

Entwicklung eines Prüfsystems zur Erfassung und Bewertung der Unkraut unterdrückenden Wirkung für Blaue Lupinen

Development of a testing system for the documentation and evaluation of the weed-suppressing ability of blue lupins

Herwart Böhm

Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau
herwart.boehm@ti.bund.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.063

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Verbundprojektes zur züchterischen Weiterentwicklung von Blauen und Gelben Lupinen, das in Kooperation mit dem Julius Kühn-Institut, Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen (Koordination), der Saatzeit Steinach und dem IPK Gatersleben durchgeführt wird, wird in dem am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau bearbeiteten Teilprojekt (I) ein Prüfsystem zur Erfassung und Beurteilung der Unkraut unterdrückenden Wirkung für Blaue Lupinen entwickelt, und (II) dieses Prüfsystem an Prebreeding-Linien der Blauen Lupine getestet. Hierzu wurden im ersten Projektjahr Parzellenversuche in 3-facher Feldwiederholung mit zwei sich phänologisch stark unterscheidenden Sorten (cv. Boruta [endständiger Typ], cv. Boregine [verzweigter Typ]) in Kombination mit ausgewählten Partnern in jeweils vier Aussaatstärken angelegt. Als Partner kommen zum einen monokotyle Pflanzen (z.B. Getreidearten) als auch dikotyle Arten (Leindotter) bzw. ein Artengemisch aus Raps, Phacelia und Buchweizen zum Einsatz. Erfasst wurden zweimal in der Vegetationsperiode und zur Ernte die Biomasseaufwüchse, getrennt nach Lupine, Partnern und Unkräutern.

Die Ergebnisse aus dem ersten Projektjahr zeigen, dass die Partner, die als künstliche Unkräuter fungieren sollen, alle erfolgreich etabliert werden konnten. Leindotter führte dabei zu der stärksten Beeinträchtigung der Entwicklung der Lupinen, die in diesen Varianten die geringsten Biomasseaufwüchse aufwiesen. Im Vergleich der ausgesäten Partner zeigten die Leindottervarianten zudem die höchsten Biomasseaufwüchse und gleichzeitig die geringsten Biomasseaufwüchse der natürlich am Standort vorkommenden Unkräuter. Das Artengemisch aus Raps, Phacelia und Buchweizen führte dagegen zu den geringsten Biomasseaufwüchsen, gleichzeitig wurde der Biomasseaufwuchs der Lupinen in diesen Varianten nur wenig beeinflusst. Im Vergleich der beiden angebaute Lupinensorten zeigte sich eine bessere Unkraut unterdrückende Wirkung bei der Sorte Boruta.

Stichwörter: *Lupinus angustifolius*, Ökologischer Landbau, Sorte, Unkrautunterdrückung

Abstract

Within the framework of a joint research project for breeding advancement of blue and yellow lupins, which is being conducted in cooperation with the Julius Kühn-Institute, Institute for Breeding Research on Agricultural Crops (coordinator), Saatzeit Steinach and the IPK Gatersleben, in a sub-project at the Thünen-Institute of Organic Farming (I) a test system for detection and assessment of weed-suppressing effect of blue lupins will be developed, and (II) this test system will be tested to pre-breeding lines of blue lupin. In the first year of the project, plot trials were conducted in 3-fold field repetition with two phenological widely differing varieties (cv. Boruta [terminated type], cv. Boregine [branched type]) in combination with selected partners with four different seed rates. As partners, monocotyledonous species (e.g., cereals) and dicotyledonous species (false flax) or resp., a mixture of oil seed rape, phacelia and buckwheat, are used. Twice during the growing season and at harvest, the aboveground biomass, separated by lupin, partners and weeds, were recorded.

The results of the first project year show that all the partner plants which should serve as artificial weeds were successfully established. False flax leads to the strongest effect on the development of lupins, which showed the lowest biomass production in these variants. In comparison to the sown partners, the false flax variants also showed the highest biomass production, while the lowest biomass production was recorded for the natural weeds occurring at the site. The species mixture of oil seed rape, phacelia and buckwheat, however, led to the lowest biomass production; contemporaneously the biomass production of lupins in these variants was only affected slightly. Comparing the two cultivated lupin varieties, Boruta showed a better weed suppressive effect.

