

Bestimmung der N-Fixierung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen im Vergleich zu einer Sommererbse in Rein- und Gemengesaat

Urbatzka, P.¹, Graß, R.¹, Schüler, C.¹, Trautz, D.², Heß, J.¹

Keywords: Winter peas, N fixation, plant nutrition, grane legume

Abstract

In organic farming the cultivation of leguminous crops is one of the most important sources of nitrogen (N). However, regarding the amount of N fixed, there are hardly any published data for winter peas. Therefore, the N fixation of five regular leafed winter peas types and one semi-leafless spring pea cultivar in single and mixed cropping (with winter rye spring cereals respectively) was measured in four successive growing seasons (2003/04 – 2006/07) at the experimental farm of the University of Kassel and in two consecutive vegetation periods (2005/06 - 2006/07) at the experimental farm of the University of Applied Science in Osnabrueck. The amount of N fixed was calculated according to the extended difference method at the beginning of flowering and at grain harvest.

N fixation was usually higher for winter peas than for spring pea. At the beginning of flowering the amount of N fixed in pure stands was with a mean value of 92 kg ha⁻¹ for winter peas and 29 kg ha⁻¹ for the spring pea higher than in mixture with a mean value of 42 and 15 kg ha⁻¹ respectively. At grain harvest the amount of N fixed for the spring pea in pure stands was higher than in mixtures with a mean of 65 and 33 kg ha⁻¹ respectively. On the other hand the N fixation for winter peas was usually comparable in pure and mixed stands with a mean of 100 and 86 kg ha⁻¹ respectively. This was a consequence of the higher pea grain yield in mixture than in pure stands and of a reduced biomass (leaves) loss in mixtures. Therefore, regular leaf winter peas can contribute to the N supply of the crop rotation better than spring peas.

Einleitung und Zielsetzung

Im Ökologischen Pflanzenbau ist die Stickstoffversorgung der Fruchtfolge häufig einer der größten Problembereiche. Dabei ist die symbiotische Stickstofffixierung unter europäischen Klimabedingungen von Sommererbsen sowohl in Reinsaat als auch im Gemengeanbau eine gut untersuchte Stickstoffquelle der Betriebe (z.B. Corre-Hellou et al. 2006). Dagegen wurden Wintererbsen bisher nur in wenigen Arbeiten hinsichtlich der N-Fixierung als Winterzwischenfrucht mit einer Ganzpflanzenernte bis zur Phase des Hülsenfüllens untersucht (Karpenstein-Machan und Stülpnagel 2000, Rochester et al. 1998, Stivers und Shennan 1991) und unseres Wissens bislang nicht als Druschfrucht nach einer Herbstsaat sowie nicht im Vergleich zu Sommererbsen erforscht. Ziel dieser Arbeit war deshalb die Bestimmung der N-Fixierungsleistung verschiedener Wintererbsengenotypen im Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat zu zwei Zeitpunkten im Vegetationsverlauf.

¹ Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Deutschland, urbatzka@uni-kassel.de, Internet: www.wiz.uni-kassel.de/foel

² Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Fachhochschule Osnabrück, Oldenburger Landstraße 24, 49090 Osnabrück, Internet www.al.fh-osnabrueck.de

Methoden

Die Untersuchungen wurden in den Vegetationsperioden 2003/04 bis 2006/07 auf dem Versuchsstandort der Universität Kassel, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen (DFH; Lehm mit Lößauflage, ca. 80 Bodenpunkte) und in den Vegetationsperioden 2005/06 bis 2006/07 auf dem Versuchsbetrieb der Fachhochschule Osnabrück Waldhof (WH; lehmiger Sand, ca. 35 Bodenpunkte) durchgeführt. Geprüft wurden fünf verschiedene Wintererbsengenotypen und eine Sommererbse (*Pisum sativum* L.). Bei den Wintererbsen handelte es sich um eine normalblättrige EU-Sorte (cv. EFB 33) und um vier normalblättrige Herkünfte aus der Genbank Gatersleben (cv. Griechische, Nischkes Riesengebirgs, Unrra, Württembergische), welche in einem vorlaufenden Screening aus 43 Akzessionen ausgewählt worden waren (Urbatzka et al. 2005). Als Sommererbse wurde die semi-leafless Sorte Santana verwendet. Alle Erbsen wurden in Reinsaat und in einem substitutiven Gemenge mit je 50 % der Aussaatstärke in Reinsaat (= 80 kf. Körner m⁻²) mit Winterroggen (cv. Danko) bzw. Sommergetreide (2003/04 Hafer cv. Aragon bzw. in den anderen Vegetationsperioden Gerste cv. Ria) gesät.

