

Injerto de cultivos hortícolas – una herramienta para aumentar los rendimientos y la tolerancia a factores bióticos y abióticos

Автор(и): проф. д-р Стойка Машева, ИЗК "Марица" Пловдив; проф. д-р Винелина Янкова, ИЗК "Марица" в Пловдив

Дата: 11.03.2023 *Брой:* 3/2023



El injerto es una tecnología tanto nueva como antigua para el cultivo de hortalizas mediante el uso de portainjertos resistentes para mejorar el rendimiento y la calidad del producto. Esta tecnología se introdujo por primera vez en Japón y Corea. En la actualidad, una gran parte de las sandías, melones y pepinos se cultivan a partir de plantas injertadas. Para las necesidades de la producción en invernadero de las principales especies de la familia *Solanaceae* – tomate, pimiento, berenjena, también se utilizan plantas injertadas y su cantidad aumenta continuamente.

El objetivo del injerto se ha ampliado significativamente e incluye: resistencia al estrés y a enfermedades, aumento del vigor de la planta, del rendimiento y del período de cosecha. El injerto de cultivos hortícolas permite su cultivo en condiciones no tradicionales y en agroecosistemas dinámicos. Es una estrategia biológica para el manejo de enfermedades. Ha demostrado ser eficaz contra varias enfermedades transmitidas por el suelo, incluyendo Fusarium, Verticillium y marchitamientos bacterianos, algunos mildius vellosos y nematodos agalladores. Es importante señalar que las hortalizas injertadas no tienen una mayor resistencia a los patógenos foliares.

El injerto es una de las herramientas para la producción hortícola sostenible mediante el uso de portainjertos resistentes. Reduce la dependencia de los productos fitosanitarios para la producción ecológica. El primer intento de injertar cultivos hortícolas se realizó con sandía (*Citrullus lanatus*) sobre portainjerto de calabaza (*Cucurbita moschata*) a finales de la década de 1920. La producción y la demanda de plantas hortícolas injertadas aumenta continuamente en Asia, en Europa, así como en América del Norte. La sandía es una de las hortalizas para las que el injerto se realiza de forma más intensiva en todo el mundo.

El proceso de injerto va acompañado de diversos problemas, que suelen estar relacionados con la propia operación de injerto y la producción de plántulas injertadas. Los problemas más importantes son la mano de obra humana y las diferentes técnicas. Son de crucial importancia el proceso de injerto en sí y el período posterior, relacionado con la prendedura de los injertos y la rápida cicatrización de las plantas en un plazo de 7 a 10 días.



Los principales requisitos previos para el injerto de hortalizas son:

1. Selección del portainjerto apropiado: Debe tener el mismo tamaño de tallo (diámetro). El injerto debe realizarse en la etapa de 2-3 hojas verdaderas;
2. Compatibilidad con el injerto: Esto es muy importante, porque los portainjertos e injertos compatibles minimizan las pérdidas de plantas incluso en una etapa posterior de crecimiento. La rápida formación de callo entre el injerto y el portainjerto conduce a la formación de vasos conductores en la planta injertada.
3. Ayudas para el injerto: Las ayudas comúnmente utilizadas para realizar el injerto son clips, tubos, alfileres y cuchillas de injertar.
4. Cámaras de vivero: Se utilizan para cultivar plántulas antes del injerto. Deben estar cubiertas con una fina malla de polietileno. Deben tener una puerta doble, y la mitad superior de la estructura debe estar cubierta con una película de polietileno separada resistente a los rayos UV para evitar la penetración de la luz UV.

5. Cicatrización de los injertos: Este proceso es el más importante porque proporciona condiciones favorables para promover la formación de callo en las plantas injertadas. En la cámara de crecimiento, la temperatura debe ser de 28-29⁰C y una humedad relativa del 95% durante 5-7 días en un lugar parcialmente sombreado (oscuridad durante 1-2 días) para promover la formación de callo entre el portainjerto y el injerto. Esto ayuda a formar una mejor unión en el punto de injerto al reducir la transpiración, mantener una alta humedad, una temperatura óptima y una intensidad lumínica reducida.

6. Aclimatación de las plantas injertadas: Una vez que se ha formado el callo y las superficies heridas han cicatrizado, las plantas pueden colocarse en un invernadero con un sistema de nebulización, o bajo una cámara de plástico transparente para su aclimatación y prevención de quemaduras y marchitamiento de las hojas.



Métodos de injerto

Se han desarrollado y se utilizan varios métodos para el injerto de hortalizas:

1. **Injerto de hendidura:** Este es un método ampliamente utilizado para injertar hortalizas. En este método, las plantas de los cultivares seleccionados se cortan en la etapa de 1-3 hojas verdaderas, y el tallo del portainjerto se corta en ángulo oblicuo para formar una cuña cónica. Para asegurar el contacto entre el injerto y el portainjerto, después de colocar el injerto en la hendidura realizada, se utilizan clips.
2. **Injerto de aproximación por lengüeta:** Este método es el más utilizado por los agricultores y pequeños viveros. Requiere más espacio y mano de obra en comparación con otros métodos, pero logra una mayor tasa de prendedura de las plántulas. Las plantas injertadas tienen una tasa de crecimiento uniforme. No es adecuado para portainjertos con hipocótilos huecos.
3. **Injerto por inserción en agujero/injerto superior:** Este es el método de injerto más popular para cucurbitáceas, porque tanto los injertos como los portainjertos deben tener hipocótilos huecos. Para lograr una alta prendedura del injerto, se debe mantener una humedad relativa del 95% y la temperatura óptima entre 21-36⁰C hasta el trasplante.
4. **Injerto de un solo cotiledón:** Este método es adoptado por viveros comerciales y es aplicable a la mayoría de las hortalizas. Las plantas injertadas deben mantenerse en la oscuridad a 25⁰C y 100% de humedad durante tres días para la formación de callo. Este método se desarrolló para el injerto robótico de calabacines.
5. **Injerto con tubo:** Este método es similar al primero, pero en este caso las plantas unidas se mantienen juntas con un tubo elástico en lugar de clips. Es popular para tomates.
6. **Injerto con alfiler:** En este método, se utilizan alfileres especialmente diseñados para sostener los injertos y portainjertos. Los alfileres están hechos de cerámica natural para que puedan permanecer en la planta sin ningún problema.