Keywords: *Lupinus angustifolius*, organic farming, variety, weed suppression

Einleitung

Viele anbaubegleitende Maßnahmen, wie z.B. homogene Pflanzenbestände mit einer ausreichenden Pflanzendichte und optimierter Standraumzumessung, optimale Saattermine, angepasste Düngung mit entsprechender Ausbringtechnik bzw. Platzierung, tragen zu einer guten Unkrautunterdrückung bei (BLACKSHAW et al., 2007; KÖPKE, 2000). Vor dem Hintergrund der im Nationalen Aktionsplan (NAP) formulierten Ziele zur Stärkung des vorbeugenden Pflanzenschutzes kommt allen Maßnahmen, die das Pflanzenwachstum befördern und somit suppressive Wirkungen gegenüber Unkräutern aufweisen, eine herausragende Bedeutung sowohl im ökologischen als auch im integrierten Anbau zu. Somit stellen konkurrenzstarke Sorten ebenfalls eine wichtige und zugleich kostengünstige Option zur integrierten Unkrautregulierung dar (ANDREW et al., 2015).

Bereits EISELE (1992) konnte unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus für Weizen belegen, dass morphologisch differenzierte Weizensorten eine unterschiedliche Bodenbeschattung bewirken, die sich mit steigendem Blattflächenindex erhöht. Sorten mit planophiler Blattstellung konnten die Einstrahlung am effizientesten reduzieren, das Beschattungsvermögen erhöhen sowie die Massenentwicklung und den Deckungsgrad von Unkräutern deutlich reduzieren. Weiterführende Untersuchungen von DREWS et al. (2009) sowie eine Reihe weiterer Untersuchungen (LEMERLE et al., 1996; NIEMANN, 2000; ANDREW et al., 2015) sowie SCHMIDTKE et al. (2013) bestätigen diese Ergebnisse für unterschiedliche Anbaubedingungen unter den Bedingungen des ökologischen und des konventionellen Anbaus. VERSCHWELE (2014) konnte zudem nachweisen, dass die unterschiedliche Konkurrenzkraft von Weizensorten die Bekämpfungswirkung von chemischen und mechanischen Unkrautregulierungsverfahren unterstützt. Diese Ergebnisse unterstützen die im NAP formulierten Ziele und zeigen, dass die Wahl spezifischer Sorten im konventionellen Anbau auch einen Beitrag zur Reduzierung der Herbizidaufwandmengen leisten oder in Strategien zum Herbizid-Resistenzmanagement eingebunden werden kann (VERSCHWELE, 2014). Die an Getreide durchgeführten Untersuchungen zeigen zudem, dass neben der Blattarchitektur (planophile versus erektophile Blattstellung, Blattgröße etc.) weitere Faktoren wie z.B. die Pflanzenhöhe, eine rasche Jugendentwicklung, die Bestockungsrate als auch die Wurzelarchitektur z.B. hinsichtlich der Erschließung von Nährstoffen von entscheidender Bedeutung sind (ANDREW et al., 2015).

Auch bei anderen Kulturarten wurden Unkraut unterdrückende Effekte nachgewiesen. So verfügen Erbsen über eine Vielzahl von Wuchstypen, d.h. halbblattlose und normalblättrige sowie kurz- und langstrohige Typen. GRONLE et al. (2014) sowie GRONLE und BÖHM (2014) konnten an Wintererbsen zeigen, dass normalblättrige Typen über ein besseres Unkrautunterdrückungspotential als halbblattlose Typen verfügen. Normalblättrige, langstrohige Sorten können jedoch nur im Gemenge mit Getreide angebaut werden, da das Getreide als Stützfrucht fungiert, um eine ausreichende Standfestigkeit der Bestände für eine sichere Beerntung zu gewährleisten. Ebenfalls wurden entsprechende Effekte für Reis, Sojabohne, Mais, Kartoffeln und weitere Kulturarten wie z.B. der Lupine nachgewiesen (vgl. NIEMANN, 2000). Auch BÖHM und AULRICH (2011) konnten zeigen, dass Sorten des verzweigten Typs der Blauen Lupine eine bessere Unkrautunterdrückung aufweisen als die des determinierten Typs.