Die Ertragserfassung erfolgte zur Ganzpflanzenernte sortenspezifisch zum Blühbeginn auf einer Fläche von 1,5 bis 3 m² in Reinsaat und 0,75 m² im Gemenge. Die Menge der oberirdischen Ernteresiduen wurde zur Druschreife ohne die Stoppeln auf einer Fläche von 1,5 m² bzw. 9 m² in DFH mit einer elektronischen Heckenschere bzw. in WH mit dem Drusch zusammen in Abhängigkeit der anfallenden Menge bestimmt. Der Drusch wurde in DFH auf einer Fläche von 16,5 bis 22,5 m² und in WH auf 9 m² mit einem Parzellenmähdrescher von Hege durchgeführt. Als Versuchsanlage wurde in 2003/04 ein Lateinisches Rechteck und in den anderen Vegetationsperioden eine Spalt-Streifen-Anlage gewählt (N=4). Dabei wurden in der Mischanlage die Varianten mit Sommererbse in einem Streifen und die übrigen Varianten gemäß einer Spaltanlage randomisiert. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.1.

Die symbiotische Stickstofffixierung wurde mit der erweiterten Differenzmethode in Reinsaat nach Stülpnagel (1982) und im Gemengeanbau nach Karpenstein-Machan und Stülpnagel (2000) geschätzt. Als Referenzfrucht diente das jeweilige Getreide in Reinsaat. Die Methode wurde aufgrund der Vielzahl an Varianten ausgewählt, da die Schätzung der Fixierleistung hierbei sehr kostengünstig und ohne großen apparativen Aufwand durchgeführt werden kann (Unkovich und Pate 2000, Danso 1995). Die Fixierungsleistung wurde zu den beiden Erntezeitpunkten unter der Berücksichtigung der Gehalte an mineralischen Stickstoff im Boden bis zu 90 cm Tiefe abgeleitet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Fixierleistung differierte in den einzelnen Umwelten zu beiden Zeitpunkten stark. Dies zeigte sich auch in der Varianzanalyse über alle Umwelten, bei der im F-Test alle Faktoren und Wechselwirkungen signifikant ausfielen.

Zur Grünernte wurde bei den Wintererbsen in Reinsaat immer eine deutlich höhere N-Fixierleistung als bei der Sommererbse festgestellt (Abbildung 1). Dies war wahrscheinlich mit einer frühzeitigeren N-Fixierung entsprechend dem Wachstumsverlauf und einer größeren N-Biomasse zu begründen (Urbatzka et al. 2008a). Im Gemengeanbau fiel dagegen entsprechend der geringeren Pflanzendichte und der aktuellen Literatur (z.B. Corre-Hellou et al. 2006, Karpenstein-Machan und Stülpnagel 2000) die N-Fixierung geringer als in Reinsaat aus.

Zum Korndrusch wurde analog zur Grünernte bei den Wintererbsen im Mittel eine höhere Stickstofffixierleistung als bei der Sommererbse Santana geschätzt (Abbildung 1). Dabei fiel bei allen Erbsengenotypen die geschätzte Stickstofffixierung in

Abhängigkeit der Stickstoffverfügbarkeit und Stickstoffaufnahme der Erbsen aber auch der Referenzpflanzen sehr unterschiedlich aus. So wurde z.B. bei den Wintererbsen im Gemengeanbau in den Vegetationsperiode 2005/06 und 2006/07 auf dem Standort DFH eine deutlich geringere Fixierleistung als in den beiden früheren Jahren aufgrund einer höheren Stickstoffverfügbarkeit und eines massigeren Wachstums der Referenzfrucht Roggen bestimmt (Urbatzka et al. 2008a).

