
Biologischer Pflanzenschutz

072 - Wirkung antagonistischer Mikroorganismen gegen *Monilinia* spp.

Effects of antagonistic microorganisms against Monilinia spp.

Andrea Aigner, Siegrid Steinkellner, Karin Hage-Ahmed

Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenschutz

Blütenmonilia, verursacht durch *Monilinia laxa*, stellt eine der wichtigsten Pilzkrankheiten im Marillenanbau dar und kann bei anfälligen Sorten und feuchtkalter Witterung zu hohen Ertragsverlusten führen. Im biologischen Marillenanbau ist diese Krankheit schwierig zu bekämpfen, da zufriedenstellende Kontrollmaßnahmen fehlen. Antagonistische Mikroorganismen mit ihrem krankheitsunterdrückenden Potential stellen dabei einen möglichen Bekämpfungsansatz dar. Auf Basis von *in-vitro* Versuchen können potentielle Kandidaten für Freilandversuche selektiert werden. In der vorliegenden Arbeit kamen drei unterschiedliche *in-vitro* Testverfahren zum Einsatz, um das pathogenunterdrückende Potential von vier ausgewählten antagonistischen Mikroorganismen auf *M. laxa* zu untersuchen und somit eine Selektion für Freilandversuche zu ermöglichen.

Unterschiedliche Isolate des Pathogens *M. laxa* wurden aus Fruchtmumien aus den Anbauregionen Wachau, Weinviertel und Burgenland gewonnen. Anschließend wurden die drei folgenden *in vitro* Testverfahren angewandt: i) Konfrontationstest mit direktem Kontakt, ii) Membrantest mit Cellophan und iii) Konfrontationstest ohne direkten Kontakt. Als Antagonisten wurden *Gliocladium catenulatum* (syn. *Clonostachys rosea*) Stamm J1446 (Prestop®), *Trichoderma asperellum* (T34), *Aureobasidium pullulans* (Botector®) und *Bacillus subtilis* (Serenade ASO®) geprüft.

Die Ergebnisse des Konfrontationstests mit direktem Kontakt zeigten, dass alle getesteten Mikroorganismen *in-vitro* eine Hemmwirkung gegen *M. laxa* aufwiesen. *B. subtilis* und *T. asperellum* konnten bereits nach 3 Tagen eine signifikante Hemmung des Myzelwachstums bewirken. *G. catenulatum* und *A. pullulans* zeigten anfangs aufgrund des langsamen Wachstums eine geringe Hemmwirkung auf *M. laxa*; nach 7 Tagen war auch hier eine signifikante Hemmwirkung gegeben. Der Membrantest mit Cellophan auf diffuse Metaboliten zeigte, dass die von *B. subtilis*, *T. asperellum* und *G. catenulatum* produzierten Metabolite das Myzelwachstum von *M. laxa* über 14 Tage lang signifikant reduzierten. Nach 14 Tagen konnte vermehrtes Wachstum von *M. laxa* festgestellt werden, was auf den Abbau der aktiven Metaboliten hindeuten lässt. Die von *T. asperellum* und *B. subtilis* ausgeschiedenen volatilen Verbindungen lösten einen wachstumshemmenden Effekt aus, der aber wesentlich geringer ausfiel als die Effekte durch diffuse Metaboliten.

Alle getesteten Mikroorganismen zeigten eine signifikante Wachstumshemmung von *M. laxa*. Deutlich wurden bei diesen Untersuchungen auch die unterschiedlichen Wirkmechanismen (Konkurrenz, Antibiose und Parasitismus) der getesteten Mikroorganismen. Im nächsten Schritt sollten deren Effekte auf *M. laxa* in Freilandversuchen untersucht werden, wobei es die unterschiedlichen biologischen Besonderheiten der getesteten Antagonisten zu berücksichtigen gilt.

073 - Zur Rolle der apathogenen *Verticillium longisporum* Lineage A1/D2 in der biologischen Kontrolle der aggressiven *V. longisporum* Lineage A1/D1 in *Brassica napus*

The role of the apathogenic Verticillium longisporum lineage A1/D2 in the biological control of the aggressive V. longisporum lineage A1/D1 in Brassica napus

Leonard Sundermann, Marta Vega Marín, Andreas von Tiedemann

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz

Verticillium longisporum ist ein pilzlicher, bodenbürtiger Schaderreger, der sich aus drei voneinander unabhängigen Hybridisierungsereignissen der vier Elternlinien A1, D1, D2 und D3 zu den drei Lineages A1/D1, A1/D2 und A1/D3 entwickelt hat (Inderbitzin et al. 2011). Die an Raps aggressive Lineage A1/D1 ist dominant in Europa und von wirtschaftlicher Bedeutung. Die bisher ausschließlich aus Meerrettich in den USA isolierte Lineage A1/D2 hingegen scheint an Raps apathogen zu sein (Novakazi et al. 2005). In der Vergangenheit haben sich apathogene Stämme von *Verticillium* spp. als potentielle biologische Antagonisten gegenüber pathogenen *Verticillium* spp. Stämmen erwiesen (Deketelaere et al. 2017). Daher wird in diesem Projekt das biologische Kontrollpotenzial der apathogenen Lineage A1/D2 dahingehend untersucht, wie stark die Krankheitssymptome an Raps, resultierend aus einem Befall mit der aggressiven Lineage A1/D1, vermindert werden können. Zu diesem Zweck wurden Jungpflanzen per Wurzelinokulation entweder zeitgleich oder um eine Woche versetzt mit einer Sporenlösung der apathogenen Lineage A1/D2 und der aggressiven Lineage A1/D1 inokuliert. Anschließend wurde vier Wochen lang die Symptomausprägung bonitiert. Am Ende dieser Wachstumsphase wurde zusätzlich die Pflanzenhöhe gemessen. Sowohl bei zeitgleicher wie auch bei zeitversetzter Inokulation mit Lineage A1/D2 konnte eine signifikante Verminderung der durch Lineage A1/D1 hervorgerufenen Befallssymptome beobachtet werden. Die Überprüfung einer möglichen Anwendung dieser unter kontrollierten Bedingungen erzielten Ergebnisse steht noch aus.

Literatur

- DEKETELAERE, S., L. TYVAERT, S. C. FRANÇA, M. HÖFTE, 2017: Desirable traits of a good biocontrol agent against *Verticillium wilt*. *Front. Microbiol.* 8, 1186.
- INDERBITZIN, P., R. M. DAVIS, R. M. BOSTOCK, K. V. SUBBARAO, 2011: The ascomycete *Verticillium longisporum* is a hybrid and a plant pathogen with an expanded host range. *PLoS ONE* 6 (3) e18260.
- NOVAKAZI, F., P. INDERBITZIN, G. SANDOYA, R. J. HAYES, A. VON TIEDEMANN, K. V. SUBBARAO, 2005: The three lineages of the diploid hybrid *Verticillium longisporum* differ in virulence and pathogenicity. *Phytopathology* 105 (5) 662-673.

074 - Comparison of colonization behavior of selected fungal endophytes in local onion varieties

Vergleich des Kolonisationsverhaltens ausgewählter Pilz-Endophyten in lokalen Zwiebelnorten

Ngoc Anh Vu, Rainer Meyhöfer

Leibniz Universität Hannover, Institute of Horticulture Production System, Section Phytomedicine

Onions (*Allium cepa* L.) are an important global commercial bulb crop because of the popular culinary uses and the health benefits. In the last decades, onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) has become a severe pest in many cultivating crops, especially onions. With the targeted inoculation of onions with specific strains of endophytic fungi it could be shown recently that host plant resistance against onion thrips could be enhanced substantially. However, up to now it is unclear whether results can be generalized and

transferred to field situations or related crops. Therefore, we aim to evaluate the natural endophyte community and their interactions with artificially inoculated beneficial endophytes for several crop plants belonging to Alliaceae family. Additionally we will determine the potential to optimize the inoculation methods.

In our study, seeds of onions, leek, and chive, will be artificially infected with selected beneficial endophytic fungi. When the inoculated plants are at the stage of four true leaves, we investigate the presence of endophytes in different parts of the plant including leaves, stems and roots by re-isolation on PDA (potato dextrose agar) media. Fungal identification will be done by both, morphological and molecular characteristics.

Results will show the potential of beneficial endophytic fungi to colonise different plant species and propose a better artificial inoculation method for follow-up studies. Effects on plant resistance against *Thrips tabaci* will be investigated in further lab experiments as well as under field conditions.