Zur Prüfung der Unkraut unterdrückenden Wirkung können unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen. Zum einen können Untersuchungen mit der natürlich am Standort vorkommenden Verunkrautung durchgeführt werden, was bei nicht gleichmäßiger Verunkrautung in den Versuchspartellen schnell zu Problemen bei der Datenauswertung bzw. der statistischen Absicherung führen kann. Zum anderen kann mit sogenannten „künstlichen Unkräutern“ oder „Modellunkräutern“ gearbeitet werden. Hierzu werden entweder bestimmte Arten (HUEL und HUCL, 1996; HILTBRUNNER et al., 2012) oder Artengemische, oft bestehend aus mono- und dikotylen Arten (HARKER et al., 2008; SEIFFERT und HORNEBURG, 2013) eingesetzt.

Im Frühjahr 2015 wurde das vom BÖLN geförderte Projekt „LupiBreed“ unter der Federführung des JKI, Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen, begonnen, an dem die

Saatzucht Steinach als auch das IPK Gatersleben sowie das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau beteiligt sind. Das Gesamtziel des Vorhabens ist die züchterische Verbesserung der Produktivität der Blauen und der Gelben Süßlupine im Hinblick auf Kornertrag, Ertragsicherheit und -stabilität bzw. Inhaltsstoffqualität. Darüber hinaus soll die enge genetische Basis dieser Fruchtarten durch Einbeziehung pflanzengenetischer Ressourcen verbreitert werden, um das Potenzial für die züchterische Weiterentwicklung zu vergrößern. Im Rahmen eines Arbeitspaketes werden am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau pflanzenbauliche Optionen zur Unkrautregulierung und zum Gemengeanbau erforscht. Hierbei steht die Erfassung und Bewertung der Konkurrenzkraft von Sorten bzw. neuen Züchtungslinien gegenüber Unkräutern bzw. gegenüber Mischungspartnern im Gemengeanbau im Mittelpunkt. Ziel der Untersuchungen ist es, dass bereits bei der Züchtung/Selektion auf besondere Merkmale wie z. B. Frohwüchsigkeit, Blattmorphologie und Wuchstyp selektiert werden kann, die dazu beitragen, den vorbeugenden Pflanzenschutz zu stärken, in dem der Aufwand der Unkrautregulierung reduziert wird.

Material und Methoden

In 3-jährigen Versuchen wird die Konkurrenzkraft von Lupinen durch gezielte Ausbringung verschiedener Partner mit unterschiedlichen Saaddichten geprüft, wodurch unterschiedlich starke Konkurrenzsituationen geschaffen werden.

Im ersten Projektjahr 2015 wurden die beiden Sorten der Blauen Lupine, Boruta (BL_E, endständiger Typ, 130 keimfähige Körner m⁻²) und Boregine (BL_V, verzweigter Typ, 100 keimfähige Körner m⁻²), in einem Feldversuch am Standort Trenthorst (sandiger Lehm, 706 mm Niederschlag, 8,8 °C Jahresdurchschnittstemperatur) in Schleswig-Holstein in einer dreifaktoriellen Blockanlage mit drei Feldwiederholungen angebaut. Als Partner fungierten die monokotylen Arten Sommerweizen (SW) und Hafer (HA) sowie die dikotylen Arten Leindotter (LD) sowie in Anlehnung an SEIFFERT und HORNEBURG (2013) ein Gemenge mit „künstlichen Unkräutern“ (KU) bestehend aus gleichen Anteilen, bezogen auf die Anzahl an Körnern m⁻², Raps, Phacelia und Buchweizen. Die Partner wurden in 4 Saaddichten (SD_1 bis SD_4) gedreht, wobei Weizen, Hafer und das Gemenge mit „künstlichen Unkräutern“ mit 30, 60, 90 und 120 keimfähigen Körnern m⁻² sowie Leindotter mit 100, 200, 300 und 400 keimfähigen Körnern m⁻² ausgesät wurden. Als Kontrolle dienten Reinsaaten mit den jeweiligen Sorten der Blauen Lupine (BL_E_RS, BL_V_RS), die von Unkraut frei gehalten wurden, sodass eine Konkurrenz gegenüber Beikräutern ausgeschlossen war.

Zu verschiedenen Entwicklungsstadien (Sprossentwicklung, Blüte, Ernte) der Blauen Lupinen wurden in den Versuchspartellen Beprobungen in Form von Quadratmeterschnitten (je nach Entwicklungsstand 0,5 oder 1,0 m²) durchgeführt und die oberirdische Biomasse der Lupinen, Partner und Unkraut quantifiziert. Ergänzend fanden wiederholt Bonituren zum Deckungsgrad als auch Messungen zur photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) statt.

