

Effect of salinity and resistance induction using methyl jasmonate on growth and phytochemical properties of sea fennel

Efecto de la salinidad y de la inducción de resistencia utilizando metiljasmonato sobre el crecimiento y las propiedades fitoquímicas del hinojo marino

M. Hatim Labiad^{1,3*}, M. Carmen Martínez-Ballesta^{1,2}, A. Giménez¹, J.A. Fernández^{1,2}, M. Tabyaoui³, C. Egea-Gilabert^{1,2}

¹Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena. Spain.

²Instituto de Biotecnología Vegetal, UPCT, Campus Muralla del Mar, s/n, 30202 Cartagena. Spain.

³Laboratory of Materials, Nanotechnologies and Environment, University Mohamed V Agdal, Faculty of Sciences, 4 Av. Ibn Battouta, B.P. 1014 RP, M-10000 Rabat. Morocco.

*med.hatim.labiad@gmail.com

Abstract

Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) is an herbaceous aromatic and edible halophyte, naturally occurring in coastal areas of the Mediterranean basin. In this study, the effect of salinity and resistance induction using methyl jasmonate (MeJa) on the growth and phytochemical properties (phenols, total flavonoids and antioxidant capacity) of sea fennel was evaluated. The plants treated by MeJa showed similar values of phenolic compounds than the control plants, while the saline treatment significantly decreased its leaf content. Regarding flavonoids, salinity and MeJa significantly increased the values compared to the controls. The antioxidant capacity was not affected by any treatment. The results show that the treatment with MeJa alleviated the negative effects of salinity on growth without affecting the phytochemical composition of the plant under conditions of saline stress.

Keywords: antioxidant capacity; phenolic contents; *Crithmum maritimum* L.; saline stress.

Resumen

El hinojo marino (*Crithmum maritimum* L.) es una halófito herbácea, aromática y comestible, que se produce naturalmente en las zonas costeras de la cuenca mediterránea. En este estudio, se ha evaluado el efecto de la salinidad y la inducción de resistencia mediante metiljasmonato (MeJa) en el crecimiento y las propiedades fitoquímicas (fenoles y flavonoides totales, capacidad antioxidante) del hinojo marino. Las plantas tratadas con MeJa mostraron valores similares de compuestos fenólicos que las plantas control, mientras que el tratamiento salino disminuyó significativamente su contenido en hojas. Respecto a los flavonoides, la salinidad y el MeJa aumentaron significativamente los valores respecto a los controles. La capacidad antioxidante no se vio afectada por ningún tratamiento. Los resultados muestran que el tratamiento con MeJa alivió los efectos negativos de la salinidad sobre el crecimiento sin afectar a la composición fitoquímica de la planta bajo estrés salino.

Palabras clave: capacidad antioxidante; compuestos fenólicos; *Crithmum maritimum* L.; estrés salino.

1. INTRODUCCIÓN

Crithmum maritimum L., también conocido como hinojo marino, es una halófito aromática, de 20–50 cm de altura, con hojas suculentas, glabras y glaucescentes, divididas en foliolos lanceolados lineales (1).

La salinidad es uno de los factores limitantes de la producción agrícola y causa efectos adversos en la germinación, en el vigor y en la producción de los cultivos (2). Los altos niveles de salinidad afectan a la planta de diferentes formas: estrés hídrico, toxicidad iónica, desordenes nutricionales, estrés oxidativo, alteración de los procesos metabólicos, desordenes a nivel de las membranas, reducción del crecimiento y desarrollo celular, así como genotoxicidad (3–4).

Crithmum maritimum L. puede tolerar altas concentraciones de sal, aunque si se sobrepasan ciertos umbrales de concentración el crecimiento de la planta puede inhibirse considerablemente.

Este trabajo pretende profundizar en el posible efecto protector del metiljasmonato (MeJa) para mitigar los efectos negativos de la salinidad sobre el crecimiento y las propiedades fitoquímicas del hinojo marino.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal

Las plantas de hinojo marino (que tenían 5 d de edad desde que se sembraron) se cultivaron en bandejas flotantes (5) en un invernadero de la Estación Experimental Agroalimentaria de la UPCT. Cuando las plantas tenían 1 mes se sometieron a los siguientes tratamientos durante 30 d: Control 1: plantas sin tratamiento (Con1); Control 2: plantas tratadas foliarmente con Tween 20 (1 ml L⁻¹) + Etanol 0,2 % (Con2); plantas cultivadas en NaCl 150 mM (NaCl); plantas tratadas con MeJa 0,5 mM diluido en Tween 20 (1 mL L⁻¹) + Etanol 0,2 % (MeJa); plantas cultivadas en NaCl 150 mM y tratadas con MeJa 0,5 mM diluido en Tween 20 (1mL L⁻¹) + Etanol 0,2 % (NaCl+MeJa).