075 - Untersuchungen zur Inokulation und zum Nachweis endophytischer Pilze bei Mais

Studies on the inoculation and detection of endophytic fungi in maize

Eckhard Koch¹, Petra Zink¹, Regina G. Kleespies¹, Cornelia I. Ullrich¹, Sebastian Siebel², Meike Piepenbring²

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz

²Goethe Universität Frankfurt am Main, Arbeitsgruppe Mykologie

In nahezu allen Pflanzenarten lassen sich endophytisch vorkommende Bakterien und Pilze nachweisen. Zu den diversen aus Pflanzen isolierten Mikroorganismen zählen auch verschiedene entomopathogene Pilze. Damit stellt sich die Frage, ob die Eigenschaft der Mikroorganismen, endophytisch zu wachsen auch im biologischen Pflanzenschutz genutzt werden kann. Allerdings sind in diesem Zusammenhang noch viele Punkte ungeklärt. Neben der Kernfrage nach der biologischen Wirksamkeit der Endophyten gegen Schaderreger ist in den meisten Fällen unklar, auf welchem Weg diese Organismen in die Pflanze gelangen. Zu den möglichen Übertragungspfaden bzw. Eintrittspforten zählen neben Blättern und anderen oberirdischen Pflanzenteilen auch der Same, Pollen oder die Wurzel.

Bei einem Eintritt über die Wurzel ist zu erwarten, dass das Spektrum der Endophyten durch das Substrat beeinflusst wird, in dem die Pflanzen wachsen. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden oberflächlich desinfizierte Maiskörner in Ackererde und verschiedene kommerzielle gärtnerische Substrate (Lignostrat U, Fruhstorfer Erde Typ T, KKS Bio Pottgrond) ausgesät. Die Töpfe wurden im Gewächshaus aufgestellt. Nach Ausbildung der ersten drei Knoten und Blätter (ca. 50 Tage nach Aussaat) wurden die Pflanzen geerntet und Teile von Wurzeln, den ersten drei Knoten und den an den Knoten ansitzenden Blättern oberflächlich desinfiziert und auf Agarmedien ausgelegt. Auswachsende Pilze wurden anhand ihrer Morphologie bestimmt und / oder anhand von Merkmalen wie Kolonieform, -farbe und -textur verschiedenen Morphotypen zugeordnet. Von 46 aus den Pflanzen isolierten Morphotypen kamen 25 in Lignostrat U, 17 in KKS Bio Pottgrond, 13 in Ackererde und 13 in Fruhstorfer Erde Typ T vor. Zu den am häufigsten isolierten Gattungen zählten *Trichoderma*, *Penicillium* und *Geomyces*.

In einem zweiten Versuch wurde *Beauveria bassiana* auf Hirse angezogen und in zuvor auf 60 °C erhitztes Topfsubstrat eingemischt, in das anschließend oberflächlich desinfizierte Maiskörner gesät wurden. Bei der Mehrzahl der sich entwickelnden Pflanzen konnte nach

Auslegen des ersten und zweiten Knotens *B. bassiana* reisoliert werden. Andere häufig isolierte Pilze waren *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp. und *Chaetomium globosum*. In zwei daraufhin durchgeführten Wiederholungsversuchen ließ sich dieses Ergebnis nicht reproduzieren. Zwar wurden diverse Pilze isoliert, aber *B. bassiana* war nicht darunter.

In einem weiteren Versuch wurden die Pilze *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae* und *C. globosum* in erhitztes Topfsubstrat eingemischt oder an Maissaatgut appliziert. Auch in diesem Versuch konnte aus den Pflanzen weder *B. bassiana* noch *M. anisopliae* reisoliert werden. *C. globosum* wurde verschiedentlich isoliert, kam aber auch in den Kontrollpflanzen (=Topfsubstrat oder Saatgut nicht inokuliert) vor. Im Vergleich zu den Kontrollpflanzen war der Wuchs nach Saatgutinokulation mit *B. bassiana* und *M. anisopliae* tendenziell leicht reduziert.

Die Ergebnisse zeigen einerseits, dass es prinzipiell möglich ist, potentielle Endophyten über die Wurzel in die Pflanze einzuschleusen. Andererseits müssen offensichtlich verschiedene bisher nicht bekannte Faktoren erfüllt sein, damit die Aufnahme über die Wurzel tatsächlich erfolgt. Daher ist eine routinemäßige Anwendbarkeit dieser Technologie derzeit noch nicht in Sicht.

075a - Stärkung der Stressresistenz von Weizen durch angepasste Düngungsstrategien, *Pseudomonas* und arbuskuläre Mykorrhizapilze

Improved stress resistance of wheat by adapted plant nutrition strategies with mineral fertilizers, Pseudomonas and arbuscular mycorrhizal fungi.

Lisa Sharif, Isabell Braunstein, Markus Weinmann, Uwe Ludewig, Günter Neumann

Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Fachgebiet Ernährungsphysiologie der Kulturpflanzen

Stress durch Pathogene, Trockenheit und Mineralstoffmangel sind zunehmende Herausforderungen für die Landwirtschaft von regionaler und globaler Bedeutung. Geeignete *Pseudomonaden* und Mykorrhizapilze können die Resistenz von Kulturpflanzen gegenüber vielfältigen Stressoren stärken und so das Pflanzenwachstum insbesondere unter schwierigen Umweltbedingungen unterstützen. Förderung des Wurzelwachstums, Mobilisierung schwer verfügbarer Mineralstoffe, synergistische Interaktionen mit anderen Mikroorganismen sowie Unterdrückung von Wurzelpathogenen gehören zu den bekanntesten Wirkungsweisen. Ziel des laufenden Projektes ist es mit Hilfe ausgewählter *Pseudomonas*- und Mykorrhizastämme in Kombination mit innovativen Strategien zur Pflanzenernährung die Wasser- und Mineralstoffnutzungseffizienz von Weizen zu verbessern. Im Bezug auf neuere Publikationen wird erwartet, dass durch Kombination mit stabilisierter Ammoniumdüngung (Nkebiwe et al., 2016), Saatgutbehandlung mit den Mikronährstoffen Mangan und Zink (Bradáčová et al., 2016), oder silikatreichem Bodenverbesserer (Moradtalab, 2018) die resistenzstärkende Wirkung dieser Mikroorganismen auf Weizen unter Trockenstress und verminderter Stickstoff- und Phosphordüngung noch verstärkt wird. Neben dem Einfluss auf Wurzelentwicklung, Nährstoffaneignung und Pflanzenwachstum soll die Wirkung der Düngungsstrategien auf die Wurzelbesiedlung durch *Pseudomonas*- und Mykorrhizastämme untersucht werden. Die Ergebnisse sollen einen Beitrag zur Entwicklung nachhaltiger Pflanzenproduktionssysteme im organischen und integrierten Landbau leisten, insbesondere an Standorten, wo dieser durch die Auswirkungen des Klimawandels zunehmend erschwert wird.

Literatur

- BRADÁČOVÁ K., WEBER N. F., MORAD-TALAB N., ASIM M., IMRAN M., WEINMANN M., NEUMANN G. 2016: Micronutrients (Zn/Mn), seaweed extracts, and plant growth-promoting bacteria as cold-stress protectants in maize. *CBTA* 3:19, 1-10.
- MORADTALAB N., WEINMANN M., WALKER F., HÖGLINGER B., LUDEWIG U., NEUMANN G. Silicon improves chilling tolerance during early growth of maize by effects on micronutrient homeostasis and hormonal balances. *Front. Plant Sci.* 9:420, 1-17.
- NKEBIWE P. M., WEINMANN M., and MÜLLER T. (2016). Improving fertilizer-depot exploitation and maize growth by inoculation with plant growth-promoting bacteria: from lab to field. *CBTA* 3:15, 1-16.

Dieses Projekt wird finanziell unterstützt durch das Projekt „Humboldt reloaded“ für Studierende der Universität Hohenheim, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung der Bundesrepublik Deutschland und das Projekt SolACE (Solutions for improving Agroecosystem and Crop Efficiency for water and nutrient use) im Rahmen des Forschungsrahmenprogramms Horizon 2020 der Europäischen Union, Grant Agreement No. 727247.

076 - Cyst nematodes host their enemies - exploring cyst nematodes for nematophagous fungi as potential biocontrol agents

Cystennematoden beherbergen ihre Feinde – die Suche nach nematodenparasitischen Pilzen als potentielle Biokontrollagenzien

Samad Ashrafi, Wolfgang Maier

Julius Kühn-Institut, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik

Cereal cyst nematodes (CCN) can severely infest cereals and reduce the yield drastically. To control CCN, different strategies are applied, among which biological control plays an ever increasing role. It relies on the use of natural enemies such as nematophagous fungi and their secondary metabolites, which can be used as biopesticides. We recently discovered and described two fungal species, *Ijuhya vitellina* and *Monocillium gamsii* (Ascomycota) isolated from eggs of the CCN *Heterodera filipjevi*, and evaluated their antagonistic interaction with nematode eggs in vitro (Ashrafi et al. 2017a; Ashrafi et al. 2017b). Both species colonised the cysts of *H. filipjevi* and destructively parasitised the eggs within. Infection was initiated by penetrating the eggshells directly, or by formation of appressorium-like structures. Within the nematode eggs, fungal hyphae developed and formed chlamydospore-like structures that developed into microsclerotia. Formation of microsclerotia within the nematode eggs is interpreted as a survival strategy of the here studied fungi and a new mechanism of action against CCNs. The antagonistic effects of these newly described fungi towards cyst nematodes will be evaluated in greenhouse and microplot studies for a better understanding of their role in nematode control under field conditions.

