

Leguminosenkörnerschrote und andere vegetabile Dünger im Ökologischen Gemüsebau

Legume seed meals and other plant based fertilisers in organic vegetable production

T. Müller¹, J. Riehle¹, I. Schlegel¹, Z. Li², M. von Schenck zu Schweinsberg – Mickan¹, H. Sabahi³ und R. Schulz¹

Keywords: soil fertility, plant nutrition, vegetable production, crop farming

Schlagwörter: Bodenfruchtbarkeit, Pflanzenernährung, Gemüsebau, Pflanzenbau

Abstract:

The potential of different plant based organic fertilisers (PBOF) to substitute animal based organic fertilisers (ABOF) in organic vegetable production were investigated in incubation, pot and field experiments. PBOFs have the potential to replace ABOFs. Particularly legume seed meals show fast net N-release even at low soil temperatures. Considerable differences in nitrate contents of vegetables can be found between the different fertilisers although fresh matter and N yields are nearly identical.

Einleitung und Zielsetzung:

Düngemittel tierischer Herkunft sind als Folge der BSE-Krise mit Ausnahme von Hornprodukten im Ökologischen Landbau nicht mehr zugelassen. Andere Düngemittel rein pflanzlicher Herkunft (vegetabile Düngemittel) sind als Ersatz bereits weit verbreitet. Auch Leguminosenkörnerschrote habend das Potenzial die entstandene Lücke auszufüllen. Vorliegende Untersuchungen zeigen, dass sich die verschiedenen Dünger in ihrem Umsatzverhalten stark unterscheiden. Die gefundenen Unterschiede hängen zum einen von der chemischen Zusammensetzung der Dünger, zum anderen aber auch von der Bodentemperatur ab (MÜLLER & v. FRAGSTEIN 2006a, b, v. FRAGSTEIN & MÜLLER 2006). Ferner muss davon ausgegangen werden, dass das Umsatzverhalten insbesondere der Leguminosenkörnerschrote stark von der Verteilung der Größenfraktionen der Schrote sowie von den Sorten und Anbaubedingungen abhängt. Ziel unserer Untersuchungen war es, weiteren Aufschluss über das Umsatzverhalten der verschiedenen Dünger bei unterschiedlichen Temperaturen unter kontrollierten Bedingungen und unter praxisnahen Feldbedingungen im Vergleich zu Referenzdüngern tierischer Herkunft zu erhalten. Ferner wurden der Einfluss der Sorten sowie der Größenfraktionierung der Leguminosenkörnerschrote untersucht.

Methoden:

Im Rahmen der Untersuchungen wurden Inkubationsexperimente bei unterschiedlichen Temperaturen (8 Wochen bei 5 und 20 °C), Gewächshausversuche sowie Freilandversuche (März bis Juni 2005) in Anlehnung an MÜLLER & v. FRAGSTEIN (2006a, b) und v. FRAGSTEIN & MÜLLER (2006) durchgeführt (ökologisch bewirtschafteter Versuchsbetrieb „Kleinhohenheim“, Uni Hohenheim, Stuttgart, schluffiger Lehm, Parbraunerde). Die Eigenschaften der untersuchten organischen Handelsdünger sowie der Körnerschrote von Lupine (*Lupinus luteus* L., *Lupinus angustifolius* L.) und Ackerbohne (*Vicia faba* L.) sind in Tab. 1 dargestellt. Unter anderem wurden das käufliche Mischprodukt Bioilsa® (Tierhaare, Federmehl, pflanzl. Ölkuchen) sowie die

¹Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, tmuller@uni-hohenheim.de

²College of Agronomy and Bio-technique, China Agriculture University, Beijing, China

