

Einfluss organischer und mineralischer Additive auf Pflanzenwachstum sowie Pathogenspektrum in Rhizosphäre und Wurzeln beim Nachbau von Apfel

Die Ergebnisse – kurzgefasst

Unter Nutzung von Bodenproben aus einer konventionell (konv) bzw. ökologisch (oek) bewirtschafteten Apfelanlage wurde in diesem Gefäßversuch der Effekt unterschiedlicher Komposte und eines Tonminerals auf das Wachstum von Apfel (Malus-Unterlage M26) getestet. Zusätzlich wurde per semiquantitativem DNA-Multiscan ein Spektrum typischerweise vorkommender Pilze und Oomyceten (insgesamt 59) in der Rhizosphäre und den Wurzeln untersucht. Die Testbehandlungen bestanden aus einer Mischung des Additivs mit dem unbehandelten Boden (aus konv bzw. oek) sowie jeweils einem Additiv-freien und unbehandelten bzw. einem teilsterilisierten (gedämpften) Boden. Nach 10 Kulturwochen führte die Teilsterilisation in allen Fällen zu signifikant höheren Pflanzenbiomassen verglichen mit dem unbehandelten Boden, dabei blieben die Additive ohne signifikanten Effekt. Unabhängig vom getesteten Additiv und Bodenursprung dominierten in den Wurzeln *Pythium* spp. und *Fusarium* spp., geringfügig detektiert wurden auch *Cylindrocarpon destructans* und *Rhizoctonia fragariae*. Im unbehandelten Boden in oek kultivierte Wurzeln enthielten als einzige *Trichoderma* sp. und wiesen tendenziell eine geringere Abundanz von *Pythium* spp. auf als solche in konv. Die im unbehandelten Boden detektierten Pilze und Oomyceten konnten durch die Teilsterilisation vollständig unterdrückt werden, mit der Ausnahme von *Fusarium oxysporum* welcher weiterhin die Apfelwurzeln besiedelte. Die Ergebnisse legen nahe, dass die starke Wurzelbesiedelung durch *Pythium* spp. und *Fusarium* spp. zusammen eine größere Rolle bei der Wachstumsreduktion im Apfelnachbau innehatte als die durch *Fusarium oxysporum* allein. Die mit den Komposten einhergehende mikrobielle Gemeinschaft veränderte die Abundanz der in den Wurzeln dominierenden Pilze und Oomyceten nicht konsistent.

Versuchsfrage und Versuchshintergrund

Wie verändern sich beim Apfelnachbau durch die Gabe organischer und mineralischer Additive Spektrum und Abundanz von Nachbau-typischen Pilzen und Oomyceten in der Rhizosphäre?

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit erfolgen Neupflanzungen von Apfel-Dauerkulturen oft auf derselben Fläche, auf der zuvor bereits ein bis zwei Generationen Apfelbäume standen und der Nachbau dort kann erhebliche Ertragsrückgänge zur Folge haben. Die eigentliche Ursache ist nach wie vor nicht vollständig geklärt, jedoch geht die Nachbaukrankheit meist einher mit einem verstärkten Befall der Jungpflanzenwurzeln mit pilzlichen und pilzähnlichen Mikroorganismen (insbesondere *Fusarium* spp. und *Pythium* spp.) sowie mit der Anreicherung von Autotoxinen und Allelochemikalien im Boden. Es wird angenommen, dass die negativen Auswirkungen auf sandigen Böden stärker sein können als auf solchen mit hohem Lehmanteil.

Nachdem die chemische Bodenbehandlung in Deutschland nicht mehr zulässig ist, wurde die Entwicklung geeigneter alternativer Maßnahmen zur Überwindung der Nachbauprobleme angestrebt. Im Projekt NewSoil21 wurden dafür ausgewählte Additive sowohl durch Feldversuche in Brandenburger Betrieben als auch durch Gefäßversuche unter reproduzierbaren Bedingungen am IGZ Großbeeren untersucht. Mit dem vorliegenden Gefäßversuch wurde der Grad des

Einfluss organischer und mineralischer Additive auf Pflanzenwachstum sowie Pathogenspektrum in Rhizosphäre und Wurzeln beim Nachbau von Apfel

Wachstumsrückganges von Apfeljungpflanzen im Nachbau untersucht unter Nutzung des Bodens einer konventionell bzw. ökologisch bewirtschafteten Apfelanbaufläche. Es wurden teilsterilisierte bzw. unbehandelte Böden mit und ohne Gabe verschiedener Additive gegenübergestellt. Die verwendeten Versuchsböden waren Bodenmischproben, welche aus je ca. 0,7 ha großen Flächen in 0-25 cm Tiefe entnommen wurden (Gesamtmenge ca. 1 m³). Die Flächen dienten direkt zuvor mindestens 24 Jahre als Apfel-Ertragsanlagen. Die Böden wurden klassifiziert als schwach lehmiger Sand mit Bodenwertzahlen zwischen 29 und 38, in externen Vorabuntersuchungen wurden für alle getesteten Böden wandernde Wurzel nematoden als möglicher Schadfaktor ausgeschlossen.