Literatur

- ASHRAFI, S., S. HELALY, H. J. SCHROERS, M. STADLER, K. R. RICHERT-POEGGELER, A. A. DABABAT, W. MAIER, 2017a: *Ijuhya vitellina* sp. nov., a novel source for chaetoglobosin A, is a destructive parasite of the cereal cyst nematode *Heterodera filipjevi*. *PLOS ONE* 12, e0180032.
- ASHRAFI, S., M. STADLER, A. A. DABABAT, K.R. RICHERT-PÖGGELER, M. R. FINCKH, W. MAIER, 2017b: *Monocillium gamsii* sp. nov. and *Monocillium bulbiliosum*: two nematode-associated fungi parasitising the eggs of *Heterodera filipjevi*. *Mycology* 27, 21-38.

077 - Das Projekt PICTA-KILL - Entwicklung neuartiger Formulierungen für verhaltensmanipulierende Strategien zur biologischen Bekämpfung von *Cacopsylla picta*, dem Überträger der Apfeltriebsucht

The project PICTA-KILL - Development of novel formulations for behavior manipulating strategies for the biological control of Cacopsylla picta, the vector of apple proliferation

Linda C. Muskat¹, Pascal Humbert¹, Jürgen Gross², Louisa Maria Görg², Elisa Beitzen-Heineke³, Wilhelm Beitzen-Heineke³, Michael Przyklenk³, Cornelia Dippel⁴, Annette H. Jensen⁵, Annette B. Jensen⁵, Jørgen Eilenberg⁵, Anant V. Patel¹

¹University of Applied Sciences, Department of Engineering and Mathematics, Fermentation and Formulation of Biologicals and Chemicals, Bielefeld, Germany

²Julius Kühn-Institut, Institute for Plant Protection in Fruit Crops and Viticulture, Dossenheim, Germany

³BIOCARE Gesellschaft für biologische Schutzmittel mbH, Einbeck, Germany

⁴IS Insect Services GmbH, Berlin, Germany

⁵University of Copenhagen, Denmark

Als Vektor von *Candidatus Phytoplasma mali*, dem Erreger der Apfeltriebsucht, verursacht der Sommerapfelblattsauger (*Cacopsylla picta*) in Europa einen jährlichen Schaden in dreistelliger Millionenhöhe. Eine direkte Bekämpfung der Apfeltriebsucht ist nicht möglich, sodass zum Schutz der Pflanzen der Vektor bekämpft werden muss. In Deutschland sind weder für den Ökolandbau noch den konventionellen Anbau Pflanzenschutzmittel gegen *C. picta* zugelassen. Neue Kenntnisse über die Geruchspräferenz von *C. picta* eröffnen innovative Möglichkeiten zur Bekämpfung. Das Ziel des BMEL-geförderten Projektes "PICTA-KILL" ist daher die Entwicklung von Formulierungen, die vor allem im Rahmen einer Attract-and-Kill-Strategie zur biologischen Bekämpfung von *C. picta* eingesetzt werden sollen. Darüber hinaus soll geprüft werden, ob eine Kombination mit repellenten Stoffen unterstützend wirkt („Push-Pull-Kill“-Strategie). Das Vorhaben verfolgt die Einführung eines Verfahrens mit geringen Pflanzenschutzmittelanwendungen. Die Formulierungen wirken schädlingsspezifisch, präventiv und biologisch und reduzieren dadurch die Risiken für die Gesundheit von Mensch, Tier und Naturhaushalt.

078 - PICTA KILL – Das Wirtsspektrum des entomopathogenen Pilzes *Pandora sp.* und seine Eignung zur Bekämpfung von Psylliden

PICTA KILL – host range of new entomopathogenic fungus Pandora sp. considered for psyllid control

Louisa Maria Görg¹, Linda C. Muskat², Pascal Humbert², Anant V. Patel², Cornelia Dippel³, Michael Przyklenk⁴, Elisa Beitzen-Heineke⁴, Wilhelm Beitzen-Heineke⁴, Pascal Herren⁵, Annette H. Jensen⁵, Annette B. Jensen⁵, Jørgen Eilenberg⁵, Jürgen Gross¹

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, AG Angewandte Chemische Ökologie, Dossenheim

²Fachhochschule Bielefeld, AG Fermentation und Formulierung von Zellen und Wirkstoffen, Bielefeld

³IS Insect Services GmbH, Berlin

⁴BIOCARE Gesellschaft für biologische Schutzmittel mbH, Einbeck

⁵Universität Kopenhagen, Section for Organismal Biology, Dänemark

Im Rahmen des BMEL-geförderten Verbundprojekts „PICTA KILL“ soll eine neuartige biologische Bekämpfungsstrategie gegen den Sommerapfelblattsauger *Cacopsylla picta* Foerster, 1848 (Hemiptera: Psyllidae) entwickelt werden. Dieses phloemsaugende Insekt fungiert als Vektor von *Candidatus Phytoplasma mali*, dem Erreger der Apfeltriebsucht,

welcher große Schäden und Ertragseinbußen im Apfelanbau verursacht. Um die Neuinfektion von Apfelbäumen mit diesem zellwandlosen Bakterium zu minimieren, soll der Vektor mittels verhaltensmanipulierender Duftstoffe zu einem entomopathogenen Pilz gelockt werden (Attract-and-Kill-Strategie). Eine erst im Jahre 2016 in Dänemark aus Psylliden-Kadavern isolierte und bisher unbeschriebene *Pandora* sp. Art (Entomophthorales: Entomophthoraceae) wurde auf ihre Eignung als Kill-Komponente überprüft und das Wirtsspektrum ermittelt. Dazu wurde in Infektionsversuchen die charakteristische Eigenart des Pilzes genutzt, seine Sporen aktiv auszuschleudern, sodass diese von einer Myzelmatte auf die darunter befindlichen Insekten hinab rieseln konnten. Es wurde eine nicht näher quantifizierte, aber hohe Dosis an Konidiosporen verwendet, um zu testen ob das Isolat „Pandora 16- 44“ die eingesetzten Insekten generell infizieren kann. Als Kontrolle dienten Insekten, die keinem „Sporenregen“ ausgesetzt wurden. Dabei zeigte sich deutlich, dass die Überlebenszeit von *C. picta* nach Infektion mit diesem entomopathogenen Pilz signifikant reduziert wurde. Auch andere Psyllidenarten, wie z.B. der Frühlingsapfelblattsauger *Cacopsylla mali* Schmidberger, sowie Birnblattsauger wie z. B. *Cacopsylla pyri* L. wurden erfolgreich von *Pandora* sp. infiziert und getötet. Außerdem konnten nicht nur die adulten Stadien durch „Pandora 16-44“ infiziert werden, sondern auch bei den Nymphen des Birnblattsaugers *C. pyri* wurden eine erhöhte Mortalität und Symptome der Pilzinfektion an den Kadavern verzeichnet. Vergleicht man die Überlebensdauer der im Versuch infizierten Birnblattsauger *C. pyri*, so zeigt sich, dass die Hälfte der Psylliden nach Infektion mit „Pandora 16-44“ nur 4 bis 5 Tage überlebten, während die Überlebenszeit der Hälfte der Birnblattsauger nach Kontakt mit einer verkapselten *Metarhizium brunneum* Cb15 III-Formulierung 10 Tage betrug. Um die Spezifität dieses Vertreters aus der allgemein als sehr spezifisch geltenden Gruppe der Entomophthorales zu beleuchten, wurde mit der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hemiptera: Aphididae) eine andere phloemsaugende, aber mit den Psylliden nicht näher verwandte Art ebenfalls erfolgreich infiziert. Es wurde gezeigt, dass sich *Pandora* sp. eignet, um den Sommerapfelblattsauger *C. picta* zu infizieren und abzutöten. Durch Integration in eine sog. Attract-and-Kill-Strategie, in der die Sommerapfelblattsauger mit geeigneten attraktiven Duftstoffen zu einer spezifischen Formulierung gelockt werden, könnte die Spezifität einer Anwendung möglicherweise erhöht werden.

