



Gerard Poldervaart
gerard.poldervaart@fruitmagazine.eu



Marcel Wenneker, PPO-Fruit
marcel.wenneker@wur.nl

Gibt es Alternativen zur chemischen Bodenentseuchung?

Die chemische Bodenentseuchung ist in Europa in die Kritik geraten. An diversen Orten werden Versuche zu alternativen Methoden der Bodenentseuchung und anderen Maßnahmen zur Wachstumsförderung von Bäumen im Nachbau durchgeführt.

Jeder Obstbauer weiß, dass Obstbäume, die auf einer Parzelle gepflanzt werden, auf der bereits früher Obstbäume gestanden haben, schwächer wachsen als Bäume, die auf einem Stück Boden gepflanzt werden, auf dem noch nie Obstbäume gestanden haben. Da die Obstbauern ihre Obstanlagen immer schneller roden und wieder neu bepflanzen und die Bäume beispielsweise aufgrund einer vorhandenen

Hagelnetzkonstruktion immer öfter wieder an exakt derselben Stelle gepflanzt werden, kommt es auch öfter vor, dass die Bäume schlecht wachsen. Die Ursachen dieser Bodenmüdigkeit (auf Englisch „Specific Apple Replant Disease“ bzw. „SARD“ genannt) sind vielfältig und noch nicht völlig geklärt. Sicher ist nur, dass es mehrere Ursachen gibt. Neben Nematoden (vor allem *Pratylenchus penetrans*) spielen Bodenpilze und -Bakterien wie *Phytophthora*, *Pythium*, *Penicillium*, *Pseudomonas* und Aktinomyzeten eine Rolle bei Bodenmüdigkeit. Diese saprophytischen Organismen können die jungen Pflanzenwurzeln beschädigen oder das Wachstum der Pflanzenwurzeln hemmen.



Auf den Parzellen mit chemischer Bodenentseuchung wuchsen die Bäume am stärksten.

EFM

Große Vielzahl an Präparaten

Für die „Bekämpfung“ der schädlichen Pilze gibt es theoretisch diverse Möglichkeiten. Durch Erhitzung (Dämpfen) des Bodens auf eine Temperatur über 90° C werden die meisten Pilze und Bakterien abgetötet. Dies ist in einer Obstanlage jedoch kaum durchführbar und (zu) teuer.

Eine andere Möglichkeit, um schädliche Pilze, aber auch Nematoden im Boden abzutöten, ist die Biofumigation. Kreuzblütler wie Senf und Raps enthalten Glucosinolate, aus denen nach dem Häckseln Isothiocyanat, ein Bodendesinfektionsmittel, entsteht. Eine dritte Möglichkeit ist der Einsatz von antagonistischen Mikroorganismen wie *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma spp.* und *Streptomyces spp.* Diese Pilze siedeln sich im Boden an und verhindern so, dass schädliche Mikroorganismen in Aktion treten können. Das Problem ist, dass diese Mittel nicht wirken, wenn bereits Bodenmüdigkeit eingetreten ist. Diese Präparate müssen präventiv eingesetzt werden.

Mykorrhizen haben eine eher indirekte Wirkung auf Bodenmüdigkeit. Mykorrhiza-Pilze fördern das Wachstum der Pflanzenwurzeln und sollen so dafür sorgen, dass der Baum weniger unter Bodenmüdigkeit leidet.

Sowohl Antagonisten als auch Mykorrhizen sind in diversen Präparaten zu kaufen. Das Problem ist, dass es kaum Versuche gibt, in denen der Beweis geliefert wurde, dass diese Präparate tatsächlich wirken. Glücklicherweise werden an mehreren Orten Versuche durchgeführt, in denen die Wirkung einer Vielzahl von Produkten getestet wird.

Nematoden und Bodenmüdigkeit

Die Erkenntnis, dass Pilze eine Rolle bei Bodenmüdigkeit spielen, ist noch nicht so alt. Von Nematoden ist hingegen schon lange bekannt, dass sie Bodenmüdigkeit verursachen können. Vor allem auf leichteren Böden kommen Nematoden oft vor und sind für ein schlechtes Wachstum der Bäume verantwortlich. Nematoden lassen sich mit chemischer Bodenentseuchung relativ gut bekämpfen. In vielen Ländern ist die chemische Bodenentseuchung jedoch in die Kritik geraten. An diversen Orten wird daher nach Alternativen zur chemischen Bodenentseuchung gesucht. Es ist jedoch nicht einfach, die Wirkung einer chemischen Bodenentseuchung zu erreichen.

