

Einfluss von Mischanbau mit Hafer, flacher Bodenbearbeitung und Biofumigationsbrassicaceen auf Beikrautbesatz, Erbsekrankheiten und Erträge in der Fruchtfolge mit Winterweizen

Finckh, M., Saeed, M.F., Butz, A.F. und Bruns, C.¹

Keywords: Mischanbau, Biofumigation, reduzierte Bodenbearbeitung, Ascochyta Komplex

Abstract

Experiments were conducted to determine how tillage intensity, the use of biofumigation brassica cover crops and mixed cropping with oats affect the performance of organic peas with respect to weed pressure, diseases, and yield. Fields were either ploughed to a depth of about 15-20 cm or only to about 8 cm in late summer followed by either *Sinapis alba* (low glucosinolate (GSC) content), *Raphanus sativus* (medium GSC) or *Brassica juncea* (high GSC). Brassicas were mulched in fall right before flowering and incorporated in the top soil. In mixtures with oats seed rate for peas was as in pure stands, for oats it was 20 %. There was a dramatic spring drought in 2011 resulting in severe water stress for the peas in 2011. Weeds were significantly reduced by about 45 % by oats in both years. Neither tillage nor any of the brassica cover crops or mixing with oats had a significant effect on root disease severity of peas or the pathogen composition. In both years pea lower stems and roots were mostly infected by *Phoma medicaginis*. In 2011, about half of the infected plants were also infected by *Mycosphaerella pinodes* and up to 20 % with *Ascochyta pisi*. Pea yields were 2.2 t ha⁻¹ and 2.1 t ha⁻¹ in 2010 and 2011, respectively. Oat yields were 3.0 and 4.9 t ha⁻¹, respectively. Mixing with oats reduced pea yields by 32 and 63 % in 2010 and 2011, respectively while the oats yielded about 45 % of the pure stands. Tillage did not affect yield, however, pea yields in plots that had been planted to *R. sativus* as cover crop were significantly reduced. Subsequent wheat yields in the rotation were significantly higher after peas and the pea-oat mixture than after oats alone.

Einleitung und Zielsetzung

Obwohl Erbsen (*Pisum sativum*) sowohl als Futter als auch als stickstofffixierende Leguminosen sehr wertvoll in der Fruchtfolge sind, ist der Anbau auch in der ökologischen Landwirtschaft rückläufig. Dies ist vor allem auf Schwierigkeiten mit Beikräutern und mit bodenbürtigen Krankheitserregern zurückzuführen. In Deutschland spielen hier vor allem Erreger des Ascochyta Komplexes (*Phoma medicaginis*, *Mycosphaerella pinodes*, und *Ascochyta pisi*) aber auch verschiedene *Fusarium* Arten eine Rolle (Pflughöft et al. 2011). Zur Beikrautunterdrückung wird in der Ökologischen Landwirtschaft trotz vieler negativer Auswirkungen auf das Bodengefüge, u.a. noch meist gepflügt.

Durch Mischanbau mit Getreide werden allgemein die Erntebedingungen der Erbsen und die Nährstoffeffizienz im System verbessert sowie die Beikrautunterdrückung gefördert (Hauggaard Nielsen et al. 2006). Allerdings fehlen Untersuchungen zu Auswir-

¹ Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen. mfinckh@uni-kassel.de, <http://www.agrar.uni-kassel.de/phytomed/>

kungen von Gemengen auf Fruchtfolgekrankheiten (z. B. Fußkrankheiten der Erbse). Vor allem Brassicaceen (z. B. Hao et al. 2003) aber auch Hafer (Vilich-Meller 1989) haben in den letzten Jahren starkes Interesse wegen ihrer unterdrückenden Eigenschaften gegenüber vielen bodenbürtigen Pathogenen im Getreide und Gemüsebau auf sich gezogen (Biofumigation). Mit dieser Technik lassen sich offenbar auch hartnäckige Sklerotien-bildende Pathogene unterdrücken (Hao et al. 2003). So ist zu erwarten, dass z. B. Pathogene des *Ascochyta*-Komplexes mit deutlich kleineren Dauersporen eher noch besser erfasst werden. Die Effekte der Brassicaceen sind aber stark sortenabhängig (Kirkegaard und Sarwar 1999).

Im Rahmen des vom BÖLN geförderten Projektes zur „Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebaute Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit“ wurden Feldversuche angelegt, um die Auswirkungen von Mischbau von Erbsen mit Hafer, verschiedener Brassicaceen-Zwischenfrüchte und des Einsatzes des Stoppelhobels zur flachen Bodenbearbeitung zu untersuchen.