079 - Fermentation des entomopathogenen Pilzes *Pandora* sp. für die Bekämpfung von *Cacopsylla picta*

Fermentation of the entomopathogenic fungi Pandora sp. for the control of Cacopsylla picta

Michael Przyklenk¹, Elisa Beitzen-Heineke¹, Linda C. Muskat², Louisa Maria Görg³, Pascal Humbert², Cornelia Dippel⁴, Jürgen Gross³, Anant Patel², Wilhelm Beitzen-Heineke¹

¹BIOCARE Gesellschaft für biologische Schutzmittel mbH, Einbeck

²Fachhochschule Bielefeld, AG Fermentation und Formulierung von Zellen und Wirkstoffen, Bielefeld

³Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Obst und Weinbau, Dossenheim

⁴IS Insect Services GmbH, Berlin

Der entomopathogene Pilz *Pandora* sp. ist ein vielversprechender Kandidat für die Bekämpfung von *Cacopsylla picta*. *C. picta* der Sommerapfelblattsauger gilt als Überträger der Apfeltriebsucht und verursacht große Schäden und Ertragseinbußen im Apfelanbau. Um den Pilz *Pandora* sp. effektiv in "Attract and Kill" oder "Push and Pull" Strategien einsetzen zu können wird eine effiziente Methode zur Massenvermehrung des Pilzes benötigt. Ein Ansatz zur kostengünstigen Vermehrung von Biomasse ist die Flüssigfermentation. In dieser Studie soll der Einfluss von verschiedenen

Fermentationsparametern, wie pH, pO₂, Rührergeschwindigkeit auf die Ausbeute untersucht werden. Zusätzlich spielt die Zusammensetzung des Mediums eine entscheidende Rolle für die Ausbeute der Fermentation, deswegen sollen verschiedene Rohstoffe für die Anzucht im Fermenter getestet werden. Durch die Ermittlung der optimalen Fermentationsparameter, sollten möglichst homogene und feindisperse Hyphen produziert werden. Die feindispersen Hyphen sollen anschließend in einer innovativen Formulierung auf Basis eines Hydrogels verkapselt werden und können dann zur Bekämpfung von *C. picta* eingesetzt werden. Zusätzlich sollte im Technikums Maßstab ein möglichst kosteneffizienter Fermentationsprozess entwickelt werden, um die Fermentationskosten zu senken wurden kostengünstige Roh- und Reststoffe in dem Fermentationsmedium verwendet.

080 - Developing foliar application of entomopathogenic nematodes for controlling *Tuta absoluta* on tomatoes

Mokhtar Abonaem, Annette Herz

Julius Kühn-Institut, Institute for Biological Control

The efficacy of *Steinernema carpocapsae* against *T. absoluta* 4th instar larvae under semi-field conditions was tested. The aim of this study is to determine the efficient concentration for controlling this pest on tomatoes. Nematodes were applied in four concentrations (2500, 5000, 10000, or 20000 nematode (IJs)/ml) and applied once or twice within 24h. The nematode suspension for each concentration was sprayed on four tomato plants infested with *T. absoluta* larvae. The plants were checked at 72 h after the last application and dead and alive larvae were counted in order to calculate the larval mortality. The experiment was conducted three times at different time points. The results showed that increasing the applied concentration increased the larval mortality. Applying the nematode twice within 24 hours was better than the double amount of nematode only once applied. Using nematodes in a concentration of 2500 IJs/ml twice caused 59 % larval mortality while using a concentration of 5000 IJs/ml once caused 40% larval mortality. Using the concentration of 5000 IJs/ml twice, larval mortality was 65% whereas using 10000 IJs/ml once caused 54 % larval mortality. Using 10000 IJ/ml twice caused 75 % larval mortality while using 20000 IJs/ml once caused 70 % larval mortality. Further studies, especially under more practical conditions, will be done to develop the use of these nematode biological control agents on tomato crop.

081 - Zuflugverhalten an unkontrastierten Flächen und starken UV-Reflektoren durch *T. vaporariorum* und *A. proletella*

Takedown behaviour of T. vaporariorum and A. proletella on uncontrasted and UV-reflective surfaces

Jan-Uwe, Niemann

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme, Abteilung Phytomedizin

Trialeurodes vaporariorum und *Aleyrodes proletella* sind zwei Vertreter der Mottenschildläuse (Aleyrodoidea) die eine Vielzahl von Kulturpflanzen befallen können. Obwohl der Schaden hauptsächlich kosmetischer Natur ist, sollte ein möglichst geringer Befall auch bei hohem Druck gesichert sein, da durch die Ausscheidungen von Honigtau die Bildung von Rußtaupilzen steigt. Mit den beiden Wirt-Schädlinge-Kombinationen Brokkoli-Kohlmottenschildlaus und Eissalat-Gewächshausweißefliege wurden

Flugversuche im Gewächshaus durchgeführt, um das Potenzial eines farbigen Mulchmaterials für eine Verringerung des Zufluges durch die beiden Schädlinge bewerten zu können. In einer Wahlarena wurden definierte Zahlen von Tieren freigelassen und nach 24 h die Tiere auf den Pflanzen gezählt. Die Käfige sind mittig geteilt: auf der einen Seite mit einem konventionellen „Pflanze im Boden“ Kontrast, auf der anderen Seite mit einem Beet, in dem die Pflanzen in eine farbige Folie gepflanzt wurden, um den Pflanzen-Boden Kontrast zu minimieren. Die Ergebnisse zeigen einen deutlich verringerten Befall bei fehlendem Pflanzen-Boden-Kontrast. Dieser Effekt ist bei *T. vaporariorum* stärker ausgeprägt als bei *A. proletella*. Die Ergebnisse können im Besonderen in Anbausituationen helfen, in denen sie in Kombination angewendet werden oder keine geringe Schadschwelle besteht. Die Versuche sollen auch im Freiland durchgeführt werden, um das im Gewächshaus ermittelte hohe Potenzial für das Verfahren im praktischen Anbau zu testen.

082 - Evaluierung neuartiger biologischer Saatgutbehandlungen gegenüber dem dem Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) in Raps

*Evaluation of novel biological seed treatments against the cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala* L.) in oilseed rape*

Anna Köneke¹, Katharina Lohaus¹, Bernd Ulber¹, Kirstin Feußner², Krzysztof Zienkiewicz², Simon Goertz³, Steffen Rietz³

¹Georg August-Universität Göttingen, Abteilung Agrarentomologie

²Georg August-Universität Göttingen, Abteilung Biochemie der Pflanze

³NPZ Innovation GmbH

Nach dem Verbot der neonicotinoiden Beizmittel und der zunehmenden Resistenzentwicklung adulter Rapserrdföhe gegenüber synthetischen Pyrethroiden ist die wirksame Bekämpfung dieses Schädlings im Rapsanbau zunehmend schwieriger geworden. Zum Schutz der Rapspflanzen vor diesem Schadinsekt werden daher alternative Lösungsansätze benötigt. Im Rahmen des vom BMEL geförderten Verbundvorhabens ‚InRaps‘ wurde im Zuge einer Masterarbeit in Klimakammer- und Feldstudien untersucht, ob neuartige Saatgutbehandlungen auf Basis von Botanicals, Biologicals und Promotoren die Schadwirkung des Rapserrdföhe beeinflussen. Insgesamt sollten 24 Prüfglieder als Saatgutbehandlung bzw. als Reinsubstanz hinsichtlich ihrer direkten und indirekten Wirkung auf das Fraßverhalten adulter Rapserrdföhe sowie auf die Mortalität und Entwicklung von Eiern und Larven geprüft werden.

Zur Bestimmung der repellenten Wirkung der Botanicals auf adulte Rapserrdföhe wurden Rapspflanzen mit entsprechender Saatgutbeizung in je einem Plastikbecher angezogen. Im Kotyledonen-Stadium (BBCH 10) wurden dem System zwei Käfer hinzugefügt und der Käferfraß an den Kotyledonen sowie die Anzahl toter Käfer nach 24h, 48h, 72h und 7 Tagen dokumentiert. Zur Überprüfung der Effektivität der Botanicals als Reinsubstanz wurde ungebeiztes Saatgut angezogen und die Botanical-Lösung als Reinsubstanz in Form einer Applikation auf die Kotyledonen bzw. auf ein am Boden befindliches Filterpapier aufgetragen. Direkt nach der jeweiligen Applikation wurden dem System zwei Käfer hinzugefügt und der Käferfraß an den Kotyledonen sowie Anzahl toter Käfer nach 24h, 48h, 72h und 7 Tagen dokumentiert.

Zur Erfassung der Effektivität von Biologicals und Promotoren wurde der Larvenfraß an Rapspflanzen mit entsprechender Beizung evaluiert. Hierbei wurde das Verhalten der Rapserrdfohlarven in Blattstielen von intakten Pflanzen sowie in von der Pflanze abgetrennten Blattstielen (Petrischalen-Versuche) beobachtet. Bezüglich der intakten

Pflanzen wurde innerhalb eines Zeitraumes von 2 Wochen aufgenommen, ob sich die Larven in den Blattstielen befinden und weiterentwickeln. In den Petrischalen-Versuchen wurde innerhalb eines kürzeren Beobachtungszeitraumes die grundsätzliche Bereitschaft der Larven zum Einbohren erfasst.

