

Biofumigation zur Bekämpfung von Sklerotinia im Salat	Bataviasalat Pflanzenschutz Ökologischer Anbau
--	---

Zusammenfassung

Die Biofumigation als Verfahren zur alternativen Bekämpfung bodenbürtiger Schädlinge und Krankheiten (z.B. Nematoden, Rhizoctonia, Kohlhernie) wird aktuell in verschiedenen Projekten untersucht. Da *Sclerotinia sclerotiorum* bzw. *minor* zu den potenziellen Zielorganismen der Biofumigation zählen und eine große Rolle im Salatanbau spielen, wurde dieses Verfahren 2011 und 2012 gegen diese Erreger in Gülzow erprobt. Verschiedene Senfarten, Ölrettich und Brokkoli wurden angebaut, die Biomasse zerkleinert, eingearbeitet und im Anschluss diese Flächen mit Bataviasalat bepflanzt. Zum Abgleich der Gründüngungswirkung wurde eine Variante mit Phacaelia als Vorkultur bestellt. 2012 erfolgte eine Erweiterung des Versuchs um eine Variante mit Contans-Behandlung und eine weitere mit Pflanzung in Mulchfolie. Eine eindeutige Befallsminde rung durch das Biofumigationsverfahren konnte bei Betrachtung beider Versuchsjahre nicht nachgewiesen werden. Die Pflanzung in Mulchfolie bewirkte die schnellste Entwicklung bei der gleichzeitig höchsten Ausbeute.

Versuchsfrage und –hintergrund

Die Biofumigation ist ein relativ neues Verfahren zur alternativen Bekämpfung bodenbürtiger Schädlinge und Krankheiten (z.B. Nematoden, Rhizoctonia, Kohlhernie). Entwickelt wurde es ursprünglich als Ersatz für die Bodenentseuchung mit Methylbromid oder Basamid. Bei der Biofumigation werden durch die Zerkleinerung von glucosinolathaltigen Zwischenfrüchten (z.B. Senf, Ölrettich) gasförmige Isothiocyanate freigesetzt, welche eine toxische Wirkung auf verschiedene bodenbürtige Schaderreger ausüben. 2011 wurde in einem ersten Versuch die phytosanitäre Wirkung unterschiedlicher Vorkulturen in Bezug auf Sklerotinia geprüft. Zusätzlich zu verschiedenen Senfarten und Ölrettich wurden auch die Erntereste von Brokkoli auf ihre Wirkung untersucht. Einflüsse der eingearbeiteten Biomasse auf den Salatertrag sollten durch den Vergleich mit Phacaelia als nicht wirksamer Vorkultur erfasst werden. Nach dem sich im ersten Jahr eine Wirkung des Verfahrens bei den Vorkulturen Gelbsenf und Sareptasenf abzeichnete, sollten diese Ergebnisse in einem zweiten Versuch bestätigt werden. Der Versuch wurde gegenüber dem Vorjahr um eine Variante mit Einsatz des biologischen Präparates Contans und eine weitere mit Pflanzung in Mulchfolie erweitert.

Versuche im ökol. Gemüse- und Kartoffelbau in Niedersachsen 2012	Seite
Institution/Leitung: Kompetenzzentrum Freilandgemüse; G. Hirthe, M. Jakobs	1
Versuchsstandort: LFA MV, Versuchsfläche Gemüsebau, 18276 Gülzow-Prüzen	

