

Einfluss der Bodenbearbeitung zur Saat auf Ertragsbildung, N-Aufnahme und N_{\min} -Vorrat im Boden bei Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) nach Winterzwischenfrucht Erbse (*Pisum sativum* L.)

Lux, G.¹ und Schmidtke, K.¹

Keywords: reduced tillage, millet, N efficiency

Abstract

After mulching of winter pea on 1st of May 2007 for green manuring four different varieties of millet were sown without any tillage directly into the mulch cover or after tillage by a rotary harrow on a brown earth (Cambisol) near Dresden, Germany. Due to deterioration of soil structure through the impact of rain after tillage seed emergence, plant height and grain yield of millet were reduced in tilled compared to no tilled plots. Although the content of mineral N in the soil was much higher after rotary harrowing nitrogen use efficiency of millet was significantly higher when growing without any tillage. This effect could be caused by a higher ratio of NH_4 -N to total mineral N in the soil which can be an advantage for plant growth with respect to the energy demand for nitrogen assimilation.

Einleitung und Zielsetzung

Ein wichtiges Instrument um Nährstoffe im Boden zu mobilisieren, aber auch um eine effektive Unkrautregulierung zu gewährleisten, stellt im ökologischen Landbau die wendende Bodenbearbeitung dar (Köpke 2003). Dagegen steht die Notwendigkeit, den jährlichen Bodenabtrag durch Wind- und Wassererosion zu minimieren und nach Strategien einer schonenden Bodenbewirtschaftung zu suchen (Tebrügge 2000). Nach Herbstfurche und einer winterharten legumenen Zwischenfrucht verbindet die Mulchsaat der Folgefrucht die positiven Wirkungen einer wendenden Bodenbearbeitung mit der erosionsmindernden Wirkung einer Zwischenfrucht. Sie bietet darüber hinaus die Möglichkeit einer zusätzlichen N-Zufuhr über symbiotische N_2 -Fixierung. Im Jahr 2007 wurden zum Anbau der Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) zwei Varianten der Mulchsaat nach Winterzwischenfrucht Erbse geprüft. Dabei erfolgte eine Abstufung der Bodenbearbeitungsintensität zur Saat der Hirse in einen Teil mit Saatbettbereitung und einen Teil ohne jegliche Bodenbearbeitung nach der Zwischenfrucht. Ziel der Arbeit war es, den Einfluss der Bodenbearbeitung zur Saat auf den N_{\min} -Vorrat im Boden, die Entwicklung und das Wachstum sowie die N-Aufnahme von vier Genotypen der Rispenhirse zu untersuchen.

Methoden

Die Versuchsdurchführung erfolgte auf den Versuchsfeldern der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH) am Standort Dresden-Pillnitz (mittlere Jahrestemperatur: 9,2 °C, Jahresniederschlag: 648 mm), die eine Braunerde in Auenlage umfasste (Bodenart im Ap-Horizont und B-Horizont des Standortes: lehmiger Sand (Sl3), im C-Horizont sandiger Lehm (Ls3)). Der Versuch wurde als zweifaktorielle Spaltanlage mit den Faktoren Genotyp und Bodenbearbeitung zur Saat in vier Wiederholungen angelegt. Vier Genotypen mit unterschiedlicher

¹Fachbereich Landbau/Landespflege, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden, Deutschland, guido.lux@t-online.de

Wuchshöhe und Ertragsfähigkeit wurden geprüft: *Rispenhirse*, *Ogulin 3*, *1982* sowie *Lisa*. Zwei Verfahren der Bodenbearbeitung kamen zur Anwendung. Die Mulchsaat ohne Bodenbearbeitung war gekennzeichnet durch eine Saat der Hirse ohne Saatbettbereitung direkt in die abgemulchte Zwischenfrucht. Bei der Mulchsaat mit Bodenbearbeitung erfolgte die Saat nach der oberflächennahen Einarbeitung der Zwischenfrucht mit einer Kreiselegge.

Nach erfolgter Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug wurde am 14. Oktober 2006 die winterharte Erbsensorte *EFB 33* als Zwischenfrucht nach vorheriger Saatbettbereitung mit der Kreiselegge gesät. Bis April 2007 hatte sich ein ca. 45 cm hoher Erbsenbestand mit einer Sprossstrockenmasse von 38 dt je ha etabliert. Dieser wurde am 01. Mai abgemulcht und die Sprossmasse auf der Fläche belassen. Die entsprechenden Großparzellen der Variante Mulchsaat mit Saatbettbereitung (je 42 m²), wurden am 03. Mai mit der Kreiselegge zwei Mal bearbeitet. Auf den Großparzellen der Variante Mulchsaat ohne Saatbettbereitung wurde keine weitere Bodenbearbeitung vor der Saat durchgeführt. Die Aussaat der Hirse erfolgte am 10. Mai mit einer Aussaatstärke von 200 Körnern je m² direkt in den Erbsenmulch bzw. in das bereitete Saatbett. Zur Aussaat wurde die Parzellendrimmaschine Hege 80 mit Einscheibenscharen verwendet. Eine Unkrautregulierung wurde zwischen dem 15. Juni und 15. Juli auf allen Parzellen zwei Mal von Hand durchgeführt. Die Zwischenernte zur Erfassung der Trockenmasse der Pflanzen erfolgte am 20. Juli. Die Ernte der Genotypen *Lisa* und *1982* erfolgte im Stadium der Totreife am 03. August. Die spätreifen Genotypen *Rispenhirse* und *Ogulin 3* wurden am 13. August im Stadium der Teigreife entsprechend ihres Verwendungszweckes als Futterpflanze geerntet. Die Kornerträge der spätreifen Genotypen wurden nicht einzeln erfasst.