Methoden

Die Experimente wurden auf dem Versuchsbetrieb der Universität Kassel in Neu-Eichenberg von 2009-2011 und 2010-2012 durchgeführt. Faktoren waren Bodenbearbeitung (15-20 cm Pflug versus ca. 8 cm Stoppelhobel, Brassicaceen Zwischenfrüchte: *Sinapis alba* (niedriger Gehalt an Sinalbin) *Raphanus sativus* (mittlerer Gehalt an Glucoraphenin) oder *Brassica juncea* (hoher Gehalt an Sinigrin) und Anbauform mit Erbse (Santana) rein (80 Korn / m²), Hafer (Dominik) rein (300 Korn / m²) und einer Erbsen-Hafer Mischkultur bei der der Hafer mit 20 % der Saatstärke gesät wurde, die Erbsen in derselben Saatstärke wie im Reinbestand. Nach der Ernte der Erbsen und des Hafers wurde Winterweizen (Achat, 350 Korn / m²) in alle Parzellen gesät.

Der Versuch wurde vierfach wiederholt als Spalt-Spalt Anlage angelegt mit Bodenbearbeitung und Brassicaceen als Hauptfaktoren. Die Parzellengröße betrug 3 * 15m. Eine Hälfte der Parzelle wurde beprobt, die andere als Ernteparzelle ungestört belassen.

Vor Aussaat der Brassicaceen im August, vor Aussaat der Erbsen und vor Weizen Aussaat wurde die differenzierte Bodenbearbeitung angewendet. Die Brassicaceen wurden kurz vor der Blüte im Oktober gemulcht und in die oberen 5 cm Boden eingebrät. Es wurde angestrebt, dies kurz vor Regen zu tun, was aber nicht immer gelang.

Pflanzenentwicklung, Biomasseerträge der Kulturen und Beikräuter und Krankheitsbefall wurden pro Kultur erfasst. Ebenfalls wurden N-min Proben nach Ende der Erbsen-Hafer Kultur gezogen. Die Fußkrankheiten der Erbse wurden zur Blüte bonitiert und die Erreger im Labor identifiziert.

Die Daten wurden auf Normalverteilung untersucht und varianzanalytisch verrechnet. Mittelwertvergleiche erfolgten mit Tukey Tests oder LSDs (P<0,05).

Ergebnisse

Während die Gesamtniederschläge wenig vom langjährigen Mittel abwichen, waren vor allem das Frühjahr 2011 und 2012 durch extrem trockene Phasen gekennzeichnet, im Gegensatz zu 2010, die sich auch auf die Interaktionen zwischen Erbsen und Hafer auswirkten (s.u.).

Im zweiten Versuchsdurchlauf 2010-2012 lief unerwartet eine große Menge an Ackerseifen im Frühjahr 2011 flächendeckend auf. Aus diesem Grund war der Beikrautbesatz in diesem Jahr deutlich erhöht. So betrug die Beikrautrockenmasse in Erbsen bei der Ernte im Jahr 2010 129 g / m² und im Jahr 2011 328 g / m². Hafer unterdrückte die Beikräuter in beiden Jahren signifikant sowohl in den Reinbeständen (32 bzw. 27 g / m² in 2010 und 2011) als auch in den Mischungen (70 bzw. 140 g / m²). Weder Bodenbearbeitung noch Brassicazwischenfrucht hatten einen Einfluss auf das Beikrautgeschehen.

In beiden Jahren hatten mehr als 90 % der Erbsen eine externe Boniturnote von 8, d.h. mindestens 3 cm lange schwarze stängelumfassende Läsionen. Im Gegensatz dazu waren die internen Läsionen deutlich weniger stark mit der Note 4 im Median (Cortexgewebe teilweise schwarz, Endodermins aber noch bräunlich und teilweise gesund). Die äußere Läsionslänge war 2010 60 mm, 2011 aber 120 mm. Trotzdem hatten im Jahr 2010 27 % der Pflanzen komplett schwarze interne Läsionen, während es im Jahr 2011 nur 9 % waren. Auch hier war kein Einfluss der Zwischenfrucht, der Bodenbearbeitung oder auch des Mischbaues mit Hafer festzustellen.

Über 70 % der Pflanzen waren in beiden Jahren mit *Phoma medicaginis* befallen. Während in 2010 kaum andere Erreger gefunden wurden, waren 2011 fast 50 % der Pflanzen auch mit *M. pinodes* und 20 % mit *A. pisi* befallen. *Fusarium* Infektionen waren gering, obwohl das Saatgut 2011 stark mit *F. avenaceum* befallen war.

