



Executive Stakeholder Summary

Projektnummer	406840-143065
Projekttitel	Einsatz von Fadenwürmern im Kampf gegen schädliche Bodeninsekten
Projektleiter	Ted Turlings, Universität Neuenburg
Weitere Projekverantwortliche	Fabio Mascher, Agroscope

Beitrag zur thematischen Synthese:

<input checked="" type="checkbox"/> Boden und Nahrungsmittel- produktion	<input type="checkbox"/> Boden und Umwelt	<input type="checkbox"/> Raumentwicklung	<input type="checkbox"/> Bodendaten, Methoden und Instrumente	<input type="checkbox"/> Bodenpolitik
--	--	--	---	---------------------------------------

Ort, Datum: Neuenburg, 8. April 2016

Hintergrund

Bei Nematoden handelt es sich um mikroskopisch kleine Fadenwürmer, auch Älchen genannt die in grosser Zahl im Boden oder in aquatischen Ökosystemen vorkommen. Viele Nematodenarten ernähren sich hauptsächlich von Bakterien und haben keine spezifische Beziehung zu Pflanzen. Andere Arten können sehr pflanzenschädigend sein, da sie die Wurzeln befallen und sich vom Pflanzengewebe ernähren. Schliesslich existieren auch Nematoden, die für die Pflanzen grosse Vorteile bringen, weil sie für die Pflanzen schädliche Insekten befallen und töten. Diese so genannten **entomopathogenen Nematoden (EPN) verfügen über ein grosses Potenzial, um Pflanzen vor Insekten zu schützen**, die sich von den Wurzeln ernähren. Tatsächlich sind EPN bereits in kommerzieller Form erhältlich und werden in Gärten und in hochwertigen Gemüsekulturen eingesetzt. Der verbreitete Einsatz in weniger hochwertigen Kulturen erweist sich dagegen bisher als kostenmässig ineffizient. Dies liesse sich mit vertieftem Wissen zur Ökologie der EPN sowie mit der Entwicklung effektiver Anwendungsmethoden ändern.

Noch besteht wenig Wissen zu EPN in Schweizer Böden und ihrer Effektivität als Schädlingsbekämpfungsmittel. Zudem ist nicht bekannt, wie verträglich EPN mit anderen landwirtschaftlichen Nützlingen sind. Ein vertieftes Verständnis für diese und weitere Faktoren, die die Präsenz und die Aktivität von EPN in Schweizer Landwirtschaftsböden beeinflussen, könnte wesentlich dazu beitragen, deren Effektivität als Schädlingsbekämpfungsmittel zu steigern. Angesichts des Klimawandels, der zur Zuwanderung neuer Bodeninsekten führt und dadurch neue Gefahren für verschiedene landwirtschaftliche Kulturen mit sich bringt, ist dies von besonderer Bedeutung.

Ziel

Im Rahmen des NFP 68-Projekts «Nematoden» untersuchten wir das Vorkommen von EPN in Schweizer Landwirtschaftsböden ebenso wie in natürlichen Böden und ermittelten die Faktoren, die ihr Vorkommen und ihre Effektivität als Schädlingsbekämpfungsmittel bestimmen. Als Teil des Bodenbiologie-Clusters untersuchten wir in Zusammenarbeit mit anderen NFP 68-Projekten die Verträglichkeit von EPN mit anderen nützlichen Bodenorganismen. Die Ziele waren dabei:

1. Erstellung einer Übersicht der Artenzusammensetzung und -dichte von EPN in verschiedenen Schweizer Landwirtschaftsböden.
2. Bestimmung der Persistenz von kommerziell verfügbaren EPN und deren Effektivität als Schädlingsbekämpfungsmittel in verschiedenen Schweizer Bodentypen.
3. Beurteilung des Einflusses unterschiedlicher landwirtschaftlicher Praktiken (Monokultur, gemischte Kulturen, Fruchtfolgen, Gründüngungskulturen, Pflügen) auf die Persistenz und die Bekämpfungseffektivität der EPN.
4. Ermittlung und Optimierung des positiven Einflusses von EPN in Kombination mit nützlichen Bakterien und Pilzen auf den Ertrag landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz.