Para lograr mayores tasas de éxito con las plantas injertadas, se deben proporcionar ciertas condiciones:

- La pérdida de agua del injerto durante los primeros 2 días puede provocar su marchitamiento y un injerto fallido. Por lo tanto, la humedad en las cámaras debe mantenerse para evitar la pérdida de agua.
- Los trasplantes injertados deben cubrirse durante 5-7 días con polietileno negro para aumentar la humedad, reducir la intensidad de la luz y promover el proceso de cicatrización.
- Las plantas injertadas no deben exponerse a la luz solar directa durante el período de prendedura del injerto.



Efecto del injerto en el rendimiento y la calidad del tomate

El tomate es uno de los cultivos hortícolas más importantes del mundo y el injerto es una práctica cultural importante para él. El monocultivo es inevitable en su producción, especialmente bajo cultivo protegido, y esto reduce el rendimiento y la calidad del producto. Se ha registrado un aumento en el rendimiento de hasta el 62% en este cultivo cuando se utilizan plantas injertadas, pero las características de calidad, por ejemplo, la forma del fruto, el color de la piel, la suavidad de la piel, la textura y el contenido de sólidos solubles, están influenciadas por el portainjerto. Se supone que la calidad del fruto se ve afectada debido a la interacción portainjerto-injerto.

Efecto del injerto de tomate en la resistencia/tolerancia al estrés biótico y abiótico.

El objetivo principal del injerto de hortalizas en todo el mundo es proporcionar resistencia a enfermedades transmitidas por el suelo. La raíz corchosa, *Fusarium*, *Verticillium* y los marchitamientos bacterianos y los nematodos agalladores se encuentran entre las causas de daño por estrés biótico en la producción hortícola y especialmente en la producción en invernadero. La enfermedad más común controlada mediante el injerto es la

marchitez por Fusarium en tomate, causada por diferentes patovares de *Fusarium oxysporum*. La mayoría de los productores de tomate en invernadero utilizan técnicas de injerto para reducir la susceptibilidad a la raíz corchosa y aumentar el rendimiento mediante un mayor vigor de la planta.

Se ha observado un efecto similar en el injerto de tomate, donde un cultivar susceptible injertado sobre Beaufort reduce drásticamente la infestación por nematodos agalladores. El estrés abiótico afecta significativamente la producción de tomate tanto al aire libre como en condiciones de invernadero. Incluye temperaturas bajas y altas, sequía y alta humedad, hipoxia, salinidad, contaminación por metales pesados, exceso y deficiencia de nutrientes y estrés por pH en el suelo. Estas condiciones causan diversos trastornos fisiológicos y patológicos, que conducen a una grave reducción del rendimiento. El injerto puede proporcionar resistencia y/o tolerancia en tomates bajo tales condiciones. La salinidad del suelo o del agua es uno de los principales estreses abióticos que reducen el crecimiento y la productividad de los cultivos en todo el mundo. Injertar plantas de tomate para una mayor tolerancia a la sal es una práctica prometedora para aumentar los rendimientos en condiciones de suelo salino.



Injerto de cultivos hortícolas cucurbitáceos

El objetivo del injerto en cultivos cucurbitáceos es controlar la marchitez por Fusarium, proporcionar resistencia a la sequía y tolerancia al encharcamiento. En la actualidad, la sandía es una de las hortalizas para las que el

injerto se realiza de forma más intensiva. El injerto exitoso incluye la tasa de supervivencia, la compatibilidad y el efecto en las características cuantitativas y cualitativas – tolerancia/resistencia al estrés biótico y abiótico.

Compatibilidad del injerto y tasa de supervivencia

La compatibilidad del injerto se define como una relación genética suficientemente cercana entre el portainjerto y el injerto para formar un injerto exitoso, asumiendo que todos los demás factores (técnica, momento, temperatura, etc.) son satisfactorios.

Efecto del injerto en el estrés biótico

El injerto juega un papel importante en el control del estrés biótico mediante el uso de diferentes portainjertos. Injertar sandía sobre otros portainjertos cucurbitáceos para proporcionar resistencia a enfermedades transmitidas por el suelo es muy exitoso. Los portainjertos para calabaza incluyen la calabaza de peregrino *Lagenaria vulgaris* y *Cucurbita moschata* × *Cucurbita maxima*. Ambos son altamente resistentes a *Fusarium oxysporum*, que causa pérdidas significativas de rendimiento. Los resultados de la investigación muestran que las líneas de cucurbitáceas susceptibles a enfermedades también pueden injertarse sobre *Luffa* para mejorar el rendimiento. Mediante el injerto de melones, se pueden controlar las razas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Se ha demostrado que al usar portainjertos resistentes a *Verticillium* en sandía, la aparición de los síntomas de la enfermedad puede retrasarse tres semanas, permitiendo así que los frutos de sandía alcancen la madurez. Al evaluar plantas de sandía inj