonnen Schwarztorf für die Herstellung von Deckerde für die Champignonproduktion benötigt, alleine in den Niederlanden über 250.000 Tonnen. In einem Forschungsprojekt mit Produzenten und Wissenschaftlern aus den Niederlanden und Deutschland wurde ein System entwickelt, wie man einen Teil der Deckerde recyceln und dabei noch die Qualität der Champignons verbessern kann. Hierzu wurde eine Maschine entwickelt, die bei allen Beeten in einer Stellage gleichzeitig die Deckerde entfernt mit einer Geschwindigkeit von 17 m pro Sekunde. Danach wird die gebrauchte Deckerde mit speziellen Bakterien beimpft und in einer Dampfschnecke hygienisiert. Die Bakterien überleben die Dampfbehandlung, da sie als Sporen vorliegen. Bei Temperaturen zwischen 23 und 45 ° C während der Abkühlphase vermehren sich diese Bakterien in der Deckerde auf den Champignonresten und dem abgestorbenen Myzel. Die so behandelte Deckerde kann bis zu 50 % mit neuer Deckerde vermischt werden ohne signifikante Ertragsverluste hinnehmen zu müssen. Die Bakterien üben zudem eine Konkurrenzfunktion gegenüber schädlichen Mikroorganismen in der Deckerde aus, was zu deutlichen Qualitätsverbesserungen der geernteten Pilze führt. Auf diese Weise könnten bis zu 100000 Tonnen Torf pro Jahr in den Niederlanden eingespart werden.