

Symbiotic N₂ fixation by soybean in organic and conventional cropping systems

Nanzer, S.¹, Frossard, E.¹, Bosshard, C.^{1,2}, Dubois, D.², Mäder, P.³ und Oberson, A.¹

Keywords: N₂ fixation, soybean, DOC-trial, natural abundance method

Abstract

In organic cropping systems nitrogen (N) often limits agricultural production. N₂ fixing crops present an important option to improve N supply and to maintain soil fertility. We investigated N₂ fixation of soybean in conventional and organic cropping systems. The study was carried out on a long term field experiment, characterized by unequal fertilization rates and soil microbial activity for the different systems. We assessed the proportion of N derived from atmosphere (Nd_{fa}) and the total amount of N symbiotically fixed (N_{fix}) using the ¹⁵N natural abundance method. Nd_{fa} for soybean was low, ranging from 24 to 54%. The lowest Nd_{fa} was reported for the exclusively mineral fertilized, and the highest for the bio-organic cropping system. However, there were no differences between the farming systems in total amount of N symbiotically fixed. Irrespective of the cropping system, N withdrawal by harvest was higher than N input by N₂ fixation, meaning that soil N stock was not preserved.

Einleitung und Zielsetzung

Im Gegensatz zu konventionell wirtschaftenden Betrieben wird im biologischen Landbau ausschliesslich Hofdünger ausgebracht und auf den Einsatz von Mineraldünger verzichtet. Zudem ist die ausgebrachte Düngermenge, oder die Viehbesatzdichte in der biologischen Landwirtschaft tiefer als in konventionellen Anbausystemen. Die Düngung, im Besonderen die Stickstoff (N)-Düngung, ist deshalb oft der limitierende Produktionsfaktor. Im biologischen Landbau werden deshalb vermehrt N₂-fixierende Leguminosen angebaut. Ziel dieser Studie ist es herauszufinden, ob sich der Anteil des fixierten N (Nd_{fa} [%]) und die totale fixierte N-Menge (N_{fix} [g N m⁻²]) von Soja (*Glycine max.*, var. Maple Arrow) in biologischen und konventionellen Anbausystemen unterscheiden und inwiefern die N₂-Fixierung die N-Bilanz und die N-Bodenreserven dieser Systeme beeinflusst (Oberson et al. 2007).

Methoden

Seit 1978 werden im DOK-Feldversuch biologisch-dynamischer, biologisch-organischer und konventioneller Anbau verglichen (Mäder et al. 2002). Im Rahmen dieser Untersuchung wurden 2004 folgende Anbausysteme und Düngungsstufen beprobt: biologisch-dynamisch (DYN2), biologisch-organisch (ORG2), konventionell (KON2), sowie ein rein mineralisch gedüngtes (MIN2) und ein ungedüngtes Verfahren (NON). Die Schätzung von Nd_{fa} und N_{fix} erfolgte anhand der ¹⁵N natürlichen Abundanz Methode (Unkovich et al. 2000). Dazu wurden in jedem Verfahren Sojapflanzen und unmittelbar daneben wachsende, nicht N₂-fixierende Gräser und

¹ Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, Eschikon 33, 8315, Lindau, Schweiz, simone.nanzer@ipw.agrl.ethz.ch, www.pe.ipw.agrl.ethz.ch

² Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046, Zürich, Schweiz, david.dubois@art.admin.ch, www.art.admin.ch

³ Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse, 5070, Frick, Schweiz, paul.maeder@fibl.org, www.fibl.org

Kräuter als Referenzpflanzen beprobt und auf ihren ^{15}N - und totalen N-Gehalt untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Wenigstens ein Viertel aber höchstens die Hälfte des N in der Sojapflanzen stammt aus der symbiotischen N_2 -Fixierung (Abb. 1a). Die Ndfa-Werte der untersuchten Anbausysteme unterscheiden sich, und der Anteil an symbiotisch fixiertem N nimmt in der Reihenfolge $\text{ORG2} \geq \text{KON2} \geq \text{DYN2} \geq \text{NON} \geq \text{MIN2}$ ab. Die ermittelten Ndfa-Werte sind niedrig im Vergleich zu anderen Studien. Dies ist bedingt durch ein sehr hohes N-Mineralisierungspotential und ertragslimitierende Kalium- und Phosphorgehalte im Boden des NON-Verfahren (Oberson et al. 2007). Die gesamte Menge an symbiotisch fixiertem N beträgt 15 bis 26 g/m^2 und unterscheidet sich kaum zwischen den Anbausystemen (Abb. 1b). Dies vor allem deshalb, weil die Unterschiede im Ndfa durch Ertragsunterschiede kompensiert werden. So weist beispielsweise das Verfahren MIN2 den tiefsten Ndfa und gleichzeitig den höchsten Ertrag auf. Vergleicht man Nfix mit der Menge N die durch die Ernte der Bohnen abgeführt wird, zeigt sich, dass Soja auf die N-Bodenreserven in allen Anbausystemen eine abbauende Wirkung hat (Abb. 1b).

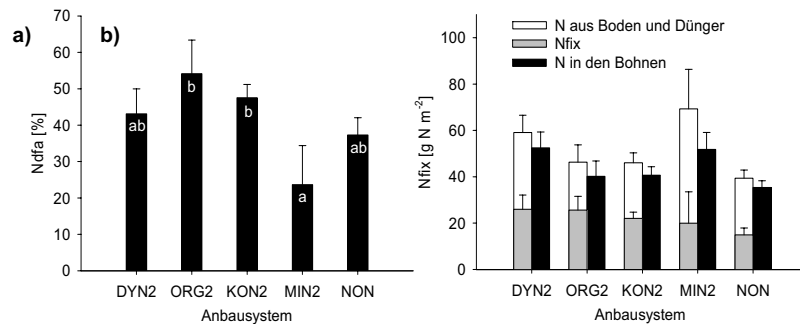


Abbildung 1: a) Ndfa, b) N aus verschiedenen Quellen und N-Entzug durch Sojabohnen für die biologischen und konventionellen Anbausysteme des DOK-Feldversuches. Fehlerbalken bezeichnen den Standardfehler des Mittelwerts.

Literatur

- Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296:1694-1697.
- Oberson A., Nanzer S., Bosshard C., Dubois D., Mäder P., Frossard E. (2007): Symbiotic N_2 fixation by soybean in organic and conventional cropping systems estimated by ^{15}N dilution and ^{15}N natural abundance. *Plant And Soil* 290:69-83.
- Unkovich, M.J., Pate J.S., Sanford P., Armstrong E.L. (1994): Potential precision of the d^{15}N natural abundance method in the field estimates of nitrogen fixation by crop and pasture legumes in south-west Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 45:119-132.