Растителна защита

електронно списание за растителна защита
семена, торове и земеделие
ISSN 2815-522X

Bodenentseuchung in Gewächshäusern

проф. д-р Стойка Машева, ИЗК "Марица", ССА; проф. д-р Винелина Янкова, Институт за зеленчукови култури "Марица" – Пловдив, ССА

Datum 19.10.2026 | **Ausgabe** 10/2026 | **ISSN** 2815-522X | **Sprache** DE
www.plant-protection.com/article/2481?lang=de



Zusammenfassung

Die Gewährleistung wirtschaftlich und ökologisch vertretbarer Methoden zur Bekämpfung von Bodenschädlingen sowie zur Wiederherstellung und Erhaltung der Gesundheit von Böden und Substraten ist eine zentrale Aufgabe für Gemüseproduzenten sowohl im Freiland als auch in Kulturanlagen. Häufig sammeln sich aus verschiedenen Gründen krankheitserregende Organismen und Schädlinge im Boden an, und ihre Anwesenheit gefährdet ganze Produktionszyklen. Der Artikel gibt einen Überblick über die gängigsten Methoden der Bodendesinfektion in Gewächshäusern – physikalische, chemische und biologische – sowie über die Schädlinge, auf die sie abzielen. Zu den physikalischen Methoden gehören die Dampfbehandlung und die Solarisation, einschließlich der physikalischen Parameter, unter denen sie wirksam sind – Temperatur, Feuchtigkeit, Einwirkungsdauer. Unter den chemischen Methoden werden die Begasung mit Basamid Granulat und Nemasol 510, die Ausbringung von Velum Prime SC über das Tropfbewässerungssystem und von Nematrin 10 G mit anschließender Einarbeitung gegen Wurzelgallenälchen erörtert. Zu den biologischen Methoden gehören die Biofumigation und die Einbringung biologischer Mittel in den Boden.

Die Bodendesinfektion ist eine wichtige Maßnahme, da sie die Kulturpflanzen vor Schädlingen und Krankheiten schützt, die Bodenqualität verbessert und ihr gesundes Wachstum und ihre Entwicklung fördert. Sie ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung, weil:

- Sie die Pflanzen schützt. Die Desinfektion beseitigt Krankheitserreger und Schädlinge, die die Pflanzengesundheit und den Ertrag beeinträchtigen;

- Sie die Bodenqualität verbessert: Eine effektive Desinfektion verbessert die Nährstoffaufnahme und erhält ein gesundes Ökosystem, was für gesunde Wurzelsysteme entscheidend ist;

- Sie langfristig vor zukünftigen Problemen schützt. Eine regelmäßige Desinfektion kann dazu beitragen, das Wiederauftreten bodenbürtiger Krankheiten zu verhindern;

Gute Praktiken zur Verbesserung der Wirkung der Desinfektion sind:

- Voruntersuchung des Bodens zur Bestimmung der Zusammensetzung von Krankheitserregern und Schädlingen oder von Nährstoffmängeln;
- Sorgfältige Reinigung der Pflanzenreste der vorherigen Vegetation. Entfernung aller Pflanzen- und sonstigen Materialien von der Oberfläche zur Verbesserung der Effizienz der gewählten Desinfektionsmethode. Reinigung und Waschen des Glases und der Konstruktion.
  Bodenbearbeitung und Befeuchtung entsprechend den Anforderungen der angewandten Methoden.
  Vernichtung von Unkraut rund um das Gewächshaus.
- Nach der Desinfektion wird der Zustand des Bodens untersucht, um ein ausgewogenes Ökosystem zu gewährleisten und zukünftige Probleme zu vermeiden.

Durch die Anwendung dieser guten landwirtschaftlichen Praktiken kann der Boden effektiv desinfiziert werden, was zum Anbau gesünderer Pflanzen und zu höheren Erträgen führt.

Viele Pflanzenpathogene und Schädlinge werden über den Boden übertragen. Dort überwintern sie oder durchlaufen ein bestimmtes Stadium ihrer Entwicklung. Der intensive und monokulturelle Anbau von Gemüsekulturen in Kulturanlagen führt zur Anreicherung pathogener Mikroorganismen und Schädlinge im Boden. Es wird angenommen, dass die durch bodenbürtige Pathogene verursachten Verluste 1/3 der durch alle Pathogene verursachten Verluste ausmachen. Zur Bekämpfung von Bodenschädlingen werden verschiedene Methoden angewandt - physikalische (Dampfbehandlung, Solarisation), chemische (Begasung) und biologische (Biofumigation).

