



Wohngemeinschaft auf der Pflanzenwurzel

Mikroorganismen helfen der Pflanze gegen Schadpilze im Boden

In Deutschland gab es in den letzten Jahren beim Anbau von Salat und Kartoffeln immer wieder Probleme mit bodenbürtigen Schadorganismen. Kaum Fruchtfolgen und wenig zugelassene chemische Pflanzenschutzmittel erschweren die wirksame Bekämpfung der Krankheitserreger. Pflanzenassoziierte Bakterien können hierfür eine umweltfreundliche Alternative darstellen. Ihre Nutzung führt im Feld jedoch nicht immer zu wiederholbaren Effekten. Hierbei spielt der Boden, so vermuten die Wissenschaftlerinnen und Wis-

senschaftler, eine entscheidende Rolle. Die unterschiedlichen physiko-chemischen Eigenschaften verschiedener Bodentypen könnten die Fähigkeit der eingesetzten pflanzenassoziierten Mikroorganismen, Pflanzenwurzeln erfolgreich zu besiedeln, beeinflussen. Ihre ausreichende Besiedlung ist eine wichtige Voraussetzung für die Entfaltung der positiven Wirkung der pflanzenassoziierten Mikroorganismen. Daher untersuchten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Julius Kühn-Instituts (JKI), des Leibniz-Instituts für Gemüse- und

Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt (IGZ) und der Universität Hohenheim gemeinsam den Einfluss des Bodentyps auf die Mikroflora der Pflanzenwurzel. Sie ermitteln die Kompetenz pflanzenassoziiierter Mikroorganismen, sich unmittelbar entlang der Wurzeln von Kulturpflanzen in ausreichender Menge anzureichern und hierdurch Pflanzenkrankheiten zu unterdrücken.

„Wir haben hier in Großbeeren eine Kastenbeetanlage mit drei verschiedenen Böden, die seit zehn Jahren gleich behandelt werden“, erzählt Dr. Rita Grosch, Leiterin der Abteilung Pflanzengesundheit am IGZ bei unserem Besuch in Großbeeren. „Durch zehn Jahre gleiche Kulturen, gleiche Fruchtfolgen und Bodenbehandlung hatten wir die besten Voraussetzungen für unser Vorhaben.“ Die Arbeitsgruppe von Rita Grosch führt in dem Verbundprojekt „Mikrobielle Gemeinschaft in der Rhizosphäre“ zusammen mit der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Kornelia Smalla am JKI die Labor- und Feldversuche mit den potenziellen biologischen Pflanzenschutzmitteln durch.

Das mikrobielle Milieu im Wurzelraum

Im Boden gibt es eine riesige Vielfalt verschiedener Mikroorganismen. Einige Arten schaden den Pflanzen (Pathogene), andere verhindern, dass pathogene Pilze die Wurzel infizieren. Sie stabilisieren die Kulturpflanze und verbessern ihren Immunstatus. Der unmittelbar durch die Pflanzenwurzel beeinflusste Raum im Boden wird Rhizosphäre genannt. Auf der Wurzel siedeln sich Mikroorganismen an: die Rhizosphären-gemeinschaft. Hier finden physikalische, chemische und biologische Interaktionen statt. Manche Organismen dieser Gemeinschaft brauchen sich gegenseitig, sie wachsen nicht isoliert. Auch die Pflanzen entwickelten sich im Laufe der Evolution gemeinsam mit den Mikroorganismen im Wurzelraum. „Pflanzenwurzeln geben permanent organische und anorganische Verbindungen in den umgebenden Boden ab. Sie liefern damit Nährstoffe für die Mikroorganismen und beeinflussen so die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft in der Rhizosphäre“, erklärt Rita Grosch. „Als Folge entsteht eine pflanzentypische Besiedlung der Wurzeloberfläche mit Mikroorganismen. Einige Arten sondern ihrerseits Stoffwechselprodukte ab, die das Wachstum der Pflanze fördern und/oder diese gegen pathogene Pilze oder Bakterien schützen.“ Im biologischen Pflanzenschutz ist man an pflanzenassoziierten Mikroorganismen mit entsprechend positiver Wirkung auf die Pflanze im besonderen Maße interessiert. Es laufen Programme zu ihrer Isolierung und Charakterisierung, um sie gezielt und umweltschonend zur Gesunderhaltung von Kulturen einzusetzen.