Ergebnisse und Diskussion

Das Saatverfahren Mulchsaat ohne Saatbettbereitung erwies sich im Versuchsjahr 2007 gegenüber der Variante mit Saatbettbereitung unter den gegebenen Bedingungen als günstiger.

Tab. 1: Einfluss des Genotyps (G) und des Bodenbearbeitungsverfahrens zur Saat (S) auf das Wachstum der Rispenhirse (MmS = Mulchsaat mit Saatbettbereitung, MoS = Mulchsaat ohne Saatbettbereitung; nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.001$; n.s.: nicht signifikant; ⁽¹⁾ Mittelwerte von 2 Genotypen**

Prüffaktor	Faktorstufe	Feldaufgang [%]	Wuchshöhe [cm]	Sprossertrag [dt ha ⁻¹]	Kornertrag [dt ha ⁻¹]
Genotyp	Rispenhirse	25 ab	108 a	51 a	-
	Ogulin 3	32 a	112 a	45 a	-
	1982	21 b	88 b	24 b	6,9 a
	Lisa	24 ab**	89 b***	27 b**	8,1 a
Saatverfahren	MoS	36 b	112 b	44 a	10,9 b ⁽¹⁾
	MmS	15 a*	86 a*	30 a	4,0 a*
G × S		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Neben einem deutlich besseren Feldaufgang zeigte sich bei der Variante ohne Saatbettbereitung ein stärkeres Längenwachstum der Hirsepflanzen (Tab. 1). In gleicher Weise unterschieden sich der Kornertrag sowie die Sprossstrockenmassen zwischen den Saatverfahren. Durch Vogelfraß, welcher alle Parzellen betraf, fiel der Kornertrag, der unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus bei 15 bis 25 dt je

ha liegen kann (Stolzenburg 2007), sehr gering aus. Mit der Bodenbearbeitung zur Saat war eine ausgeprägte Verschlämmung und Krustenbildung des Bodes als Folge von Niederschlägen nach der Saat zu verzeichnen, die die geringere Ertragsleistung der Hirse verursacht haben dürfte. In der Variante ohne Saatbettbereitung kam hingegen die schützende Wirkung der auf der Bodenoberfläche aufliegenden Pflanzenreste der Zwischenfrucht zum Tragen. Die Bodenbearbeitung zur Saat hatte auch Auswirkungen auf die Höhe der N_{\min} -Mengen im Boden sowie auf den Zeitpunkt der Stickstoffverfügbarkeit, was wiederum von großer Bedeutung für das Pflanzenwachstum und die Ertragsausbildung der angebauten Kultur war. Nachgewiesen wurden zu allen Terminen der Bodenprobennahme in einer Tiefe von 0 bis 90 cm deutlich höhere N_{\min} -Mengen nach Mulchsaat mit Saatbettbereitung im Vergleich zu nach Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (Abb. 1). Zurückführen ließ sich dies auf die intensive Bodenbewegung bei der Saatbettbereitung und auf die damit verbundene flache Einarbeitung der leicht mineralisierbaren Erbsensprossmasse, die ein C/N Verhältnis von 13,7 aufwies. Die Mulchsaat ohne Bodenbearbeitung führte hingegen zu einer verzögerten, jedoch für das Wachstum der Hirse ausreichenden N-Mineralisation im Boden (Abb. 1). Dies kam dem späten N-Bedarf der Hirse entgegen. Der relativ geringe Anteil an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Boden konnte auf diese Weise besser durch die Hirse genutzt werden, was sich auch in einer höheren N-Effizienz der Hirse (berechnet nach Schmidtke & Rauber 2000) widerspiegelte: In der Saatvariante ohne Bodenbearbeitung bildeten die Hirsepflanzen signifikant ($P < 0.05$) mehr Trockenmasse je kg pflanzenverfügbarem Stickstoff ($69,0 \text{ kg TM (kg N)}^{-1}$) als in der Variante mit Saatbettbereitung ($31,6 \text{ kg TM (kg N)}^{-1}$).