Versuchsplan und –durchführung

Die Vorkulturen wurden am 18. und 19. April 2012 gesät bzw. gepflanzt. Die Anwendung von Contans erfolgte am 23. April. Das Präparat wurde mit 6 kg/ha mittels Rückenspritze ausgebracht und anschließend eingefräst. Die bestellten Flächen erhielten im Vorfeld eine Startdüngung mit Haarmehlpellets von 70 kg N/ha bzw. 210 kg N/ha beim Brokkoli. Zur Pflanzung des Bataviasalates am 11.07. wurde die zuvor unbestellte Fläche mit 150 kg N/ha gedüngt. Bei Varianten mit Vorkultur wurde pauschal eine zusätzliche Nachlieferung von 50 kg N/ha angenommen und diese daher nur mit 100 kg N/ha gedüngt. Die Zerkleinerung und Einarbeitung der Vorfrüchte erfolgte zum Zeitpunkt der Vollblüte, da dann der Glucosinolatgehalt am höchsten sein soll. Der Brokkoli wurde im Gegensatz zum Vorjahr vor der Einarbeitung der Erntereste vollständig beerntet. Die Vorkulturen wurden gemulcht und anschließend mit einer Fräse eingearbeitet. Zuvor erfolgte eine Erfassung ihrer Biomasse. Direkt nach Einarbeitung der Zwischenfrüchte wurde mit 20 mm, drei Tage später nochmals mit 14 mm beregnet. Zusätzlich fielen bis zur Pflanzung des Salates 8 mm Niederschlag.



Blühbeginn der Vorfrüchte



gemulchte Vorfrüchte



Vorbereitung der Pflanzung



Salatbestand 3 Wochen nach Pflanzung

Während im Vorjahr der Salat nur sechs Tage nach der Einarbeitung der Vorkulturen gepflanzt werden musste und eine Auswirkung des Biofumigationsprozesses auf die Erträge vermutet wurde, erfolgte 2012 die Salatpflanzung erst 13 Tage nach dem Mulchen. Einen Tag vor Pflanzung wurde in Variante 8 eine bioabbaubare Mulchfolie (Bionov B 1,50 m breit, 15 µm)

ausgelegt. Die Pflanzung des Salates erfolgte mit der Hand. Zur Ermittlung des verfügbaren Stickstoffs wurden zur Aussaat, 2 Wochen vor Pflanzung sowie 2 Wochen vor Ernte und direkt nach dem ersten Erntetermin Bodenproben in 0 – 30 cm Tiefe gezogen.

Zur Endbonitur wurden 20 Salatköpfe je Parzelle geerntet, die Pflanzen auf Symptome von Sklerotinia untersucht und zudem die Erträge erfasst.

Versuchsplan

Standort: Flächen des Kompetenzzentrums Freilandgemüsebau,
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV
Dorfplatz 1/OT Gülzow, 18276 Gülzow-Prüzen

Bodenart: lehmiger Sand, ca. 45 Bodenpunkte

Sorte Bataviasalat 'Tourbillon'

Aussaat: 13.06.2012, mit Erdtopfpresse

Pflanzung: 11.07.2012

Pflanzabstand 35 cm x 32 cm

Endbonitur: 15. und 21.08.2012

Parzellengröße: 3 x 6 m = 18 m²

Versuchsanlage: randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen

Tab. 1: Versuchsvarianten

VGL	Vorkultur/Variante	Sorte	Düngung Vorkultur	Düngung Salat
1	keine	-	-	150 kg N/ha
2	Ölrettich	Defender	70 kg N/ha	100 kg N/ha
3	Gelbsenf	Luna	70 kg N/ha	100 kg N/ha
4	Sareptasenf	Energy	70 kg N/ha	100 kg N/ha
5	Phacelia	Angelia	70 kg N/ha	100 kg N/ha
6	Brokkoli	Marathon	210 kg N/ha	100 kg N/ha-
7	Contans	6 kg/ha zur Aussaat der Zwischenfrüchte, Düngung wie VGL 1		
8	Mulchfolie	wie VGL 1, in Mulchfolie gepflanzt		

Ergebnisse

Die erzielte Trockenmasse war bei allen Vorkulturen nahezu vergleichbar (Tab. 2). Anders als 2011 wiesen auch die Erntereste des Brokkolis einen hohen absoluten Trockenmasseertrag (69 dt/ha) auf. Wesentliche Unterschiede bestanden jedoch beim prozentualen Trockenmassegehalt und somit der Frischmasse. Wie im Vorjahr wurde der höchste Trockenmasseanteil bei Gelb- (23,7 %) und Sareptasenf (22,4 %), der geringste bei Brokkoli (13,9 %) und Ölrettich (15,5 %) verzeichnet. Die längere Standzeit der Vorkulturen im Vergleich zu 2011 bewirkte insgesamt deutlich höhere Trockenmassegehalte.

