

Einfluss der Inokulierung auf Ertrag, Rohproteingehalt und N-Gehalt der Gesamtpflanze unterschiedlicher Sojabohnensorten (*Glycine max*) am Versuchsstandort Osnabrück 2011

Hüsing, B.¹, Wessel-Terharn, M.¹, Vergara, M.¹, Schön, H.¹, Trautz, D.¹

Keywords: N-Gehalt, Ertrag, Rohprotein, Sojabohnensorten, Inokulierung

Abstract

*A field experiment was conducted during the 2011 growing season to determine the effect of inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* on yield, crude protein content (%) and nitrogen content of five inoculated and not -inoculated soybean varieties (Klaxon, Protina, Gallec, ES Mentor and Aveline). At three defined points of time (BBCH 23, BBCH 69, BBCH 75) plant samples including the root system were taken for analysis regarding the nitrogen content. Soil analysis to determine the N-min content had been carried out. Concluding the yield and crude protein content of the varieties was determined. Significant differences between inoculated and not inoculated varieties could be verified concerning yield, crude protein content and nitrogen content.*

Einleitung und Zielsetzung

Die Europäische Union arbeitet an einer Eiweißstrategie. Das EU-Parlament fordert unter anderem: die Festlegung eines obligatorischen Leguminosenanteils in der Fruchtfolge, eine Kombination von heimischen Eiweißpflanzen in der Fütterung, die Forschung und Beratung zu den positiven Mehrfachwirkungen des Leguminosenanbaus in der Fruchtfolge (Häusling 2011). Die Stickstofffixierung von Körnerleguminosen ist eine wichtige Stickstoffquelle im ökologischen Landbau (Urbatzka 2010, Böhm 2009). Aufgrund ihrer N₂-Fixierungsleistung und ihres gut entwickelten Wurzelsystems kann die Sojabohne ein wertvolles Glied in der Fruchtfolge darstellen. Nach Werner (1987) fixiert die Sojabohne zwischen 60 und 300 kg N/ha und Jahr.

Da die Sojabohnenpflanze in Europa nicht heimisch ist, fehlt das notwendige Bodenbakterium *Bradyrhizobien japonicum* zur Wurzelinfektion als Voraussetzung für eine erfolgreiche Stickstofffixierung und Ertragsbildung. Ziel der Untersuchungen ist es geimpfte und nicht geimpfte Sojabohnensorten hinsichtlich ihres Ertrages, Rohproteingehaltes und des N-Gehaltes (Fruchtfolge) der Gesamtpflanze zu untersuchen, um die Bedeutung einer erfolgreichen Inokulierung mit *Bradyrhizobium japonicum* darzulegen. Weiterhin soll veranschaulicht werden, ob sich verschiedene Sojabohnensorten in Bezug auf ihr Kompensationsvermögen bei nicht vorhandener Impfung unterscheiden.

¹ Hochschule Osnabrück, Oldenburger Landstraße 24, 49090 Osnabrück, Deutschland, hs-osnabrueck.de