Im zweiten und dritten Versuchsjahr werden die aus dem ersten Versuchsjahr erfolgsversprechendsten Varianten bzw. Saaddichten der Partner bzw. der „künstlichen Unkräuter“ in dem Prüfsystem für acht ausgewählte Prebreeding-Linien getestet, wobei die beiden Referenzsorten ebenfalls weitergeprüft werden.

Ergebnisse

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse der oberirdischen Biomasse der beiden angebauten Lupinensorten, der dazu ausgesäten Partnern, der Unkräuter sowie der Summe der Partner und der Unkräuter für den ersten (Tab. 1) und den zweiten Beprobungstermin (Tab. 2) vorgestellt. Eine Wechselwirkung trat nur beim ersten Termin für Lupine x Partner auf (Abb. 1), sodass in den Tabellen die Ergebnisse für die Hauptfaktoren dargestellt sind.

Zu beiden Beprobungsterminen wies die oberirdische Biomasse von BL_E signifikant höhere Werte auf als von BL_V. Gleichzeitig war die Unkrautbiomasse im Vergleich zu BL_E in BL_V

signifikant höher. In Abhängigkeit der gewählten Lupinensorten zeigte sich zu beiden Terminen kein signifikanter Einfluss auf die gebildete oberirdische Biomasse der Partner. Die zusätzlich geprüften Reinsaaten ohne Unkrautkonkurrenz zeigten zu beiden Probenahmeterminen für BL_E_RS geringere Biomasseaufwüchse als für BL_V_RS.

Tab. 1 Oberirdische Biomasse [g m⁻²] von Blauen Lupinen, Partnern und Unkraut zum ersten Beprobungstermin zu ‚Sprossentwicklung der Lupine‘ (BL_E: Boruta, BL_V: Boregine, _RS: Reinsaat ohne Unkraut, SW: Sommerweizen, HA: Hafer, LD: Leindotter, KU: künstliche Unkräuter, SD: Saatlöcher, _1 ... _4: Saatlöcher 1 bis 4).

Tab. 1 Aboveground biomass [g m⁻²] of blue lupins, partners and weeds at the first sampling date at the 'shoot development of lupins' (BL_E: Boruta, BL_V: Boregine, _RS: sole crop without weeds, SW: spring wheat, HA: oat, LD: false flax, KU: artificial weeds, SD: seed density, _1 ... _4: seed densities 1 to 4).

		Oberirdischer Biomasseaufwuchs [g m ⁻²] von							
		Lupine		Partner		Unkraut		Partner + Unkraut	
Lupine	BL_E_RS	101,27		-		-		-	
	BL_V_RS	116,87		-		-		-	
	BL_E	132,10	b	111,25	n.s.	40,33	a	151,58	a
	BL_V	109,56	a	114,92	n.s.	50,99	b	165,91	b
Partner	SW	124,09	n.s.	112,08	b	49,21	b	161,29	ab
	HA	126,25	n.s.	111,52	b	51,64	b	163,16	b
	LD	111,38	n.s.	139,10	c	30,92	a	170,02	b
	KU	121,60	n.s.	89,63	a	50,88	b	140,52	a
Saatlöcher	SD_1	133,33	b	76,04	a	62,85	c	138,89	a
	SD_2	121,48	ab	85,67	a	51,82	b	137,48	a
	SD_3	112,43	a	141,15	b	38,63	a	179,78	b
	SD_4	116,09	a	149,48	b	29,36	a	178,83	b

Tab. 2 Oberirdische Biomasse [g m⁻²] von Blauen Lupinen, Partnern und Unkraut zum zweiten Beprobungstermin zur ‚Blüte der Lupine‘ (BL_E: Boruta, BL_V: Boregine, _RS: Reinsaat ohne Unkraut, SW: Sommerweizen, HA: Hafer, LD: Leindotter, KU: künstliche Unkräuter, SD: Saatlöcher, _1 ... _4: Saatlöcher 1 bis 4).