Es erfolgte keine Analyse der Glucosinolatgehalte. Im Juli und August 2012 wurden in Gülzow normale Temperaturen und geringe Niederschläge verzeichnet. Während der Standzeit des Bataviasalates (35 Tage) fielen nur 42 mm Regen. Daher musste der Salat zusätzlich mit 46 mm beregnet werden. Der im Versuch aufgetretene Salattfäule-Erreger wurde als *Sclerotinia sclerotiorum* identifiziert.

Tab. 2: Frisch- und Trockenmasseerträge der Vorkulturen beider Versuchsjahre

VGL	Vorkultur	Frischmasse in dt/ha		Trockensubstanz in %		Trockenmasse in dt/ha	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012
2	Ölrettich	667	409	9,2	15,5	61	63
3	Gelbsenf	342	272	18,9	23,7	64	65
4	Sareptasenf	324	247	17,9	22,4	58	55
5	Phacelia	446	414	14,0	17,4	62	72
6	Brokkoli	432	492	10,1	13,9	44	69

Es wurde an zwei Terminen (35 und 41 Tage nach Pflanzung) geerntet, um Wachstumsverzögerungen durch den Einfluss der Vorkulturen erfassen zu können. Unter den trockenen Bedingungen traten durch Sklerotinia verursachte Schadsymptome erst sehr spät und in geringem Maße auf. Bis zum ersten Erntetermin (Kulturwoche 5) waren in der Kontrolle lediglich 2,2 % der Pflanzen durch Welkeerscheinungen ausgefallen (Abb. 1). Auch eine Woche später zum zweiten Erntedurchgang lag der Anteil nur bei 3,6 %. Der geringste Ausfall (0,8 % in Kulturwoche 5) wurde nach der Zwischenfrucht Ölrettich registriert.