³Environm. Science Research Inst., Dept. of Agroecology, Shahid Beheshti Uni., Evin, Tehran

vegetabilen Dünger OrganoplantN® (Rückstände aus Lebensmittelproduktion), OrganoQuickN® (Vinasse) und Maltaflor® (Malzkeime, Vinasse) in die Versuche mit einbezogen. Zum Vergleich wurde in den Inkubations- und Gefäßversuchen auch Kalkammonsalpeter als Mineraldünger mitgeführt. Die getesteten Gemüsearten waren Rukola (*Eruca sativa* Mill.) im Gefäßversuch, Kopfsalat (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) im Gefäß- und Feldversuch sowie Weißkohl (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* var. *capitata* L. f. *alba*) im Feldversuch. Alle Dünger wurden in N-äquivalenten Mengen eingesetzt (Inkubationsversuche: 230 mg N kg⁻¹ Boden, Gefäßversuch mit Kopfsalat/Rukola: 240/120 mg N kg⁻¹ Boden, Feldversuch mit Kopfsalat/Weißkohl: 124 kg N ha⁻¹/218 kg N ha⁻¹). In derzeit laufenden Inkubationsversuchen bei Temperaturen zwischen 5 und 20°C werden ferner Körnerschrote unterschiedlicher Lupinensorten einsch. Süß- und Bitterlupinen sowie Korngrößenfraktionen von Leguminosenkörnerschroten untersucht.

Tab. 1: Eigenschaften der In Inkubations-, Gefäß- und Feldversuchen verwendeten Dünger.

Organische Dünger	N Hersteller (%)	N gemessen (%)	C gemessen (%)	C:N	Versuche
tierische Dünger:					
Hornspäne	14	15,5	47,1	3,0	I
Hormmehl	12	14,4	44,8	3,1	IGF
Schweineborsten	13	14,6	48,3	3,3	G
Mischprodukt:					
Bioilsa®	11	11,0	44,4	4,0	IGF
vegetabile Dünger:					
OrganoPlantN®	6	4,9	27,3	5,5	IG
OrganoQuickN®	5	5,1	27,5	5,4	I
Maltaflor®	4	3,8	40,6	10,7	IGF
Rizinusschrot	5	5,1	46,5	9,1	G
Körnerschrote:					
Schrot Blaue Lupine		5,2	43,2	8,3	G
Schrot Gelbe Lupine		6,3	45,3	7,2	IG
Ackerbohnschrot		3,9	43,8	11,2	IG

I = Inkubationsversuche, G = Gefäßversuch, F = Feldversuch; * = % lufttrockener Dünger.

Die Inkubationsversuche wurden zum größten Teil in offenen Gefäßen mit Ausgleich des Wasserverlustes nach gravimetrischer Kontrolle durchgeführt. In einzelnen Experimenten wurde die CO₂-Entbindung aus dem Boden in geschlossenen, aber regelmäßig belüfteten Gefäßen in Anlehnung an ISERMEYER (1952) gemessen. Mikrobielle Biomasse (C und N) wurde mit der Chloroform-Fumigations-Extraktionsmethode (CFE) gemessen (JÖRGENSEN & MUELLER 1996, JÖRGENSEN 1996, VANCE et al. 1987, BROOKES et al. 1985). Zur Abscheidung lebender Wurzeln im Gefäß- und Feldversuch wurde die CFE-Methode um einen Präextraktionsschritt erweitert (mod. nach MAYER 2003, MÜLLER et al. 1992). Nitrat und Ammonium wurden bei der CFE-Methode im nicht fumigierten 0,5 M K₂SO₄-Extrakt sowie im 0,05 M K₂SO₄-Präextrakt (nur Feld-/Gefäßversuch) gemessen. Neben den Frisch- und Trockenmassen der Pflanzen wurden auch die N-Gehalte mit dem Elementaranalysator ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion:

Im Inkubationsversuch zeigten die Hornprodukte bei 20°C die höchste Netto-N-Mineralisation, gefolgt von Bioilsa und OrganoQuickN. Dabei wurden bis zu 60% des applizierten organischen N mineralisiert. Maximale Gehalte an mineralischem N wurden nach 2 bis 4 Wochen erreicht. Schwindende Ammoniumgehalte nach 2 Wochen zeigten, dass die Nitrifikation zeitgleich abließ. Sinkende Gehalte an mineralischem N zwischen Woche 4 und Woche 8 deuten auf eine erneute Netto-Immobilisation hin. Dies wird jedoch nur zum Teil von einem Anstieg der mikrobiellen Biomasse begleitet,