Die Bodendesinfektion zielt darauf ab, zu vernichten: Pathogene, die Umfallkrankheit und Wurzelfäule verursachen; Nematoden; Bodenschädlinge; Unkrautsamen usw.

Physikalische Methoden der Bodendesinfektion

Bodendampfbehandlung

Sie erfasst alle im Boden vorkommenden Schädlingsgruppen. Eine sehr effiziente, aber kostspielige Methode. Sie wird nur in Gewächshauskomplexen mit Gasanschluss angewandt. Der Boden wird mit Dampf 30 Minuten lang auf 82°C erhitzt. Der Dampf dringt tief ein und gewährleistet eine vollständige Desinfektion. Die Dampfbehandlung vernichtet wirksam pathogene Bakterien, Viren und Pilze, ohne chemische Rückstände zu hinterlassen. Wichtige Aspekte bei der Dampfbehandlung sind der Bodenfeuchtigkeitsgehalt und die Behandlungstiefe. Für optimale Ergebnisse sollte der Boden eine Feuchtigkeit von 20% oder weniger aufweisen, um Verdunstung und Wirkungsminderung zu vermeiden. Die Dampfinjektionspunkte sollten 10-15 cm voneinander entfernt liegen, wobei jede Anwendung etwa 3-5 Minuten dauert. Ein Nachteil der Methode ist ihre fehlende Selektivität. Neben den pathogenen Organismen werden auch saprophytische und nützliche Arten vernichtet. Es entsteht ein „biologisches Vakuum“ sowie die Möglichkeit einer schnellen Wiederbesiedlung des Bodens mit Pathogenen – der „Bumerang-Effekt“. Die hohe Temperatur verursacht Veränderungen einiger chemischer Verbindungen, was zu einer Versauerung der Bodenreaktion, der Freisetzung toxischer Substanzen und Veränderungen der Nährstoffverfügbarkeit führt. Bei dieser Behandlung: Nematoden sterben bei bis zu 50^{O}C; bei 60-72^{O}C werden Bakterien und Bodenpilze abgetötet; über 82^{O}C - nahezu alle Unkrautsamen, Viren, Insekten und andere Schädlinge. Ein Behandlungszyklus kann Bodenkrankheiten um bis zu 99% reduzieren, was sie zu einer attraktiven Wahl für Gewächshäuser mit empfindlichen Kulturen oder für solche macht, die mit wiederkehrenden Schädlingen zu kämpfen haben. Um ein gutes Ergebnis zu erzielen, muss der Boden gut vorbereitet sein. Sie kann mit einer anschließenden Ausbringung nützlicher Mikroorganismen kombiniert werden.

Bodensolarisation

Die Solarisation ist eine nichtchemische Methode der Bodendesinfektion mittels Sonneneinstrahlung. Der Boden wird gut befeuchtet, mit transparenter Folie abgedeckt und bei sonnigem Wetter 4-6 Wochen lang belassen. Die Polyethylenfolie dient als Falle zur Aufnahme der Sonnenenergie.



Die Anwendung dieser Methode hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Sie nutzt die Tage intensiver Sonneneinstrahlung im Juli und August, wenn die Tagestemperaturen 32^{o}C überschreiten. Die Temperatur unter der Folie steigt auf Werte, die für Bodenschädlinge und Unkrautsamen tödlich sind.

Vorteile der Methode:

- keine schädliche Wirkung;

- geringe Umweltbelastung;

- länger anhaltende Wirkung auf krankheitserregende Organismen;

- erhöht den Ertrag und die Produktqualität aufgrund biologischer und chemischer Mechanismen;

- eine deutlich kostengünstigere Methode als die Dampfbehandlung;

- es gibt kein „biologisches Vakuum“ und somit keinen „Bumerang-Effekt“, da die Solarisation eine Pasteurisierung des Bodens darstellt. Sie erhält die nützliche Flora und Fauna;

- der Bodenwassergehalt wird verbessert;

- die Mulchperiode kann verkürzt werden, wenn sie mit anderen Methoden kombiniert wird.