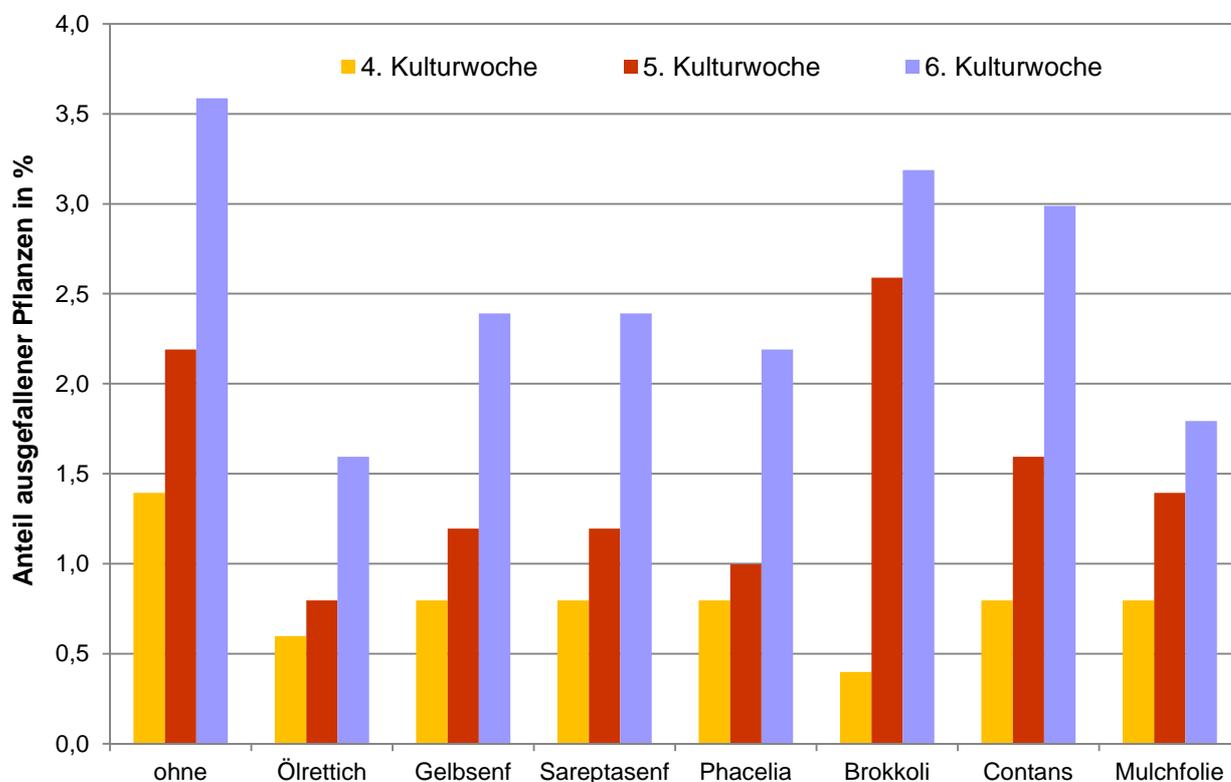


Abb. 1: Ausfall von Pflanzen mit deutlichen Welkeerscheinungen im Kulturverlauf 2012

Ein leichter positiver Effekt ließ sich auch für die Varianten Gelbsenf, Sareptasenf, Phacelia und Mulchfolie verzeichnen. Nach Anbau von Brokkoli bzw. nach Ausbringung von Contans wurde ein ähnlich hoher Ausfall wie in der Kontrolle erfasst. Die beobachteten Unterschiede sind bei einem so geringen Befall in der unbehandelten Variante nicht aussagekräftig.

Zur Endbonitur wurde die Marktfähigkeit in Bezug auf Ausfall durch Fäulnis im Kopf bewertet (Abb. 2). Dabei lag der Anteil von Fäulnis betroffener deutlich höher als der vorher im Bestand als welkend klassifizierten Pflanzen. Da gleichzeitig mit *S. sclerotiorum* auch *Botrytis cinerea* auftrat und eine Differenzierung der Fäulnisercheinungen in einem frühen Befallsstadium (vor sichtbarer Myzelbildung) nicht möglich war, kann bei der Marktfähigkeit kein direkter Zusammenhang zum Sklerotiniabefall gezogen werden.