Die Erträge der Erbsen im Reinbestand waren 25,7 +/-8,0 bzw. 26,4 +/-10,2 dt/ha in den Jahren 2010 und 2011. Hafererträge waren 34,4 +/- 7,0 und 64,8 +/-10,7 dt/ha (Handernte mit Standardfehler). In den Artenmischungen wurden die Erträge der Erbsen um 32 % im Jahr 2010 aber um 63 % in 2011 reduziert. Obwohl der Hafer nur mit 20 % der Aussaatstärke in den Mischungen gesät war, betrug die Erträge in beiden Jahren ca. 45 % der Reinbestände. Die unterschiedlichen Bodenbearbeitungsregime hatten keine Auswirkung auf den Ertrag, allerdings waren die Erbsenerträge nach *R. sativus* in beiden Jahren signifikant reduziert im Vergleich zu den beiden anderen Brassicaceen.

Im ersten Versuchsdurchgang war der Ertrag von Winterweizen (2011) signifikant höher nach Erbsen und Erbsen-Hafer Mischung als nach Hafer (P<0,05), obwohl die N_{min}-Gehalte nach der Mischung ähnlich den Gehalten nach Haferreinbestand waren. Im zweiten Durchgang (2012) wurden keine statistisch absicherbaren Unterschiede bei den Weizenerträgen gemessen.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Das Vermögen von Hafer, Beikraut zu unterdrücken war beeindruckend und auch sehr wirksam in der Mischung mit Erbsen. Die Ertragsreduktionen der Erbsen in Mischung mit Hafer wurden zwar durch Mehrertrag des Hafers ausgeglichen. Als der wertvollere Gemeingepartner ist aber unklar, ob dies so hinzunehmen sein wird. Auf-

fällig war, dass die Konkurrenz durch den Hafer im trockenen Frühjahr 2011 noch verstärkt wurde.

Keiner der getesteten Faktoren hatte eine Auswirkung auf das Krankheitsgeschehen der Erbsen. Die Nährstoffeffizienz des Systems war allerdings deutlich erhöht in Bezug auf die Winterweizenerträge. Es ist zu bedenken, dass der kurzzeitige Einsatz reduzierter Bodenbearbeitung kein repräsentatives Ergebnis zu den Langzeitauswirkungen liefern kann, da Veränderungen im Boden mehrerer Jahre bedürfen.

In zusätzlichen Versuchen, wurden gute Erfolge mit dem Einsatz von suppressiven Komposten erzielt (siehe Bruns *et al.* In diesem Tagungsband). Die Vorteile des Gemengeanbaus wie Ertragszuwachs, erhöhte Unkrautunterdrückung und Nährstoffeffizienz könnten in Kombination mit Pathogenunterdrückung durch z.B. die gezielte Ausbringung suppressiver Komposte zu den Kulturen neue pflanzenbauliche Optionen im ökologischen Landbau bieten.

Danksagung

Dieses Projekt wurde durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft Projekt Nr. 06OE186 gefördert und MFS durch die Higher Education Commission von Pakistan und den DAAD.

Literatur

- Hao, J., Subbarao, K. V., Koike, S. T. (2003): Effects of broccoli rotation on lettuce drop caused by *Sclerotinia* minor and on the population density of sclerotia in soil. *Plant Disease*, 87, 159-166.
- Hauggaard Nielsen, H., Ambus, N., Brisson, N., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., von Fragstein, P., Gooding, M., Kasyanova, E., Launay, M. Monti, M., Pristeri, A. Jensen, E. S. (2006): Pea-barley intercrops use nitrogen sources 20-30 % more efficiently than the sole crops. In: Andreasen, C. B., Elsgaard, L., Sondergaard-Sorensen, L., Hansen, G. Proceedings Europ. Joint Organic Congress „Organic farming and European rural development. DARCOF, Dänemark. P. 206-207.
- Kirkegaard, J. A., Sarwar, M. (1999): Glucosinolate profiles of Australian canola (*Brassica napus annua* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) cultivars: implications for biofumigation. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50, 315-324.
- Pflughöft, O. (2008): Pilzkrankheiten in Körnerfüttererbsen (*Pisum sativum* L.) – Diagnose, Epidemiologie, Ertragsrelevanz und Bekämpfung. Dissertation Universität Göttingen.
- Vilich-Meller, V. (1989): Der Einfluss von Mischkulturen auf den Schaderregerbefall am Beispiel der Futtergetreide-Mischung Sommergerste - Hafer. Dissertation, Universität Bonn.