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

Desinfección del suelo en invernaderos

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

Fecha 19.10.2026 | **Número** 10/2026 | **ISSN** 2815-522X | **Idioma** ES
www.plant-protection.com/article/2481?lang=es



Resumen

Garantizar métodos económica y ambientalmente racionales para el manejo de plagas del suelo y para la restauración y preservación de la salud de los suelos y sustratos es una tarea clave para los productores de hortalizas tanto en campo abierto como en instalaciones de cultivo. A menudo, por diversas razones, los agentes causantes de enfermedades y las plagas se acumulan en el suelo, y su presencia pone en peligro ciclos de producción completos. El artículo revisa los métodos más comunes de desinfección del suelo en invernaderos – físicos, químicos y biológicos – y las plagas a las que se dirigen. Entre los métodos físicos se incluyen la vaporización y la solarización, junto con los parámetros físicos bajo los cuales son efectivos – temperatura, humedad, duración de la exposición. Entre los métodos químicos se discuten la fumigación con Basamid Granulado y Nemasol 510, la aplicación de Velum Prime SC a través del sistema de riego por goteo y Nematrin 10 G con incorporación posterior, contra nematodos agalladores. Entre los métodos biológicos se incluyen la biofumigación y la introducción de agentes biológicos en el suelo.

La desinfección del suelo es una medida importante porque protege a las plantas cultivadas de plagas y enfermedades, mejora la calidad del suelo y estimula su crecimiento y desarrollo saludables. Tiene una gran importancia económica porque:

- Protege a las plantas. La desinfección elimina los patógenos y las plagas que afectan negativamente la salud y el rendimiento de las plantas;

- Mejora la calidad del suelo: Una desinfección efectiva mejora la absorción de nutrientes y mantiene un ecosistema saludable, lo cual es clave para sistemas radiculares sanos;

- Protege contra problemas futuros a largo plazo. La desinfección regular puede ayudar a prevenir la reaparición de enfermedades transmitidas por el suelo;

Las buenas prácticas para mejorar el efecto de la desinfección son:

- Análisis previo del suelo para identificar la composición de patógenos y plagas, o deficiencias de nutrientes;

- Limpieza cuidadosa de los residuos vegetales de la vegetación anterior. Eliminación de todos los materiales vegetales y de otro tipo de la superficie para mejorar la eficiencia del método de desinfección seleccionado. Limpieza y lavado del vidrio y de la estructura. Preparación y humectación del suelo de acuerdo con los requisitos de los métodos aplicados. Destrucción de malas hierbas alrededor del invernadero.
- Después de la desinfección, se examina el estado del suelo para garantizar un ecosistema equilibrado y prevenir problemas futuros.

Mediante la aplicación de estas buenas prácticas agrícolas, el suelo puede desinfectarse eficazmente, lo que conducirá al cultivo de plantas más sanas y a mayores rendimientos.

Muchos patógenos de plantas y plagas se transmiten a través del suelo. Allí invernan o pasan por una determinada etapa de su desarrollo. El cultivo intensivo y monocultivo de hortalizas en instalaciones de cultivo conduce a la acumulación de microorganismos patógenos y plagas en el suelo. Se considera que las pérdidas causadas por patógenos transmitidos por el suelo representan 1/3 de las pérdidas causadas por todos los patógenos. Se aplican diversos métodos para controlar las plagas del suelo - físicos (vaporización, solarización), químicos (fumigación) y biológicos (biofumigación).

La desinfección del suelo tiene como objetivo destruir: patógenos que causan el mal del semillero y la podredumbre radicular; nematodos; plagas del suelo; semillas de malas hierbas, etc.

Métodos físicos de desinfección del suelo

Vaporización del suelo

Abarca todos los grupos de plagas que se encuentran en el suelo. Un método muy eficiente pero costoso. Se aplica solo en complejos de invernaderos que están gasificados. El suelo se calienta con vapor a 82°C durante 30 minutos. Penetra profundamente y garantiza una desinfección completa. La vaporización destruye eficazmente bacterias patógenas, virus y hongos sin dejar contaminantes químicos. Las consideraciones clave en la vaporización incluyen los niveles de humedad del suelo y la profundidad del tratamiento. Para obtener resultados óptimos, el suelo debe estar a o por debajo del 20% de humedad para prevenir la evaporación y la reducción de la eficiencia. Los puntos de inyección de vapor deben ubicarse a 10-15 cm de distancia, con cada aplicación durando aproximadamente 3-5 minutos. Una desventaja del método es que no tiene selectividad. Junto con los organismos patógenos, también se destruyen las especies saprofitas y beneficiosas. Se crea un “vacío biológico”, junto con la posibilidad de una rápida recolonización del suelo con patógenos – el “efecto boomerang”. La alta temperatura causa cambios en algunos compuestos químicos, lo que conduce a la acidificación de la reacción del suelo, la liberación de sustancias tóxicas y cambios en la disponibilidad de nutrientes. Con este tratamiento: los nematodos mueren hasta a 50^{o}C; a 60-72^{o}C se eliminan bacterias y hongos del suelo; por encima de 82^{o}C - casi todas las semillas de malas hierbas, virus, insectos y otras plagas. Un ciclo de tratamiento puede reducir las enfermedades del suelo hasta en un 99%, lo que lo convierte en una opción atractiva para invernaderos con cultivos sensibles o para aquellos que luchan contra plagas recurrentes. Para lograr un buen resultado, el suelo debe estar bien preparado. Puede combinarse con la aplicación posterior de microorganismos beneficiosos.

