

BIOLOGISCHE AMMONIUM-STABILISIERUNG DURCH ZWISCHENFRÜCHTE

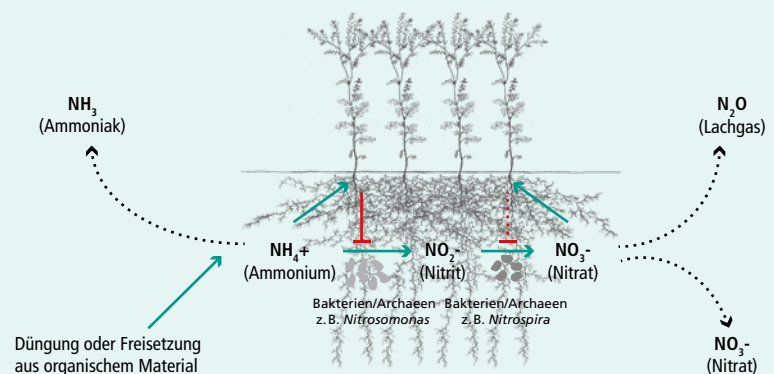
Stickstoffverluste sind ein großes Problem in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Rund 20 % des eingesetzten Stickstoffdüngers gehen in Form von Nitratauswaschung verloren und verursachen enorme Umweltschäden. Die Stabilisierung von Stickstoff im Boden ist ein effizienter Weg um Nitratverluste zu minimieren. Einige Pflanzenarten können dies sogar in Eigenleistung. Ob auch Zwischenfrüchte in der Lage sind, Stickstoff zu stabilisieren und inwieweit sich dadurch die Stickstoffeffizienz der Folgefrucht steigern lässt, ist Gegenstand der Forschung im Catch-BNI Projekt.

Als Nitrifikation wird die mikrobielle Umwandlung von Ammonium zu Nitrat bezeichnet. In gut durchlüfteten Ackerböden läuft dieser Prozess sehr rasch ab. Meist weisen Ackerböden daher 10- bis 100-mal mehr Nitrat als Ammonium auf, obwohl Pflanzen im Allgemeinen eine Mischernährung aus beiden bevorzugen. Als Folge entsteht häufig mehr Nitrat als die Kulturpflanzen aufnehmen können und somit steigt das Risiko von Nitratauswaschungen bei Niederschlägen. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts wurde beobachtet, dass verschiedene Pflanzenarten (u.a. Gräser wie Sorghum, Weizen und Mais, Kreuzblütler, Amaryllis- und Wegerichgewächse) mit der Abgabe von sehr potenten Hemmstoffen, sogenannten Bionitrifikationsinhibitoren (BNI), den Nitrifikationsprozess im Boden verlangsamen können. Dadurch verbleibt mehr Stickstoff in Form von Ammonium, das durch seine positive Ladung gut an negativ geladene Bodenpartikel bindet und somit weniger aus-

waschungsgefährdet ist als Nitrat (Abb. 1). Dieses Prinzip ist bekannt durch den Einsatz von stabilisiertem Stickstoffdünger. Dort werden künstliche Nitrifikationsinhibitoren mit

sehr guten Resultaten eingesetzt. Seit einigen Jahren wird aktiv in der Wissenschaft daran geforscht, durch den gezielten Einsatz von Kulturpflanzensorten mit natürlicher Abgabe

ABB. 1: DER NITRIFIKATIONSPROZESS IM BODEN



Gezeigt ist die mikrobielle Umwandlung von Ammonium zu Nitrat (Fett-Druck), mögliche Stickstoffverlustwege (gestrichelte Pfeile), die Stickstoffaufnahme durch Pflanzen (grüne Pfeile) und die Hemmung der Nitrifikationsreaktionen (rote Hemmsymbole).
Quelle: Pflanzenbilder aus „Wurzelatlas der Kulturpflanzen gemäßigter Gebiete mit Arten des Feldgemüsebaues“ L. Kutschera, E. Lichtenegger, M. Sobotik, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 2009.

von Nitrifikationsinhibitoren die Stickstoffbilanz zu verbessern. Im aktuell laufenden Forschungsprojekt Catch-BNI wird nun europaweit daran gearbeitet, auch Zwischenfrüchte mit BNI-Wirkung zu identifizieren und zur Verbesserung der Stickstoffeffizienz der Folgefrucht Sommerweizen einzusetzen.

Kreuzblütler überragend

In einem Screening von über 30 Zwischenfrüchten konnten in einem Feldversuch am IPK Gatersleben und in einem Nährlösungsversuch an der Uni Lüttich (Belgien) übereinstimmend festgestellt werden, dass vor allem Gelbsenf eine sehr hohe Kapazität der Nitrifikationsinhibierung zeigt. Allerdings existieren hier Sortenunterschiede. Ebenfalls konnte auch Sorghum den Umsatz von Ammonium zu Nitrat effizient hemmen.