was für eine Festlegung in mikrobiellen Residualprodukten spricht. Denitrifikation als Erklärung für das Verschwinden von Nitrat ist unwahrscheinlich, da regelmäßig belüftet und Wassergehalte unter 60 % WHK eingestellt wurden. Die N-Immobilisation war bei den beiden vegetabilen Düngemitteln OrganoPlantN und Maltaflor besonders deutlich ausgeprägt, was auf einen späten Umsatz C-reicher Komponenten zurückgeführt werden kann. Wie erwartet waren Netto-N-Mineralisation und Nitrifikation während der Inkubation bei 5°C deutlich verlangsamt. Dieser Temperatureffekt war aber bei den Hornprodukten deutlich stärker ausgeprägt als bei den vegetabilen Düngemitteln. Insbesondere die Leguminosenkörnerschrote und OrganoQuickN zeigten während der ersten 2 Wochen bei 5°C eine schnellere Netto-N-Mineralisation als die Hornprodukte. Einige der vegetabilen Dünger mineralisierten netto bei 5°C (vorübergehend) mehr N als bei 20°C. Dies wird auf eine zeitliche Entkopplung des Umsatzes von N-reichen schnell umsetzbaren Komponenten (Brutto-Mineralisation) und N-armen langsam umsetzbaren Komponenten (Brutto-Immobilisation) zurückgeführt (MÜLLER & v. FRAGSTEIN 2006a, MAGID et al. 2001). Auch die gemessenen Gehalte an mikrobiellem N und K₂SO₄-löslichem organischem N waren für die meisten vegetabilen Dünger bei 5°C höher als bei 20°C, was auf einen verlangsamteten Umsatz der mikrobiellen Biomasse und ihrer Residualprodukte hindeutet. Bei KAS, Organo-QuickN, OrganoPlantN und bei den Leguminosenkörnerschroten konnte bei Aufsummierung aller gemessenen Fraktionen bei 5°C ein N-P rimeffekt nachgewiesen werden.

Im Gefäßversuch zeigten die Kopfsalat-Varianten mit vegetabilen Düngern durchweg höhere Erträge als die Varianten mit tierischen Düngern, allerdings waren die Unterschiede nur in Einzelfällen signifikant. Bei Rukola erreichten Rizinusschrot und Gelbe Lupine tendenziell höheren Erträgen als die tierischen Dünger. Summiert man alle gemessenen Variablen auf (Oberirdische Pflanzenmasse, mineralischer N, mikrobielle Biomasse, K₂SO₄-löslicher organischer N), so errechnet sich unter Berücksichtigung der ungedüngten Variante eine scheinbare N-Freisetzung aus den organischen Düngern zwischen 49 % (Schweineborsten) und 72 % (Rizinusschrot) im Kopfsalat-Experiment und zwischen 28 % (Maltaflor) und 60 % (Rizinusschrot) im Rukola-Experiment. Besonders auffallend war, dass die Nitratgehalte im Kopfsalat bei Maltaflor um bis zu 70% signifikant niedriger lagen als bei den anderen Düngungsvarianten, obwohl sich die Frischmasse- und N-Erträge nur wenig von einander unterschieden. Im Feldversuch konnten bei den abschließend geernteten Frischmassen keine Unterschiede zwischen den untersuchten Varianten Hornmehl, Bioilsa und Maltaflor festgestellt werden (ca. 390 g/Kopf Kopfsalat, 1190 g/Kopf Weißkohl). Bei der Zwischenernte nach etwa der halben Vegetationszeit zeigten die mit Maltaflor gedüngten Varianten 13% (Weißkohl 875 g/Kopf) bzw. 22% (Kopfsalat 118 g/Kopf) höhere oberirdische Frischmassen als die mit Hornmehl gedüngten Varianten. Nach zwischenzeitlich erheblichem Anstieg der N_{min}-Werte im Boden verblieben nach der Ernte in allen Varianten weniger als 40 kg N ha⁻¹ auf dem Acker. Allerdings waren die mikrobiellen Biomassen im Vergleich zur ungedüngten Variante signifikant erhöht, was auf ein gewisses Remineralisierungspotential mit der Gefahr einer N-Auswaschung ohne geeignete Folgekultur spricht. Summiert man alle gemessenen Variablen auf (Oberirdische Pflanzenmasse, mineralischer N, mikrobielle Biomasse, K₂SO₄-löslicher organischer N), so errechnet sich unter Berücksichtigung der ungedüngten Variante eine scheinbare N-Freisetzung aus den organischen Düngern zwischen 13% (Hornmehl) und 22% (Maltaflor) für den Kopfsalat-Versuch und zwischen 59% (Bioilsa) und 73% (Maltaflor) für den Kohlversuch. Diese z.T. relativ niedrigen Werte deuten ebenfalls auf ein weiteres Mineralisierungspotential hin, das mit Hilfe einer geeigneten Folgekultur ausgenutzt werden sollte. Auffällig war auch in den Feldversuchen, dass die Nit-