Ergebnisse im Detail



Die resultierende **Biomasse** lag im Mittel bei Pflanzen in gedämpftem (D) Boden signifikant (130-145%) höher als in unbehandeltem Boden (uK), dies blieb unabhängig vom getesteten Additiv. In beiden Böden (oek bzw. konv) wiesen die Pflanzen vergleichbare Wachstumssteigerungen durch das Dämpfen auf. Der prozentuale mittlere Triebhöhenunterschied zwischen Variante ‚D‘ gegenüber ‚uK‘ lag bei 142% bis 176% in den Böden der Fläche konv bzw. oek (Tabellen 1 u. 2).

Vergleich der Pathogenspektren in Rhizosphäre und Wurzeln (Tabelle 3): Unabhängig vom applizierten Additiv und der Bodenbehandlung dominierten in Rhizosphäre und Wurzeln *Fusarium oxysporum* und *F. solani* sowie *Pythium* spp. in Form von *P. sylvaticum*, *P. ultimum* und *P. irregulare*. Deutlich schwächer vertreten mit einer Signalstärke von ≤ 2 waren *Cylindrocarpon destructans*, *Rhizoctonia fragariae*, *Alternaria* sp., *P. aphanidermatum* und *Stemphyllium* sp. (Tabelle 3). Ausschließlich in der Rhizosphäre des unbehandelten Bodens nicht jedoch in den Wurzeln detektiert wurden mit sehr geringer Abundanz *Phytophthora* sp. (darunter *P. cactorum*), *R. solani* und *Venturia inaequalis*.

Durch das Dämpfen des Bodens wurde die Wurzelbesiedelung durch sämtliche in der Rhizosphäre vom unbehandelten Boden detektierten (Signalstärke ≥ 2) Organismen verhindert mit der Ausnahme von *Fusarium oxysporum* (Tabelle 3).

Vergleich der Organismenspektren in den Wurzeln aus konv vs. oek (Tabelle 4): In den Wurzeln vom unbehandelten Boden dominierten in beiden Bodenursprüngen (konv und oek) unabhängig vom getesteten Additiv *Pythium* spp. und *Fusarium* spp. und schwächer (Signalstärke ≤ 2) vertreten waren *Cylindrocarpon destructans*, *Rhizoctonia fragariae* und *Alternaria* sp. (Tabelle 4). In unbehandeltem Boden aus oek kultivierte Wurzeln wiesen tendenziell geringere Abundanzen von *Pythium* spp. auf als solche aus konv.

Durch das Dämpfen des Bodens wurde die Wurzelbesiedelung durch alle in der Rhizosphäre vom unbehandelten Boden detektierten dominierenden Pathogene unterdrückt mit der Ausnahme von *Fusarium oxysporum*. Ausschließlich in der teilsterilisierten Bodenbehandlung trat eine Spontanbesiedelung der Wurzeln mit *Alternaria* sp. auf. *Trichoderma* sp. (allgemein nicht als Pathogen

Einfluss organischer und mineralischer Additive auf Pflanzenwachstum sowie Pathogenspektrum in Rhizosphäre und Wurzeln beim Nachbau von Apfel

eingestufter Boden-Pilz), wurde ausschließlich in den Wurzeln vom unbehandelten Boden aus oek identifiziert, unabhängig vom applizierten Additiv.