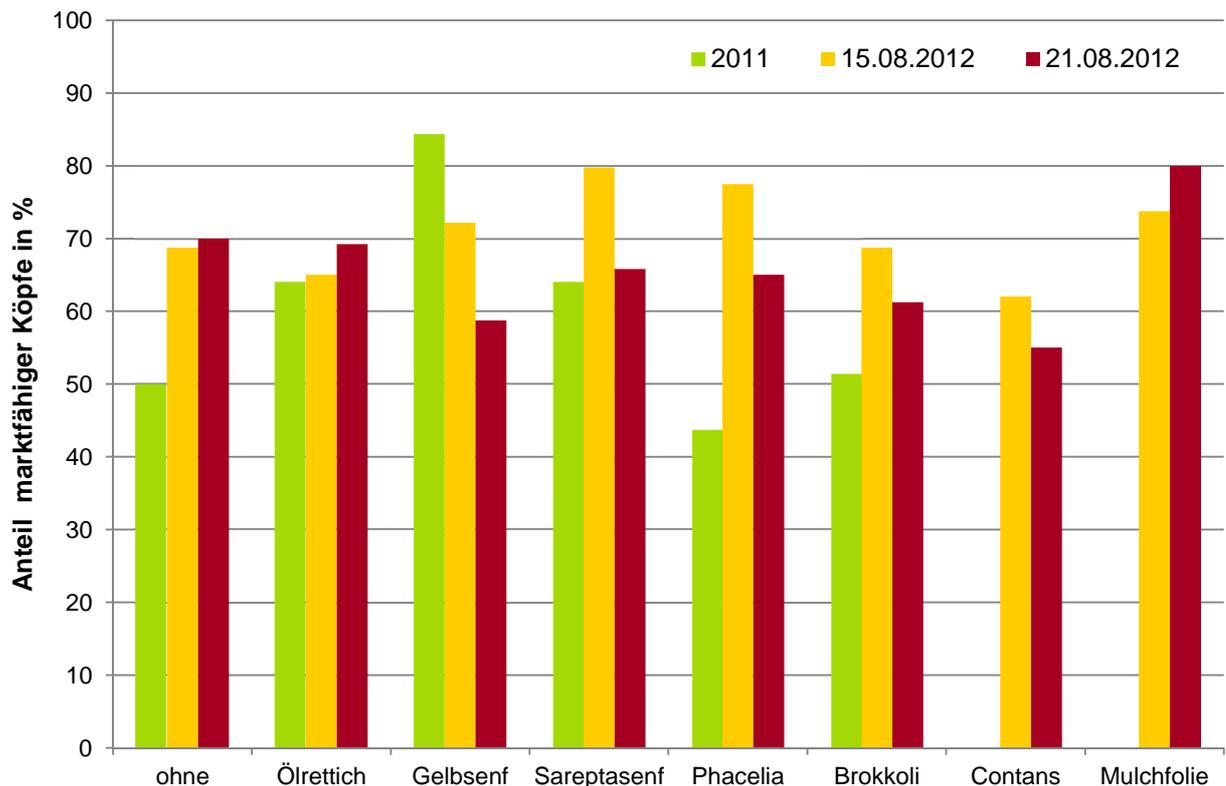


Abb. 2: Auswirkung der Vorkulturen bzw. Behandlungen auf die Marktfähigkeit 2011 und 2012

Den höchsten Anteil marktfähiger Köpfe wiesen zum ersten Erntetermin die Varianten mit den Vorkulturen Sareptasenf und Phacelia auf (Abb. 2). Gleichzeitig waren dies jedoch die Varianten mit den geringsten Kopfgewichten (Abb. 3). In Phacelia kommen keine Glucosinolate vor. Somit kann der geringere Befall nicht mit dem „Biofumigationseffekt“ begründet werden. Da sich allgemein Fäulniserreger in wüchsigen Beständen stärker ausbreiten, dürfte der Entwicklungsrückstand in beiden Varianten am ehesten den geringeren Ausfall erklären. Schon zum zweiten Erntetermin eine Woche später lag der Anteil marktfähiger Köpfe in diesen Varianten nicht mehr über dem der Kontrolle.

Lediglich in der Variante mit Pflanzung in Mulchfolie wurden an beiden Terminen höhere Ausbeuten als in der Kontrolle erzielt. Zudem wies diese Variante einen deutlichen Entwicklungsvorsprung auf. Bei gleicher Düngung wie in der Kontrolle lagen hier die Kopfgewichte zum ersten Erntetermin um 100 g über denen der Standardvariante.

Die Beerntung an zwei Terminen offenbarte einen Entwicklungsrückstand der Phacelia-Variante zur Kontrolle von ca. 6 Tagen. In den Varianten 2, 3 und 4 mit Kreuzblütler-Gründüngungen war dieser etwas geringer.

