

Einsatz von mikrobiellen Biostimulanzien

Im Faktenblatt «Mikrobielle Biostimulanzien» vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau steckt viel Interessantes.

Durch die grüne Revolution im zwanzigsten Jahrhundert wurden Ernteerträge weltweit massiv gesteigert. Das gelang durch den Einsatz von Chemikalien

und durch gezielte Züchtung. Gut belegt durch Studien sind aber auch die negativen Auswirkungen auf die Umwelt durch den jahrelangen Einsatz von Chemikalien. Die Forderungen, an diesem System etwas zu ändern, gibt es schon lange, doch heute – im Angesicht des Klimawandels und von dessen negativen Folgen insbesondere auf den Berufsstand der Land-

wirte und der Winzerinnen – wird das Anliegen stärker gewichtet und lauter vorgetragen. Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL hat sich die Verwendung von Einsatzstoffen auf mikrobieller Basis und die Förderung der mikrobiellen Gemeinschaften als natürliche Methode mit geringen Umweltauswirkungen näher angeschaut, denn dies sei ein

vielversprechender Ansatz, um Agrochemikalien zu reduzieren. Immerhin sind hilfreiche Mikroorganismen im Boden die zahlreichsten Tiere der Erde. Bis heute werden die meisten Nahrungsmittel im Boden und nicht in einer Hydrokultur angebaut. Die regenerative Landwirtschaft setzt genau dort an – am Boden. Sie fördert die Symbiose von Pflanzen und von Bodenbiolo-

gie, indem eine bodenschonende Wirtschaftsweise angewendet wird und es eine dauernde biodiverse Durchwurzelung des Bodens gibt. Hier werden in der regenerativen Landwirtschaft oft Mikroorganismen eingesetzt. Weltweit haben Forscherinnen und Forscher die Wirksamkeit von mikrobiellen Biostimulanzien (organische Zusatzstoffe, aktive natürliche Metaboliten,

nützliche Mikroben) an vielen verschiedenen Nutzpflanzen in den unterschiedlichen Ökosystemen eingehend untersucht. Es gab viele Veröffentlichungen, in denen die Vorteile zusammengefasst sind. «Trotzdem bleibt bei der Anwendung in der Praxis durch die Landwirtinnen und Landwirte die erwartete Wirkung oft aus», schreibt das Forschungsinstitut. *mge*

MIKROBIELLE BIOSTIMULANZIEN

Mikrobielle Biostimulanzien sind Produkte, die lebende oder inaktive Zellen von wirksamen Bakterien, Pilzen oder Algen einzeln oder in Kombination enthalten. Die enthaltenen Mikroben sind in der Lage, die Rhizosphäre oder das Innere der Pflanzen zu besiedeln. Sie fördern das Wachstum der Pflanzen, indem sie die Aufnahme von Primärnährstoffen verbessern. Mikrobielle Biostimulanzien können auf Böden, Saatgut und Pflanzenoberflächen ausgebracht werden.

Stickstoff-Fixierer

Einige Bakterienstämme und Algen sind in der Lage, atmosphärischen Stickstoff (N) in pflanzenverfügbaren Formen wie Ammoniak und Nitrat zu binden. Dieser Prozess wird als biologische Stickstofffixierung bezeichnet. Der Vorgang ermöglicht die Nutzung einiger Mikroorganismen als mikrobielle Biostimulanzien, die als Ersatz für mineralischen N-Dünger dienen können. N-Fixierer lassen sich in drei Gruppen einteilen: freilebende und assoziative Bakterien wie Azobacter und Azospirillum, symbiotische Bakterien und die nicht-symbiotischen N-Fixierer.

Azotobacter

Sie sind freilebende und assoziative N-fixierende Bakterien. Nebst der biologischen



Kosakonia pseudosacchari, ein assoziativer Stickstoff-Fixierer, kolonisiert Tabakwurzeln.
(Bild: Ida Romano, FiBL)

Stickstofffixierung bieten Azotobacter-Stämme weitere positive Effekte zur Stimulierung des Wachstums und verbessern die Nährstoffaufnahme der Pflanzen. Das führt zu mehr Wachstum, Ertrag und Qualität bei der Ernte.

Azospirillum

Unter den assoziativen N-fixierenden Bakterien wurden Azospirillum-Bakterien sehr früh entdeckt. Sie gehören zu den am besten charakterisierten. Die pflanzenwachstumsfördernde Wirkung von Azospirillum wird auf verschiedene Mechanismen zurückgeführt, darunter auf Krankheitsresistenz und auf Trockentoleranz, insbesondere aber auf die biologische Stickstofffixierung (BNF).