Methoden

2011 wurden auf einem Schlag des Versuchsbetriebes der Hochschule Osnabrück (Bioland) auf dem zuvor keine Sojabohnen angebaut wurden, die Sorten Klaxon, Protina, Gallec, ES Mentor und Aveline in einer geimpften und ungeimpften Variante, in einer randomisierten Blockanlage mit vierfacher Wiederholung angebaut. Der Reihenabstand betrug 37,5 cm, die Aussaatstärke lag bei 65 keimfähigen Körnern/m². Die Saattiefe betrug 4 cm. Zu den BBCH Stadien 23 (3. Seitenspross erster Ordnung sichtbar; T1), 69 (Ende der Blüte, erste Hülsen sichtbar; T2) und 75 (50 % der Hülsen haben endgültige Länge erreicht; T3) wurden fünf Einzelpflanzen pro Wiederholung samt Wurzelsystem entnommen und die Anzahl der Knöllchen pro Pflanze ermittelt. Nach dem Trocknen und Vermahlen der Pflanzenproben erfolgte die Untersuchung auf den Gesamtstickstoffgehalt mittels Leco FP-428 N-Analysator. Zu Beginn und am Ende des Wachstums wurden Bodenproben (0-30, 30-60, 60-90) entnommen und auf ihren N-min-Gehalt analysiert. Abschließend erfolgte die Ertragsauswertung. Alle erfassten Daten wurden mit dem Statistikprogramm SPSS ausgewertet. Als Methoden für die Auswertung wurden die univariante Varianzanalyse sowie Pearsons Maßkorrelationskoeffizienten verwendet. Sämtliche signifikanten Unterschiede wurden auf eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Die Impfung hatte wie erwartet einen hoch signifikanten Einfluss auf die Ausbildung der Knöllchen innerhalb der geimpften Sorten. Besonders positiv ist die Sorte ES Mentor hervorzuheben (Abb. 1). In den ungeimpften Varianten bildete die Sorte Gallec signifikant die meisten Knöllchen aus. Nach Stacey *et al.* (2006) sind die Knöllchen bereits vier Wochen nach der Infektion fertig ausgebildet. An den jungen Wurzelabschnitten finden jedoch andauernd Neuinfektionen statt, sodass am zweiten Beprobungstermin durchschnittlich 17,6 und am dritten Beprobungstermin durchschnittlich 27,8 Knöllchen pro Pflanze ausgezählt wurden. Die insgesamt geringe Anzahl an Knöllchen kann auf eine Vielzahl von abiotischen und biotischen Faktoren zurückzuführen sein. Hier ist der trockene Mai mit lediglich 28 mm/m² zu erwähnen. Ein weiterer Grund für die geringe Knöllchenanzahl könnten die relativ hohen N-min-Gehalte (79 – 87 N-min kg/ha) im Boden sein. Nitrat hemmt die Wurzelhaareinkrümmung, die Infektionsschlauchausbildung, die Bindung der Rhizobien an den Wurzelhaaren sowie die weitere Knöllchenmorphogenese bei den Leguminosen (Hansen 1994). Hinweise aus der Literatur bezüglich der Knöllchenanzahl der im Versuch angebauten Sorten liegen nicht vor. Hinsichtlich des N-Gehaltes der geimpften und ungeimpften Sorten war ein signifikanter Unterschied am zweiten und dritten Beprobungstermin festzustellen. Die Sortenunterschiede innerhalb der Varianten waren nicht signifikant. Eine Korrelation zwischen Knöllchenanzahl und N-Gehalt der geimpften Sorten konnte am dritten Beprobungszeitpunkten nachgewiesen werden ($r = 0,267$). Die ungeimpften Varianten korrelierten mit $r = -0,046$ nicht, was durch die wesentliche Abhängigkeit der Stickstofffixierung durch den N-Gehalt des Bodens zu erklären ist (Gretzmacher 1994).

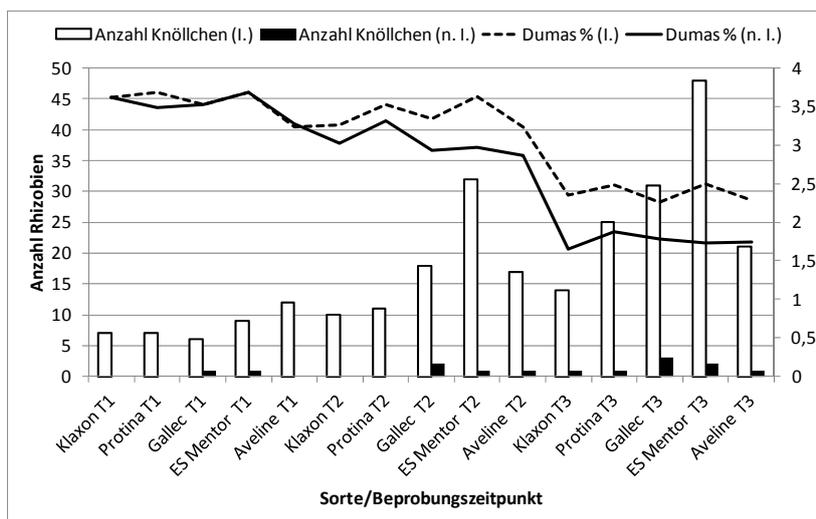


Abbildung 1: Anzahl Knöllchen und N % der Gesamtpflanze für inokulierte (l.) und nicht inokulierte Sojabohnensorten (n. l.) 2011

Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Ertrag und den Rohproteingehalt ließen sich zwischen geimpften und nicht geimpften Sorten nachweisen (Tab. 2). Weiterhin gab es signifikante Unterschiede zwischen den Sorten in der geimpften Variante. In der ungeimpften Variante war dies nicht der Fall. Keine der Sorten hatte somit ein besseres Kompensationsvermögen in Bezug auf die nicht vorhandenen Knöllchen. Die Sorten reagieren nicht spezifisch auf eine Impfung, sondern gleichermaßen mit höheren Erträgen. Die Sorte ES Mentor ist aufgrund ihres hohen Ertrages besonders zu erwähnen. Bei der Überprüfung einer Korrelation zwischen Knöllchenanzahl und Ertrag konnte bei der geimpften Variante ein schwacher Zusammenhang aufgezeigt werden ($r = 0,493$). In der ungeimpften Variante ergab sich keine Korrelation mit $r = 0,026$. Ein Einfluss auf die Bestandesdichte wurde nicht nachgewiesen.

