فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۲، شماره ٤، صفحه ۳۵۰-۳٤۱،(۱۳۸۵)

بررسی تغییرات اسانس گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تأثیر میدان الکترومغناطیسی

الهام رجب بیگی[۱]، فائزه قناتی[۱]، فاطمه سفیدکن[۲] و پرویز عبدالمالکی[۳]

۱- گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی ۱۷۵-۱٤۱۵۵، تهران E-mail: ghangia@modares.ac.ir
۲- موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵، تهران، ایران
۳- گروه بیوفیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی ۱۷۵-۱٤۱۵۵، تهران، ایران

چکیده

در این تحقیق، تأثیر میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۱ kHz بر روی رشد و همچنین میزان ونوع اسانس بخش های هوایی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور گیاهان به مدت ٦ روز و هر روز به مدت ۵ ساعت به‌صورت ناپیوسته با میدان الکترومغناطیسی تیمار شدند. در گروههای تیمارشده میزان رشد گیاه نسبت به گروه شاهد کاهش نشان داد. میزان اسانس در گروه تیمار شده با میدان الکترومغناطیسی نسبت به گروه شاهد کاهش نشان داد که این امر می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت آنزیم های دخیل در بیوسنتز اسانس ها در معرض تیمار با میدان الکترومغناطیسی باشد. ترکیب غالب اسانس در گروه تیمار و شاهد همواره متیل کاویکل، ژرانیول و نرول بود، اما مقدار این ترکیبهای غالب در گروه تیمارشده و شاهد با یکدیگر متفاوت بود. میزان متیل‌کاویکل آن در گیاهان تیمار شده با میدان الکترومغناطیسی نسبت به گروه شاهد افزایش نشان داد. تغییر محتوای اسانس ها و ترکیبهای سازنده آنها پیشنهاد می‌کند که بتوان از میدان الکترومغناطیسی به عنوان ابزاری برای افزایش اسانس ها و ترکیبهای مفید دارویی در گیاهان استفاده نمود.

واژه های کلیدی: اسانس، *Ocimum basilicum*، متیل کاویکول، میدان الکترومغناطیسی.

مقدمه

میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همواره جزء ثابتی از زندگی انسان بوده‌اند. این میدان‌ها هم به صورت طبیعی و هم به‌صورت نتیجه‌ای از تکنولوژی بشر امروزی، در زندگی روزمره انسان حضور داشته‌اند. میدان‌های الکترومغناطیسی طبیعی شدت کمی دارند. فرکانس میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی وسایل ساخت بشر از قبیل سیستم‌های تقویتی متعدد، وسایل الکترونیکی و ابزارهای صنعتی در حدود Hz ۳-۳۰۰۰ می باشد. افزایش پروازهای بلند مدت بین سیاره‌ای و تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی بر روی انسان و سایر موجودات دلیلی دیگر برای توجه به میدان‌های الکترومغناطیسی است (Belyavskaya, 2004).

مکانیسم فیزیکی اثر میدان‌های مغناطیسی و الکترومغناطیسی تا حدود زیادی مشابه یکدیگر می‌باشد. این

Archive of SID
www.SID.ir

مکانیسم در سطوح اتمی و فرااتمی به رزونانس میدان‌های هسته‌ای در بافتهای زنده و اثرات آن بر وضعیت اسپین الکترونی و ارتباط آنها با گروههای ویژه ای از واکنش‌های انتقال الکترونی مربوط می‌باشد.

مطالعات انجام شده، رابطه‌ای را بین میدانهای الکترومغناطیسی و بروزآثار بیولوژیکی نشان می‌دهد. البته باید در نظر داشت که در ظهور این آثار عوامل دیگری نیز دخیل هستند. وجود این عوامل سبب می‌شود که در بعضی از مطالعات مشابه، نتایج متفاوت و یا حتی کاملا متضاد بدست آید. چنین به نظر می‌رسد که غیر از پارامترهای فیزیکی از قبیل شدت، فرکانس، شکل موج (موج سینوسی یا تخت) و مدت اعمال میدان، عوامل دیگری نیز در بروز آثار بیولوژیکی آن مؤثر باشند. از جمله این عوامل می توان به میدان مغناطیسی زمین، شرایط بیولوژیکی بافت زنده، درجه حرارت محیط و چند عامل دیگر اشاره کرد . به عنوان مثال در دانه‌رست‌های تربچه، در میدان مغناطیسی ۵/۰ mT، محتوای پروتئین و لیپیدهای خنثی در گیاهان رشد یافته در نور و تحت تیمار نسبت به گروه شاهد افزایش یافت، در حالی که در اغلب گیاهان رشد یافته در تاریکی تغییری مشاهده نشد (Belyavskaya, 2004) . تحقیقات انجام شده در مورد اثرات درمانی میدان های الکترومغناطیسی بسیار اندک است (Alasonati, 2003). مشاهده این اثرات، لزوم مطالعه بیشتر در این زمینه را ایجاب می کند.