Solarización del suelo

La solarización es un método no químico de desinfección del suelo que utiliza la radiación solar. El suelo se humedece bien, se cubre con film transparente y se deja durante 4-6 semanas en tiempo soleado. El film de polietileno sirve como trampa para capturar la energía solar.



La aplicación de este método ha aumentado continuamente en los últimos años. Utiliza los días de sol intenso en julio y agosto, cuando las temperaturas diurnas superan los 32^{o}C. La temperatura bajo el film asciende a valores letales para las plagas del suelo y las semillas de malas hierbas.

Ventajas del método:

- sin efecto nocivo;

- bajo impacto ambiental;

- efecto más duradero sobre los agentes causantes de enfermedades;

- aumenta el rendimiento y la calidad del producto debido a mecanismos biológicos y químicos;

- un método significativamente más económico que la vaporización;

- no hay „vacío biológico”, por lo tanto no hay „efecto boomerang”, porque la solarización representa una pasteurización del suelo. Preserva la flora y fauna beneficiosas;

- se mejora el contenido de agua del suelo;

- el período de acolchado puede acortarse si se combina con otros métodos.

Desventajas del método:

- el área cubierta no puede utilizarse durante 1-1,5 meses durante el período más caluroso del año;

- imprevisibilidad de las condiciones climáticas y biológicas;

- problema con el reciclaje del polietileno;

- un espectro de acción más limitado en comparación con los fumigantes químicos.

Preparación del suelo: El suelo se cultiva de manera que proporcione una superficie lisa para que el film de polietileno se adhiera firmemente a él. La presencia de fracciones gruesas y residuos vegetales puede provocar la formación de bolsas de aire, que aislarán el suelo y reducirán el aumento de su temperatura a los valores efectivos necesarios.

Humedad del suelo: La humedad del suelo no debe ser inferior al 70% de la capacidad de campo, y la profundidad de la capa húmeda - no inferior a 60 cm.

Temperatura del suelo: La temperatura efectiva del área solarizada debe alcanzar hasta 60^{o}C a una profundidad de 10 cm, lo que garantiza la destrucción de las semillas de malas hierbas y las plagas transmitidas por el suelo.

Exposición: Período de acción requerido – 4-6 semanas. Cuando se combina con otros métodos, este período puede acortarse.

El efecto de la solarización aumentará si, después de su finalización, se aplican al suelo productos biológicos como Trichodermin (10–15 kg/da) y otros.

La solarización de calidad depende de la calidad del polietileno, la humedad del suelo, la temperatura del aire, la intensidad de la radiación solar y otros factores.

Métodos químicos de desinfección del suelo

La aplicación de fumigantes del suelo es clave para el control exitoso de patógenos y plagas del suelo. Se presta especial atención a los métodos y tecnologías de aplicación para garantizar una entrega y distribución óptimas con el máximo efecto sobre la plaga objetivo. La mayoría de los fumigantes comerciales que aún están disponibles hoy en día se introducen en el suelo en forma líquida a la profundidad deseada con diversos equipos. Los productos químicos se distribuyen en una fase líquida y se dispersan a través del suelo para llegar a cada nicho ocupado por las plagas. El grado de control depende de la distribución del fumigante en el suelo, del fumigante (y sus propiedades) y la dosis, así como de la profundidad de inyección. Esta última generalmente se limita a 30 cm, lo que no siempre es suficiente. La aplicación de fumigantes con agua a través del sistema de riego por goteo garantiza la entrega a capas más profundas y es la práctica más común en todo el mundo. Proporciona una entrega uniforme, siempre que la distribución del agua sea uniforme y el producto químico no penetre en las capas más profundas. La aplicación de fumigantes del suelo a través del riego por goteo se practica principalmente en semilleros y producción de invernadero. La principal ventaja de este tipo de aplicación es la mejorada distribución de los fumigantes en el suelo. Sin embargo, requiere una formulación emulsionada especial del fumigante y un sistema de riego adecuado.