Rhizobien

Es handelt sich um symbiotische, N-fixierende Bakterien,

die an den dazugehörigen Leguminosen für die Bildung von Knöllchen verantwortlich sind. Diese Art von Symbiose trägt zu einem bedeutenden N-Anteil in der Biosphäre bei. Die Wechselwirkung ist interessant, denn Hülsenfrüchte gehören zu den wichtigsten Kultur- und Futterpflanzen der Welt.

Andere N-Fixierer

Frankia ist für seine Fähigkeit, N-fixierende Wurzelknöllchensymbiosen mit bestimmten Wirtspflanzen zu bilden, gut beschrieben. Azollahaltige mikrobielle Biostimulanzien erhöhen den N-Gehalt z.B. von Reisböden erheblich. Cyanobakterien können sowohl freilebend als auch als Symbionten mit z.B. Flechten vorkommen. Ihr Anteil an der gesamten BNF ist hoch, aber sie sind nur unter N-armen Bedingungen in der Lage, atmosphärisch N zu binden. *mge*

MAKRONÄHRSTOFFE

Phosphor (P) ist ein wesentlicher Makronährstoff im Boden, der für das Wachstum und für die Entwicklung von Pflanzen notwendig ist. Aber seine Verfügbarkeit ist begrenzt. Daher sind P-Dünger nach den N-Düngern die weltweit am häufigsten eingesetzten Agrochemikalien. Man geht davon aus, dass 20–25% des P-Bedarfs der Pflanzen durch Bakterien und Pilze gedeckt werden. Gut untersuchte Bakterien in Böden sind Pseudomonas putida und Bacillus megaterium. Die bekanntesten Pilzgattungen sind Aspergillus, Penicillium und Trichoderma. Einige Aktinomyzeten sind ebenfalls für ihre P-lösende Aktivität bekannt und gewinnen aufgrund ihrer Fähigkeit, in extremen Umgebungen zu überleben, zunehmend an Popularität. Kalium (K) ist ebenfalls ein wichtiger Makronährstoff für die Pflanzenentwicklung. Von Natur aus ent-

halten Böden grosse Mengen an K, aber nur 1 bis 2% davon sind für die Pflanzenaufnahme verfügbar. Bakterien, Pilze und Aktinomyzeten können mit Hilfe verschiedener chemischer Reaktionen K im Boden lösen. Arbuskuläre Mykorrhizapilze sind Symbionten. Sie gehen Verbindungen mit den Wurzeln von mehr als 80% aller Landpflanzen ein, einschliesslich der meisten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Die Pilze stellen ein grundlegendes Bindeglied zwischen Pflanzen und mineralischen Nährstoffen im Boden dar. Sie erhöhen nachweislich die Aufnahme der Pflanze insbesondere von P und Zn, tragen aber auch zur Aufnahme von N, K, Magnesium, Kalzium und Schwefel bei. Mykorrhiza sind Pilze, welche die Nährstoffaufnahme von Bäumen durch die Mobilisierung von Nährstoffen aus organischen Verbindungen verbessern. *mge*



Bei den Lupinen links wurden Rhizobienprodukte eingesetzt, auf dem rechten Streifen nicht.
(Bild: Christine Arakun, FiBL)

EINSATZGEBIETE

Der Einsatz mikrobieller Biostimulanzien gewinnt im Ackerbau zunehmend an Bedeutung. Die Ausbringung von Rhizobien hat im Leguminosenanbau bereits eine lange Tradition. Aufgrund der Wirtsspezifität von Rhizobien sind kultur- und umweltspezifische Beimpfungen von grosser Bedeutung für den Anbau nicht-heimischer Leguminosen wie Soja oder in Böden mit einer geringen Population wirksamer Rhizobien. FiBL-Versuche zeigten, dass die Wahl wirksamer, auf dem Markt erhältlicher Einsatzstoffe eine Voraussetzung für stabile Erträge und Proteingehalte im Biojojo-Anbau ist. Auch in Ackerkulturen gewinnen mikrobielle Biostimulanzien an Bedeutung. Der Einsatz von Azospirillum in Kombination mit anderen mikrobiellen Stämmen zeigte positive Ergebnisse in verschiedenen Kulturen: Mit Pseudomonas wurde der Korntrag von Mais und von Baumwolle erhöht, mit Azotobacter der Ertrag von Perlhirse, Sorghum und Reis und mit Arthrobacter und einem P-lösenden Bakterienstamm der Korntrag von Gerste. Ein weiterer Einsatzbereich von mikrobiellen Biostimulanzien ist die Renaturierung von Ökosystemen, z.B. bei Wiederbegrünung von Böden, die von Wüstenbildung betroffen sind. *mge*

Wie viel Treibhausgase entstehen bei der Flächenrotte?