In weiteren Petrischalen-Versuchen wurden Larven und Eier des Rapsdelflohs in direkten Kontakt mit den Reinsubstanzen der Botanicals gebracht, um die konkrete Toxizität verschiedener Konzentrationen der Lösungen zu bestimmen. Dabei wurde Filterpapier mit der entsprechenden Lösung benetzt und die Larven bzw. Eier mit einem Pinsel auf das Filterpapier aufgebracht.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse lassen bereits Effekte einiger Prüfglieder erkennen. Um diese abzusichern, wurden sämtliche Versuche mindesten einmal wiederholt und einzelne Prüfglieder zusätzlich mit Ergebnissen aus Feldversuchen verglichen. Starke Effekte zeigten sich vor allem in den Petrischalen-Versuchen mit Botanicals, in welchen einige Prüfglieder sowohl den Einschluß verhinderten als auch die Rapsdelflohlarven letal schädigten. Auch bei den Versuchen mit Biologicals und Promotoren stimmen die Ergebnisse der Versuche teilweise überein.

083 - Das Projekt ATTRACAP: Optimierung einer Attract & Kill-Strategie gegen Drahtwürmer im Kartoffelanbau

The project ATTRACAP: optimization of an attract & kill strategy against wireworms in potato production

Sebastian Laurenz¹, Katharina Hermann², Pascal Humbert², Elisa Beitzen-Heineke³, Michael Przyklenk³, Wilfried Dreyer⁴, Christian Landzettel⁵, Hans-Jürgen Meßmer⁶, Wilhelm Beitzen-Heineke³, Anant V. Patel², Stefan Vidal¹

¹Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Agrarentomologie ²Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik, AG Fermentation und Formulierung von Zellen und Wirkstoffen

³BIOCARE Gesellschaft für Biologische Schutzmittel mbH

⁴Öko-Beratungsgesellschaft mbH (Naturland-Fachberatung)

⁵Bioland Erzeugerring Bayern e. V.

⁶Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)

Seit den 1990er Jahren steigt die Relevanz von Drahtwürmern als Agrarschädlinge stetig (Vernon & van Herk 2013). Der ökonomische Schaden nimmt zum Teil existenzbedrohende Ausmaße für den Landwirt an. Der Wegfall von hochwirksamen, unspezifischen und persistenten Insektiziden gilt als Hauptursache für den ansteigenden Drahtwurmschaden (Parker & Howard 2001). Zudem sind anbautechnische Maßnahmen wie regelmäßiges Pflügen, gezielte Fruchtfolgen oder Biofumigation oft nur bedingt wirksam. Mit dem neu entwickelten Produkt ATTRACAP® steht den Landwirten sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Kartoffelanbau seit 2016 (bisher nur Notfallzulassung; eine reguläre Zulassung wird aktuell vorbereitet) eine vielversprechende, nachhaltige und praktikable Lösung für das Drahtwurmproblem zur Verfügung. ATTRACAP® basiert auf einer innovativen und umweltfreundlichen Attract & Kill-Strategie (Brandl et al. 2016, Humbert et al. 2017, Przyklenk et al. 2017). Durch die Produktion von CO₂ werden die Drahtwürmer zu den ATTRACAP®-Kapseln gelockt. Ein auch natürlich in der Agrarlandschaft vorkommender Pilz, *Metarhizium brunneum* (Metschnikoff) Sorokin, wächst aus den Kapseln aus, infiziert den Drahtwurm und tötet ihn innerhalb weniger Wochen ab. Bisherige Ergebnisse aus Feldversuchen zeigen Wirkungsgrade bis über 60 %; allerdings wird die Wirkung von zahlreichen Faktoren (z. B. Artenzusammensetzung der Drahtwürmer, Bodenfeuchte) beeinflusst. Ein BLE-gefördertes Verbundprojekt wurde 2017 gestartet, um

die Attract & Kill-Strategie weiter zu optimieren. In den kommenden drei Jahren sollen in einer Zusammenarbeit aus Forschung, Wirtschaft und Anbaupraxis die Wirkung und Lagerfähigkeit von ATTRACAP[®] maximiert und die Kosten gleichzeitig minimiert werden.

Literatur

- BRANDL, M. A., M. SCHUMANN, M. PRZYKLENK, A. PATEL, S. VIDAL, 2016: Wireworm damage reduction in potatoes with an attract-and-kill strategy using *Metarhizium brunneum*. *J. Pest Sci.* **90** (2), 479-493.
- HUMBERT, P., M. PRZYKLENK, M. VEMMER, M. SCHUMANN, S. VIDAL, A. PATEL, 2017: Technical scale production of encapsulated *Saccharomyces cerevisiae* and *Metarhizium brunneum* attractive to wireworms. *Biocontrol Sci. Techn.* **27** (9), 1049-1070.
- PARKER, W. E., J. J. HOWARD 2001: The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the U.K. *Agric. For. Entomol.* **3**, 85-98.
- PRZYKLENK, M., M. VEMMER, M. HANITZSCH, A. PATEL, 2017: A bioencapsulation and drying method increases shelf life and efficacy of *Metarhizium brunneum* conidia. *J. Microencapsul.* **34** (5), 498-512.
- VERNON R. S., W. G. VAN HERK 2013: Wireworms as pests of potato. In: *Insect pests of potato*. GIORDANENGO, P., C. VINCENT and A. ALYOKHIN, Oxford, Academic Press, 103-164.

084 - Bekämpfung von Drahtwürmern: Entwicklung eines Bodengranulates basierend auf der Pilzgattung *Metarhizium*

Control of wireworms: Development of a soil granule based on the fungal genus Metarhizium

Tanja Bernhardt¹, Ursula Nieszporek², Dietrich Stephan¹

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz

²Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Biologie

Ziel des Projektes „Entwicklung einer nachhaltigen und umweltschonenden Regulierungsstrategie von Drahtwürmern im integrierten und ökologischen Kartoffelanbau auf der Basis anwenderfreundlicher Bodengranulate und spritzbarer Formulierungen des insektenpathogenen Pilzes *Metarhizium brunneum* (Agri-Met)[®]“ ist es, eine Bekämpfungsmöglichkeit von Drahtwürmern, beruhend auf entomopathogenen Pilzen, zu entwickeln.

Drahtwürmer sind die Larven von Schnellkäfern. Einige Gattungen sind karnivor, andere ernähren sich von Wurzeln und Keimlingen und können so zu enormen Ernteeinbußen führen. Zu den Nahrungspflanzen dieser Gattungen gehören unter anderem Mais, Salat, Karotte, Spargel und Kartoffel. Es gibt 39 Arten in 21 Gattungen von Schnellkäfern, deren Larven als kartoffelschädigend gelten. Als die in Deutschland am verbreitetsten und schädlichsten Arten gelten *Agriotes lineatus*, *A. sputator*, *A. obscurus*, *A. sordidus* und *A. ustulatus*.

Zur Bekämpfung der Drahtwürmer sind einige Pflanzenschutzmittel gemäß § 53 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 gelistet. Darüber hinaus kann eine Drahtwurmpopulation durch Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Vorkultur (z.B. mit Leguminosen) eingedämmt werden. Da diese Methoden jedoch nicht genügen, um einen Schaden durch Drahtwürmer ausreichend zu reduzieren, wurde untersucht, ob eine Bekämpfung mit entomopathogenen Pilzen eine mögliche Lösung des Problems darstellen kann.

Dazu wurde zunächst die Pathogenität mehrerer Pilzstämmen der Gattungen *Metarhizium* und *Isaria*, sowie zweier unbestimmter Pilzstämmen gegen drei Arten der Gattung *Agriotes* (*A. lineatus*, *A. sputator* und *A. obscurus*) überprüft. Es zeigte sich, dass ausschließlich Pilzstämmen der Gattung *Metarhizium* in der Lage waren, Drahtwürmer zu infizieren. Neben der Pathogenität wurde die Produzierbarkeit der *Metarhizium*-Pilzstämmen in Flüssigkultur ermittelt. Im Zuge dieser Untersuchung wurde die Sporulation in mehreren Medien bestimmt. Der erfolgversprechendste Pilzstamm (JKI-BI-1450) wurde daraufhin im großen Maßstab produziert und mittels Wirbelschichttrocknung mehrere Bodengranulate, mit

unterschiedlichen Konzentrationen an Biomasse, hergestellt. Die Wirkung des Bodengranulates mit der höchsten Biomassekonzentration wird aktuell in ersten Feldversuchen getestet.