Resultate

Wir entwickelten verbesserte molekulare Methoden um die Präsenz von EPN in Bodenproben zu messen. Es wurden neue molekulare Primer-Sets für mehrere EPN-Arten entwickelt. Nach einigen Justierungen ermöglichte die neue Methodik die sehr präzise Bestimmung und

Quantifizierung der verschiedenen EPN-Arten, die mit den Bodenproben gewonnen wurden. Die neuen molekularen Techniken wurden zusammen mit einer konventionellen Kødertechnik eingesetzt, um EPN in unterschiedlichen Anbausystemen zu ermitteln. Beide Methoden zeigten, dass nur sehr wenige EPN vorhanden sind. Dies war auch in zwei Langzeitversuchsfeldern der Fall, auf denen während über 30 Jahren verschiedene Anbausysteme verglichen werden. In unseren Untersuchungen konnten dabei keine signifikanten Unterschiede gefunden werden.

Wir untersuchten in der Folge mögliche Gründe, weshalb die Zahl der EPN in bewirtschafteten Böden so tief sind und welche Anbaupraxis dazu beitragen könnte, ihre Persistenz zu verbessern. Keine der getesteten Anbaumethoden hatten einen Einfluss auf die Anwesenheit oder die Persistenz von EPN. Der Einsatz von Gründüngung, also von Pflanzen, die den Boden und seine Fauna zwischen den einzelnen Kulturen abdecken, zeigte eine geringe positive Wirkung auf die Persistenz von EPN.

Weitere Versuche legen den Schluss nahe, dass der Hauptgrund für die tiefe Zahl von EPN im intensiven Konkurrenzkampf mit anderen Organismen liegt und im hohen Druck durch natürliche Feinde. Ein weiterer Grund liegt möglicherweise in einer ungenügenden Zahl von Wirtsinsekten für die Reproduktion, die dazu führt, dass EPN keine dauerhafte Population aufzubauen vermögen.

Ein sehr positives Resultat zeigte sich darin, dass EPN sehr verträglich sind beim Einsatz von nützlichen Bakterien und von Mykorrhiza-Pilzen. Zum Teil zeigen diese Organismen synergistisch positive Effekte für die Leistung der Pflanzen. Ein Feldversuch zeigte bei Mais eine Ertragssteigerung von 30 Prozent beim Einsatz von EPN und/oder Bakterien. Ein weiterer Versuch soll diesen Effekt bestätigen.

Bedeutung für die Forschung

Die Arbeiten des Projekts generierten neues Wissen zur Ökologie der EPN und verschiedene erstaunliche Erkenntnisse zu den Faktoren, die die Präsenz von EPN steuern. Nicht bestätigt hat sich die Vermutung, dass die konventionelle Bewirtschaftung mit intensivem Pflügen sich nachteilig auf die EPN-Population auswirken würde, da dadurch der Bodenkohlenstoff vermindert wird. Es zeigt sich auch, dass Kulturen, die biologisch bewirtschaftet werden, genau so geringe EPN-Populationen aufweisen. Hingegen erwiesen sich die Konkurrenz mit anderen Organismen sowie natürliche Feinde als Hauptfaktoren für die Steuerung der EPN-Populationen. Wir entdeckten zudem eine neuartige Konkurrenz unter freilebenden Nematoden in Insektenkadavern. Diese Erkenntnisse resultierten in eine Reihe von wichtigen Publikationen mit grosser Bedeutung für künftige ökologische Untersuchungen der EPN.

Bedeutung für die Praxis

Das wichtigste Resultat unseres Projekts ist die Erkenntnis, dass die Vorkommen von EPN in Schweizer Landwirtschaftsböden unzureichend sind, um heutige oder künftige Bodenschädlingsprobleme wirksam zu bekämpfen. Dieser Mangel lässt sich auch mit einem Wechsel der Anbaupraxis nicht beheben. Einzig Gründüngungssaaten scheinen die Persistenz von EPN leicht zu erhöhen. Für eine effektive Kontrolle relevanter Wurzelschädlinge in Problemregionen bedarf es daher der Zugabe spezifischer EPN. Heute verfügbare Anwendungsmethoden sind jedoch zu teuer, so dass ein Bedarf zur Entwicklung neuer Anwendungsmethoden besteht. Auch angesichts unserer Erkenntnis, dass EPN sich sehr gut

zusammen mit anderen Nützlingen ausgebracht werden können, ist es wichtig die Entwicklung entsprechender Methoden weiter zu führen.