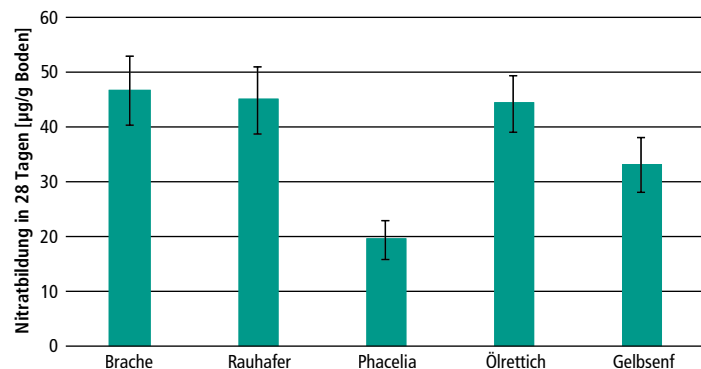
Langzeiteffekte abhängig von Zersetzungseigenschaften

Ein Folgeversuch am IPK Gatersleben und auf der Versuchsstation der Deutschen Saatveredelung AG (DSV) in Asendorf zeigt nun parallel, dass die genannten Arten zwar BNI-Wirkung während ihrer aktiven Wachstumsperiode im Herbst haben, diese aber nach dem Winter sinkt. Dies ist womöglich auf das zeitige Absterben des Sorghums im Herbst und auf die rasche Zersetzung eines Großteils der Gelbsenf-Biomasse im Winter zurückzuführen. Hingegen führt die sich langsamer zersetzende Phacelia zu >50 % weniger Nitratproduktion als andere Zwischenfrüchte im zeitigen Frühjahr (Abb. 2). Dies ist womöglich durch BNI-aktive Substanzen ausgelöst, die bei der Zersetzung aus der Biomasse frei werden.

Erste Ergebnisse zeigen, dass einige Zwischenfrüchte Stickstoff über die Stabilisierung von Ammonium im Boden konservieren können.



ABB. 2: NITRATBILDUNG IM FELDBODEN UNTER VERSCHIEDENEN ZWISCHENFRÜCHTEN NACH 28-TÄGIGER DUNKELINKUBATION BEI 25 °C*



*Die Nitratkonzentration wurde zu Beginn und am Ende der Inkubationsphase gemessen und eine Differenz gebildet. Die Daten wurden im März 2023 an den Standorten Gatersleben (Sachsen-Anhalt) und Asendorf (Niedersachsen) aufgenommen und zeigen den Mittelwert +/- Standardfehler bei einer Stichprobengröße von 48.

Identifikation von biologischen Nitrifikationsinhibitoren

Aktuell existiert schon einiges Wissen über BNI-aktive Substanzen. Diese sind strukturell sehr unterschiedlich, viele werden pflanzenart- bzw. sogar sortenspezifisch gebildet, häufig kommen mehrere aktive Substanzen in einer Art vor und ihre Wirkweise reicht von der sehr punktuellen Hemmung eines wichtigen Schritts im Nitrifikationsprozess bis zur breiten Hemmung des mikrobiellen Wachstums. Dennoch wurden bestimmte Pflanzenarten bisher noch gar nicht auf ihre BNI-Wirkung untersucht. Die ersten Ergebnisse des Catch-BNI Projektes liefern nun wertvolle Hinweise auf neue Pflanzenarten mit hemmender Wirkung auf die Nitrifikation, wie z.B. Phacelia. Über verschiedene Isolations- und Testverfahren wird derzeit versucht, bisher unbekannte BNIs zu identifizieren. Lang-

fristig wird sich zeigen, inwieweit solche Stoffe, Pflanzenextrakte oder beigemengtes Pflanzenmaterial für die Stickstoffstabilisierung in Düngern eingesetzt werden können.

Fazit

Die Stickstoffanreicherung in der Biomasse von Zwischenfrüchten ist ein allseits bekannter Vorteil zur Vermeidung von Stickstoffverlusten in der Fruchtfolge. Das hier vorgestellte Projekt eröffnet eine bisher eher wenig betrachtete, weitere Möglichkeit der Stickstoffkonservierung über die Stabilisierung von Ammonium im Boden. Die Ergebnisse zeigen schon jetzt, dass einige Zwischenfrüchte, wie Gelbsenf, Phacelia und Sorghum in der Lage sind, Nitrifikationshemmstoffe abzugeben und abhängig von deren Wachstums- und Zersetzungseigenschaften den Nitrifikationsprozess im Boden zu verlangsamen können. Inwieweit dies die Stickstoffeffizienz der Folgefrucht beeinflussen kann, wird derzeit in Feldversuchen untersucht. Mit ersten Ergebnissen ist Ende 2023 zu rechnen.

Diana Heuermann
Leibniz Institut für
Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung
(IPK) Gatersleben
Fon +49 394 825 514