برهمکنش میدان‌های مغناطیسی با سیستم‌های زنده یکی از زمینه‌های علمی است که امروزه بررسی‌های زیادی در مورد آن انجام می‌گیرد. اما با وجود بررسی‌های فراوان هنوز مکانیسم تأثیرات منفی یا مثبت آنها بر سیستم‌های زنده نیازمند مطالعات بیشتری در این زمینه می‌باشد. در این تحقیق نیز اثر میدان الکترومغناطیسی بر روی رشد و محتوای اسانس گیاه ریحان مورد بررسی قرار گرفته است .

مواد و روش ها

کشت گیاه

بذرهای اصلاح شده گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) از شرکت خدمات کشاورزی ایران تهیه شده و در گلدانهای حاوی مخلوط شن – ماسه و هوموس به نسبت ۱:۲ در محیط گلخانه‌ای (دمای حدود $۲۷\pm۲^{o}C$ و دانسیته نوری معادل ۵۸ $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$) پرورش یافتند. گیاهان هر روز با آب معمولی آبیاری شدند. خاک بستر گیاه برای تجزیه به آزمایشگاه موسسه تحقیقات آب و خاک فرستاده شد و ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی آن تعیین گردید که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. پس از یک ماه گیاهان به گروه تیمار و شاهد تقسیم شدند که هر گروه شامل حداقل سه گلدان بود که در هر کدام از گلدانها حدود ۱۵ گیاه وجود داشت. گروه اول گروه شاهد بوده که هیچ گونه تیماری دریافت نکرد . گروه دوم به مدت ۶ روز و هر روز به مدت ۵ ساعت و به طور منقطع در میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۱ kHz قرارگرفت. پس از پایان دوره تیماردهی گیاهان گروههای شاهد و تیمار به‌منظور اسانس‌گیری جمع-آوری شدند و پس از شستشو با آب در دمای اتاق خشک گردیدند. مقداری از بخش‌های هوایی گروههای شاهد و تیمار به طور جداگانه با آب شسته شده و در نیتروژن مایع تثبیت و در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند .

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- آنالیز فیزیکی و شیمیایی خاکی که گیاهان ریحان در آن کشت شدند.

	بافت Text	درصد اشباع S.P.	هدایت الکتریکی (ds/m)	pH	کربن آلی %O.C	ازت کل %Total N
نمونه	شنی	۳۹	۴/۸۵	۷/٦	۱/۷۹	۰/۱۵۳
	فسفر قابل جذب K (ppm)	پتاسیم قابل جذب P (ppm)	آهن Fe (mg/kg)	روی Zn (mg/kg)	مس Cu (mg/kg)	منگنز Mn (mg/kg)
نمونه	۵۲/۴	٦۷۰	۱۲/۴	۳	۰/۹۴	۱۳

دستگاه مولد میدان الکترومغناطیسی

دستگاه مولد امواج الکترومغناطیسی که برای این مطالعه طراحی و ساخته شد، دارای یک محفظه داخلی به ابعاد (۴۰×۵۰×٦۰ سانتیمتر، به ترتیب ارتفاع ، عرض و طول) بود که به سادگی امکان قرارگیری چند گلدان را فراهم می‌کرد (شکل ۱). سیستم از منبع تغذیه مجزای AC جهت تولید امواج الکترومغناطیسی و تهویه مرکزی استفاده می‌کرد. این سیستم قادر به تولید موج‌هایی با اشکال سینوسی، مربعی و مثلثی با قابلیت کنترل پیوسته فرکانس در دامنه فرکانسی Hz ۰/۱ تا ۱۰kHzبود. جهت تولید امواج الکترومغناطیسی ، از یک سیم پیچ به ابعاد mc ۳۴× ۴۸ که دارای ۲۸دور سیم با سطح مقطع mm ۰/۳ بود، استفاده شد. مقاومت ظاهری سیم پیچ معادل ۸ اهم بود و حداکثرتوان مصرفی دستگاه ۹ وات، بود که به کمک یک سیستم کنترل توان از نوع آنالوگ، امکان انتخاب توان‌های تابشی مختلف را فراهم می‌ساخت.

