

SILENCIAMIENTO GÉNICO EN PLANTAS: MECANISMOS MOLECULARES DEL ARN DE INTERFERENCIA Y APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS

PLANT GENE SILENCING: MOLECULAR MECHANISMS OF RNA INTERFERENCE AND BIOTECHNOLOGICAL APPLICATIONS

Jorge Ricaño-Rodríguez^{1, 2*}, Ernesto A. Zavala-González¹ y Mario Ramírez-Lepe²

¹Laboratorio de Fitopatología, Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Instituto Multidisciplinario para el Estudio del Medio (IMEM) Ramón Margalef, Universidad de Alicante. Ap. 99. 03080, Alicante, España. Tel. 00 (34) 96 590 3400 Ext. 3280. ²Laboratorio de Genética, Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, Instituto Tecnológico de Veracruz. Av. Miguel Ángel de Quevedo No. 2779, Colonia Formando Hogar. 91897, Veracruz, Ver.

Autor para correspondencia (jorgericano@gmail.com)

RESUMEN

Las moléculas de ácido ribonucleico de cadena corta, que forman parte del mecanismo de ARN de interferencia (RNAi), son secuencias de ribonucleótidos que regulan la expresión a nivel traduccional de genes eucariontes. El silenciamiento génico mediado por RNAi, se refiere al proceso que permite, mediante complementariedad entre una molécula de ARN de interferencia y un ARN transcrito, promover la degradación de este último así como la reducción de sus niveles de traducción. Existen dos clases principales de moléculas ARN reguladoras que llevan a cabo dicho fenómeno: ARN de interferencia corto (siRNA) y microARN (miRNA). Ambas son generadas a partir del rompimiento de monómeros de ARN de doble cadena por una enzima ribonucleasa denominada DICER perteneciente a la familia de las RNasas III, que genera fragmentos entre 17-25 nucleótidos. A nivel transcripcional, el ARN de interferencia promueve un complejo proceso de metilación de ADN (adición de un grupo metilo a la molécula), el cual conduce a una transformación de la eucromatina en heterocromatina en una posición fija del cromosoma (*locus*). A nivel post-transcripcional, el fenómeno de silenciamiento se origina mediante la intervención de una molécula de RNAi. El complejo de silenciamiento ARN-inducido (RISC) resultante permite la vinculación al ARN mensajero (mRNA) diana. En plantas, las secuencias RNAi reguladoras en posición *cis* se encuentran involucradas en mecanismos de defensa contra organismos antagonistas y transposones, mientras que aquellas en posición *trans*, interceden en la expresión de genes relacionados con su crecimiento. De igual manera, algunas respuestas adaptativas a estrés se regulan por el miRNA. La presente revisión recopila de forma detallada algunos de los avances más importantes en el conocimiento del RNAi, e incluye antecedentes sobre su relación con el metabolismo de las plantas. Asimismo, se discuten progresos recientes en el entendimiento de su mecanismo molecular al igual que algunas aplicaciones biotecnológicas.

Palabras clave: ARN bicatenario, ARN de interferencia, complejo RISC, microRNA, organismos fitopatógenos, silenciamiento génico en plantas.

SUMMARY

Short chain ribonucleic acid molecules, known as interference RNA (RNAi), are ribonucleotide sequences that regulate eukaryotic gene expression. RNAi-mediated gene silencing refers to a process that allows promoting RNA transcripts degradation through complementarity between an RNA molecule and an RNAi transcript, and therefore reducing its translation levels. There are two classes of RNA regulator molecules: small interference RNA (siRNA) and microRNA (miRNA). Both molecules are generated from the cleavage of double stranded self-complementary RNA hairpins by a DICER-like enzyme that belongs to the RNase III family, generating 17-25 nucleotide fragments. At the transcriptional level, interference RNA performs a complex process of DNA methylation (addition of a methyl group to the molecule), which leads from euchromatin to heterochromatin transformation in a specific region of the chromosome (*locus*). Post-transcriptionally, the phenomenon is caused by the intervention of an RNAi molecule. The resulting RNA-induced silencing complex allows the attachment to the mRNA target. In plants, RNAi *cis*-regulatory sequences are involved in defense mechanisms against antagonist organisms and transposition events, while *trans*-regulatory sequences participate in the expression of growth-related genes. Similarly, some adaptive responses to stress may be regulated by miRNA. This review collects and analyzes in detail advances in RNAi, including information about its relationship with plant metabolism. It also discusses recent progress in the understanding of its molecular mechanism and current biotechnological applications.

Index words: double stranded RNA, interfering RNA, RISC complex, microRNA, phytopathogenic organisms, plant gene silencing.