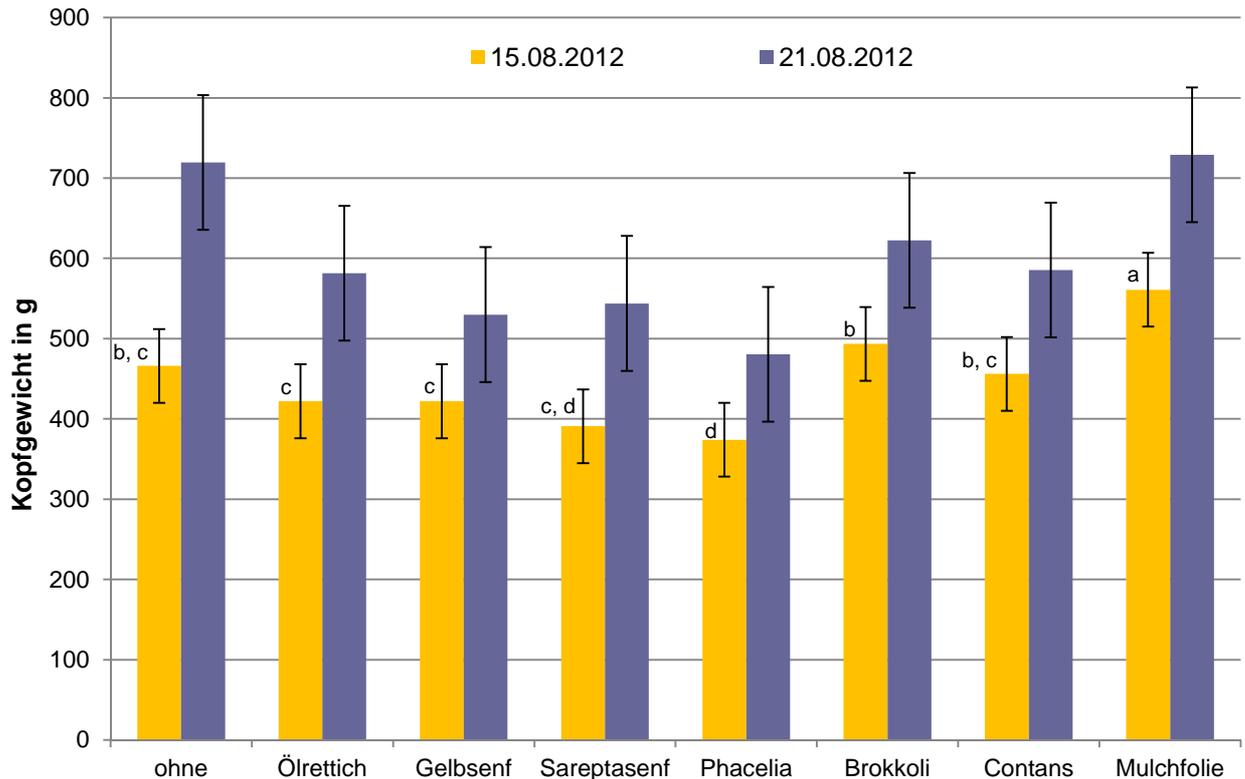


Abb. 3: Auswirkung der Vorkultur bzw. Behandlung auf das Kopfgewicht 2012 an zwei Ernteterminen (Fehlerbalken entsprechen Grenzdifferenz)

Zur Aussaat der Vorkulturen waren in 0 – 30 cm 10 kg N/ha verfügbar. Die N_{\min} -Proben vor Pflanzung waren wegen technischer Probleme nicht auswertbar. Die Stickstoffverfügbarkeit zwei Wochen vor dem ersten Erntetermin des Salates unterschied sich deutlich (Tab. 3). Die Varianten 1, 7 und 8 ohne Vorkultur sowie die Variante mit der Fruchtfolge Brokkoli – Salat wiesen die höchste N-Verfügbarkeit auf. In der Variante mit Vorkultur Phacelia wurde zu diesem Zeitpunkt mit ca. 40 kg N/ha schon ein Niveau erreicht bzw. unterschritten, welches bei Salat zum Erntezeitpunkt als N-Mindestvorrat vorliegen sollte. Hiermit erklärt sich der Entwicklungsrückstand dieser Variante. Die N_{\min} -Werte zum ersten Erntetermin lagen in allen Varianten mit Vorkulturen, außer der mit Brokkoli, auf einem sehr niedrigen Niveau, womit sich die geringeren Kopfgewichte dieser Varianten erklären lassen. Der Mulchfolieneinsatz hatte keine Auswirkungen auf die N-Verfügbarkeit in den letzten 2 Wochen bis zur Ernte. Da jedoch in den ersten 11 Tagen nach Pflanzung des Salates die Tageshöchsttemperaturen 20 °C nicht überschritten, ist der deutliche Verfrühungseffekt vermutlich auf eine schnellere und höhere N-Mineralisation zu Kulturbeginn durch die stärkere Bodenerwärmung unter Mulchfolienabdeckung zurückzuführen. Die Stickstoffwiederfindung war zum ersten Erntetermin dementsprechend auch ca. 20 kg höher als in den gleichgedüngten Varianten 1, 6 und 7 (Tab. 3).