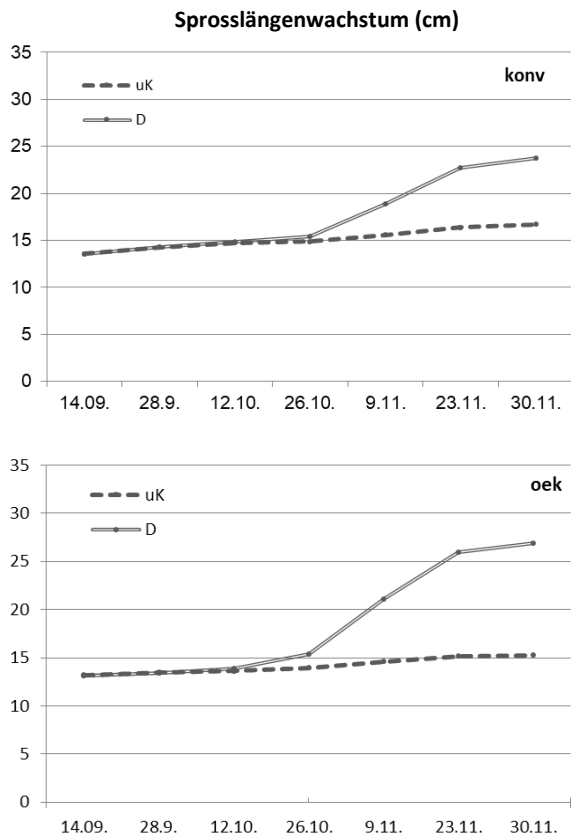


Abbildung 2: Kumulatives Sprosslängenwachstum (cm) in der unbehandelten (uK) bzw. gedämpften (D) Bodenbehandlung im zehnwöchigen Versuchsverlauf, getrennt dargestellt für den Bodenursprung konv bzw. oek.

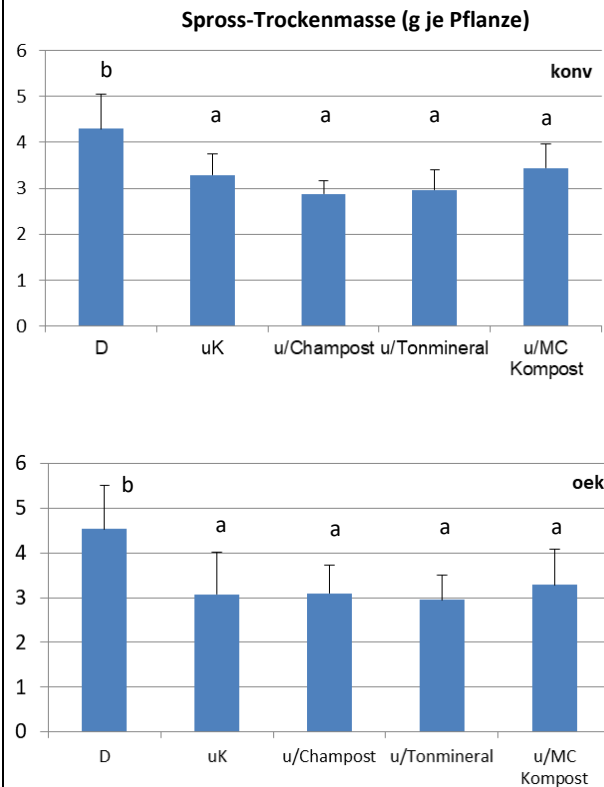


Abbildung 3: Sprosstrockenmasse in g je Pflanze (Mittelwert und Standardabweichung). Mittelwerte mit jeweils gleichen Kleinbuchstaben sind statistisch nicht signifikant unterschiedlich (Tukey-Test, n=8, getrennt für den Bodenursprung konv bzw. oek).

Tabelle 1: Mittlerer prozentualer Unterschied der Sprosslänge und Sprosstrockenmasse (TM) nach 10 Wochen Kulturdauer dargestellt für die jeweilige Bodenherkunft in der Variante (uK) gegenüber (D) (n=8).

Boden	Unterschied* Sprosslänge	Unterschied* Spross TM (g)
,konv'	142%	130%
,oek'	176%	145%

*Prozentualer Unterschied = Mittelwert in Behandlung (D) x100 / Mittelwert in Behandlung (uK). TM: Trockenmasse

Tabelle 2: Ergebnis der einfaktoriellen ANOVA für den Faktoreffekt der beiden Bodenbehandlungen auf die Sprosslänge und Sprosstrockenmasse am Versuchsende (s. Tab. 1). Statistisch signifikante P-Werte sind fett hervorgehoben.

Boden	Unterschied Sprosslänge	Unterschied Spross TM
,konv'	0,027	0,005
,oek'	0,002	0,009

Einfluss organischer und mineralischer Additive auf Pflanzenwachstum sowie Pathogenspektrum in Rhizosphäre und Wurzeln beim Nachbau von Apfel

Tabelle 3: Ergebnisse für Proben der Rhizosphäre (R) und gewaschenen Wurzeln (W) für die im Boden aus Betrieb konv (konventionell) kultivierten Apfelpflanzen. Dargestellt ist die Stärke des DNA-Hybridisierungssignals des DNA-Multiscan® in Proben der Rhizosphäre („R“ linke Seite) bzw. Wurzeln („W“ rechte Seite), (0= nicht detektiert, 1= schwaches Signal, 6= sehr starkes Signal), angegeben als Mittelwert (n=3) ± Standardabweichung (siehe kleine Ziffern); n.a. = nicht analysiert. Ausführung des DNA-Multiscan® durch Fa. Scientia terrae.