El NaCl se aplicó directamente a la disolución nutritiva durante 1 mes, mientras que el MeJa se aplicó vía foliar en forma de spray (100 mL) 3 veces (cada 10 d) en los correspondientes tratamientos a las plantas.

Diez plantas por tratamiento se recolectaron después de 2 meses de cultivo y se determinó el peso fresco como medida de crecimiento. Posteriormente se congelaron en N₂ líquido y se liofilizaron para los análisis posteriores.

2.2. Determinaciones fitoquímicas

La capacidad antioxidante de las muestras de hoja se evaluó en términos de su capacidad para desactivar el radical DPPH de acuerdo con Brand-Williams et al. (6), con las modificaciones descritas por Pérez-Tortosa et al. (7).

El contenido fenólico total de las muestras de hoja se determinó mediante el método colorimétrico de FolinCiocalteu, modificado por Everette et al. (8).

El contenido en flavonoides se evaluó con AlCl₃ según el método Meda et al. (9).

Los análisis estadísticos se realizaron con SPSS Release 18 para Windows. Se determinaron diferencias significativas entre los valores de todos los parámetros a P≤0,05, según la prueba de Tukey.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor contenido en compuestos fenólicos se alcanzó en las plantas tratadas con MeJa y en los controles 1 y 2 (901,49±9,71 mg GAE kg⁻¹ FW; 891,78±15,79 mg GAE kg⁻¹ FW y 883,09±8,11

mg GAE kg⁻¹ FW, respectivamente) (Fig. 1), mientras que los valores más bajos se obtuvieron para NaCl y MeJa+NaCl con 833,53±9,42 mg GAE kg⁻¹ FW y 844,39±7,08 mg GAE kg⁻¹ FW, respectivamente. Además, los tratamientos con NaCl y MeJa aumentaron el contenido en flavonoides respecto a los controles 1 y 2, pero sin diferencias significativas entre ellos.

No hubo diferencias significativas en la actividad antioxidante entre todas las muestras estudiadas. Como se muestra en la Fig. 1, las plantas tratadas con NaCl+MeJa mostraron la capacidad de eliminación de DPPH más potente con 117,78±1,08 mg AAE kg⁻¹ FW, respecto a los tratamientos con MeJa (108,80±1,77 mg AAE kg⁻¹ FW) y NaCl (109,92±5,84 mg AAE kg⁻¹ FW) y los controles 1 y 2 con un valor de 113,63±7,16 mg AAE kg⁻¹ FW y 110,84±5,46 mg AAE kg⁻¹ FW, respectivamente. Estos resultados fueron consistentes el contenido de flavonoides, siendo el tratamiento con NaCl+MeJa el que muestra mayores valores.

La Tabla 1 muestra que los pesos frescos y secos se vieron afectados por los diferentes tratamientos, siendo el control 1 el que proporcionó plantas con mayor peso. Esta observación indica que los tratamientos utilizados inhibieron el crecimiento de las plantas.

La inhibición del crecimiento debido al estrés por salinidad en las plantas está bien documentada y está relacionada con varias limitaciones, de las cuales el estrés osmótico es el más influyente (10). De manera similar a los estudios anteriores, el tratamiento con MeJa contrarrestó los efectos negativos del estrés por NaCl en el crecimiento de las plantas (11). Este efecto contrario puede explicarse por la capacidad de MeJa para mejorar significativamente la tasa de respiración y aumentar el punto de compensación de CO₂ en las plantas (12).

4. CONCLUSIONES

El MeJa alivia la disminución del crecimiento que produce la salinidad sin disminuir la capacidad antioxidante y el contenido en fenoles de la misma, mientras aumenta el contenido en flavonoides respecto a los controles, con lo cual se perfila como un tratamiento óptimo en forma de spray foliar en esta planta para su cultivo en condiciones de estrés salino.