بعلاوه به‌علت وجود دو سیم‌پیچ مجزا، یکی در صفحه XOY (سطح افق و عمود بر g) و دیگری در صفحه XOZ (سطح عمود برسطح و موازی با g)، امکان انتخاب زاویه تابش امواج در دو وضعیت خاص فراهم بود. جهت کنترل دما و نور یک حسگر گرمایی دیجیتالی به همراه یک سیستم روشنایی در داخل محفظه تابش‌گیری تعبیه گردید. جهت کالیبره کردن دستگاه در فرکانس مورد نظر، با همکاری واحد پرتوهای غیر یون ساز وابسته به بخش حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی ایران شدت میدان مغناطیسی بر حسب (A/m) اندازه‌گیری شد که نتایج جهت محاسبه انرژی جذب شده در گیاه استفاده گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱- دستگاه تولید میدان الکترومغناطیسی

A) سیستم کنترل فرکانس و نمایش فرکانس به صورت دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱Hz،

B) نحوه قرارگیری نمونه در دستگاه تولید میدان الکترومغناطیسی

مطالعات مورفولوژیک و میکروسکوپیک

اندازه گیری رشد طولی ساقه

طول ساقه هر یک ازگیاهان شاهد و تیمار قبل از آزمایش و پس از آن اندازه‌گیری شد . اندازه‌گیری از فاصله جوانه رأسی تا محل اولین دو برگ گیاه انجام شد.

- تثبیت و برش‌گیری به علت ظریف بودن بافت از چندین روش برای برش‌گیری استفاده شد . نمونه‌ها در مخلوطی از اتانل و گلیسیرین (به نسبت ۱:۳) قرار گرفتند و برش‌های دستی از آن‌ها با میکروسکوپ فلورسانس (BH2, Olympus, Japan) مشاهده شد.گروه دیگری ازنمونه‌های تازه ریشه و ساقه پس از شستشو با آب‌مقطر با تثبیت‌کننده FAA تثبیت شدند تا برای قالب‌گیری در پارافین و برش-گیری بعدی مورد استفاده قرار گیرند .

مراحل آماده سازی نمونه ها و برش گیری

نمونه ها پس از تثبیت با آب جاری شسته شدند تا اثرات اضافی تثبیت‌کننده از بین برود. سپس به روشهای معمول سلولی- بافت شناسی از نمونه ها آبگیری شد. به منظور آبگیری از درجات رو به افزایش الکل به ترتیب شامل الکل های ۳۰، ۵۰، ۷۵، ۹۰ درجه و الکل ۱۰۰ درجه (مطلق) استفاده شد. مدت زمان قرار گرفتن در هر یک از الکل‌ها ۳۰ دقیقه بود. پس از آبگیری با عبور مرحله‌ای از مخلوط‌های الکل اتیلیک خالص و زایلن نمونه‌ها از زایلن که حلال پارافین است اشباع شدند که هر یک از این مراحل ۳۰ دقیقه به طول انجامید. سپس با عبور از مخلوط های مختلف رو به افزایش زایلن - پارافین مذاب درون بافتها از پارافین اشباع شد تا برای قالب گیری آماده شوند . در نهایت نمونه ها در پارافین خالص با نقطه ذوب ۵۲°C قالب گیری شدند . نمونه‌ها پس از قالب‌گیری برش‌گیری شدند. برش-گیری با کمک دستگاه میکروتوم (Rotary Microtome, Reichert-Jung 2030, Germany) انجام و برش‌هایی به

Archive of SID

www.SID.ir

ضخامت۱۵ میکرون تهیه شد که بر روی لام‌های تمیزی که از قبل به چسب هاپت و فرمالین ٪۴ آغشته شده بود، قرار داده شدند. برش های روی لام روی دستگاه Hotplate در دمای $۳۰^{o}C$ به مدت حدود ۵ دقیقه قرار گرفت تا پهن و صاف شوند. گروهی از نمونه‌های تثبیت شده با تثبیت‌کننده FAA پس از رسانیدن به الکل ۷۰، با دست برش‌گیری شدند. مشاهده میکروسکوپی و عکسبرداری از نمونه‌ها با میکروسکوپ نوری و فلورسانس(BH2, Olympus, Japan) انجام‌گرفت .