Betrieb „konv“									
	Gedämpft		Unbehandelt		Unbehandelt +Champost		Unbehandelt +MC Kompost		
	R	W	R	W	R	W	R	W	
<i>Alternaria</i> sp.	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0
<i>Athelia rolfsii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Botryosphaeria</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Botrytis</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Botrytis cinerea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Colletotrichum</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Colletotrichum acutatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Colletotrichum fragariae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coniothyrium fuckelii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Corynespora cassicola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cylindrocarpum destructans</i>	2,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,7	0,0	0,0	1,0
<i>Cylindrocladium</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplocarpon rosae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dydimella</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eutypa lata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fusarium</i> sp.	6,0	4,3	4,0	6,0	4,0	5,7	5,7	3,7	3,7
<i>Fusarium oxysporum</i>	3,5	3,0	3,7	5,0	3,7	2,7	3,7	1,7	0,6
<i>Fusarium solani</i>	3,0	0,7	2,7	3,3	2,3	3,0	3,0	3,0	0,0
<i>Geotrichum candidum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gnomonia comari</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Macrophoma phaseolina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Myrothecium roridum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Penicillium</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Penicillium expansum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pestalotiopsis</i> sp. (group longisetula)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pestalotiopsis</i> sp. (group rosea)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phomopsis obscurans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora</i> sp.	0,0	0,0	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora cactorum</i>	0,0	0,0	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora capsici</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora citricola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora cryptogea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora drechsleri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora fragariae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora idaei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora nicotianae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phytophthora ramorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Podosphaera leucotricha</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pythium</i> sp.	6,0	0,0	3,7	4,3	5,0	5,7	5,3	2,7	2,1
<i>Pythium aphanidermatum</i>	0,0	0,0	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pythium disotocum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pythium irregulare</i>	0,0	0,0	2,7	1,3	4,7	0,3	4,7	0,6	0,0
<i>Pythium sylvaticum</i>	4,0	0,0	3,0	4,0	4,7	3,7	4,7	2,3	1,5
<i>Pythium ulimum</i>	6,0	0,0	2,0	2,3	4,7	5,7	3,7	1,7	2,9
<i>Rhizoctonia fragariae</i>	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
<i>Rhizoctonia solani</i>	0,0	0,0	1,3	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sclerotinia</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sclerotinia minor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Stenphyllum</i> sp.	0,0	0,7	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Thielaviopsis basicola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Venturia inaequalis</i>	0,0	0,0	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Verticillium</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Verticillium albo-atrum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Verticillium dahliae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trichoderma</i> sp.	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0
<i>Trichoderma harzianum</i>	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	n.a.	0,0	0,0

Einfluss organischer und mineralischer Additive auf Pflanzenwachstum sowie Pathogenspektrum in Rhizosphäre und Wurzeln beim Nachbau von Apfel

Tabelle 4: Ergebnisse für die gewaschenen Wurzeln der Apfelpflanzen, zuvor kultiviert im Boden aus Betrieb konv (konventionell) bzw. oek (ökologisch). Dargestellt ist die Stärke des DNA-Hybridisierungssignals des DNA-Multiscan® in den Wurzelproben (0= nicht detektiert, 1= schwaches Signal, 6= sehr starkes Signal) angegeben als Mittelwert (n=3) ± Standardabweichung (siehe kleine Ziffern); n.a. = nicht analysiert. Ausführung des DNA-Multiscan® durch Fa. Scientia terrae.

