

نانولوله های کربنی چندجداره: ابزاری مفید برای بهبود تولید ترکیبات پلی فنلی در گیاه بادرنجبویه

ثریا ابراهیمی^۱، پروانه ایریشم چی^{۲*}، طلیه رجبان^۳، عدرا صورا^۴

۱. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۳. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شاهد، تهران
۴. گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران

ایمیل نویسنده مسئول: abrisham@um.ac.ir

چکیده

بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) گیاهی علفی از تیره نعنائیان (Lamiaceae)، و واجد خواص دارویی فراوانی است که بسیاری از آن ها، به حضور ترکیبات پلی فنلی در این گونه نسبت داده می شوند. ترکیبات فنلی متابولیت های ثانویه زیست فعالی هستند که نقش کلیدی در فرایندهای رشد و نمو و سازگاری گیاهان با شرایط تنش زای محیطی ایفا می کنند. این ترکیبات کاربردهای متعددی در صنعت دارو و درمان و صنایع غذایی، بهداشتی و آرایشی دارند. تیمار گیاهان با الیسیتورهای زیستی و غیرزیستی، منجر به تحریک تولید و انباشت ترکیبات فنلی در بافت های مختلف می شود. در این مطالعه، تأثیر محلول پاشی با غلظت های مختلف (۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ میلی گرم در لیتر) نانولوله های کربنی چند جداره (MWCNT) بر محتوای فنل، اسیدفنلی و فلاونوئید تام و همچنین مقدار برخی ترکیبات پلی فنلی شامل رزمارینیک اسید، سالویانولیک اسید B، آپیزین و کامفرول در بخش هوایی گیاه بادرنبویه مورد ارزیابی قرار گرفت. بذرهای سترورن، در گلدان های حاوی خاک و ماسه به نسبت (W/W) ۱:۱، در شرایط فیتوترون (دمای $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ، شدت نور $600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ، دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی)، کشت داده شدند. در مرحله ۱۶ برگی، بخش هوایی گیاهان با غلظت های مختلف MWCNT اسپری شد. برداشت گیاهان ۲ و ۳ هفته پس از تیمار انجام شد. عصاره گیری از بخش هوایی با متانول ۸۰ درصد و به روش فراصوت صورت گرفت. محتوای کل ترکیبات فنلی، اسیدهای فنلی و فلاونوئیدها به روش اسپکتروفتومتری و مقدار رزمارینیک اسید، سالویانولیک اسید B، آپیزین و کامفرول، با تکنیک کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تعیین شد. بر اساس نتایج، مقدار تمام ترکیبات مورد بررسی، ۲ و ۳ هفته پس از تیمار با غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر MWCNT، به طرز معنی داری ($P \leq 0.05$) افزایش یافت. بیشترین مقدار رزمارینیک اسید ($4.86 \pm 0.28 \text{ mg/g DW}$) و سالویانولیک اسید B ($1.95 \pm 0.15 \text{ mg/g DW}$)، ۳ هفته پس از تیمار با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر MWCNT مشاهده شد (به ترتیب ۲/۰۹ و ۱/۶۸ برابر شاهد). حداکثر مقدار آپیزین ($695.47 \pm 23.38 \mu\text{g/g DW}$) و کامفرول ($451.45 \pm 21.42 \mu\text{g/g DW}$) نیز، در تیمار فوق به دست آمد (به ترتیب ۲/۸۲ و ۱/۹۳ برابر شاهد). غلظت ۲۵۰ میلی گرم در لیتر

۲۲۹

۱۹۵۸/۲۲۹

از نانولوله، برای گیاه بادرنبویه سمی بوده و با افزایش تولید رادیکال های آزاد باعث آسیب ساختاری در سلول ها و اندامک ها و کاهش رشد و انباشت متابولیت های ثانویه می شود. بر اساس پژوهش حاضر، استفاده از MWCNT، راهکاری مناسب برای افزایش تولید ترکیبات پلی فنلی، به ویژه رزمارینیک اسید، در گیاه بادرنبویه است که می تواند به بهبود خواص زیستی و دارویی آن کمک کند و به کارگیری آن در مطالعات علمی/کاربردی توصیه می شود.

کلمات کلیدی: اسیدهای فنلی، الیسیتور، فلاونوئید، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، *Melissa officinalis* L.

Multi-walled carbon nanotubes: a useful tool to improve the production of polyphenolic compounds in *Melissa officinalis* L.

Sorayya Ebrahimi¹, Parvaneh Abrishamchi^{2*}, Tayebbeh Radjabian³, Azra Saboora⁴

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.

² Department of Biology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.

³ Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Shahed University, Tehran.

⁴ Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran.

*Corresponding author email: abrisham@um.ac.ir

Abstract

Lemon balm (*Melissa officinalis* L.) is an aromatic herbaceous plant of the Lamiaceae, containing many medicinal properties, which are attributed to the presence of polyphenolic compounds in this species. Phenolic compounds are bioactive secondary metabolites that play a key role in plant growth and developmental processes and adaptation to stressful environmental conditions. These compounds have many applications in medicine, and in the pharmaceutical, food, health and cosmetics industries. Treatment of plants with biotic and abiotic elicitors, induces the production and accumulation of various phenolic compounds. In this study, the effects of foliar application of multi-walled carbon nanotubes (MWCNT) on the total content of phenols, phenolic acids and flavonoids as well as the amount of some polyphenolic compounds including rosmarinic acid, salvianolic acid B, apigenin and kaempferol in lemon balm shoots were evaluated. The sterilized seeds were planted in pots, containing soil and sand in a ratio of 1:1 (w/w), at 23±2 °C and 16/8 h (light/dark) photoperiod (600 μmol m⁻²s⁻¹ photons provided by cool white fluorescent lamps) in a culture room. At the 16-leaf stage, the aerial parts of plants were sprayed with different concentrations (50, 100 and 250 mg/l) of MWCNT, and plants were harvested 2 and 3 weeks after the treatment. Extraction of shoot samples was performed by ultrasonic method with 80% methanol. Total contents of phenols, phenolic acids and flavonoids were measured by spectrophotometry, and the amounts of rosmarinic acid, salvianolic acid B, apigenin and kaempferol were determined by HPLC technique. Based on the results, the amounts of all studied compounds were significantly increased ($P \leq 0.05$) by 50 and 100 mg/l MWCNT after 2 and 3 weeks. The highest amounts of rosmarinic acid (4.86±0.28 mg/g DW) and salvianolic acid B (1.95±0.15 mg/g DW) were observed 3 weeks after treatment with 100 mg/l MWCNT (2.09 and 1.68 times higher than the control, respectively). The maximum amounts of apigenin (695.47±23.38 μg/g DW) and kaempferol (451.45±21.42 μg/g DW) were also obtained in the same treatment (2.82 and 1.93 times of the control, respectively). The concentration of 250 mg/l, is toxic and by increasing the production of free radicals causes structural damage to cells and organs and reduces the growth and accumulation of secondary metabolites. According to the present study, application of MWCNT can increase the production of polyphenolic compounds and improve the

biological and medicinal properties of lemon balm, and it is recommended to use in the basic and applied researches.

Keywords: Elicitor, Flavonoid, HPLC, Lemon balm, Phenolic acid