Tabelle 2: Bestandesdichte, Ertrag (dt/ha) und Rohproteingehalt (%) für inokulierte (l.) und nicht inokulierte (n. l.) Sojabohnensorten 2011

Sorte	BD (n. l.)	BD (l.)	Ertrag (dt/ha) (n. l.)	Ertrag (dt/ha) (l.)	RP % (n. l.)	RP % (l.)
Klaxon	46 a	44 a	20 n.s.	25 a	36 a	42 a
Protina	48 a	44 a	19 n.s.	28 ab	39 b	47 c
Gallec	48 a	47 a	24 n.s.	30 ab	38 b	42 a
ES Mentor	60 a	62 b	22 n.s.	38 b	39 b	44 b
Aveline	51 a	55 ab	20 n.s.	29 ab	39 b	44 b

Tukey GD 5 % (Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb eines Untersuchungsparameters)

Schlussfolgerungen

Eine erfolgreiche Impfung ist für den Ertrag und Proteingehalt der Sojabohne unerlässlich. Biotische und abiotische Faktoren haben einen Einfluss auf die Ausbildung der Knöllchen. Da lediglich eine schwache Korrelation zwischen Knöllchenanzahl und N-Gehalt der Pflanze 2011 nachgewiesen wurde, bedarf es weiterer Untersuchungen bezüglich der Einflussfaktoren auf die Knöllchenbildung, N-Gehalt der Gesamtpflanze sowie den Ertrag. Die Untersuchungen werden im Jahr 2012 und 2013 fortgesetzt.

Danksagung

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Rahmen des durch das BÖLN geförderten Verbundprojektes „Ausweitung des Sojaanbaus durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche Optimierung und verarbeitungstechnische Optimierung“ (Laufzeit 2011 – 2013), durchgeführt.

Literatur

- Böhm, H. (2009): Körnerleguminosen - Stand des Wissens sowie zukünftiger Forschungsbedarf aus Sicht des Ökologischen Landbaus. *Journal für Kulturpflanzen*. 61 (9), 324-331. Wien
- Ersten, N. R.; Carlson, J. B. (2004): Vegetative Morphology in Boerma, H. R., Specht, J. E. (Editor). "Soybeans: Improvement, Production, and Uses, Third Edition". Publishers American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA. S.15-18
- Gretzmacher, R., N. Schahbazian und H. Pourdavai (1994): Einfluß von symbiontischem, organischem und anorganischem Stickstoff auf Ertrag und Qualität von Sojabohnen. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität für Bodenkultur. <http://www.boku.ac.at/diebodenkultur/volltexte/band-45/heft-1/gretzmacher.pdf> (Download 26.09.2012)
- Hansen, A.P. (1994): Symbiotic N₂ Fixation of Crop Legumes. Weikersheim: Margraf Verlag
- Häusling, M. (2011): http://martin-haeusling.eu/attachments/137_Proteinbroschuere_Haeusling_05sep11_klein.pdf (Download vom 24.09.2012)
- Imgraben, H., Recknagel, J. (2011): Anbauanleitung für Sojabohnen 2011. Regierungspräsidium Freiburg. http://www.lfitef.bayern.de/ipz/leguminosen/16765/sojabohnenanbau_2011.pdf. (Download vom 11.08.2011)
- Stacey, G., Libault, M., Brechenmacher, L., Wan, J.; May, G.D. (2006): Genetics and functional genomics of legume nodulation. *Plant Biology* 9, 110-121
- Urbatzka, P. (2010): Anbauwürdigkeit von Wintererbsen - Ein Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Hamburg: Verlag Dr. Kovac
- Weiss, E. A. (1983): Oilseed crops. London: Longman
- Werner (1987): Pflanzliche und mikrobielle Symbiosen. Stuttgart: Georg Thieme Verlag