Empfehlungen

Das – unabhängig von der landwirtschaftlichen Praxis – äusserst geringe Vorkommen von EPN in Schweizer Landwirtschaftsböden ist eine der zentralen Erkenntnisse unserer Forschungsarbeiten. Dies kann ein erhebliches Risiko darstellen, falls in der Schweiz neue invasive Bodenschädlinge auftauchen. Einer dieser Schädlinge ist der Westliche Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*), einer der verheerendsten Wurzelschädlinge bei Mais. Er verursacht im Tessin bereits erhebliche Schäden. In den USA verursacht dieser Schädling jährliche Schäden von schätzungsweise zwei Milliarden Dollar. Der Schädling wurde nach Europa eingeschleppt, wo er sich rasant ausbreitete und ebenfalls grossen Schaden anrichtet; inzwischen nun also auch in der Schweiz. Schädlinge wie der Maiswurzelbohrer sind überaus schwierig zu kontrollieren. Der Einsatz von Pestiziden gegen Bodeninsekten ist aufwendig und wenn sie guten Schutz bieten, können sie weitreichende, nicht beabsichtigte Wirkungen auf anderen Insekten haben. Dasselbe gilt für heimische Bodenschädlinge. Die Karotten- und die Kohlflyge gehören in der Schweiz zu den widerstandsfähigsten Schädlingen. Seit 2013 sind in der Schweiz alle Insektizide, die gegen Larven dieser Schädlinge eingesetzt werden können, verboten. Erlaubt sind nur noch einige wenige, nicht selektive Pyrethroide, die auf die Blätter gesprayed werden und die nur die adulten Insekten abtöten. Sie werden als Zwischenlösung betrachtet, bis neue Bekämpfungsmittel verfügbar sind. Der Einsatz von EPN wäre dabei eine ideale, umweltverträgliche Alternative.

Die Ergebnisse des Projekts zeigen zudem, dass EPN in Kombination mit anderen Nützlingen eingesetzt werden können, beispielweise mit Bakterien, die das Pflanzenwachstum und deren Widerstandskraft begünstigen oder mit Mykorrhiza-Pilzen, die die Pflanzen mit Nährstoffen versorgen. Unsere **Hauptempfehlung** ist deshalb, dass EPN in Kulturen eingesetzt werden, in denen Probleme mit schädlichen Bodeninsekten bestehen. Die grössten Hindernisse beim Einsatz stellen sich mit den hohen Anwendungskosten sowie der zeitlich begrenzten Haltbarkeit (Persistenz) der EPN. Es ist ausserordentlich wichtig, diese Hindernisse zu überwinden. Deshalb setzen wir das im Projekt gewonnene Wissen zurzeit für die Entwicklung einer neuen Anwendungsmethode ein, die auf der Einkapselung von EPN in Kügelchen aus Algen basiert. Die Kügelchen werden zusätzlich mit spezifischen Substanzen, die aus Pflanzenmaterial gewonnen werden, alimentiert. Gewisse Substanzen versetzen die EPN in eine Art Schlafzustand. Auf diese Weise bleiben sie in der Zeit, während der sie in den Algenkügelchen eingeschlossen sind, in gutem Zustand erhalten. Andere Substanzen werden dazu verwendet, die Schadinsekten anzuziehen und sie zum Fressen der Kügelchen zu animieren. Diese Effekte konnten für einige Zielorganismen bereits unter Laborbedingungen nachgewiesen werden. Die optimierten Kügelchen könnten dazu dienen, Böden mit Schädlingsbefall auf kostengünstige Weise mit EPN zu versorgen. Sie könnten zusammen mit der Saat ausgebracht werden. Die EPN würden danach über längere Zeit in gutem Zustand in den Kügelchen überdauern und auf diese Weise lange nach der Saat gegen die Bodenschädlinge wirksam sein.

Insgesamt hat das Projekt das Wissen zu den Faktoren, die das Vorkommen von EPN in Schweizer Landwirtschaftsböden begrenzen, erheblich erweitert. EPN sind sehr kompatibel mit anderen nützlichen Organismen wie nützliche Bakterien oder mit Mykorrhiza-Pilzen. Wir

empfehlen, dieses Wissen so zu erweitern, dass Wege gefunden werden, das Vorkommen von EPN und die Effektivität ihrer Anwendung zu erhöhen. Die skizzierte Strategie dazu ist vorzüglich geeignet, die Maisschädlinge zu bekämpfen, die seit kurzem nun auch im Tessin aufgetreten sind. Sie stellt auch eine ökologische Alternative zu den umweltschädigenden Pestiziden dar, die bisher zur Bekämpfung der Wurzelfliegen verwendet wurden. Für die Schweizer Karotten- und Kohlbäuerinnen und -bauern stellen diese Schädlinge weiterhin eine grosse Sorge dar. Diese Landwirtinnen und Landwirte sind deshalb die wichtigsten Nutzniesser unseres Projekts. Grössere und mittelgrosse Schweizer Agrarunternehmen wie Syngenta oder Andermatt Biocontrol AG können ebenfalls von den neu entwickelten Schädlingskontrollstrategien und -technologien profitieren.