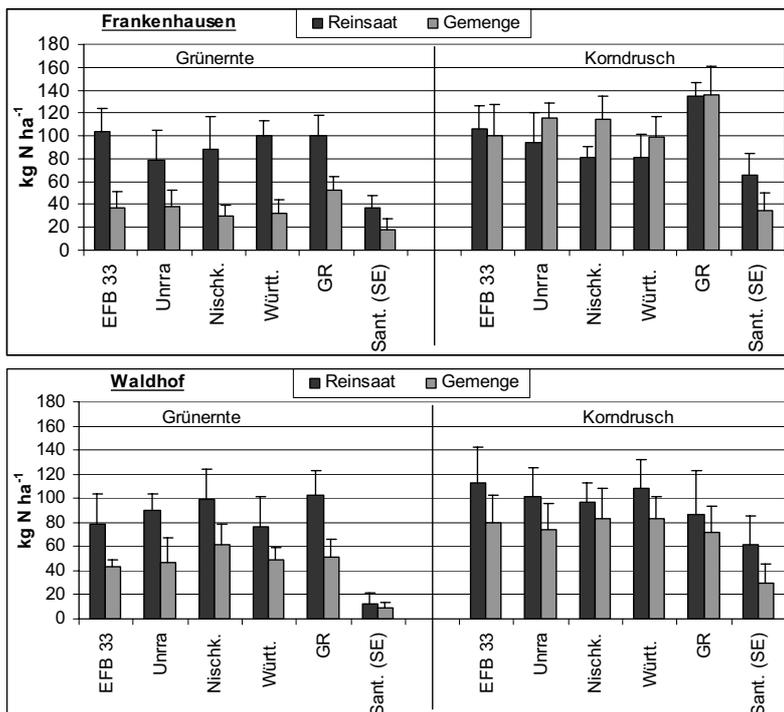


Abbildung 1: N-Fixierleistung in Abhängigkeit des Erbsengenotyps und der Gemengestufe, Mittelwerte der Vegetationsperioden zu verschiedenen Zeitpunkten, oben Frankenhausen 2003/04 bis 2006/07, unten Waldhof 2005/06 bis 2006/07; SE = Sommererbse

Bei der Sommererbse wurde zum Korndrusch analog zur Grünernte die höhere N-Fixierleistung in Reinsaat als im Gemengeanbau geschätzt (Abbildung 1). Dagegen fiel bei den Wintererbsen die Höhe der N-Fixierung in fünf von sechs Umwelten im Gemenge mit Winterroggen vergleichbar oder höher als in Reinsaat aus. Weiterhin wurde häufig nach der Grünernte kein Anstieg der N-Fixierung bei diesen Varianten in Reinsaat bestimmt. Dies war wahrscheinlich neben höheren Wintererbsenkornträgen im Gemengeanbau (Urbatzka et al. 2008b) eine Folge des nicht berücksichtigten Bestandesabfalls in Reinsaat, welche vermutlich zu einer Unterschätzung der N-Fixierung in diesen Varianten führte (Urbatzka et al. 2008a).

Schlussfolgerungen

Bei den normalblättrigen Wintererbsen wurde eine deutlich frühzeitigere und nahe zu immer höhere Stickstofffixierleistung als bei der semi-leafless Sommererbse geschätzt. Deshalb können diese Wintererbsengenotypen sowohl als Winterzwischenfrucht als auch als Druschfrucht einen wichtigen Beitrag zur Stickstoffversorgung der Fruchtfolge im ökologischen Pflanzenbau leisten.

Danksagung

Dieses Projekt wurde mit Mitteln aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) finanziell unterstützt.

Literatur

- Corre-Hellou G., Fustec J., Crozat Y. (2006): Interspecific competition for soil N and its interaction with N₂ fixation, leaf expansion and crop growth in pea-barley intercrops. *Plant Soil* 282:195-208.
- Danso S.K.A. (1995): Assessment of biological nitrogen fixation. *Fert Res* 42:33-41.
- Karpenstein-Machan M., Stülpnagel R. (2000): Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with rye and rotation effects on a subsequent maize crop. *Plant Soil* 218:215-232.
- Rochester I.J., Peoples M.B., Constable G.A., Gault R.R. (1998): Faba beans and other legumes add nitrogen to irrigated cotton cropping systems. *Aust J Exp Agr* 38:253-260
- Stivers L.J., Shennan C., (1991): Meeting the nitrogen needs of processing tomatoes through winter cover cropping. *J Prod Agr* 4:330-335.
- Stülpnagel R. (1982): Schätzung der von Ackerbohnen symbiontisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. *Z Acker- und Pflanzenbau* 151:446-458.
- Unkovich M.J., Pate J.S. (2000): An appraisal of recent field measurements of symbiotic N₂ fixation by annual legumes. *Field Crops Res* 65:211-228.
- Urbatzka P., Graß R., Schüler C., (2005): Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für den Ökologischen Landbau am Beispiel von Wintererbsen. 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau „Ende der Nische“, Kassel, 01.03.2005 - 04.03.2005; Heß J. und Rahmann G., (Hrsg.), kassel university press GmbH, Kassel, 59-60 URL: <http://orgprints.org/3410/>.
- Urbatzka P., Graß R., Haase T., Schüler C., Trautz D., Heß J. (2008a): Comparison of different genotypes of winter and spring peas in pure and mixed stands concerning the symbiotic nitrogen fixation and other N-Parameters during the vegetation period. *Plant Soil* (submitted).
- Urbatzka P., Graß R., Schüler C., Trautz D., Schliephake U., Heß J. (2008b): Grain yield of different winter pea genotypes in pure and mixed stands. 16th IFOAM Organic World Congress vom 16.6 - 20.6. 2008 in Modena, Italien; Volume 1 Organic crop production, 372-376.