Zur Optimierung der Produktion des Pilzstammes JKI-BI-1450 wurde das Wachstum und die Sporulation bei verschiedenen Temperaturen ermittelt.

085 - Bekämpfung von Drahtwürmern: Entwicklung einer Regulierungsstrategie von Drahtwürmern auf der Basis der insektenpathogenen Pilzgattung *Metarhizium*

*Development of strategies for the regulation of wireworms with entomopathogenic fungi of the genus *Metarhizium**

Dietrich Stephan¹, Tanja Bernhardt¹, Jörn Lehnhus², Maximilian Paluch², Dieter von Hörsten³, Eckhard Immenroth³, Helmut Junge⁴, Kristin Dietel⁴, Fabian Wollny⁴, Helmut Lehner⁵

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz

²Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

³Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz

⁴ABiTEP GmbH

⁵LEHNER Agrar GmbH

Hauptziel des Projektes „AgriMet“ ist die Entwicklung eines anwenderfreundlichen Bodengranulates auf der Basis der insektenpathogenen Pilzgattung *Metarhizium* zur nachhaltigen und umweltschonenden Regulierung von Drahtwürmern im integrierten und ökologischen Kartoffelanbau.

In Europa stellen Schnellkäfer ein zunehmendes Problem im Ackerbau und hier insbesondere im Kartoffel- und Maisanbau dar. Die 5 Arten *Agriotes lineatus* (L.), *A. obscurus* (L.), *A. sputator* (L.), *A. sordidus* (Illiger) und *A. ustulatus* Schaller sind in Mitteleuropa als die wichtigsten zu nennen. Neben Kartoffeln und Mais können auch andere ackerbauliche Kulturen betroffen sein. Gerade weil keine chemischen Insektizide zur Bekämpfung von Drahtwürmern zur Verfügung stehen, wird die Anwendung Insektenpathogener Pilze der Gattung *Metarhizium* als ein mögliches nachhaltiges Pflanzenschutzverfahren für den biologischen wie integrierten Anbau angesehen.

Am JKI, Institut für Biologischen Pflanzenschutz werden verschiedene *Metarhizium*-Stämme gegen Drahtwürmer getestet und für ausgewählte Pilzstämme ein geeignetes Flüssigfermentationsverfahren entwickelt. Anschließend wird die Biomasse in einem Granulatherstellungsverfahren formuliert. Eine technische wie betriebswirtschaftliche Umsetzbarkeit des Verfahrens führt die Firma ABiTEP GmbH durch und vergleicht dieses gegebenenfalls mit anderen Herstellungsverfahren. Für ausgewählte Pilzstämme soll neben der Granulatformulierung auch eine spritzbare Formulierung entwickelt werden. In Zusammenarbeit mit dem JKI, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz und der LEHNER Agrar GmbH wird die Ausbringungstechnik der Granulate - einschließlich der Integrierung spritzbarer *Metarhizium*-Formulierungen - optimiert. Das JKI, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, konzentriert sich auf die Entwicklung einer auf insektenpathogenen Pilzen basierten Drahtwurm-Bekämpfungsstrategie im Kartoffelanbau.

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

086 - Verkapselung von *Metarhizium pemphigi* für die biologische Schädlingsbekämpfung

Encapsulaton of Metarhizium pemphigi for biological pest control

Pascal Humbert¹, Sissy-Christin Lorenz¹, Marion Wassermann², Ute Mackenstedt², Kerstin Büchel³, Hans Dautel³, Anant Patel¹

¹Fachhochschule Bielefeld, AG Fermentation und Formulierung von Zellen und Wirkstoffen

²Universität Hohenheim, Fachgruppe Parasitologie

³IS Insect Services GmbH

Entomopathogene Pilze der Art *Metarhizium pemphigi* sind interessante Kandidaten für die Entwicklung von biologischen Schädlingsbekämpfungsmitteln. Für eine hohe Wirksamkeit von *M. pemphigi* im Freiland ist die Entwicklung von geeigneten Formulierungen unabdingbar. In dieser Studie wurde ein neues Isolat von *M. pemphigi* in Flüssigkultur angezogen, die Blastosporen im Anschluss von dem Myzel separiert und zusammen mit Füll- und Nährstoffen in Calcium-Alginat eingeschlossen. Basierend auf der "Mikrofermenter"-Idee (Przyklenk et al., 2017), ermöglichte die Verkapselung die Multiplikation der Biomasse innerhalb der Kapsel. In Abhängigkeit von den verwendeten Nährstoffen wurden hohe Sporenkonzentrationen bis zu $2,5 \times 10^7$ Sporen/Kapsel auf der Kapseloberfläche erreicht. Trocknungs- und Rehydrierungsversuche zeigten, dass die verkapselten Blastosporen mit Hilfe von co-verkapselten Additiven bis auf einen niedrigen Wassergehalt getrocknet werden können, um die Lagerfähigkeit der Formulierung zu erhöhen. Diese Studie schafft die Grundlage für einen effektiven Einsatz des entomopathogenen Pilzes in der biologischen Schädlingsbekämpfung.

Literatur

Przyklenk M, Vemmer M, Hanitzsch M, Patel A, 2017: A bioencapsulation and drying method increases shelf life and efficacy of *Metarhizium brunneum* conidia. *J. Microencapsul.* **34**(5), 498-512.

087 - Trocknung von verkapseltem *Metarhizium brunneum* und verkapselter Bäckerhefe

Drying of encapsulated Metarhizium brunneum and encapsulated baker's yeast

Pascal Humbert¹, Michael Przyklenk², Katharina Hermann¹, Wilhelm Beitzen-Heineke², Anant Patel¹

¹Fachhochschule Bielefeld, AG Fermentation und Formulierung von Zellen und Wirkstoffen

²Biocare GmbH

Verkapselte entomopathogene Pilze wie *Metarhizium* spp. haben sich in Kombination mit CO₂-freisetzender Bäckerhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) als vielversprechende biologische Bekämpfungsmittel für bodenbürtige Schädlinge, z.B. Drahtwürmer, erwiesen ("Attract-and-Kill"). Um einen technischen Einsatz der Kapseln zu ermöglichen, müssen diese getrocknet werden. Neben der möglichen technischen Applikation der trockenen Kapseln mit Hilfe von Granulatstreuern, ist insbesondere die höhere Lagerfähigkeit der getrockneten Formulierungen von großer Relevanz. Allerdings ist der Trocknungsprozess aufgrund von Dehydrierungs- und thermischem Stress oft mit signifikanten Einbußen in der Zellviabilität verbunden. Daher besteht aktuell hoher Forschungsbedarf, um die Trocknungsfähigkeit von verkapselten Zellen für den Einsatz in der biologischen Schädlingsbekämpfung zu verbessern.

In dieser Studie wurde der Einfluss verschiedener Formulierungshilfsmittel und Füllstoffe auf die Überlebensrate und Lagerfähigkeit des verkapselten entomopathogenen Pilzes

Metarhizium brunneum und verkapselter Bäckerhefe untersucht. Es zeigte sich, dass Calciumgluconat als simultaner Vernetzer bei der Kapselherstellung und wirksames Trocknungshilfsmittel bei der Trocknung der Kapseln genutzt werden kann (Humbert et al., 2017). Für die Überführung der Kapseltrocknung in den technischen Maßstab wurde ein Wirbelschichttrocknungsverfahren mit variablem Temperaturprofil entwickelt (Humbert et al., 2017b).

Literatur

Humbert, P., Przyklen, M., Vemmer, M., & Patel, A.V., 2017: Calcium gluconate as cross-linker improves survival and shelf life of encapsulated and dried *Metarhizium brunneum* and *Saccharomyces cerevisiae* for the application as biological control agents. *J. Microencapsul.* **34**(1), 47-56.

Humbert, P., Przyklen, M., Vemmer, M., Schumann, M., Vidal, S. & Patel, A.V., 2017: Technical scale production of encapsulated *Saccharomyces cerevisiae* and *Metarhizium brunneum* attractive towards wireworms. *Biocontrol Sci. Technol.*, **27**(9), 1049-1070.

088 - Wirkungsweise von NeemAzal-T/S auf den Großen Lupinenblattrandkäfer (*Sitona gressorius*)

*Efficiency of NeemAzal-T/S against the lupin weevil (*Sitona gressorius*)*

Juliane Lüdtke¹, Maren Knipping¹, Marie-Luise Paak¹, Edmund Hummel², Christine Struck¹

¹Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Phytomedizin

²Trifolio-M GmbH

Der Große Lupinenblattrandrüssler (*Sitona gressorius*) ist ein spezifischer Schädling im Lupinenanbau, welcher als adulter Käfer an den Lupinenblättern frisst. Den wirtschaftlich größeren Schaden verursachen jedoch die Larven durch das Fressen an den Knöllchen im Wurzelbereich. Dadurch wird nicht nur die Möglichkeit der Stickstoffanreicherung verringert, sondern die Fraßstellen dienen auch als Eintrittsforten für bodenbürtige Schadpilze, was zu hohen Ertragsverlusten führen kann (Ströcker et al. 2013).

