MECANISMOS DE MANIPULACIÓN DEL ARROZ PARA QUE DESARROLLEN TOLERANCIA A HERBICIDAS

Reseña hecha por RALLT

La biotecnología moderna se está centrando en manipular el arroz para que sea resistente a herbicidas.

Se ha encontrado que existe en 26 moléculas que son atacadas por herbicidas. pero 5 moléculas son las más utilizadas en el desarrollo de nuevos herbicidas. A partir de ellas se han desarrollado por lo menos 260 ingredientes activos comerciales para combatir malezas relacionadas con los cultivos de arroz.

Existen dos grandes grupos de tecnologías desarrollar variedades de arroz resistentes herbicidas

1. Mecanismos que trabajan a nivel genético, alterando genes claves o secuencias reguladoras en el genoma, que hacen que el arroz pueda tolerar fumigaciones con herbicidas sin que le afecte. Estas tecnologías se conocen como TSR (por sus siglas en inglés) y son mecanismos de resistencia especialista y específicos con el sitio de acción en el genonma del arroz.

Los mecanismos TSR incluye mutaciones de genes involucrados en la producciónn de proteínas, que son afectadas por algunos herbicidas. Por ejemplo, actúan en los sitios en los que el herbicida se une a una enzima, bloqueando su actividad. En otros casos, se modifica genéticamente al arroz, para aumentar la cantidad de proteína que es atacada por herbicida. En otros casos, se altera la secuencia de aminoácidos, para reducir la actividad del herbicida en la planta. Las mutaciones producidas pueden producir resistencias muy fuertes o muy débiles en la planta.

Una mutación en un sitio específico que confiere resistencia a un determinado herbicida, también confiere resistencia a diferentes familias químicas con el mismo grupo de sitio de acción del herbicida dependiendo de cuán específico es el la interacción de herbicida con la proteína a la que se quiere modificar.

El mecanismo TSR puede también aumentar la expresión del gen objetivo produciendo más enzima de la que puede ser inhibida por el herbicida en una fumigación estándar. Para lograr esto, se manipula genéticaente a la planta para que ocurran cambios en las secuencias regulatorias del genoma del arroz.

2. El otro grupo de mecanismos se conocen por sus siglas en inglés como NTSR. Son generalista y más complejos. La resistencia NTSR implica diversos mecanismos, entre ellos:

- reducción de la penetración del herbicida en la célula
- reducción de la cantidad de ingrediente activo que llega al sitio en el que actúan el herbicida

- secuestro del herbicida en la vacuola de las hojas
- cambios en la absorción a nivel del herbicida por las raíces y el transporte en el resto de la planta
- desintoxicación metabólica del herbicida
- el aumento de los efectos protectores de la planta frente al herbicida

TECNOLOGÍAS PARA DESARROLLAR VARIEDADES DE ARROZ RESISTENTES A HERBICIDAS

Mutagénesis

El mejoramiento por mutagénesis es el más usado en los programas de “mejoramiento” del arroz industrial. Implica mutaciones naturales O inducidas por irradiación (como luz UV, rayos X, rayos gamma o a través de haces de iones) o mutágenos químicos, como el etilmetanosulfonato [EMS].

Los genes mutantes de arroz resistentes a herbicidas derivados del mejoramiento por mutagénesis suelen transferirse a otras variedades de arroz mediante polinización cruzada.

Transgénesis

Es la introducción de transgenes de otras especies usando las herramientas clásicas de ingeniería genética, para reducir la sensibilidad del arroz a herbicidas específicos, mediante mecanismos TSR o NTSR, descritos arriba.

Los genes de resistencia a herbicidas útiles para la creación de cultivos transgénicos pueden aislarse de bacterias, mutantes producidos por mejoramiento por mutagénesis o biotipos de malezas resistentes a herbicidas.

A través de la transgénesis se puede introducir múltiples transgenes, para que el arroz sea resistente a dos o más herbicidas o desarrollar otras carácterísticas, como la resistencia a estreses biológicos. Este mecanismo se llama “apilamiento de genes”.

Edición génica

Las edición genómica es la tecnología que más se utiliza al momento en la investigación de “mejoramiento” con arroz, siendo las herramientas CRISPR (Cas9) las más aplicadas, a pesar de qiue son tecnologías que están en una etapa experimental.

Se usa la edición genética para inactivar genes relacioandos con los sitios de acción de herbicidas, para desarrollar arroces resistente a estos agrotóxicos. Se ha trabajado con resistencias a múltiples herbicidas con CRISPR (Cas9).

Los estudios actuales sobre la edición de genes de resistencia a herbicidas en el arroz se encuentran aún en sus etapas iniciales, y muchos estudios se centran en la mejora de las herramientas de edición genómica.

Se han realizado estudios exhaustivos para identificar genes de resistencia a herbicidas y analizar sus funciones en las plantas. Es probable que la investigación futura se centre en los mecanismos moleculares que regulan las enzimas de resistencia a herbicidas.

Nota: en Ecuador se ha aprobado un arroz genéticamente editado que usa las tecnologías RTDS, que son aún más experimentales, y que confieren al arroz resistencia a la familia de herbicidas que atacan a la enzima ALS, que actúan en la síntesis de aminoácidos esenciales.

Lo que está a tras de todas estas tecnologías es asegurar que las empresas biotecnológicas / agroquímicas incrementen la venta su paquete tecnológico: herbicidas y semillas (en este caso de arroz) tolerantes a dichos herbicidas.

Fuente:
Qiyu Luo, Yao-Guang Liu (2025). Breeding herbicide-resistant rice using CRISPR-Cas gene editing and other technologies. Plant Communications. Volume 6, Issue 2

https://doi.org/10.1016/j.xplc.2024.101172