Tab. 2 Aboveground biomass [g m⁻²] of blue lupins, partners and weeds at the second sampling date at the 'flowering of lupin flowering' (BL_E: Boruta, BL_V: Boregine, _RS: sole crop without weeds, SW: spring wheat, HA: oat, LD: false flax, KU: artificial weeds, SD: seed density, _1 ... _4: seed densities 1 to 4).

		Oberirdischer Biomasseaufwuchs [g m ⁻²] von							
		Lupine		Partner		Unkraut		Partner+ Unkraut	
Lupine	BL_E_RS	283,07		-		-		-	
	BL_V_RS	352,67		-		-		-	
	BL_E	283,61	b	165,03	n.s.	44,54	a	209,57	n.s.
	BL_V	248,18	a	166,39	n.s.	56,83	b	223,08	n.s.
Partner	SW	263,24	ab	188,10	c	50,18	b	238,27	b
	HA	285,38	b	157,17	b	52,67	b	209,83	ab
	LD	244,31	a	199,16	c	35,41	a	234,57	b
	KU	270,65	ab	118,42	a	64,19	c	182,61	a
Saatlöcher	SD_1	291,52	c	99,27	a	75,61	c	174,88	a
	SD_2	274,51	bc	155,93	b	52,73	b	208,66	b
	SD_3	241,40	a	199,51	c	39,78	a	238,88	c
	SD_4	256,16	ab	208,14	c	34,73	a	242,87	c

Der Hauptfaktor Partner hatte beim ersten Beprobungstermin keinen Einfluss, während zum zweiten Beprobungstermin Hafer eine signifikant höhere Biomasse aufwies als Leindotter. Die Unkrautbiomasse zeigte zu beiden Terminen die signifikant geringsten Werte in den

Leindottervarianten, zum zweiten Termin war die Biomasse der künstlichen Unkräuter signifikant am höchsten. Von den Biomasseaufwüchsen der vier Partner zeigten zu beiden Terminen die Leindottervarianten, gefolgt von Sommerweizen, die höchsten Werte, während die künstlichen Unkräuter die geringsten Biomasseaufwüchse aufwiesen. Die zum ersten Termin ausgewiesene Wechselwirkung Lupine x Partner (Abb. 1) zeigte, dass die Leindottervarianten bei BL_E die signifikant geringsten Biomasseaufwüchse aufwiesen, nicht aber bei BL_V, wo keine signifikanten Unterschiede auftraten. Die Biomasseaufwüchse von Sommerweizen und Hafer waren zudem bei BL_E signifikant höher als bei BL_V.

Der Faktor Saatedichte zeigte für alle untersuchten Parameter signifikante Effekte, wobei die von den Lupinen gebildete Biomasse mit zunehmender Saatedichte der Partner abnahm, während die oberirdische Biomasse der Partner zunahm und die Biomasse der Unkräuter wiederum abnahm. Diese Ergebnisse wurden bei der zweiten Beprobung weitestgehend bestätigt.

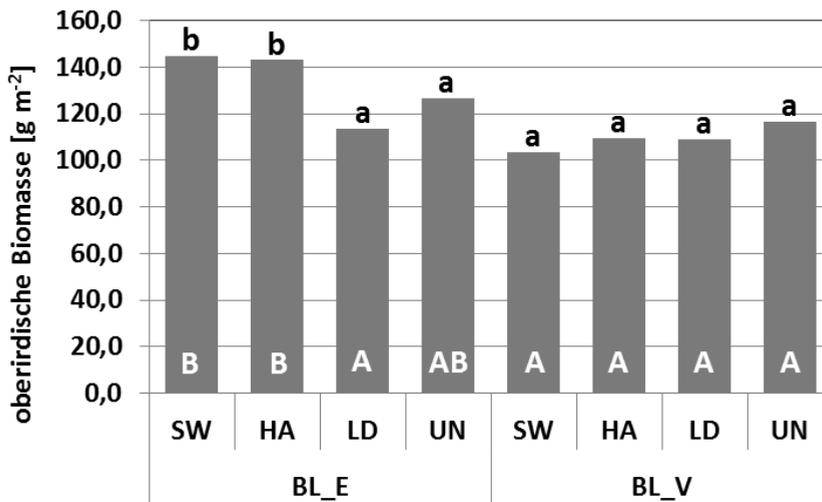


Abb. 1 Oberirdischer Biomasseaufwuchs [g m^{-2}] der Blauen Lupinensorten Boruta (BL_E) und Boregine (BL_V) in Abhängigkeit der Partner Sommerweizen (SW), Hafer (HA), Leindotter (LD) sowie des Gemenges aus künstlichen Unkräutern (KU) zum ersten Beprobungstermin, Sprossentwicklung der Lupinen'. Verschiedene große Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Partnern innerhalb der jeweiligen Lupinensorte, verschiedene kleine Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den beiden Lupinensorten innerhalb des jeweiligen Partners.