اسانس‌گیری

حدود g ۵۰ گیاه خشک از نمونه های شاهد و تیمار شده با میدان الکترومغناطیسی پس از خرد شدن به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۴- ۳ ساعت اسانس گیری شدند واسانس های جمع‌آوری شده پس از توزین با دستگاه GC (مدل Shimadzu-مدل 9A، ژاپن) وCG-MS (Varian 3400، آمریکا) آنالیز گردید (Mechkovski & Akerele, 1992).

تعیین درصد رطوبت نسبی

مقادیر مشخصی از بخش هوایی نمونه های شاهد و تیمار شده با میدان الکترومغناطیسی به مدت حداقل ۲۴ ساعت در آون با حرارت ٦۰ درجه سانتیگراد خشک شدند و با تعیین تفاوت وزن اولیه و ثانویه، مقدار رطوبت و درصد آن در نمونه های گیاهی محاسبه شد. با در نظر گرفتن درصد رطوبت ، بازده اسانس بر حسب وزن خشک بدست آمد (حسنی، ۱۳۸۲).

روشهای آماری

همه آنالیزهای بیوشیمیایی و مشاهدات میکروسکوپی با بیش از۳ تکرار مستقل و هر یک حداقل با ۳ نمونه صورت گرفت. برای تمام داده‌ها میانگین و انحراف معیار (SD) محاسبه شد. معنی‌دار بودن یافته‌های حاصل با استفاده از T-test در سطح $P\leq0.05$ مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر میدان های مغناطیسی ایستا ومیدان های الکترومغناطیسی بر روی سیستم‌های زنده به ویژه در سالهای اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است . زیرا استفاده از وسایل مغناطیسی و الکتریکی در پزشکی، صنعت و زندگی روزمره به شدت رو به افزایش است.

آنالیز رشد و مطالعات میکروسکوپی

در این بررسی تغییر مورفولوژیک بارزی در رشد گیاهان تیمار شده و شاهد مشاهده نشد. اما اندازه‌گیری طول ساقه نشان داد که در تمامی گروه‌های تیمار شده، رشد گیاهان نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌داری در سطح $P\leq0.05$داشته است. نتایج اندازه‌گیری در جدول ۳ آمده است. درصد کاهش رشد در گروه تیمار شده با میدان الکترومغناطیسی نسبت به گروه شاهد ٤۲٪ بود.

Archive of SID
www.SID.ir

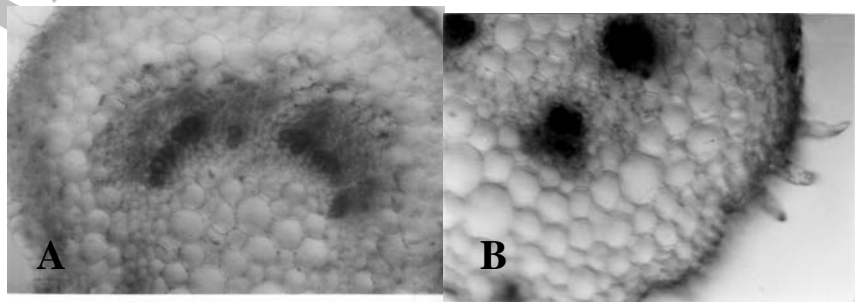
جدول۲- رشد ساقه گیاه ریحان با یا بدون تیمار با میدان‌های مغناطیسی، الکترومغناطیسی و آهن

تیمار	طول ساقه (میلیمتر)	وزن تر/ وزن خشک اندام هوایی
کنترل (شاهد)	۷۷±۰/۰۵	۱/۳۷±۰/۰۱
میدان الکترومغناطیسی	٤٥±۰/۱۳*	۷/۷±۰/۰۳*

تعداد نمونه‌ها ۹ عدد. ستاره نشاندهنده تفاوت معنی‌دار در سطح $P \leq 0.05$ نسبت به گیاهان گروه شاهد می‌باشد.