Nachteile der Methode:

- die abgedeckte Fläche kann 1-1,5 Monate während der heißesten Zeit des Jahres nicht genutzt werden;

- Unvorhersehbarkeit der klimatischen und biologischen Bedingungen;

- Problem mit dem Recycling von Polyethylen;

- ein im Vergleich zu chemischen Begasungsmitteln begrenzteres Wirkungsspektrum.

Bodenbearbeitung: Der Boden wird so bearbeitet, dass eine glatte Oberfläche entsteht, damit die Polyethylenfolie eng an ihm haftet. Das Vorhandensein grober Fraktionen und Pflanzenreste kann zur Bildung von Lufteinschlüssen führen, die den Boden isolieren und den Anstieg seiner Temperatur auf die erforderlichen wirksamen Werte verringern.

Bodenfeuchtigkeit: Die Bodenfeuchtigkeit muss mindestens 70% der Feldkapazität betragen, und die Tiefe der feuchten Schicht - mindestens 60 cm.

Bodentemperatur: Die effektive Temperatur der solarisierten Fläche muss in einer Tiefe von 10 cm bis zu 60^{o}C erreichen, was die Vernichtung von Unkrautsamen und bodenbürtigen Schädlingen gewährleistet.

Exposition: Erforderliche Einwirkungsdauer – 4-6 Wochen. In Kombination mit anderen Methoden kann dieser Zeitraum verkürzt werden.

Die Wirkung der Solarisation wird verstärkt, wenn nach ihrem Abschluss biologische Präparate wie Trichodermin (10–15 kg/da) und andere in den Boden eingebracht werden.

Eine qualitativ hochwertige Solarisation hängt von der Qualität des Polyethylens, der Bodenfeuchtigkeit, der Lufttemperatur, der Intensität der Sonneneinstrahlung und anderem ab.

Chemische Methoden der Bodendesinfektion

Die Anwendung von Bodenbegasungsmitteln ist entscheidend für die erfolgreiche Bekämpfung von Bodenpathogenen und Schädlingen. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Anwendungsmethoden und -technologien, um eine optimale Ausbringung und Verteilung mit maximaler Wirkung auf den Zielschädling zu gewährleisten. Die meisten der heute noch erhältlichen kommerziellen Begasungsmittel werden in flüssiger Form in der gewünschten Tiefe mit verschiedenen Geräten in den Boden eingebracht. Die Chemikalien werden in flüssiger Phase verteilt und breiten sich durch den Boden aus, um jede von Schädlingen besetzte Nische zu erreichen. Der Bekämpfungsgrad hängt von der Verteilung des Begasungsmittels im Boden, vom Begasungsmittel (und seinen Eigenschaften) und der Dosierung sowie von der Injektionstiefe ab. Letztere ist in der Regel auf 30 cm begrenzt, was nicht immer ausreichend ist. Die Ausbringung von Begasungsmitteln mit Wasser über das Tropfbewässerungssystem gewährleistet die Zufuhr

in tiefere Schichten und ist weltweit die gängigste Praxis. Sie bietet eine gleichmäßige Ausbringung, sofern die Wasserverteilung gleichmäßig ist und die Chemikalie nicht in die tieferen Schichten eindringt. Die Ausbringung von Bodenbegasungsmitteln über die Tropfbewässerung wird hauptsächlich in Saatbeeten und in der Gewächshausproduktion praktiziert. Der Hauptvorteil dieser Art der Ausbringung ist die verbesserte Verteilung der Begasungsmittel im Boden. Sie erfordert jedoch eine spezielle emulgierte Formulierung des Begasungsmittels und ein geeignetes Bewässerungssystem.

Die Kombination von chemischen Begasungsmitteln mit Solarisation ist weithin anerkannt und wird praktiziert. Eine Verbesserung dieser Technik wurde von Eshel et al. (2000) vorgenommen, die zeigten, dass die aufeinanderfolgende Anwendung vonerst Solarisation und dann zwei Wochen später die Injektion eines Begasungsmittels die Schädlingsbekämpfung bei reduzierter Aufwandmenge und Menge des Begasungsmittels weiter verbessert. Dieser Ansatz wird in Israel auf tropfbewässerten Feldern weitgehend übernommen (Gamliel, 2012).