La combinación de fumigantes químicos con solarización es ampliamente aceptada y practicada. Eshel et al. (2000) realizaron una mejora en esta técnica, quienes demostraron que la aplicación secuencial de primero solarización y luego la inyección de un fumigante dos semanas después mejora aún más el control de plagas a una tasa y cantidad reducidas de fumigante. Este enfoque es ampliamente adoptado en Israel en campos de riego por goteo (Gamliel, 2012).

Basamid Granulado (s.a. dazomet) es un fumigante para la desinfección de suelos y sustratos libres de cultivos. Sustancia activa - dazomet 98%; LD50 520 mg/kg. Fumigante granular. Al entrar en contacto con suelo húmedo, el dazomet se descompone en

isotiocianato de metilo, formaldehído, metilamina, sulfuro de hidrógeno. Se aplica a una dosis de 50-70 kg/da.

Eficaz contra: nematodos – agalladores y formadores de quistes; hongos del suelo – *Pythium, Phytophthora, Verticillium, Fusarium, Rhizoctonia, Pyrenochaeta, Phoma, Didymella*, etc.; malas hierbas - ortiga, poa anual, bolsa de pastor, cenizo, pamplina, pasto de corral, cola de zorra, hierba mora negra, etc.; plagas del suelo – larvas de gusanos de alambre, gusanos cortadores, abejorros, etc. En ensayos realizados en el Instituto de Investigación de Cultivos Hortícolas de Maritsa en Plovdiv, se reportó una alta eficacia del producto contra nematodos agalladores (*Meloidogyne* spp.), que osciló entre 96,84% y 100%.

Al entrar en contacto con la humedad del suelo, el dazomet se degrada a isotiocianato de metilo, que es activo contra nematodos agalladores, hongos transmitidos por el suelo, semillas de malas hierbas y algunas plagas del suelo. La distribución y el movimiento de los gases tóxicos dependen de la estructura del suelo, la temperatura y la humedad del suelo. Una vez completado el período de exposición, se abren las instalaciones. Después de la ventilación, se retira la cubierta de polietileno. Después de 2-3 días se labra el suelo. La desgasificación continúa durante otros 5-7 días. La desinfección con Basamid G se realiza a intervalos de 3-4 años.

Se deben observar los siguientes requisitos al aplicarlo:

- la temperatura del suelo más adecuada para la acción del producto es de 12^{O}C a 15^{O}C;

- para la distribución uniforme de Basamid Granulado, el suelo debe tener una estructura fina, bien preparada como para la siembra;

- para lograr una acción óptima del producto, es necesario humedecer el suelo 8-14 días antes del tratamiento hasta la capacidad de campo total o al menos 60-70% de humedad;

- el producto se presenta en forma de pequeños gránulos, que durante la aplicación se distribuyen uniformemente sobre la superficie del suelo, preferiblemente con la ayuda de un tractor equipado con un aplicador, ya que el producto es altamente tóxico.

- el producto debe incorporarse al suelo;

- a esto le sigue un rodillado, riego superficial con agua como sellado o colocación de una cubierta de polietileno;

- tiempo de exposición 7 - 15 días, dependiendo de la temperatura durante el tratamiento;

- después del período de fumigación, el suelo se desgasifica cultivándolo y dejándolo ventilar;

- período de cuarentena 45-50 días al 70-80% de la capacidad de campo;

- las dosis de Basamid G se determinan dependiendo de las plagas, el tipo de patógenos y el tipo de suelo;

- un período adecuado para la desinfección del suelo es el final del verano o principios del otoño;

- después del período de desgasificación, se debe realizar una „prueba del berro” para establecer el grado de desgasificación. En recipientes pequeños y sellados (frascos), se toma una muestra promedio de la capa de 0-30 cm. Se coloca en el frasco, se humedece y se cubre con papel de filtro o algodón. Se colocan semillas de berro o lechuga sobre el algodón. El frasco se cierra herméticamente. El resultado se lee después de 3-4 días. Si las plántulas están frescas, la desgasificación es exitosa; si se oscurecen – todavía hay residuos de isotiocianato de metilo en el suelo y la desgasificación debe continuar**.**

Nemasol 510 (s.a. metam sodio)

La sustancia activa es metam sodio 510 g/l. Está registrado en el país a una dosis de 80 y 100 l/da para el control de nematodos agalladores, patógenos del suelo (*Pythium, Verticillium, Fusarium, Rhizoctonia, Pyrenochaeta*, *Sclerotinia*