این امر ممکن است به دلیل افزایش دمای درونی گیاه بیش از حد بحرانی و به دنبال آن مختل شدن فرایند رشد باشد. اکثر گیاهان در دمای کمتر از ٦ ^{o}C به خواب می‌روند و رشد آنها در دمای بالای ۵۰ ^{o}C مختل می‌شود. میدان مغناطیسی می‌تواند با تأثیر بر روی دمای درونی گیاهان و افزایش آن، رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد (Vaezzadeh *et al*., 2005). در تحقیقات دیگر احتمال بروز پاسخ های ایمنی در موجودات زنده به دنبال قرار گرفتن در معرض میدان های مغناطیسی و الکترومغناطیسی با واسطه ایجاد استرس اکسیداتیو (oxidative stress) گزارش شده است (Fernie & Bird, 2001; Sobczak *et al*., 2002; Li & Chow, 2001). استرس اکسیداتیو به معنای افزایش میزان، غلظت و طول عمر گونه‌های فعال اکسیژن می باشد. گونه‌های فعال اکسیژن طی متابولیسم طبیعی موجودات زنده نیز تولید می شوند. استرس اکسیداتیو می تواند سبب تغییر در فعالیت آنزیم ها، بروز ژن، آزاد شدن کلسیم از فضاهای سلولی، تخریب غشا، کاهش رشد و در نهایت مرگ سلولی گردد (Rabison *et al*., 2002; Kwee & Raskmark, 1998). گرچه در تحقیق حاضر فعالیت سیستم آنتی اکسیدانت گیاه ریحان بررسی نشده است اما کاهش مشاهده شده در رشد گیاه به‌دنبال قرار گرفتن در معرض میدان های مغناطیسی و الکترومغناطیسی می‌تواند به دلیل افزایش رادیکالهای آزاد و برهم خوردن فعالیت آنتی‌اکسیدان ها باشد.

مقایسه مطالعات میکروسکوپی برش های ساقه گیاهان تیمار شده با میدان الکترومغناطیسی تفاوت بارزی در اندازه سلولهای کورتکس ساقه گیاهان تیمار شده در مقایسه با گروه شاهد نشان داد، به طوری که قطر متوسط سلولها در کورتکس ساقه گروه شاهد ۷۳ میکرومتر و قطر متوسط اندازه‌گیری شده در سلولهای همین ناحیه در ساقه گیاهان تیمار شده ۱۴۶ میکرومتر بود (شکل ۲).



شکل ۲. مشاهده برش عرضی ساقه گیاه ریحان با میکروسکوپ نوری.

Archive of SID

www.SID.ir

A) نمونه شاهد، B) نمونه تیمار شده با میدان الکترومغناطیسی. اندازه سلولهای ناحیه کورتکس گروه تیمارشده با میدان الکترومغناطیسی درشت تر از سلولهای گروه شاهد می‌باشد (بزرگنمایی ۳۳۰×).

محتوای اسانس و ترکیبهای آن

اسانس‌ها شامل دو گروه عمده ترکیبهای ترپنوئیدی و فنیل پروپانوییدها هستند که به ترتیب شامل allylphenol و propenylphenol می‌شوند. مسیر دقیق متابولیسم برخی از این ترکیبها هنوز کاملا مشخص نیست (Gang *et al*., 2001). مطالعات نشان داده است که عوامل محیطی و استرس‌زا همواره ترکیب شیمیایی و اسانس گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Zheljazkov & Warman, 2003). سنجش میزان و نوع ترکیبهای سازنده اسانس موجود در بخش هوایی گیاه ریحان پس از استخراج با دستگاه GC وGC-MS انجام گرفت (جدول ۳). تیمار با میدان الکترومغناطیسی سبب افزایش میزان اسانس به میزان ۱/۲ برابر میزان شاهد گردید. ترکیب غالب اسانس بخش هوایی گیاه ریحان استفاده شده در تحقیق حاضر در گروه شاهد و گروه تیمار شده شامل متیل کاویکل، ژرانیول و نرول بود گرچه میزان نسبی آنها در تیمارهای مختلف متفاوت بود. در کنار ترکیبهای غالب سازنده اسانس در بخش هوایی گیاه ریحان حدود ۳۰ ترکیب غیرغالب نیز اندازه‌گیری شد که تغییر میزان نسبی آنها درگروه تیمار به نسبت گروه شاهد قابل ملاحظه نبود. در مقایسه با گروه شاهد، در گروه تیمار درصد نسبی محتوای ژرانیول و نرول متناسب با یکدیگر و در تقابل با درصد نسبی محتوای متیل‌کاویکل بود. در تیمار با میدان الکترومغناطیسی، میزان متیل‌کاویکل افزایش یافت. این نتایج پیشنهاد می‌کند که می توان از میدان الکترومغناطیسی به عنوان ابزاری برای افزایش اسانس ها و ترکیبهای مفید دارویی در گیاهان استفاده نمود. برای مثال متیل‌کاویکل ترکیبی غیرترپنوئیدی است که در صنعت داروسازی و عطرسازی کاربرد دارد. این ترکیب دارای خواص درمانی نظیر خاصیت ضدویروسی، ضد باکتریایی، ضد اسپاسم می‌باشد و نیز به عنوان حشره‌کش کاربرد دارد (Leung ,1980; Okundada & Olaifa, 1987). همچنین متیل‌کاویکل در ترکیب داروهایی وجود دارد که در درمان میگرن، سرماخوردگی، استفراغ، اسهال و دل‌درد بکار می‌رود.