Basamid Granulat (Wirkstoff Dazomet) ist ein Begasungsmittel zur Desinfektion von Böden und Substraten ohne Kulturen. Wirkstoff - Dazomet 98%; LD50 520 mg/kg. Granulares Begasungsmittel. Bei Kontakt mit feuchtem Boden zersetzt sich Dazomet in Methylisothiocyanat, Formaldehyd, Methylamin, Schwefelwasserstoff. Es wird in einer Dosis von 50-70 kg/da ausgebracht.

Wirksam gegen: Nematoden – Wurzelgallen- und Zystennematoden; Bodenpilze – *Pythium, Phytophthora, Verticillium, Fusarium, Rhizoctonia, Pyrenochaeta, Phoma, Didymella* usw.; Unkräuter - Brennnessel, Einjähriges Rispengras, Hirtentäschel, Weißer Gänsefuß, Vogelmiere, Hühnerhirse, Fuchsschwanz, Schwarzer Nachtschatten usw.; Bodenschädlinge – Larven von Drahtwürmern, Erdraupen, Maikäfern usw. In Versuchen, die am Forschungsinstitut für Gemüsekulturen Maritsa in Plovdiv durchgeführt wurden, wurde eine hohe Wirksamkeit des Produkts gegen Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne* spp.) von 96,84% bis 100% berichtet.

Bei Kontakt mit Feuchtigkeit im Boden baut sich Dazomet zu Methylisothiocyanat ab, das gegen Wurzelgallenälchen, bodenbürtige Pilze, Unkrautsamen und einige Bodenschädlinge wirksam ist. Die Verteilung und Bewegung der giftigen Gase hängen von der Bodenstruktur, der Bodentemperatur und der Feuchtigkeit ab. Nach Ablauf der Expositionszeit werden die Anlagen geöffnet. Nach der Belüftung wird die Polyethylenabdeckung entfernt. Nach 2-3 Tagen wird der Boden gefräst. Die Entgasung dauert weitere 5-7 Tage an. Die Desinfektion mit Basamid G wird in Abständen von 3-4 Jahren durchgeführt.

Bei der Anwendung sind folgende Anforderungen zu beachten:

- die am besten geeignete Bodentemperatur für die Wirkung des Produkts liegt zwischen 12^{o}C und 15^{o}C;

- für die gleichmäßige Verteilung von Basamid Granulat muss der Boden eine feine Struktur haben und gut wie zur Aussaat vorbereitet sein;

- um eine optimale Wirkung des Produkts zu erzielen, ist es notwendig, den Boden 8-14 Tage vor der Behandlung bis zur vollen Feldkapazität oder mindestens 60-70% Feuchtigkeit zu befeuchten;

- das Produkt liegt in Form kleiner Granulate vor, die bei der Ausbringung gleichmäßig auf der Bodenoberfläche verteilt werden, vorzugsweise mit Hilfe eines mit einem Applikator ausgestatteten Traktors, da das Produkt hochgiftig ist.

- das Produkt muss in den Boden eingearbeitet werden;

- danach folgt Walzen, Oberflächenbewässerung mit Wasser als Abdichtung oder Anbringen einer Polyethylenabdeckung;

- Expositionszeit 7 - 15 Tage, je nach Temperatur während der Behandlung;

- nach der Begasungsperiode wird der Boden durch Bearbeitung entgast und zum Lüften belassen;

- Quarantänezeit 45-50 Tage bei 70-80% der Feldkapazität;

- die Dosen von Basamid G werden je nach Schädlingen, Art der Pathogene und Bodentyp bestimmt;

- ein geeigneter Zeitraum für die Bodendesinfektion ist der Spätsommer oder Frühherbst;

ISSN 2815-522X

- nach der Entgasungsperiode muss ein „Kressetest“ durchgeführt werden, um den Grad der Entgasung festzustellen. In kleinen, verschlossenen Behältern (Gläsern) wird eine Durchschnittsprobe aus der Schicht 0-30 cm entnommen. Sie wird in das Glas gegeben, befeuchtet und mit