

Symbiotische N₂ Fixierung und N-Bilanz von Soja unter Berücksichtigung der N-Rhizodeposition im DOK Versuch

Hammelehle, A.¹, Dubois, A.¹, Müller, T.², Oberson, A.³, Mäder, P.⁴ und Mayer, J.¹

Keywords: Unterirdischer-N, N₂-Fixierung, ¹⁵N natürliche Abundanz, N-Bilanz, Soja

Abstract

Symbiotic N₂ fixation (N_{fix}) and N-balance was determined from organic and conventional grown soybean in the DOK experiment (Switzerland). N_{fix} was calculated i) based solely on soybean aboveground N (AGN) and ii) additionally taking into account belowground N (BGN), comprising N in physical roots and N rhizodeposition. N_{fix} was averagely two times higher considering AGN and BGN, ranging from 22 g N m⁻² (conventional manure) to 37 g N m⁻² (conventional mineral). N-balances were positive in all treatments, but with 2–7 g N m⁻² based on AGN solely comparatively small. These values were exceeded fourfold when considering BGN ranging from 13 g N m⁻² (conventional manure) to 21 g N m⁻² (organic and conventional mineral).

Einleitung und Zielsetzung

Durch Leguminosen gebundener atmosphärischer Stickstoff (N_{fix}) bildet die Grundlage der Stickstoff (N)-Versorgung im Ökologischen Landbau. Bei Soja ist die N-Bilanz aufgrund der hohen N-Abfuhr mit der Ernte häufig negativ, da üblicherweise bei der Berechnung der N-Bilanz nur der oberirdische Pflanzen-N (AGN) sowie allenfalls Wurzel-N berücksichtigt wird. Der überwiegende Teil des unterirdischen N (BGN) besteht aus N-Rhizodeposition (NdfR). BGN kann 50 % des Gesamt-N der Pflanze betragen. Das Ziel unserer Studie war, i) die N_{fix} und NdfR von Soja zu bestimmen, ii) die daraus resultierende N-Bilanz mit und ohne Einbezug von BGN zu berechnen sowie iii) den Einfluss konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung auf diese Parameter im DOK Langzeitversuch zu vergleichen.

Methoden

Im DOK Versuch (Therwil, Schweiz) werden seit 1978 Bio-organische, Bio-dynamische und konventionelle Anbausysteme in 2 Düngungsstufen (1 = 50 % Schweizer Norm; Viehbesatz 0.7 DGVE, 2 = 100 %; 1.4 DGVE) in 4 Wdh. verglichen. 2008 wurden in den Verfahren Bio-organisch (ORG1, ORG2), konventionell (Mineral- und Wirtschaftsdünger, KON2), konventionell (nur Mineraldünger, MIN2) und der ungedüngten Kontrolle (NON) je 4 Sojapflanzen pro Mikroplot (PP Zylinder, Ø 0.29 m, 0–0.5 m, □ 60 Pflanzen m⁻²) mit einer Dochtmethode (Mayer et al. 2003) pulsmarkiert (99 atom % ¹⁵N Harnstoff). Sojapflanzen und Boden in den Mikroplots wurden Ende Hülsenfüllung zusammen mit unmarkierten Sojapflanzen, Referenzpflanzen und -boden (übrige Parzelle) geerntet.

¹ Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstr. 191, 8046 Zürich, Schweiz; andreas.hammelehle@art.admin.ch, www.agroscope.ch

² Universität Hohenheim, FG Düngung und Bodenstoffhaushalt, Stuttgart, Deutschland

³ Eidgenössische Technische Hochschule (ETH), Pflanzenernährungsgruppe, Lindau, Schweiz

⁴ Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), Frick, Schweiz

NdfR wurde über das ^{15}N Signal der markierten Wurzeln bestimmt (Janzen und Bruinsma 1989), die N_{fix} mit der ^{15}N Natürlichen Abundanz Methode (Amarger *et al.* 1979). Die N-Bilanz wurde auf Basis der Mikroplot-Daten berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1: Trockensubstanz (TS), N-Gehalt und N-Ertrag Hülsen; oberirdischer (AGN), unterirdischer (BGN), fixierter (N_{fix} (AGN); N_{fix} (AGN+BGN)) und auf dem Feld verbleibender Stickstoff (N_{Bilanz} (AGN); N_{Bilanz} (AGN+BGN)) sowie prozentualer Anteil von Soja N aus N_2 Fixierung ($\%N_{\text{fix}}$) im DOK Versuch.