نرول و ژرانیول از گروه مونوترپن‌ها می‌باشند. نرول معطر بوده و دارای خواص ضدباکتریایی، ضدعفونی‌کنندگی و ضدتریکوموناسی می‌باشد. در مسیر بیوسنتز ترکیبهای فنلی، وجود دو آنزیم انتقال دهندهٔ متیل به نامهای کاویکل – *O*– متیل‌ترانسفراز (COMT) و یوگنول –*O*– متیل‌ترانسفراز نشان داده‌شده است. کاویکل –*O*– متیل‌ترانسفراز با استفاده از SAM (S-adenosyle methionine) کاویکل را به متیل-کاویکل تبدیل می‌کند (Lewinsohn *et al*., 2000; Gang *et al*., 2002). افزایش میزان متیل‌کاویکل بار دیگر موید این مطلب است که تأثیر تیمارهای الکترومغناطیسی به طور غیرمستقیم و با میانج گری پروتئین‌هایی نظیر پروتئین‌های آنزیمی از جمله COMT انجام می‌گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ - مقایسه میزان ترکیبهای غالب اسانس‌های گروه شاهد و تیمار

ترکیب	گیاه شاهد (٪)	گیاهان تیمار شده با EMF (٪)
α-pinene	۰/۲	۰/۳
β-pinene	۰/۴	۰/۴
myrcene	۰/۲	۰/۳
α-phellandrene	۰/۱	۰/۲
α-terpinene	جزئی	۰/۲
limonene	۰/۴	۰/۵
(E)- β-ocimene	جزئی	–
trans- linalool oxide	۰/۸	۱/۰
linalool	۰/۲	۰/۴
neo-allo-ocimene	۰/۲	۰/۲
cis-menth-2-en-1-ol	۰/۴	۰/۵
borneol	۰/۳	۰/۴
methyl chavicol	۳۴/۱	۴۲/۳
neral	۰/۲	–
nerol	۲۸/۸	۱۹/۰
geraniol	۲۷/۸	۲۴/۵
α-copaene	۰/۲	–
β-cubebene	۰/۳	۰/۷
β-caryophyllene	۲/۴	۱/۹
β-sesquiphellandrene	۰/۸	–
α-humulene	۰/۴	۱/۸
spathulenol	۱/۹	۱/۲
caryophyllene oxide	۰/۸	۰/۳
مجموع	۹۵/۲	۹۶/۳
بازده اسانس	۱/۷	۱/۳