Ausfall durch Sclerotinia-Befall



Pflanzung in Mulchfolie, Variante mit den geringsten Ausfällen

Tab. 3: Ergebnisse der N_{\min} -Untersuchungen 2 Wochen vor und zur 1. Ernte und Stickstoffwiederfindung zum ersten Erntetermin

Variante	N_{\min} in 0 – 30 cm in kg/ha		N- Wiederfindung in kg/ha	
	01.08.2012	16.08.2012	N im Salat-Aufwuchs + N_{\min} Ernte	
	2 W. vor Ernte	1. Ernte		
1	Brache	124	45	118
2	Ölrettich	64	25	92
3	Gelbsenf	63	25	93
4	Sareptasenf	59	20	82
5	Phacelia	37	25	82
6	Brokkoli	81	35	113
7	Contans	86	41	115
8	Mulchfolie	80	46	135

Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Versuches 2012 lassen keine Wirksamkeit des Biofumigationsverfahrens erkennen. Es zeigte sich eher ein Zusammenhang zwischen Wüchsigkeit des Bestandes und der Befallsintensität. Im Nachhinein müssen auch die Befallsunterschiede 2011 derart erklärt werden. Lediglich mit Pflanzung in Mulchfolie konnten höhere Ausbeuten bei gleichzeitig schnellerer Kulturentwicklung erzielt werden. Der Einsatz von Contans zweieinhalb Monate vor Pflanzung entsprechend der Anwendungsempfehlung erbrachte keine Wirkung. Hier besteht weitergehender Untersuchungsbedarf.

Aktuelle Laboruntersuchungen an der Hochschule Osnabrück (Neubauer et al., 2013) haben gezeigt, dass die beim Biofumigationsverfahren theoretisch maximal zu erzielenden Isothiocyanat-Konzentrationen, weniger als ein Fünftel des bei Anwendung von Basamid entstehenden Methylisothiocyanats ausmachen. Mit den durch Biofumigation maximal erreichbaren Konzentrationen konnte in diesen Versuchen der Erreger *Verticillium longisporum* nicht hinlänglich reguliert werden. Auf Grund der Verluste die beim Biofumigationsverfahren zwangsläufig auftreten, z.B. durch unzureichende Zerkleinerung, mangelnde Nachverdichtung

des Bodens, zu geringe Bodenfeuchte oder Verflüchtigung der Isothiocynate, muss in der Praxis von noch geringeren und damit unwirksamen Konzentrationen ausgegangen werden. Gelegentlich auch in anderen Versuchen auftretende positive Wirkungen werden ihre Ursache eher in sonstigen Vorruchteffekten haben, als in der Biofumigationswirkung. Ein Ansatz die Wirkstoffkonzentrationen zu erhöhen, ist die Verwendung von Samenmehlen, zum Beispiel des Braunen Senfes. Ein derartiges Produkt aus Italien (BioFence) ist bereits auf dem Markt.

Man sollte sich aber auch Fragen, ob ein biologisches Verfahren, welches chemisch nahezu identische Wirkstoffe erzeugt wie synthetische, heutzutage verbotene Bodenentseuchungsmittel, für den Einsatz im ökologischen Gemüseanbau akzeptabel ist. Bei gleich hohen Wirkstoffkonzentrationen muss mit einer ähnlichen Auswirkung auf das Bodenleben wie bei einer Bodenentseuchung mit Basamid gerechnet werden.

Es wurde versucht, in allen Varianten ein ähnliches Stickstoffangebot zu realisieren. Varianten ohne Vorkultur erhielten daher zum Salat 50 kg N/ha, bei einer angenommenen Nettomineralisation von 60 % dementsprechend netto 30 kg N/ha, zusätzlich. Dies sollte in etwa der Nachlieferung aus den Vorkulturen entsprechen. Die Werte zur N-Wiederfindung lassen für die Variante mit Brokkoli eine gute Übereinstimmung mit dieser Annahme erkennen, während bei den Varianten mit Ölrettich und Gelbsenf nur wenig Stickstoff aus der Vorkultur freigesetzt wurde. In den Fruchtfolgen Sareptasenf bzw. Phacelia vor Salat wurden im Aufwuchs und im Boden zur 1. Ernte 35 kg N/ha weniger vorgefunden als in der Kontrollparzelle. Hier muss sogar von einer teilweisen Festlegung des gedüngten Stickstoffs ausgegangen werden. Die Ursache liegt vermutlich in den hohen C:N Verhältnissen dieser Vorkulturen.

Literatur:

Neubauer, C., Heitmann, B., Laun, N. (2013). Wirkt die Biofumigation gegenüber Verticillium? Gemüse, 2: 20-23