Eine wirksame Kontrolle des Käfers gibt es bisher nicht, da der Einsatz von chemisch-synthetischen Insektiziden im ökologischen Landbau verboten und im konventionellen Landbau stark eingeschränkt ist (Kaufmann et al. 2011). Ziel dieser Untersuchung war es, das biologische Pflanzenschutzmittel NeemAzal-T/S hinsichtlich seiner fertilitätsstörenden Wirkung auf *S. gressorius* zu untersuchen. Um den optimalen Zeitpunkt einer Behandlung herauszufinden, wurden zudem Untersuchungen zur Eiablage und Larvenschlupf unter verschiedenen Temperaturbedingungen durchgeführt.

Durch die Versuche in den 3 Temperaturstufen 8°C/ 4°C, 15°C/ 8°C und 20°C/ 12°C (Tag-/Nacht-Rhythmus) wurde deutlich, dass die Käfer sobald es warm wird mit der Eiablage beginnen. Auch in der mittleren Temperaturstufe kam es zur Eiablage, jedoch in einem deutlich geringeren Umfang und mit verzögertem Larvenschlupf. Im kalten Temperaturbereich wurden keine Eier gelegt.

Für die Fertilitätsversuche wurden die Käfer nach Geschlecht getrennt und kamen Pärchenweise in insgesamt 30 Boxen mit je zur Hälfte behandelten bzw. unbehandelten Lupinenblättern. Die Käfer wurden für 9 Tage täglich mit der behandelten bzw. unbehandelten Variante gefüttert und die Eiablage dokumentiert. Anschließend wurden beide Varianten mit unbehandelten Blättern gefüttert und die gelegten Eier alle 2 bis 3 Tage aus den Boxen gesammelt.

Betrachtet wurde der Zeitraum bis zur 2. Woche nach der Neem Fütterung. Die Ergebnisse zeigen eine deutlich fertilitätsstörende Wirkung von NeemAzal-T/S auf *S. gressorius*.

Insgesamt wurden in den unbehandelten Kontrollen 610 befruchtete Eier gelegt, während in den behandelten Varianten lediglich 7 befruchtete Eier gelegt wurden.

Literatur

Kaufmann, K., S. Wendt, D. Bellmann, C. Struck, W. Kirchner, B. Schachler, 2011: Blattrandkäferbefall an Lupinen - Ertragsbeeinflussung und Wirtspräferenzen der Lupinenblattrandkäfer *Sitona gressorius* und *S. griseus*. In: 61. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2010, S. 105–108. Lehr- und Forschungs-zentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

Ströcker, K., S. Wendt, W. H. Kirchner, & C. Struck, 2013: Feeding preferences of the weevils *Sitona gressorius* and *Sitona griseus* on different lupin genotypes and the role of alkaloids. *Arthropod-Plant Interactions* 7, 579-589.

090 - Einflüsse von Transfermulch und Gründüngern im ökologisch-pfluglosen Kartoffelanbau auf die Grünschaligkeit und Gesundheit der Knollen

Influences of transferred mulch and green manure in organic ploughless potato cultivation on the risk of green skin and the health of tubers

Stephan Martin Junge, Janna Pfister, Rainer Wedemeyer, Maria Renata Finckh

Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

Im ökologischen, pfluglosen Kartoffelanbau werden Zwischenfrüchte und transferierter Mulch aus Gründüngern verwendet um Kartoffeln zu ernähren, Beikräuter zu unterdrücken und den Boden strukturell aufzubauen (Finckh et al., 2018). Kritisch wird die organische Auflage und Substanz im Boden, bezüglich drohender Befälle mit *Rhizoctonia solani*, Drahtwürmern, Schnecken und Mäusen diskutiert. Die flache Bearbeitung und der Verzicht auf das Häufeln im Mulch könnte Grünschaligkeit provozieren.

In einem Feldexperiment in 2017 wurden die Zwischenfrüchte Winterwicke, Wicktriticale und eine Brache als Kontrolle mit den Mulcharten Klee gras, Wicktriticale, Klee grasheu sowie ohne Mulch kombiniert. Die Zwischenfrüchte wurden durch eine Fräse 5 cm tief in den Boden eingearbeitet, die Kartoffeln in flache Dämme aus dem Gründünger-Erdgemisch gelegt. Zwei Wochen später wurde der Mulch appliziert. Nach der Ernte wurden Knollen auf Schaderregerschäden und Grünschaligkeit untersucht.

Tab.: Anteil befallener, beschädigter und grüner Knollen. Buchstaben hinter den Befällen kennzeichnen signifikante Unterschiede ($P < 0,05$ - Linear Mixed Model, Tukey (HSD), CLD).

Vorfrucht Mulchmaterial		R. solani-Befall	σ	Drahtwurmschäden	σ	Mäuseschäden	σ	Grüne Knollen	σ	Schnecken-schäden	σ
Brache	Ohne Mulch	18,18%	7,87%	13,23%	14,73%	2,46%	2,37%	0,49%	0,57%	0,25%	a 0,50%
	Klee gras	15,89%	8,93%	21,72%	26,49%	1,74%	1,51%	0,50%	1,00%	2,22%	ab 2,07%
	Wicktriticale	21,59%	19,83%	14,52%	14,86%	2,29%	2,24%	1,04%	1,50%	1,73%	ab 2,03%
	Heu	21,04%	23,54%	21,00%	24,10%	3,00%	1,41%	0,50%	1,00%	1,00%	ab 0,82%
Winterwicke	Ohne Mulch	9,44%	8,06%	18,31%	17,84%	2,30%	2,10%	0,50%	0,58%	1,56%	ab 3,13%
	Klee gras	9,82%	10,22%	16,34%	18,65%	1,54%	1,37%	0,25%	0,50%	1,73%	ab 1,69%
	Wicktriticale	27,14%	27,53%	22,23%	22,89%	1,22%	1,27%	0,25%	0,50%	3,89%	ab 3,36%
	Heu	9,42%	4,62%	10,53%	10,12%	3,28%	3,18%	0,25%	0,50%	2,28%	ab 2,04%
Wicktriticale	Ohne Mulch	7,22%	4,57%	22,37%	26,79%	1,82%	1,65%	0,25%	0,50%	0,00%	a 0,00%
	Klee gras	18,65%	5,16%	13,21%	11,21%	2,70%	2,69%	0,73%	0,93%	5,15%	b 2,43%
	Wicktriticale	6,71%	3,69%	16,58%	15,58%	3,74%	1,51%	0,49%	0,98%	2,00%	ab 1,83%
	Heu	9,75%	6,13%	13,93%	13,70%	5,45%	2,71%	0,75%	0,96%	1,68%	ab 1,59%

Keine der Zwischenfrüchte oder Mulcharten förderten den Befall mit *R. solani*, Drahtwürmern, Mäusen oder den Anteil grüner Knollen signifikant (siehe Tabelle). Oft lagen die Befälle deutlich unter der Variante ohne Zwischenfrucht und Mulch. Die Klee gras mulchvarianten nach Wicktriticale hatten signifikant mehr Schnecken-schäden.

Die Erfahrungen der Vorjahre (Finckh et al., 2018) wurden bestätigt. Die Bedenken bezüglich der Knollengesundheit konnten nicht bestätigt werden. Einzig die Unterschiede in den Schäden durch Schnecken konnten statistisch abgesichert werden.

Literatur

Finckh, M.R., Junge, S.M., Schmidt, J.H., Weedon, O.D., 2018. Disease and Pest Management in Organic Farming: A Case for Applied Agroecology, in: Köpke, U. (Ed.), Improving Organic Crop Cultivation, Agricultural Science. Burleigh Dodds Science Pub, Cambridge, 480 Seiten (in press)

091 - Mulchauflagen aus Gründüngern verzögern den Befallsverlauf von *Phytophthora infestans* im ökologischen Kartoffelanbau

Green manure based Mulch delay the infestation progress of Phytophthora infestans in organic potatoes

Stephan Martin Junge¹, Hannes Schulz², Christian Bruns², Maria Renata Finckh¹

¹Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

²Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau

Neben der Nährstoffversorgung stellt *Phytophthora infestans* die größte Herausforderung in der ökologischen Kartoffelproduktion dar. Kupferbasierte Fungizide schaden in hohen Dosen der Umwelt, die Zulassung wird kritisch betrachtet (Finckh et al. 2006). Praktiker berichteten, dass Mulchmaterial aus Gründüngern den Befall mit *P. infestans* reduzieren und die Nährstoffversorgung verbessern kann. In Feldexperimenten in 2014 und 2016 wurde der Befallsverlauf von *P. infestans* unter ökologischen Bedingungen untersucht.

