

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

### **Zuwendungsempfänger:**

Universität Hohenheim (UH), Institut für Kulturpflanzenwissenschaften,  
Schloss Hohenheim 1, 70599 Stuttgart

### **BonaRes (Modul A, Phase 3), Teilprojekt D**

**Thema:** DiControl – Auswirkungen des pflanzenbaulichen Managements sowie der Anwendung mikrobieller Biokontrollstämmen auf Bodengesundheit und Suppressivität gegenüber Pathogenen

#### **In Zusammenarbeit mit**

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) e.V.

System Pflanze-Mikroorganismen,

Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren

Hochschule Anhalt (HSA), Bernburger Str. 55,

06366 Köthen, Standort 06406 Bernburg, Strenzfelder Alle 28,

AG IBAS (Institute of Bioanalytical Sciences)

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)

Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik

Messeweg 11 - 12, 38104 Braunschweig

#### **Verantwortliche Autoren**

Prof. Dr. Uwe Ludewig

#### **Förderkennzeichen**

031B1068A-D

„Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter dem Förderkennzeichen 031B1068A-D gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor.“



# Sachbericht zum Verwendungsnachweis Teil I

## I. Kurzbericht

### I.1. Aufgabenstellung und wissenschaftlich-technischer Stand vor Vorhabenbeginn

Mikroorganismen sind in nahezu alle Prozesse im Boden involviert und damit wesentlich für Bodengesundheit/-fruchtbarkeit, doch finden sie wenig Berücksichtigung in der gegenwärtigen landwirtschaftlichen Praxis. Ein wesentliches Ziel des Projektes ist daher zu untersuchen, wie landwirtschaftliche Anbaumaßnahmen (Bodenbearbeitung, Düngungsregime, Fruchtfolge, Applikation von nützlichen Mikroorganismen) die mikrobielle Gemeinschaft im Boden und insbesondere in der Rhizosphäre im Feld unter Berücksichtigung von Charakteristika der Pflanze beeinflussen. Die Rhizosphären-Mikrobiota steht in enger Interaktion mit der Pflanze, die über Wurzelexsudation Einfluss auf deren Struktur und Funktion ausübt. So können in der Rhizosphäre sowohl bestimmte Wurzelexsudate als auch Mikroorganismen einen direkten/indirekten positiven/negativen Einfluss auf Pflanzenpathogene ausüben. Daher war neben der Analyse der Mikrobiota die Zusammensetzung von Wurzelexsudat-Profilen mittels non-invasiver Probeentnahmemethoden unter Feldbedingungen ein weiterer wichtiger Teil des Projektes.

Zahlreiche Studien belegen die positiven Wirkungen von applizierten nützlichen Mikroorganismen (BM) für Pflanzengesundheit und Krankheitsunterdrückung. Doch fehlen Kenntnisse zum Einfluss von landwirtschaftlichen Maßnahmen auf die Wirkung von BM auf die Pflanze in Abhängigkeit von der Vegetationsperiode und gegenüber biotischem Stress unter Feldbedingungen. Geprüft wurde dies anhand bereits im Feld erprobter BM (*Pseudomonas* sp. RU47, *Bacillus atrophaeus* ABi03 und *Trichoderma harzianum* OMG16), die als Konsortium (BM-Konsortium) an der Modellpflanze Mais in drei Vegetationsperioden in einem Langzeitversuch (LTE) angewendet wurden. Die krankheitsunterdrückende Wirkung des BM-Konsortiums in Kombination mit Zwischenfrüchten gegenüber *Fusarium* spp. wurde auf einem weiteren Standort untersucht.

Ein weiterer Schwerpunkt der 3. Projektphase war die zusammenhängende Auswertung der während der Projektphasen generierten Datensätze mittels verschiedener statistischer Verfahren mit dem Ziel der Identifikation von mikrobiellen Indikatoren (Taxa, Funktionen), die für Boden- und Pflanzengesundheit von Bedeutung sind.