Mikroorganismen, die nach der Applikation die Rhizosphäre so stark besiedeln, dass sich durch metabolische Interaktion mit der Pflanze entsprechende Effekte ergeben, haben eine hohe Rhizosphärenkompetenz.

Mikroorganismen und Bodentyp

„Die Rhizosphärenforschung hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen, steckt aber immer noch in den Kinderschuhen“, erzählt Rita Grosch. „Das Spektrum der Faktoren, die die Rhizosphärenkompetenz beeinflussen, ist so komplex, dass die Wirkung der pflanzenassoziierten Mikroorganismen in der Praxis oft nicht befriedigend ist. In unserem Projekt haben wir daher den Bodentyp genauer unter die Lupe genommen.“ Die Arbeitsgruppe untersucht drei verschiedene Böden: Auenlehm aus dem Oderbruch, Lösslehm aus der Magdeburger Börde und Brandenburger Sandboden. Als Modellpflanzen dienen Salat und Kartoffel. Beide Kulturen werden durch den pathogenen Pilz *Rhizoctonia solani* (Abb. 1) geschädigt.



Abbildung 1: Befall von Salat mit dem Salatfäuleerreger *R. solani*

Für die Versuche mit Salat wurden die Kastenbeete (Abb. 2) in vier Gruppen eingeteilt: In der ersten Gruppe wurden die Pflanzen mit *R. solani* beimpft, in der zweiten und dritten zusätzlich mit den pflanzenassoziierten Bakterien *Pseudomonas jessenii* RU47 (Isolat der Arbeitsgruppe Prof. Dr. K. Smalla, JKI Braunschweig) und *Serratia plymuthica* 3Re4-18 (Isolat der Arbeitsgruppe Prof. Dr. Gabriele Berg, TU Graz) behandelt. Die vierte Gruppe, mit unbehandelten Salatpflanzen, diente als Kontrolle. Das Beimpfen oder Inokulieren der verschiedenen Bodentypen mit dem Pathogen *R. solani* erfolgte durch Einarbeiten infizierter Weizenkörner (Abb. 3) in den Boden bevor der Salat gepflanzt wurde. Eine Woche vor der Pflanzung in die Kastenbeete und unmittelbar danach wurden die Salatpflanzen mit Zellsuspensionen der beiden pflanzenassoziierten Bakterien angegossen. „Anschließend wird geprüft, welche Zellzahlen die Mikroorganismen an der Pflanzenwurzel während der Kultur von



Abbildung 2: Kastenbeetanlage

Salat erreichen. Dazu werden sowohl zwei als auch fünf Wochen nach der Pflanzung Salatpflanzen aus den Beeten entnommen und die Populationsdichte von *Ps. jessenii* sowie *S. plymuthica* auf den Wurzeln bestimmt.“, Rita Grosch zeigt uns verschiedene Kulturschalen (Abb. 4).

Zusätzlich zur Ermittlung der Zellzahl der applizierten Mikroorganismen auf der Pflanzenwurzel wurde die mikrobielle Gemeinschaft auf der Pflanzenwurzel unter der Leitung von Frau Prof. Dr. K. Smalla am JKI mit molekularbiologischen Methoden analysiert. Die Hochdurchsatzsequenzierung eines zuvor durch Polymerasekettenreaktion (PCR) vermehrten, in allen Mikroorganismen vorhandenen Genombereiches, lieferte wichtige Informationen über die Vielfalt der Mikroflora in der Rhizosphäre.

Wer hat welchen Einfluss?

„Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl *Ps. jessenii* als auch *S. plymuthica* in der Lage sind, die Rhizosphäre erfolgreich und in einer ausreichenden Dichte zu besiedeln“, berichtet Rita Grosch. „Wobei die mikrobielle Gemeinschaft in der Rhizosphäre in den verschiedenen Böden unterschiedlich ist. Nach unseren Ergebnissen wird die Rhizosphärenkompetenz eines Mikroorganismus offenbar viel stärker durch den Genotyp der Pflanze bzw. die Wachstumsbedingungen

Abbildung 3: Mit *R. solani* infizierte Weizenkörner

wie Temperatur, Feuchtigkeit und Lichtstärke beeinflusst als durch den Bodentyp.“ Die antagonistische Wirksamkeit applizierter pflanzenassoziierter Mikroorganismen wird demnach nur in geringem Maße durch den Boden bestimmt.

Über den Versuchszeitraum wurden krankheitsunterdrückende Effekte der beiden pflanzenassoziierten Mikroorganismen in allen drei Bodentypen festgestellt. Bezüglich des Befalls der Salatpflanzen mit *R. solani* waren jedoch Unterschiede zwischen den Bodentypen deutlich erkennbar. Möglicherweise sind diese Unterschiede auf die antagonistische Wirkung der Bodenmikroflora zurückzuführen oder auf die bodentypabhängigen Wurzelabscheidungen. Die Wurzelabscheidungen wurden vom Projektpartner an der Universität Hohenheim analysiert. Die Forschergruppe registrierte darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen Art und Umfang der Wurzelabscheidungen und dem Entwicklungsstadium der Pflanzen. Mit den von ihr in den Boden abgegebenen Substanzen gestaltet die Pflanze in erheblichem Maße die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft im Wurzelbereich. „In sonnigen Jahren ist die Wirkung der applizierten Mikroorganismen gegen Pathogene eventuell besser, als in weniger UV-reichen Jahren: mehr Sonne bedeutet mehr Photosynthese und mehr Wurzelabscheidungen, die die Rhizosphärenkompetenz