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

- حسنی، ع.، ۱۳۸۲. اثرات تنش‌های آبی وشوری کلرور سدیم بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ریحان رقم کشکنی لولو، پایان‌نامه دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- Alasonati, E., Comino, E., Giudice, A., Lanoz, M., Rachidi, F., Saidi, Y., Zryd, J.P. and Zweiacker, P., 2003. Use of the photosynthesis performance index to assess the effects of high frequency electromagnetic fields on the membrane integrity of the moss Physcomitrella patens, in: 15th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility , Zurich, February 18-20, 297-299.
- Belyavskaya, N.A., 2004. Biological effects due to weak magnetic field on plants. Advances in Space Research, 1566-1574.
- Fernie, K.J. and Bird, D.M., 2001. Evidence of oxidative stress in American kestrels exposed to electromagnetic fields. Environmental Research Section A, 86: 198-207.
- Gang, D.R., Wang, J., Dudareva, N., Hee, N.K. and Simon, J.E., 2001. An investigation of the storage and biosynthesis of phenylpropanes in sweet basil. Plant Phsiology, 125: 539-555.
- Gang, D.R., Lavid, N., Zubieta, Ch., Chen, F., Beuerle, T., Lewinsohn, E.P., Noel, J. and Pichersky, E., 2002. Characterization of phenylpropane O-methyltransferases from sweet basil: Facile change of substrate specificity and convergent evolution within a plant O-methyltransferases family. The Plant Cell, 14: 305-519.
- Kwee, S. and Raskmark, P., 1998. Changes in cell proliferation due to environmental non-ionizing radiation 2.Microwave radiation. Bioelectrochemistry and Bioenergetics, 44: 395-420.
- Leung, A.Y., 1980. Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics. John Wiley and Sons, Inc., New York, pp 241-245.
- Lewinsohn, E., Ziv-Raz, I., Dudai, N., Tadmor, Y., Lastochkin, E., Larkov, O., Chaimovitsh, D., Ravid, U., Puteivsky, E., Pichersky, E. and Shoham, Y., 2000. Biosynthesis of estragole and methyl-eugenol in sweet basil (*Ocimum basilicum*). Developmental and Chemotypic association of allylphenol O-methyltransferase activities. Plant Science, 160: 27-35.
- Li, S.H. and Chow, K.C., 2001, Magnetic field induces DNA degradation. Biochemical and Biochemical Research Communications, 280: 1385-1388.
- Mechkovski, A. and Akerele, C.O., 1992, Quality control methods for medicinal plant materials, WHO/PHARM/92.559. World Health Organization, Switzerland.
- Okundada, A.L. and Olaifa, J.A., 1987, Estragole: an acute toxic principle from the volatile oil of the leaves of Clausena anisata. Journal of Natural Products, 50: 990-991.
- Rabison, J.G., Pendleton, A.R., Monson, K.O., Murray, B.K., O'Neill, K.L., 2002. Decreased DNA repair rates and protection from heat induced apoptosis mediated by electromagnetic field exposure. Bioelectromagnetics, 23: 106-112.
- Sobczak, A., Kula, B. and Dancii, A., 2002. Effects of electromagnetic field on free radical process in steelworkers. Part II: Magnetic field influence on vitamin A, E and selenium concentrations in plasma. Journal of Occupational Health, 44: 230-233.
- Vaezzadeh, M., Noruzifar, E., Ghanati, F., Salehkotahi, M. and Mehdian, R., 2006. Excitation of plant growth in dominant temperature by steady magnetic field. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 302 (1): 105-108.
- Zheljazkov, V.R., Warman, P.H., 2003. Application of high Cu compost to Swiss chard and basil .The Science of the Total Environment, 302: 13-26.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigating the Changes of Essential Oil of *Ocimum basilicum* L. in Response to Electromagnetic Field

F. Ghanati[1*], E. Rajabbeigi[1], F. Sefidkon[2] and P. Abdolmaleki[3]

1-Biology Department, Faculty of Science, Tarbiat Modarres Univercity, P.O. Box: 14115-175, Tehran, Iran, E-mail: ghangia@modares.ac.ir
2- Research Institute of Forests and rangelands, Tehran, Iran
3- Biophysics Department, Faculty of Science, Tarbiat Modarres Univercity. Tehran, Iran

Abstract

The effects of electromagnetic field (1 kHz) on the growth and the amounts and composition of essential oils of sweet basil (*Ocimum basilicum*) were studied. Basil plants were exposed to the electromagnetic field for 6 days, each 5 hours, discontinuously. Compared to the control plants, the growth of treated plants and their essential oils were decreased. This may be resulted from decrease in the activity of certain enzymes involved in the essential oil biosynthesis pathway. Methyl chavicol, geraniol, and nerol were three major components of essential oil of basil. Treatment with electromagnetic field, however, increased the content of methyl chavicol, suggesting an increase in the activity of chavicol-*o*-methyl transferase. This in return, suggests that the electromagnetic field can effect on the metabolism of essential oils indirectly i.e., through enzymatic proteins such as chavicol-*o*-methyl transferase. The results of the present study indicate that the electromagnetic field can be considered as a tool to increase methyl chavicol and probably other medicinal compounds in the desired plants.

Key words: essential oils, basil (*Ocimum basilicum*), methyl chavicol, electromagnetic field.

Archive of SID

www.SID.ir