Umfassender Versuch gestartet

Im Auftrag und mit der Finanzierung des niederländischen Ministeriums für Landwirtschaft, Natur und Lebensmittelqualität führte das Forschungsinstitut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) Versuche über Alternativen zur Reduktion von Bodenmü-



Zu schwach wachsende Bäume ohne Behandlung (Schwarzbrache).

digkeit auf Sandböden durch. Diverse Methoden wurden mit der chemischen Standardbodenentseuchung verglichen (siehe Kasten).

Die Bodenproben ergaben, dass die traditionelle chemische Bodenentseuchung bei Weitem die meisten Nematoden im Boden getötet hatte (siehe Abbildung 1). Auch die Aussaat von Tagetes führte zu einer relativ guten Abtötung der Nematoden. Dasselbe galt für die kombinierte Methode, bei der zuerst Tagetes gesät, die Tagetes-Pflanzen dann in den Boden in die Erde eingearbeitet und schließlich der Boden mit Plastik abgedeckt wurde. Die übrigen Behandlungen (Schwarzbrache, biologische Bodenentseuchung mit Sandhafer oder Biofumigation) wirkten nicht oder in viel geringerem Ausmaß.



Die Aussaat von Tagetes sorgte für eine erhebliche Reduktion der Nematodenanzahl im Boden.

Versuch mit sieben Behandlungen

Im Jahr 2007 führte PPO auf einer 1 Hektar großen Parzelle mit Sandboden sieben verschiedene Behandlungen durch, um die Bodenmüdigkeit zu reduzieren. Der Versuch wurde in fünf Wiederholungen (Jede Versuchsparzelle 9 mal 20 Meter) auf einer Fläche angelegt, auf der im Frühjahr 2007 fünf Jahre alte Apfelbäume (Topaz) gerodet worden waren, weil sie aufgrund eines schweren Nematodenbefalls nicht mehr wachsen wollten. Im Frühjahr 2009 wurden auf der Parzelle wieder Apfelbäume (Elstar und Roter Boskoop) gepflanzt, um die Auswirkungen der Bodendesinfektion auf Wachstum und Fruchtbehang bestimmen zu können.

2007 wurden die folgenden Behandlungen durchgeführt:

- 1. Unbehandelte Kontrolle:** Der Boden wird unkrautfrei gehalten (Schwarzbrache).
- 2. Chemische Bodenentseuchung** mit Metam-Natrium (Monam, Wirkstoff *Methylisothiocyanat*). Der Boden wurde sowohl 2007 als auch 2008 entseucht. Es wurden 750 Liter pro Hektar verwendet. Kosten: circa 1.700 €.
- 3. Anbau von Tagetes** (*Tagetes patula*): Zwischen Mitte Mai und Mitte Juli wurden 6 Kilo pro Hektar gesät. Wenn Nematoden in die Tagetes-Wurzeln eindringen und Zellen anstecken, bildet die Pflanze als Reaktion einen ozonartigen Stoff, der die Nematoden tötet. Kosten: circa 500 €.
- 4. Biologische Bodenentseuchung:** In dieser Behandlung wurden pro Hektar 100 Kilo Sandhafer (*Avena strigosa* cv. Pratex) gesät. Der Hafer wurde im Oktober gehäckselt, in den Boden eingearbeitet und der Boden wird danach fünfzehn Wochen lang mit Plastik abgedeckt. Die mit Erde vermischte organische Substanz (50 Tonnen pro Hektar) wird zersetzt. Dabei wird dem Boden Sauerstoff entzogen und es entstehen Substanzen, die Nematoden, Bodenpilze und manche Wurzelunkräuter abtöten. Kosten: circa 4.250 €.
- 5. Tagetes plus biologische Bodenentseuchung:** Statt Sandhafer wurden in dieser Behandlung Tagetes gesät, in den Boden eingearbeitet und danach der Boden mit Plastik abgedeckt. Kosten: circa 4.500 €.
- 6. Biofumigation:** In dieser Behandlung wurde Sarepta-Senf gesät, im Herbst gehäckselt und in den Boden eingearbeitet. Bei der Zersetzung von Sarepta-Senf entstehen Gase (unter anderem Isothiocyanat), die Bodenpilze und Nematoden abtöten. Bei Biofumigation braucht der Boden nicht mit Plastik abgedeckt zu werden. Nach der Einarbeitung der organischen Substanz in den Boden wird beregnet, um den Zersetzungsprozess in Gang zu bringen. Kosten: circa 500 €.
- 7. Kompost:** Bodenstruktur und Bodenleben werden durch die Ausbringung von 50 Tonnen Kompost pro Hektar verbessert. Kosten: circa 2.000 €.