Haben Effektive Mikroorganismen einen Einfluss auf Lachgasemissionen? Ein Feldversuch ging genau dieser Frage nach.

MAIKE KRAUSS
SEBASTIAN RIEDER
FRANZ CONEN*

Mit dem Aufkommen der Flächenrotte im regenerativen Anbausystem stellte sich am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) die Frage, was dies im Rahmen des Klimaschutzes bedeutet. Aus der Erfahrung heraus ist die Einarbeitung von pflanzlichem Material in den Boden ein kritischer Moment, da den Bakterien im Boden plötzlich viel leicht verfügbarer Stickstoff und Kohlenstoff zur Verfügung steht, was hohe Lachgasemissionen auslösen kann. Der Frage nachgehend, wurde 2022 ein Feldversuch lanciert, bei dem unterschiedliche Behandlungen mit einer Klee-gras-Gründung (Abfuhr vs. Mulchen vs. Mulchen mit Rottelenker von EM Schweiz) mit je zwei Einarbeitungsmethoden (Fräse 5 cm vs. Pflug 20 cm) kombiniert wurden. Die Arbeiten wurden von Bio Suisse, Stiftung Sur la Croix und mit EU-Mitteln aus dem Interreg-Projekt «Kli-



Treibhausgas-Messung beim FiBL-Versuch. (Bild: Maike Krauss)

maCrops» finanziert. Als System wurde die Flächenrotte mit einer Schnittnutzung vor Pflügen und mit allen Varianten dazwischen

vor der Saat von Silomais im April getestet. Es wurden im Abstand eines Jahres Humusvorräte im Oberboden präzise

beprobte, und Lachgas- sowie CO₂-Emissionen wurden gemessen. Das Jahr war geprägt von Trockenheit und von einem mil-

den Winter. Die Gründungung brachte zu wenig Biomasse und wurde ca. kniehoch bei optimaler Bodenfeuchte eingearbeitet. Dabei wurde die Gründungung im Flächenrotteverfahren mit Rottelenker präzise besprüht, gemulcht und wieder besprüht. Im Mulchverfahren wurde der Rottelenker weggelassen, es wurde im Schnittnutzungsverfahren gemäht, und das Klee-gras wurde abgefahren. Im Anschluss daran wurde alles sofort entweder mit der Fräse oder mit dem Pflug eingearbeitet.

Herausforderungen

Der zweite Fräsvorgang konnte wegen einsetzendem Regen erst nach fünf Wochen mit anschließender Saat des Maises Mitte Mai erfolgen. Dieser entwickelte sich im Pflugverfahren besser. Eine leichte Schmierschicht zeigte, dass das Fräsen trotz Abwarten guter Verhältnisse in einem Stundenboden herausfordernd ist. Die Änderung der Humusvorräte in 0 bis 20 cm Boden zeigten innerhalb des Test-Jahres eine hohe Streuung und keinen eindeutigen Trend. Während der Flächenrotte gab es erhöhte CO₂-Emissionen durch die Fräse im Vergleich zum Pflug und keinen Unterschied beim Lachgas. Aufsummiert über den gesamten

Anbau des Silomais gab es hingegen ca. 20% weniger Lachgas, wenn die Gründungung abgefahren wurde, im Vergleich zu den beiden Mulchverfahren (mit/ohne Rottelenker) und, ohne statistisch signifikant zu sein, bis zu ca. 15% weniger Lachgas, wenn das gemulchte Material zusätzlich mit Rottelenker behandelt worden war.

Weniger Emissionen

Die Art und die Tiefe der Bodenbearbeitung spielte beim Lachgas überraschenderweise keine Rolle. Die Lachgasemissionen waren mit 1,0 bis 1,4 kg N₂O-N pro Hektar allgemein auf einem geringen Niveau und spiegelten die trockene Witterung im Sommer wider. In den gepflügten Parzellen war der Silomais-ertrag um 25 bis 30% höher als in den gefrästen.

Die Gründungsbeurteilung hatte keinen Einfluss auf den Ertrag. In diesem Versuch und in dem eher trockenen Jahr boten die Schnittnutzung der Gründungung hinsichtlich Klimaschutz und die Einarbeitung mit dem Pflug hinsichtlich Produktivität folglich die besten Resultate.

*Maike Krauss, FiBL; Sebastian Rieder, Masterstudent; Franz Conen, Uni Basel