### I.2. Ablauf des Vorhabens

Die drei Arbeitspakete des Vorhabens (APs, siehe Punkt I.3.) wurden in enger Zusammenarbeit mit den Partnern bearbeitet. Im LTE der HSA in Bernburg-Strenzfeld wurde die Modellpflanze Mais in der Variante mit reduzierter Bodenbearbeitung (CT) und N-Düngungsintensität (Ext) mit dem BM-Konsortium behandelt, um einen Vergleich der Wirkung des BM-Konsortiums auf die Pflanze und die Struktur und Funktion der Rhizosphären-Mikrobiota in Abhängigkeit vom Anbaujahr (2020, 2021, 2022) auf dem gleichen Standort vornehmen zu können. Aufgrund der positiven Wirkung von Zwischenfrüchten auf die mikrobielle Diversität im Boden sowie die Bodengesundheit wurde auf dem Versuchsstandort des IGZ die krankheitsunterdrückende Wirkung des BM-Konsortiums in Kombination mit dem Anbau von Zwischenfrüchten aus 12-Pflanzenarten (Mix12 des BonaRes Projekts CATCHY; Leguminosen: *Pisum sativum* L., *Trifolium incarnatum* L., *T. hybridum* L., *T. repens* L., *Vicia pannonica* CRANTZ.; Nicht-Leguminosen: *Sorghum sudanense* STEUD., *Linum usitatissimum* L., *Phacelia tanacetifolia*, *Raphanus sativus* L., *Guizotia abyssinica* CASS., *Helianthus annuus* L., *Camelina sativa* L.) an Mais gegenüber *Fusarium* spp. untersucht. Die Zwischenfrüchte wurden im Spätsommer des vorherigen Jahres angebaut und verblieben bis zur Einarbeitung in den Boden (ca. zwei Wochen vor der Aussaat von Mais im darauffolgenden Jahr) über die Winterperiode auf den entsprechenden Parzellen. Der Vergleich der Ergebnisse erfolgte zur Brache (Kontrolle). Vor der Aussaat der Zwischenfrüchte wurden die Parzellen künstlich mit *Fusarium* Pathogen, isoliert von Mais, inokuliert. Die Varianten wurden ohne und mit Applikation des BM-Konsortiums an Mais angelegt. Zur Blüte von Mais wurden Proben zur Analyse der Rhizosphärenkompetenz der einzelnen Isolate des Konsortiums, der mikrobiellen Gemeinschaften in der Rhizosphäre sowie zur Bestimmung der Sprosstrockenmasse (STM) entnommen.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes war die vergleichende Analyse der Datensätze aus den verschiedenen Versuchsjahren zur Identifikation von mikrobiellen Indikatoren für Boden- und Pflanzengesundheit. Die Ergebnisse des Projektes wurden auf nationalen und internationalen Tagungen/Veranstaltungen an verschiedene Interessengruppen kommuniziert.

### **I.3. Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit mit dem Verbundpartner**

Es wurden folgende wesentliche Ergebnisse erzielt:

#### **AP1. Einfluss des BM-Konsortiums auf die Produktivität und Gesundheit von Mais unter Feldbedingungen**

Zwei Wochen nach Einarbeitung der Zwischenfrüchte in den Boden und vor der Aussaat von Mais wurde in diesen Varianten im Boden sowohl eine erhöhte Respirationsrate als auch signifikant höhere Dehydrogenase-Aktivität im Vergleich zum Boden ohne Zwischenfruchtanbau (Brache) ermittelt. Ein verbessertes Wachstum bzw. höhere STM von Mais zum Zeitpunkt der Blüte war sowohl ohne als auch nach *Fusarium* Inokulation gegeben. Kein Unterschied in der STM war in der Variante nur mit Zwischenfruchtanbau im Vergleich zur kombinierten Anwendung von Zwischenfruchtanbau und BM-Konsortium zu beobachten.

Die bakteriellen BM *B. atrophaeus* ABi03 und *Pseudomonas* sp. RU47 etablierten sich in der Rhizosphäre von Mais in allen Varianten. Die Rhizosphärenkompetenz der einzelnen BM des Konsortiums war sowohl weder durch den Zwischenfruchtanbau noch durch die *Fusarium* Inokulation beeinflusst. *T. harzianum* OMG16 war ebenfalls im Boden des Wurzelraums in allen Varianten nachweisbar. Der Anbau von Zwischenfrüchten, die Behandlung von Mais mit dem BM-Konsortium sowie die Inokulation des Bodens mit *Fusarium* spp. zu Versuchsbeginn (ein Jahr zuvor) führten zu signifikanten Veränderungen in der Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft in der Rhizosphäre von Mais sowie im Boden des Wurzelraums. So war z.B. eine signifikant höhere alpha-Diversität der pilzlichen Gemeinschaft im Boden des Wurzelraums in der Variante mit Zwischenfruchtanbau im Vergleich zur Variante ohne vorherigem Zwischenfruchtanbau zu beobachten.