	Hülsen (□ Feldabfuhr)			AGN	BGN	$\%N_{\text{fix}}$	N_{fix} (AGN)	N_{fix} (AGN+BGN)	N_{Bilanz} (AGN)	N_{Bilanz} (AGN+BGN)
	[g TS m ⁻²]	[% N]	[g N m ⁻²]							
NON	14 ^{n.s.}	4.2 ^{ab}	9 ^{n.s.}	16 ^c	26 ^a	67 ^b	11 ^b	28 ^{ab}	2 ^b	19 ^a
ORG1	16 ^{n.s.}	4.4 ^a	11 ^{n.s.}	21 ^{bc}	22 ^{ab}	74 ^{ab}	16 ^b	32 ^a	5 ^{ab}	21 ^a
ORG2	18 ^{n.s.}	4.3 ^a	12 ^{n.s.}	24 ^{ab}	18 ^{ab}	69 ^{ab}	16 ^b	29 ^{ab}	5 ^{ab}	17 ^{ab}
KON2	17 ^{n.s.}	3.6 ^b	10 ^{n.s.}	21 ^{bc}	12 ^b	67 ^b	14 ^b	22 ^b	5 ^{ab}	13 ^b
MIN2	23 ^{n.s.}	4.3 ^a	15 ^{n.s.}	29 ^a	19 ^{ab}	77 ^a	22 ^a	37 ^a	7 ^a	21 ^a

Verschiedene Buchstaben in Spalten zeigen signifikante Mittelwertdifferenzen, $P < 0.05$ (Tukey HSD)

Im AGN speicherten die Sojapflanzen im Verfahren MIN2 (29 g m⁻²) fast doppelt so viel N wie im Verfahren NON (16 g m⁻²), im BGN hingegen mehr als doppelt so viel im Verfahren NON (26 g m⁻²) als im Verfahren KON2 (12 g m⁻²) (Tabelle. 1). Die N-Feldabfuhr (Hülsen) betrug zwischen 9 (NON) und 15 g m⁻² (MIN2), ohne signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren. Aus symbiotischer N_2 Fixierung wurde oberirdisch 11 (NON) bis 22 g N m⁻² (MIN2) gespeichert, unter Berücksichtigung von BGN mit 22 (KON2) bis über 30 g N m⁻² (MIN2, ORG1) hingegen durchschnittlich fast doppelt so viel. Die N Bilanz war in allen Verfahren bezogen auf AGN positiv (2 - 7 g m⁻²), unter Einbezug von BGN jedoch annähernd viermal so hoch (13 bis 21 g m⁻²).

Kein Verfahren erhielt zu Soja eine N-Düngung. Daher können Variationen in $\%N_{\text{fix}}$ nur auf Unterschiede in der N-Mineralisierung des Bodens sowie in der Verfügbarkeit übriger Pflanzennährstoffe zurückgeführt werden. KON2 überraschte mit einem vergleichsweise geringem AGN, welches gleich groß war wie das nur 50 % gedüngte Verfahren ORG1. $\%N_{\text{fix}}$, N_{fix} und die N-Bilanz war bei MIN2 am höchsten und, wie BGN, höher als erwartet. Unerwartet war bei NON die N Bilanz unter Einbezug von AGN und BGN (dank höchstem BGN) gleich groß wie bei ORG1 und MIN2.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein maßgeblicher Beitrag bei Soja zu N_{fix} und N_{Bilanz} von BGN kommt. Die Bewirtschaftung beeinflusst BGN entscheidend wobei die extensiveren Bio-Verfahren hohe BGN-Einträge und in Folge im Vergleich zu den intensiveren konventionellen Verfahren eine vergleichbar hohe N_{Bilanz} aufweisen.

Literatur

- Amarger N., Mariotti A., Mariotti F., Durr, J.C., Bourguignon C., Lagacherir B. (1979): Estimate of symbiotically fixed nitrogen in field grown soybeans using variations in ^{15}N natural abundance. *Plant and Soil* 52: 269-280.
- Janzen H.H., Bruinsma Y. (1989): Methodology for the quantification of root and rhizosphere nitrogen dynamics by exposure of shoots to ^{15}N -labelled ammonia. *Soil Biol. Biochem.* 21: 189-196.
- Mayer J., Buegger F., Jensen E.S., Schloter M., Hess J. (2003): Estimating N rhizodeposition of grain legumes using a N-15 in situ stem labelling method. *Soil Biol. Biochem.* 35, 21-28.