Fig. 1 Aboveground biomass [g m^{-2}] of the blue lupin varieties Boruta (BL_E) and Boregine (BL_V) depending on the partners spring wheat (SW), oat (HA), false flax (LD) and the mixture of artificial weeds (KU) at the first sampling date at 'shoot development of the lupins'.

Different capital letters indicate significant differences between the partners within each lupin variety, different lowercase letters indicate significant differences between the lupin varieties within each partner.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigten für den Hauptfaktor Lupine höhere Biomasseaufwüchse für BL_E als für BL_V, wohingegen die Biomasseaufwüchse in Reinsaat zu einem gegenteiligen Ergebnis führten. Die Arbeitshypothese, dass eine verzweigte Sorte (am Beispiel der Sorte Boregine) aufgrund ihres verzweigten Blattapparates, vor allem auch in Richtung der Nachbarreihen, eine bessere Unkraut unterdrückende Wirkung im Vergleich zu einer endständigen, aufrecht wachsenden Sorte (am Beispiel der Sorte Boruta) aufweist, konnte nicht bestätigt werden und steht im Gegensatz zu früheren Ergebnissen von BÖHM und AULRICH (2011). Zudem zeigten die Biomasseaufwüchse der Partner keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit der Lupinensorten.

Von den zu den Lupinen gesäten Partnern wurden die höchsten Biomasseaufwüchse für Leindotter gemessen, die gleichzeitig jedoch zu den geringsten Biomasseaufwüchsen bei den Lupinen und den Unkräutern führten. Leindotter kann aufgrund seiner Rosettenbildung in der Jugendentwicklung somit gut Unkraut unterdrücken, kann aber gleichzeitig die Entwicklung der Hauptkultur Lupine in ihrer Entwicklung behindern. Die gute Unkraut unterdrückende Wirkung von Leindotter wurde auch von SAUCKE und ACKERMANN (2006) für den Gemengeanbau mit Erbsen sowie von PAULSEN et al. (2007) für den Gemengeanbau mit Erbsen oder Blauen Lupinen nachgewiesen. Die etablierten Gemenge aus zweikeimblättrigen künstlichen Unkräutern (KU) wiesen von den Partnern die geringsten Biomasseaufwüchse auf und führten zu keiner deutlichen Beeinträchtigung der Lupinenaufwüchse, sodass die Lupinenentwicklung hierdurch nicht zu stark eingeschränkt wurde. Ein entsprechendes Gemenge aus zweikeimblättrigen, künstlichen Unkräutern sollte in ein Prüfsystem zur Unkraut unterdrückenden Wirkung einbezogen werden, um diese Gruppe der Unkräuter zu repräsentieren. Zwischen den Ergebnissen von Hafer und Sommerweizen sind aufgrund der Ergebnisse des ersten Versuchsjahres keine gravierenden Unterschiede erkennbar. Da gleichzeitig die Eignung dieser Partner für den Gemengeanbau geprüft wird, bleibt abzuwarten, wie sich die Ertragsleistungen der Lupinen darstellen.

Höhere Saatkichten der Partner führten zu beiden Terminen zu geringeren Biomasseaufwüchsen bei der Lupine und damit zu einer zunehmenden Konkurrenzsituation. Deutlich abnehmende Lupinen-Biomasseaufwüchse konnten jedoch vor allem für die beiden höheren Saatkichten festgestellt werden. Dies wiederum führte auch zu deutlich höheren Biomasseaufwüchsen bei den Partnern bzw. zu deutlich geringeren Biomasseaufwüchsen der natürlich am Standort vorkommenden Unkräuter. Sollen unterschiedliche Konkurrenzsituationen für die Kulturpflanze Lupine geschaffen werden, kann aus den bisherigen Ergebnissen des ersten Versuchsjahres abgeleitet werden, dass die Saatkichte SD_2 geeignet sein könnte, eine Situation mit geringerer und SD_4 eine entsprechende mit höherer Konkurrenz abzubilden. Die Versuche werden unter Einbeziehung ausgewählter Prebreeding-Linien weitere zwei Versuchsjahre fortgeführt.