ratgehalte von Kopfsalat und Weißkohl bei Düngung mit Maltaflor z.T. signifikant niedriger waren als bei den anderen beiden Düngemitteln, obwohl sich die Erträge kaum von einander unterschieden. Da die Ammoniumgehalte im Boden durchweg niedrig waren, wären Erklärungsmöglichkeiten, dass bei Düngung mit Maltaflor Nitrat früher oder ein Teil des N direkt in organischer Form aufgenommen wird. Laufende Untersuchungen zeigen, dass bei Lupinenkörnerschroten erhebliche sortenbedingte Unterschiede existieren, die bei der Düngung berücksichtigt werden müssen. Unterschiede existieren auch zwischen vermahlungsbedingten Korngrößenfraktionen.

Schlussfolgerungen:

Vegetabile Düngemittel einschließlich der Leguminosenkörnerschrote haben das Potential, Düngemittel tierischer Herkunft im ökologischen Gemüseanbau zu ersetzen. Im zeitigen Frühjahr mit niedrigen Bodentemperaturen sind ausgewählte vegetabile Düngemittel, darunter insbesondere Leguminosenkörnerschrote, den Düngemitteln tierischer Herkunft hinsichtlich der N-Verfügbarkeit sogar überlegen. Leguminosenkörnerschrote bieten als einzige der hier untersuchten Düngemittel eine gesicherte Herkunft aus ökologischer Produktion. Maltaflor bietet Vorteile, wenn eine sehr schnelle N-Verfügbarkeit erforderlich ist. Dennoch sind die zu erwartenden Nitratgehalte in der geernteten Ware vergleichsweise niedrig.

Danksagung:

Wir danken der Fa. Biofa, Münsingen, für die finanzielle Unterstützung sowie Hans Bucher für die Unterstützung beim Feldversuch.

Literatur:

- Brookes P. C., Landman A., Pruden G. und Jenkinson D. S. (1985): Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method for measuring microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biol. Biochem* 17: 837–842.
- Isemeyer H. (1952): Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. *Z. Pflanzenernähr Bodenkd* 56: 26–38.
- Jörgensen R. G. (1996): The fumigation-extraction method to estimate soil microbial biomass: Calibration of the k_{EC} value. *Soil Biol Biochem* 28: 25–31.
- Jörgensen R. G. und Mueller T. (1996): The fumigation-extraction method to estimate soil microbial biomass: Calibration of the k_{EN} value. *Soil Biol Biochem* 28: 33–37.
- Magid J., Henriksen O., Thorup-Kristensen K. und Müller T. (2001): Disproportionately high N mineralisation rates from green manure at low temperatures – implications for modelling and management in cool temperate agroecosystems. *Plant Soil* 228: 73–82.
- Mayer J. (2003): Root effects on the turnover of grain legume residues in soil. Doktorarbeit, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel.
- Müller T. und von Fragstein P. (2006a): Organic fertilisers derived from plant materials: I. Turnover in soil at low and moderate temperatures. *J Plant Nutr Soil Sci* 169: 255–264.
- Müller T. und von Fragstein P. (2006b): Organic fertilisers derived from plant materials: II. Turnover in field trials. *J. Plant Nutr Soil Sci* 169: 265–273.
- Müller T., Jörgensen R. G. und Meyer B. (1992): Estimation of soil microbial biomass C in the presence of living roots by fumigation extraction. *Soil Biol Biochem* 24: 179–181.
- Vance E. D., Brookes P. C. und Jenkinson D. S. (1987): An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol Biochem* 19: 703–707.
- Von Fragstein P. und Müller T. (2006): Plant based organic fertilisers – a viable nutrientsource for organic market gardens. *Acta Horticultura* 70: 255–260.