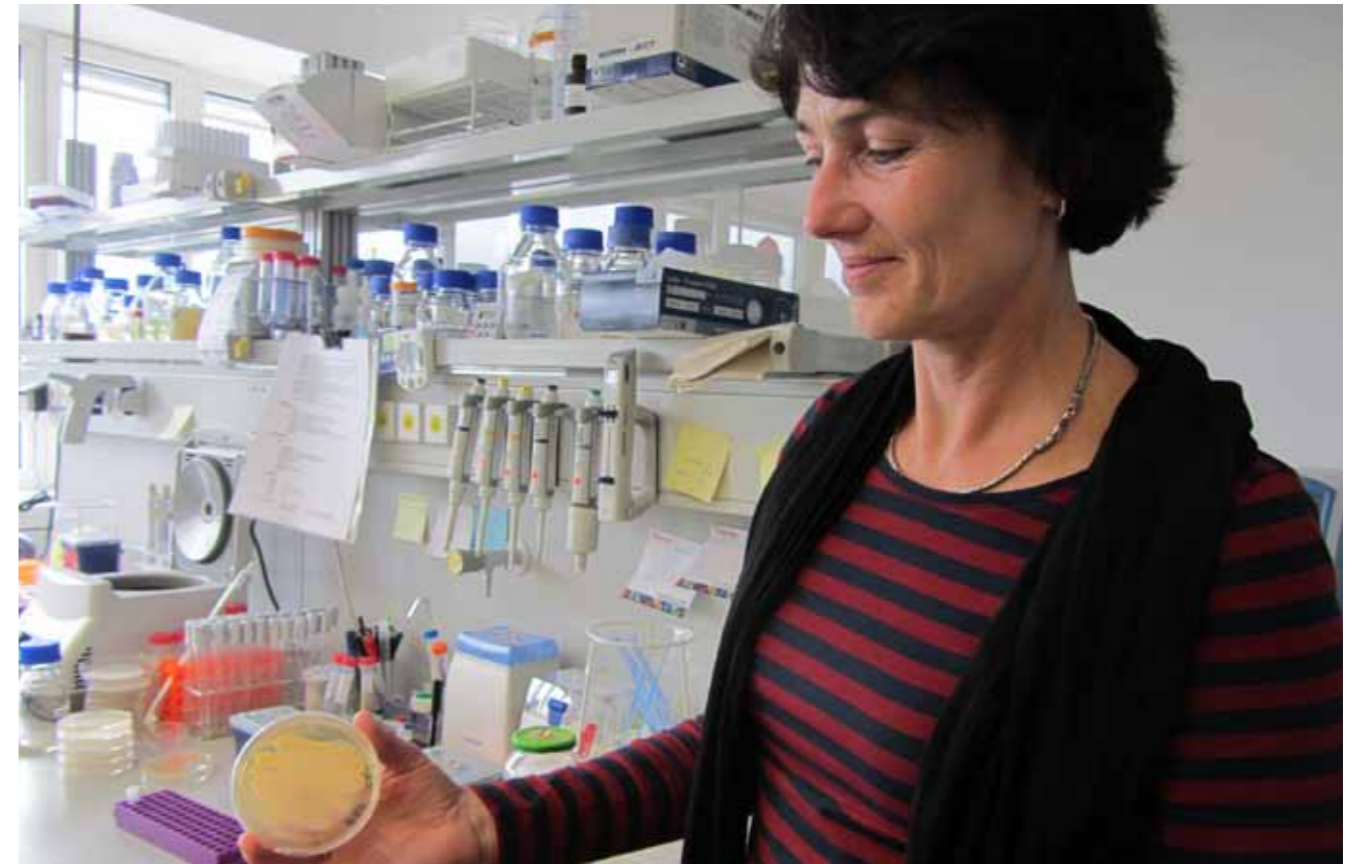


Abbildung 4: Dr. Rita Grosch mit Agarplatte

bzw. insbesondere die Aktivität positiv beeinflussen“, vermutet Rita Grosch. „Diesen Einfluss möchten wir in einem weiteren Projekt untersuchen.“

Viele Forschungsfragen für die Zukunft

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden die Zusammensetzung der Mikroorganismen im Zusammenhang mit ihrer Funktionalität und der Gesundheit der Pflanze weiter erforschen. Kann die Pflanze sich die „guten“ Mikroorganismen selbst anreichern?

Unterstützt werden die Ansätze durch ein erweitertes Methodenspektrum bei der molekularen Untersuchung. Mit Hilfe der Pyrosequenzierung wird die taxonomische Entschlüsselung der mikrobiellen Gemeinschaft genauer und deutlich schneller. Das wird in den nächsten Jahren zu Fortschritten bei der weiteren Erforschung der Bodenfunktionen und der Interaktionen zwischen Pflanzenwurzel und Boden führen.

„Eine gesunde Mikroflora im Boden stärkt in jedem Fall die Pflanzengesundheit und fördert das Pflanzenwachstum“, fasst Rita Grosch am Ende unseres Besuches zusammen. Das bedeutet in der Anbaupraxis, dass starke Bodenbearbeitung und –verdichtung sowie Pestizideinsatz kontraproduktiv sein können. „Der wiederholte Anbau der

gleichen Kulturart in kurzen Abständen führt zu einer Vermehrung phytopathogener Erreger im Boden. Da z. B. Pilze in Form von Dauerstrukturen zum Teil über Jahre im Boden überleben können, sollten anfällige Kulturarten mit genügend zeitlichem Abstand wieder angebaut werden.“

Für den ForschungsReport unterwegs waren Dr. Antje Töpfer und Dr. Michaela Nürnberg



¹Dr. Rita Grosch, ²Prof. Dr. Kornelia Smalla und ²Dr. Thomas Kühne

¹Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Großbeeren

²Julius Kühn-Institut, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Braunschweig