2008 wurde auf der ganzen Parzelle Sandhafer gesät.



Die Versuchsparzelle.

Wachstumsniveau

Das Wachstumsniveau der Bäume entsprach der Nematoden abtötenden Wirkung der Behandlungen. Die Bäume auf dem Abschnitt, auf dem chemische Bodenentseuchung angewandt worden war, wuchsen im zweiten Vegetationsjahr eindeutig am stärksten. Auf der gesamten Versuchsparzelle lieferten die Bäume ungeachtet der Behandlung im zweiten Vegetationsjahr aufgrund eines enttäuschenden Fruchtansatzes zu wenig Ertrag. Dadurch war das Baumwachstum in den chemisch desinfizierten Behandlungen vielleicht sogar etwas zu stark. Ob dem so ist, wird sich im dritten und vierten Vegetationsjahr zeigen.

Die Bäume in den Behandlungen, in denen vor der Pflanzung Tagetes gesät wurden, wuchsen deutlich weniger stark als jene in der Behandlung mit chemischer Desinfektion, aber noch immer ausreichend. Dort, wo Tagetes auch in den Boden eingearbeitet und der Boden danach mit Plastik abgedeckt worden war (biologische Bodenentseuchung, war das Wachstumsniveau höher als in der Behandlung, in der Tagetes nur gesät worden waren. Auf den Versuchspartzen, auf denen Schwarzbrache, biologische Bodenentseuchung oder Biofumigation angewandt worden war, war das Wachstum der Bäume anbautechnisch betrachtet wahrscheinlich zu schwach.

Schlussfolgerungen

Die chemische Bodenentseuchung führte eindeutig zur besten Abtötung der Nematoden und zu den am stärksten wachsenden Bäumen (im zweiten Vegetationsjahr). Die Aussaat von Tagetes mit oder ohne Einarbeitung in den Boden und Abdeckung mit Plastik (biologische Desinfektion) ergab ebenfalls gut wachsende Bäume, allerdings mit einem etwas niedrigeren Wachstumsniveau als die Bäume auf dem chemisch desinfizierten Boden. Die Frage ist, welches Wachstumsniveau dem anbautechnischen Ideal am nächsten kommt. Das wird sich in den kommenden Jahren herausstellen müssen. Auf Sandböden mit Nematodenbefall kommt es regelmäßig vor, dass die Bäume nach vier oder fünf Jahren nur noch sehr schwach wachsen. Ein besonders guter Start (also ein gutes Wachstum) kann dann von Vorteil sein. Bleibt die Nematodenpopulation jedoch auf einem niedrigen Niveau, könnte ein etwas schwächeres Wachstum im ersten und zweiten Jahr manchmal besser sein. Von chemischer Bodenentseuchung ist nämlich bekannt, dass die Nematodenpopulation nach ungefähr zwei Jahren wieder auf ein hohes Niveau ansteigen kann. Auf einer Parzelle, auf der Tagetes gestanden haben, dauert dies erwartungsgemäß rund drei bis vier Jahre.



In dieser Behandlung wurden Tagetes gesät, in den Boden eingearbeitet und der Boden dann mit Plastik abgedeckt (biologische Bodenentseuchung).



Biofumigation mit Sarepta-Senf stimulierte die Nematodenanzahl statt sie zu verringern.

Abbildung 1: Anzahl *Pratylenchus*-Nematoden je 100 ml Erde bei der Probe-
nahme im März 2008