Im Jahr 2014 wurde in einem Systemvergleich pflügende mit reduzierter Bodenbearbeitung kombiniert mit Erbsen-Roggen-Mulch untersucht. Im ersten Experiment 2016 wurde im Kartoffelanbau mit Pflug und Häufelfräse die Anwendung von Wicktriticale- oder Klee-grasmulch sowie ohne Mulch verglichen. Im zweiten Experiment wurde Wicktriticale als Zwischenfrucht 5 cm tief in den Boden eingfräst, Kartoffeln gelegt und Triticalemulch versus ungemulcht verglichen.

Tab.: C/N-Verhältnis des Mulchmaterials, Erträge und kumulativer Befall (Fläche unter der Kurve) mit *P. infestans* in absoluten und relativen Zahlen. Buchstaben hinter den Befällen kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb eines Versuches (P<0,05 - Tukey test (HSD)).

Saison	Vorrucht	Bearbeitung	Mulch-material	C/N-Verhältnis	Ertrag	Kumulativer Befall	In %
2014	Brache	Pflug	ohne Mulch	-	298 dt/ha a	1130 a	100%
		Pfluglos	Erbse-Roggen	28:1	261 dt/ha b	891 b	79%
2016	Brache	Pflug	ohne	-	200 dt/ha a	2111 a	100%
		Pflug	Klee-gras	39:1	248 dt/ha b	1532 b	73%
		Pflug	Wicktriticale	41:1	264 dt/ha b	1361 b	64%
2016	Wick-triticale	Pfluglos	ohne	-	222 dt/ha a	1207 a	100%
		Pfluglos	Triticale	52:1	251 dt/ha b	748 b	62%

In allen 3 Experimenten konnte das komplette Absterben des Krautes durch *P. infestans*, in den gemulchten Varianten, um 6 - 10 Tage verzögert werden. Der kumulative Befall wurde, abhängig vom Mulchmaterial und Versuchsjahr, um 27 - 38 % reduziert. Die hygroskopischen Eigenschaften des Mulches könnten mikroklimatisch wirken und die Suppressivität erklären (Döring et al. 2006). Ertragssteigerungen bzw. -minderungen

wurden erheblich vom Wetter beeinflusst, was den Bedarf an Forschung für eine praktische Anwendung illustriert.

Literatur

DÖRING, T., HEIMBACH, U., THIEME, T., FINCKH, M.R., SAUCKE, H., 2006. Aspects of straw mulching in organic potatoes - I. Effects on microclimate, *Phytophthora infestans*, and *Rhizoctonia solani*. Nachrichtenblatt Dtsch. Pflanzenschutzdienstes 58, 73–78.

FINCKH, M.R., SCHULTE-GELDERMANN, E., BRUNS, C., 2006. Challenges to organic potato farming: disease and nutrient management. *Potato Res.* 49, 27–42.

092 - *P. infestans* - Gewächshausversuche an Tomaten- und Kartoffelpflanzen zur Entwicklung einer Kupferreduktionsstrategie

P. infestans – tomato and potato trials in greenhouse to develop a copper reduction strategy

Sarah Hornig-Schwabe, Armin Weiß, Monika Schwarz, Malin Hinze, Sonja Weißhaupt, Stefan Kunz

Bio-Protect GmbH

Das Ziel des Forschungsprojektes EMKUREDÖL ist die Entwicklung eines biologischen Zusatzstoffes zu kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln, der eine Reduktion der Kupfermenge beim Einsatz gegen Oomyceten im ökologischen Landbau erlaubt. Im vorausgegangenen Forschungsprojekt Biotechoomy wurde der Hefestamm 2H13 identifiziert, der die Wirksamkeit von geringen Kupfermengen bei Einsatz gegen *Phytophthora infestans* an Tomatenblattscheiben, *Plasmopara viticola* an Topfzweigen und *Pseudoperonospora cubensis* an Gurkentopfpflanzen verbesserte (Kunz et al., 2016).

Im Rahmen des Forschungsprojektes EMKUREDÖL, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert wird, wurden Testsysteme an Tomaten- und Kartoffeltopfpflanzen im Gewächshaus etabliert. Die Pflanzen wurden im Gewächshaus angezogen und künstlich mit *Phytophthora infestans* inokuliert. Um die Pathogenität von *P. infestans* zu erhalten, wurden die Stämme regelmäßig über Kartoffelknollengewebe kultiviert. Die Behandlung der Pflanzen erfolgte protektiv. Für die Bewertung wurde ein geeignetes Boniturschema etabliert.

Literatur

Kunz S, Hinze M, Weiß A et al., 2016. Entwicklung eines biotechnologischen Pflanzenschutzmittels zur Bekämpfung von Oomyceten. TIB Hannover.

093 - Entwicklung und Optimierung eines Bierhefeextraktes für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub

Development and optimization of a brewery yeast extract for apple scab management

Franziska M. Porsche¹, Margit Rid², Barbara Pfeiffer³, Ann-Carin Hahn³, Andreas Kollar²

¹Julius Kühn Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz

²Julius Kühn Institut, Institut für Obst- und Weinbau

³Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau (LVWO)

Für die Apfelschorfbekämpfung wurde eine neue phytosanitäre Maßnahme auf Basis eines Bierhefeextraktes (*Saccharomyces cerevisiae*) entwickelt. Schorfbefallenes Falllaub wurde über die Wintermonate mit einem Bierhefeextrakt behandelt, um die Anlage und Entwicklung der Pseudothecien zu beeinträchtigen. Durch eine zweimalige Applikation der Hefeextrakte konnte das Ascosporenpotenzial im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle in den Jahren 2013-2016 fast vollständig reduziert werden (99%) (PORSCHE et al.

2017, 2016a, 2016b). Zudem wurde ein verstärkter Blattabbau durch die Attraktivitätssteigerung des Falllaubs für Regenwürmer nachgewiesen.

Um die Applikationsfähigkeit und Wirkung des Hefeextraktes unter Praxisbedingungen zu untersuchen und eine mögliche Anwendung des Extraktes vor dem Blattfall zu testen wurde ein Freilandversuch am JKI in Dossenheim durchgeführt (2017/18). Bäume der Sorte Jonagold wurden zu Beginn bzw. am Ende des Blattfalls mit einem 20%igen Bierhefeextrakt behandelt. Eine 5% Harnstoffvariante diente als positive Kontrolle. Die Bäume wurden nach der Behandlung eingesenzt. Zum Ende des Laubfalls (~95 %) wurden die abgefallenen Blätter aus den Netzen entnommen und randomisiert in jeweils 10 Gittern pro Variante im Baumstreifen bzw. in der Fahrgasse ausgelegt. Der Blattabbau (%) wurde in 14-tägigem Abstand bis zum Beginn der Ascosporenreife bonitiert.

Eine Behandlung mit einem 20 %igen Bierhefeextrakt vor dem Blattfall kombiniert mit einer Bodenbehandlung nach dem Blattfall bewirkten einen vollständigen Abbau des Falllaubs bis zum Beginn der Ascosporenreife am 27.03.18. Eine zweimalige Behandlung des Falllaubs am Boden führte ebenfalls zu einem vollständigen Abbau des Falllaubs im Baumstreifen und in der Fahrgasse. In der unbehandelten Kontrolle wurde eine Blattrestmenge von 57 – 66 % im Baumstreifen bzw. in der Fahrgasse nachgewiesen. Die Depots der mit 5 % Harnstoff am Baum behandelten Blätter wiesen eine durchschnittliche Blattrestmenge von 10 – 13 % auf.

Durch eine zweimalige Behandlung mit dem Bierhefeextrakt war es möglich das Ascosporenpotential vollständig zu reduzieren. Die phytosanitäre Maßnahme ist für alle Anbauformen geeignet und könnte durch die Reduktion des Inokulums zu einer Einsparung bzw. Reduktion von Pflanzenschutzmitteln bei der Apfelschorfbekämpfung beitragen.

Literatur

- PORSCH, F.M., PFEIFFER, B., AND KOLLAR, A., 2017: A new phytosanitary method to reduce the ascospore potential of *Venturia inaequalis*. *Plant Disease* **101**: 414-420.
- PORSCH, F.M., A.-C.HAHN, B. PFEIFFER, A. KOLLAR, 2016a: A brewery yeast extract for apple scab control. 9th International Conference on Integrated Fruit Production, September 04. - 08., Thessaloniki, Greece, IOBC Wprs bulletin: **61**.
- PORSCH, F.M., PFEIFFER, B., HAHN, A.-C., KOLLAR, A., 2016: Ein Bierhefeextrakt für die Apfelschorfbekämpfung im Falllaub. 60. Deutsche Pflanzenschutztagung, 20. - 23. September, Halle, Julius-Kühn-Archiv **454**: 188-189.