5. REFERENCIAS

1. Cros V, Martinez-Sanchez JJ, Franco JA. Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. *Horttechnology*. 2007;17(1):14–20.
2. Munns R, Tester M. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu Rev Plant Biol*. 2008;59(1):651–81.
3. Munns R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell Environ*. 2002;25(2):239–50.
5. Sarrou E, Siomos AS, Riccadona S, Aktsoğlu DC, Tsouvaltzi P, Angeli A, et al. Improvement of sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) nutritional value through iodine biofortification in a hydroponic floating system. *Food Chem*. 2019;(295):150–9.
6. Brand-Williams W, Cuvelier M-E, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci Technol*. 1995;28(1):25–30.
7. Pérez-Tortosa V, López-Orenes A, Martínez-Pérez A, Ferrer MA, Calderón AA. Antioxidant activity and rosmarinic acid changes in salicylic acid-treated *Thymus membranaceus* shoots. *Food Chem*. 2012;130(2):362–9.
8. Everette JD, Bryant QM, Green AM, Abbey YA, Wangila GW, Walker RB. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin–Ciocalteu reagent. *J Agric Food Chem*. 2010;58(14):8139–44.
9. Meda A, Lamien CE, Romito M, Millogo J, Nacoulma OG. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chem*. 2005;91(3):571–7.
10. Zhao C, Zhang H, Song C, Zhu JK, Shabala S. Mechanisms of Plant Responses and Adaptation to Soil Salinity. *Innov*. 2020;
11. Yoon JY, Hamayun M, Lee SK, Lee IJ. Methyl jasmonate alleviated salinity stress in soybean. *J Crop Sci Biotechnol*.

2009; 12 (2): 63-68.

12. Ahmadi FI, Karimi K, Struik PC. Effect of exogenous application of methyl jasmonate on physiological and biochemical characteristics of *Brassica napus* L. cv. Talaye under salinity stress. South African J Bot. 2018;115:5-11.

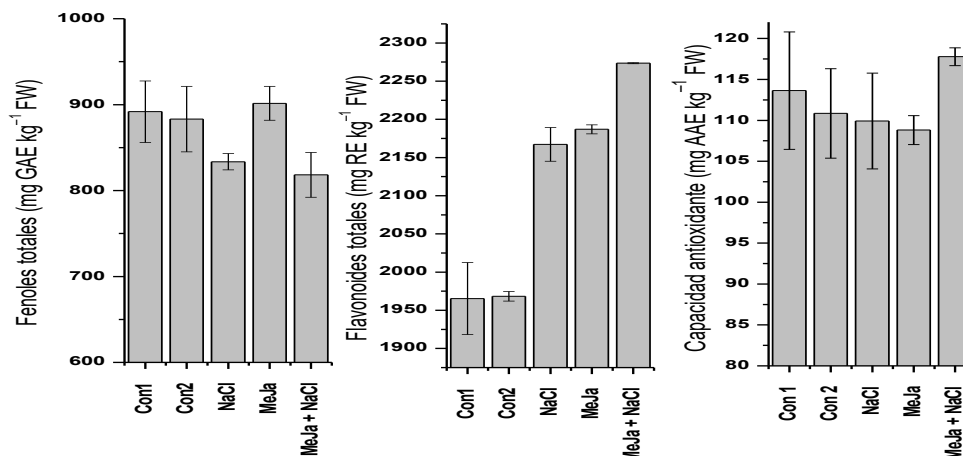


Figura 1. Contenido en fenoles totales, flavonoides y capacidad antioxidante plantas de *C. maritimum*. Con1: plantas sin tratamiento; Con2: plantas tratadas foliarmente con Tween 20 (1 ml L⁻¹) + Etanol 0,2 %; NaCl: plantas cultivadas en NaCl 150 mM; MeJa: plantas tratadas con MeJa 0,5 mM diluido en Tween 20 (1 mL L⁻¹) + Etanol 0,2 %; NaCl+MeJa: plantas cultivadas en NaCl 150 mM y tratadas con MeJa 0,5 mM diluido en Tween 20 (1 mL L⁻¹) + Etanol 0,2 %. Los valores representan la media±SD (n=10).

Tabla 1. Determinación de peso fresco, peso seco de muestras de *C. maritimum* con diferentes tratamientos. Con1: plantas sin tratamiento; Con2: plantas tratadas foliarmente con Tween 20 (1 ml L⁻¹) + Etanol 0,2 %; NaCl: plantas cultivadas en NaCl 150 mM; MeJa: plantas tratadas con MeJa 0,5 mM diluido en Tween 20 (1 mL L⁻¹) + Etanol 0,2 %; NaCl+MeJa: plantas cultivadas en NaCl 150 mM y tratadas con MeJa 0,5 mM diluido en Tween 20 (1 mL L⁻¹) + Etanol 0,2 %. Los valores representan la media±SD (n=10).

Muestra	Peso fresco (g)	Peso seco (mg)
Con1	11,51±0,77a*	1,33±0,09a
Con2	8,92±0,81b*	1,03±0,09b
MeJa	7,21±0,43b	0,83±0,05b
NaCl	5,25±0,49c*	0,60±0,06c
NaCl+ MeJa	7,94±0,55b	0,91±0,06b

*Letras diferentes indican diferencias significativas P<0,05.