Danksagung

Die Untersuchungen werden gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie (FKZ 2814EPS007).

Literatur

- ANDREW, I.K.S., J. STORKEY und D.L. SPARKES, 2015: A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. *Weed Research* **55**(3), 239-248.
- BLACKSHAW, R.E., R.L. ANDERSSON und D. LEMERLE, 2007: Chapter 3: Cultural weed management, In: UPADHYAYA, M. K. , R. E. BLACKSHAW, (eds.): *Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology*, 35-48. CAB International, Wallingford, UK.
- BÖHM, H. und K. AULRICH, 2011: Effects of different row distances and seed densities on yield and quality of blue lupin (*L. angustifolius*) in organic farming. *Lupin crops: an opportunity for today, a promise for the future*. Proceedings of the 13th International Lupin Conference, Posnan, Poland, 6-10 June 2011, 144-148.
- DREWS, S., D. NEUHOFF und U. KÖPKE, 2009: Weed suppression ability of three winter wheat varieties at different row spacing under organic farming conditions. *Weed Research* **49**, 526-533.
- EISELE, J.-A., 1992: Sortenwahl bei Winterweizen im Organischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung der morphologisch bedingten Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern. Dissertation Universität Bonn.
- GRONLE, A., H. BÖHM und J. HEß, 2014: Effect of intercropping winter peas of differing leaf type and time of flowering on annual weed infestation in deep and shallow ploughed soils and on pea pests. *Landbauforschung – Appl. Agric. Forestry Res.* **64**(1), 31-44.
- GRONLE, A. und H. BÖHM, 2014: Untersuchungen zur Unkrautkonkurrenz in Rein- und Mischfruchtbeständen von Wintererbsen unterschiedlichen Wuchstyps. *Julius-Kühn-Archiv* **443**, 431-440.
- HARKER, K.N., G.W. CLAYTON und R.E. BLACKSHAW, 2008: Comparison of leafy and semileafless pea for integrated weed management. *Weed Technology* **22**(1), 124-131.
- HILTBRUNNER J., C. LUGINBÜHL, U. BUCHMANN, C. HERZOG, H. HUNZIKER und C. SCHERRER, 2012: Mechanical control of weeds within the crop row of organically grown soybeans. *Julius-Kühn-Archiv* **434**, 251-256.

27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 23.-25. Februar 2016 in Braunschweig

- HUEL, D.G. und P. HUCL, 1996: Genotypic variation for competitive ability in spring wheat. *Plant Breeding* **115**, 325-329.
- KÖPKE, U., 2000: Konzept der Unkrautregulierung im ökologischen Landbau. *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* **72**, 57-70.
- LEMERLE, D., B. VERBEEK, R.D. COUSENS und N.E. COOMBES, 1996: The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research* **36**, 505-513.
- NIEMANN, P., 2000: Sortenwahl - Ein Element zur Unkrautunterdrückung. *Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* **72**, 27-34.
- PAULSEN, H.M., M. SCHOCHOW und H.J. REENTS, 2007: Unkrautvorkommen und Unkrautunterdrückung in Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau. *Landbauforschung* **SH 309**, 81-95.
- SAUCKE, H. und K. ACKERMANN, 2006: Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa*). *Weed Research* **46**(6), 453-461.
- SCHMIDTKE, K., B. WUNDERLICH und A. MEYERCORDT, 2013: Lassen sich Winterweizensorten hinsichtlich ihres Beschattungsvermögens statistisch gesichert in Landessortenversuchen voneinander unterscheiden? *Beitr. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn*, 184-187.
- SEIFFERT, S. und B. HORNEBURG, 2013: Weed tolerance in soybean: A selection system. In: *Breeding for Nutrient Efficiency. Joint Meeting of EUCARPIA Section Organic & Low-Input Agriculture and EU NUE-Crops Project. Conference Booklet. Göttingen, Germany*, 24. – 26. September 2013, 86.
- VERSCHWELE, A., 2014: Potenziale von Sorteneigenschaften zur Integrierten Unkrautbekämpfung in Weizen. *Julius-Kühn-Archiv* **443**, 465-474.