	Betrieb ‚konv‘						Betrieb ‚oek‘					
	Gedämpft	Unbehandelt	Unbehandelt +Tonmineral	Unbehandelt +Champost	Unbehandelt +MC Kompost		Gedämpft	Unbehandelt	Unbehandelt +Tonmineral	Unbehandelt +Champost	Unbehandelt +MC Kompost	
<i>Alternaria sp.</i>	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,7	0,0	
<i>Athelia rolfsii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Botryosphaeria sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Botrytis sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Botrytis cinerea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Colletotrichum sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Colletotrichum acutatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Colletotrichum fragariae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Coniothyrium fückelii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Corynespora cassicola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Cylindrocarpum destructans</i>	0,0	1,3	1,3	1,7	1,0	0,0	0,0	1,3	1,2	0,3	1,7	
<i>Cylindrocarpum sp.</i>	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Diplocarpon rosae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Dydymella sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Eutypa lata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Fusarium sp.</i>	4,3	6,0	3,3	5,7	3,7	0,6	4,3	5,7	6,0	4,7	5,3	
<i>Fusarium oxysporum</i>	3,0	5,0	2,0	2,7	1,7	0,6	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	
<i>Fusarium solani</i>	0,7	5,3	3,3	3,0	3,0	0,0	0,7	3,0	2,0	1,3	3,7	
<i>Geotrichum candidum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Gnomonia comari</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Macrophomina phaseolina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Myrothecium roridum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Penicillium sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Penicillium expansum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Pestalotiopsis sp. (group longise)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Pestalotiopsis sp. (group rosea)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phomopsis obscurans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora cactorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora capsici</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora citricola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora cryptogea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora drechleri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora fragariae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora idaei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora nicotianae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phytophthora ramorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Podosphaera leucotricha</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Pythium sp.</i>	0,0	4,3	2,7	5,7	2,7	2,1	0,0	2,0	2,0	2,0	5,0	
<i>Pythium aphanidermatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Pythium dissotocum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Pythium irregulare</i>	0,0	1,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	2,0	3,5	0,0	0,3	
<i>Pythium sylvaticum</i>	0,0	4,0	2,7	3,7	2,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7	
<i>Pythium ultimum</i>	0,0	2,3	1,0	5,7	1,7	2,9	0,0	2,0	3,5	1,7	5,0	
<i>Rhizoctonia fragariae</i>	0,0	1,3	0,0	0,0	0,3	0,6	0,0	1,0	1,0	1,3	0,3	
<i>Rhizoctonia solani</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Sclerotinia sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Sclerotinia minor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Stemphylium sp.</i>	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Thielaviopsis basicola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Venturia inaequalis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Verticillium sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Verticillium albo-atrum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Verticillium dahliae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Trichoderma sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,7	0,0	1,7	
<i>Trichoderma harzianum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Einfluss organischer und mineralischer Additive auf Pflanzenwachstum sowie Pathogenspektrum in Rhizosphäre und Wurzeln beim Nachbau von Apfel

Kultur- und Versuchshinweise

Sorte: *Malus domestica*, Unterlage ‚M26‘, aus steriler Vermehrung

Pflanzung und Düngung:

2,5-L Kunststofföpfe wurden mit je 2 L Boden aus den Apfelflächen ‚konv‘ bzw. ‚oek‘ befüllt und mit je einer Apfelpflanze (mittlere Sprosslänge 13 cm) bepflanzt. Die ursprünglichen Bodenproben aus den Flächen ‚konv‘ und ‚oek‘ enthielten im Mittel folgende Gehalte pflanzenverfügbarer Makronährstoffe (mg je kg Bodentrockenmasse): 2 N, 60 P, 110 K und 90 Mg. Die im jeweiligen Boden vorhandenen Nährstoffe wurden zu Versuchsbeginn mit einer mineralischen Düngung ergänzt, d.h. durch Einmischen der gelösten Salze in den jeweiligen Boden. Insgesamt waren (mg je Topf) 300 N, 300 K, 70 P, 90 Mg, 40 Ca, 64 S, 10 Fe, 2 Zn, 2 B, 1 Cu und 0,2 Mo pflanzenverfügbar.

Versuchsbehandlungen:

Die Böden aus der jeweiligen Fläche waren vor Versuchsbeginn entweder

- 1) unbehandelt belassen und ohne Additiv (**uK**)
- 2) gedämpft bei 100°C über 1 h und ohne Additiv (**D**)
- 3) unbehandelt, mit der Beimischung von Champost (10 g TM/L)
- 4) unbehandelt, mit der Beimischung von Tonmineral (10 g TM/L)
- 5) unbehandelt, mit der Beimischung von mikrobiell karbonisiertem (**MC**) Kompost (10 g TM/L)

Versuchsanordnung:

Einfaktorieller Gefäßversuch mit 5 Faktorstufen (Bodenbehandlungen) und 8 Wiederholungen je Stufe, vollständig randomisierte Verteilung auf Rolltischen

Bewässerung:

Ziel-Bodenwassergehalt: 15% (w/w), die tägliche Bewässerungsmenge mit entionisiertem Wasser entsprach dem wöchentlich gravimetrisch ermittelten Wasserverlust

Kulturzeitraum: 14.9.2017 bis 30.11.2017

Gewächshaus: Venlo, Kabinengröße 64 m²

Temperaturen: Tag 16-20°C/Nacht 13-15°C

Danksagung

NewSoil21 ist ein Projekt der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“.