#### **AP2. Auswertung und Synthese der Daten zur Identifizierung von Indikatoren für Boden- und Pflanzengesundheit**

Ergebnisse zweijähriger Feldversuche an Mais zeigten, dass die einzelnen BM des Konsortiums, unabhängig von landwirtschaftlichen Maßnahmen, sich erfolgreich in der Rhizosphäre etablieren und dies die Struktur und Funktion des Rhizosphären Mikrobioms positiv verändern und damit die Pflanze-Mikroorganismen Interaktion. Die zusammenhängende Analyse der mikrobiologischen und pflanzenphysiologischen Datensätze unterstreicht, dass die Behandlung mit dem BM-Konsortium die Pflanze im Umgang mit Stressbedingungen unterstützt. So wurden unter abiotischen Stressbedingungen wie Trockenheit in den behandelten Varianten bestimmte Mikroorganismen in der Rhizosphäre angereichert, die der Pflanze z.B. fehlende Mikronährstoffe wie Eisen zur Verfügung stellen. Die behandelten Pflanzen gaben auch vermehrt Metabolite in den Wurzelraum ab, um Mikronährstoffe wie Eisen für die Pflanze verfügbar zu machen. Eisen unterstützt die Abwehrreaktion der Pflanze gegenüber abiotischen/biotischen Stressbedingungen. Die behandelten Pflanzen wiesen in der Folge ein signifikant besseres Wachstum auf (unabhängig von landwirtschaftlichen Maßnahmen) sowie ein deutlich geringeres Stressniveau, wie die Ergebnisse der Analyse pflanzenphysiologischer Indikatoren zeigen.

#### **AP3. Einbindung von Interessengruppen und Ergebnisverwertung**

Auf der Basis der Ergebnisse des Projektes wurden der Praxis Empfehlungen in Bezug auf Anbaumaßnahmen sowie der Anwendung von BM mit positiver Wirkung auf Boden- und Pflanzengesundheit gegeben. Die Ergebnisse wurden in zahlreichen Vorträgen auf nationalen (z.B. DLG-Feldtage, Feldtag der HUB, BonaRes-Workshop, 62. und 63. Deutsche Pflanzenschutztagung) und internationalen Veranstaltungen sowohl mit Praxispartnern als auch der wissenschaftlichen Gemeinschaft diskutiert. Des Weiteren wurden die Ergebnisse in nationalen und internationalen Fachjournalen an verschiedene Interessengruppen herangetragen.

**Mögliche Verwertungsperspektiven:** Die während des Projektes generierten Datensätze und die historischen Daten des LTE Bernburg (2004 -2023) sind im BonaRes-Repository hinterlegt (40 Datentabellen, ca. 1,2 Mio. Beobachtungen und 259 Attribute) und damit der Öffentlichkeit zugänglich und können so die Grundlage für z.B. Entscheidungshilfen für ein nachhaltiges Bodenmanagement bilden. Des Weiteren können insbesondere die Datensätze zur Struktur und Funktion der mikrobiellen Gemeinschaft im Boden und in der Rhizosphäre in Modelle integriert oder in Metanalysen einbezogen werden und unser Verständnis zu den vielfältigen Bodenfunktionen und -prozessen verbessern, um Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit langfristig zu erhalten und damit die Produktivität der Pflanze. Im Rahmen des BMBF Projekts „BioTrain“ werden z.B. derzeit alle gesammelten DiControl Daten im BonaRes-Repository genutzt, um Algorithmen des Maschinellen Lernens zu trainieren und innovative Ansätze für die Analyse und Vorhersage von Mustern sowie Zusammenhängen skalenübergreifender Biodiversitätsdaten zu entwickeln und der Einfluss der landwirtschaftlichen Maßnahmen auf die mikrobielle Biodiversität in Feldboden und Rhizosphäre analysiert.