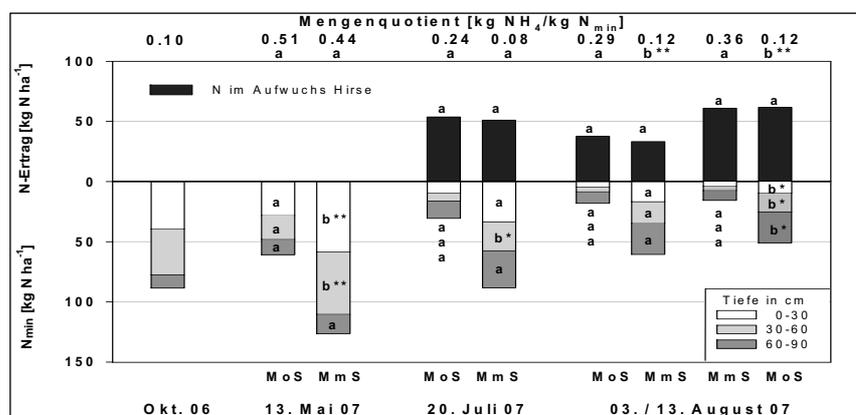


Abb. 1: N_{\min} -Vorrat im Boden und N-Ertrag der oberirdischen Pflanzenmasse der Rispenhirse nach Winterzwischenfrucht Erbse und nachfolgender Mulchsaat ohne Saatbettbereitung (MoS) bzw. Mulchsaat mit Saatbettbereitung (MmS); nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, n.s.: nicht signifikant; 13. August = Mittelwerte von zwei Genotypen

Ein Einfluss auf die N-Effizienz ist nicht nur durch die Höhe der pflanzenverfügbaren N-Menge und den Zeitpunkt der Verfügbarkeit im Boden, sondern auch durch die Form des durch die Pflanzen aufgenommenen Stickstoffs zu erwarten. Da die Pflanzen Ammonium direkt für ihren Stoffwechsel nutzen können, während Nitrat energieaufwendig reduziert werden muss, können hieraus positive Einflüsse u.a. auf die Entwicklung von Wurzel und Spross resultieren (Sommer 2002). Im Versuch zeigte sich ein stark zurückgehender NH_4 -N-Anteil am N_{\min} -N in Boden in der

Saatvariante mit Saatbettbereitung, insbesondere in der für die N-Aufnahme bedeutenden Periode zwischen Schossen und Rispenstadien der Hirse (Abb. 1), so dass dem Pflanzen in der Vergleichsvariante einen prozentual höheren Anteil $\text{NH}_4\text{-N}$ am $\text{N}_{\text{min}}\text{-N}$ zur Verfügung stand. Zudem erhöhte sich der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteil in der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung noch im Verlauf der Vegetation, was möglicherweise aus einer im Vergleich geringeren mikro-biellen Aktivität im Boden, insbesondere der nitrifizierenden Mikroorganismen resultierte (Scheffer & Schachtschabel 1998).

Schlussfolgerungen

Die Mulchsaat ohne Saatbettbereitung bietet einen effektiven Verschlammungsschutz und entspricht aufgrund einer vergleichsweise geringen Mineralisierungsrate dem mit einer verhaltenen Jugendentwicklung verbundenen späten N-Bedarf der Rispenhirse. Eine reduzierte Bodenbearbeitung verringert die Verfügbarkeit von Stickstoff im Boden, kann jedoch bei einer Kultur wie der Rispenhirse, welche an eine geringe N-Versorgung angepasst ist, zu einer hohen N-Ausnutzung bzw. N-Effizienz führen.

Danksagung

Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Professor Werner-Schulze-Stiftung finanziell unterstützt.

Literatur

- Köpke, U., (2003): Spezifika der Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung im Ökologischen Landbau aus Sicht der Wissenschaft und der Praxis. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.): Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung im Ökologischen Landbau. Darmstadt, S. 7-22.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P., (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Aufl., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 593 S.
- Schmidtke, K., Rauber, R., (2000): Stickstoffeffizienz von Leguminosen im Ackerbau. In: Möllers, C. (Hrsg.): Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. E. Schmidt Verlag, Berlin, S. 48-69)
- Sommer, K., (2002): Grundlagen des „Cultan“-Verfahrens. In: Sonderheft der Landbauforschung Volkenrode, 1-23, (<http://www.ivg-straelen-lwkr.de/cultan/literatur/sonder-heft-cultan.pdf>), (Abruf Juni 2008).
- Tebrügge, F., (2000): Visionen für die Direktsaat und ihr Beitrag für Boden-, Wasser- und Klimaschutz. (<http://www.pfluglos.de/tebruegg.pdf>), (Abruf 15. 08. 2007).
- Stolzenburg, K., (2007): Ergebnisse dreijähriger Versuche mit Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) im Rheintal. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 19, S. 46-47.