Archive of SID

تأثیر اتیلن بر جذب و پارادکس کلروزآهن در لیموترش[۱] (*Citrus aurantifolia* Swing)

محمدسعید تدین، علیرضا طلایی، محمدجعفر ملکوتی و ابوالقاسم حسن پور[۲*]

چکیده

کمبود آهن که عمدتاً به صورت کلروز در برگهای جوان بروز می نماید به عنوان یکی از نارساییهای مهم تغذیه‌ای در درختان مرکبات ، بویژه در شرایط خاکهای آهکی مطرح است و به شدت عملکرد و کیفیت محصول آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این آزمایش به منظور بررسی تاثیر عملی استفاده از محلول ۳۸ درصد اتفن (به عنوان ماده آزاد کننده اتیلن) در دو سطح ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میکرولیتر در لیتر از طریق آغشته کردن ریشه قبل از کشت و چهار سطح شاهد (آب مقطر) ، ۲۰۰،۸۰۰ و ۱۶۰۰ میکرولیتر در لیتر اتفن از طریق محلول پاشی برگی برتغییر صفات مورفولوژیک ریشه و نیز میزان جذب آهن از طریق ریشه ها، میزان کلروفیل، سطح برگ،مقدار آهن در واحد وزن خشک و مقدار آهن به ازاء هر برگ، وزن تر،خشک و وزن مخصوص برگ[۳] (SLW) در نهالهای لیموترش(Citrus aurantifolia Swing) انجام شد. دو سطح ۸۰۰ و۱۶۰۰میکرولیتر در لیتر اتفن از طریق آغشته کردن ریشه قبل از کشت با تحت تأثیر قرار دادن ریشه ها نه تنها گسترش آنها را با افزایش رشد ریشه های جانبی نسبت به شاهد موجب گردید، بلکه رشد ریشه های مویین و تورم انتهایی در نوک ریشه ها را نیز تحریک نمود. میزان جذب آهن توسط ریشه ها نیز به شدت افزایش یافت. در این آزمایش اتیلن به شیوه های متفاوتی میزان کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار داده است، چنانکه مصرف اتفن از طریق ریشه ها بواسطه افزایش میزان جذب آهن باعث افزایش میزان کلروفیل برگ شد. این در حالی بود که در محلول پاشی اتفن از طریق برگ، افزایش میزان کلروفیل به احتمال زیاد تحت تأثیر مستقیم اتیلن بر جذب آهن در برگ صورت پذیرفته. ارتباط بهتر بین میزان کلروفیل و آهن برگ با اندازه گیری میزان آهن به ازاء هر برگ در مقایسه با میزان آهن در واحد وزن خشک برگ بدست آمد، گرچه شاخص مذکور نیز به دلیل تغییرات میزان وزن مخصوص برگ، بویژه تحت تأثیر تیمار اتفن از طریق ریشه ها، از دقت بالایی برخوردار نبود. این آزمایش نشان داد که در مواردی که غنی سازی[۴] گیاهان توسط آهن مورد نظر باشد نقش اتیلن در ریشه ها حائز اهمیت بسیاری می باشد، و در موارد مطرح بودن پارادکس کلروز آهن نقش اتیلن در برگها در افزایش میزان کلروفیل و بهبود کلروز از اهمیت زیادی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: اتیلن، کلروز آهن، لیموترش

۱- Sour lime

۲-به ترتیب پژوهنده مرکز تحقیقات کشاورزی فارس، استاد دانشگاه تهران وریاست دانشکده کشاورزی کرج ، استاد دانشگاه تربیت مدرس و سرپرست مؤسسه تحقیقات خاک وآب، استادیار ومعاونت سازمان تات دراستان فارس.

*- وصول: ۸۱/۲/۳۰ و تصویب: ۸۲/۶/۹

۳- Specific leaf weight

۴ Fortofication

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در بسیاری از گیاهان کمبود آهن موجب تحریک عکس العملهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک متعددی می‌شود (Marschner و Romheld، ۱۹۹۵؛ Nikolic و Romheld، ۱۹۹۹؛ Vizzotto و همکاران، ۱۹۹۹). مشابهت بین این عکس العملهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک با عکس العملهای حاصل از تأثیر هورمون اتیلن در گیاهان موجب گردیده تا نقش آن در جذب آهن و سایر کاتیونها مورد توجه واقع گردد. شواهد موجود مبنی بر نقش اتیلن در جذب آهن (و احتمالاً سایر کاتیونها) در حال حاضر موارد زیر را در بر می گیرد:

Romera و Alcantara (۱۹۹٤). نشان دادند که تحت شرایط تنش کمبود آهن میزان اتیلن در بوته های خیار (*Cucumis sativus* L.) دارای علائم کلروز برگی افزایش می‌یابد، و نقش احتمالی اتیلن را در انگیزش عکس العملهای گیاه در شرایط تنش کمبود آهن مطرح نمودند. در یک سری آزمایشهای دیگر توسط Romera و همکاران (۱۹۹٤) بر روی بوته‌های خیار (*Cucumis sativus* L.)، نخود (*Pisum sativua* L.) و گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) مشاهده گردید که اتیلن بطور مستقیم در افزایش فعالیت رداکتاز کلات آهن سه ظرفیتی در غشاء سلولی ریشه که برای جذب آهن ضروری می‌باشد شرکت می‌کند. Masucci و Schiefelbein (۱۹۹٦) تاثیر اتیلن را در تشکیل ریشه های مویین و جانبی نشان دادند. Landsberg (۱۹۹٦) نشان داد که استفاده از ترکیبات هورمونی مانند IAA [1]، 2,4 –D [2]، مانند ACC [3] (به عنوان پیش ماده سنتز اتیلن در گیاه) و اتفن (به عنوان ماده آزاد کننده اتیلن) بر روی ریشه گیاهان مربوط به استراتژی I در شرایط آهن کافی، ایجاد تورم انتهایی ریشه، ریشه‌های مویین و سلولهای انتقالی ریزودرم ریشه را مانند آنچه که در شرایط کمبود آهن رخ می‌دهد تحریک می‌کنند. Welch و همکاران (۱۹۹۷) نقش اتیلن در هموستازی فیتومتالوفرهای آهن سه ظرفیتی در ریشه غلات (گونه‌های مربوط به استراتژی II) و فعال نمودن کانالهای یونی واقع در غشاء پلاسمایی این گیاهان را تشریح نمودند. Romera و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که اتیلن تولیدی درگیاهان دارای علائم کلروز برگی باعث انگیزش سلولهای انتقالی، اسیدی نمودن محیط ریزوسفر، افزایش رهاسازی مواد احیاء کننده و نیز افزایش ظرفیت احیاء آهن سه ظرفیتی می‌گردد. آنها در آزمایشهای خود نشان دادند که استفاده از بازدارنده‌های سنتز اتیلن مانند AVG, Ag^{+}, Co^{2+4} یا AOA [5] موجب متوقف شدن عکس العملهای معمول به هنگام تنش ناشی از کمبود آهن شده و به عکس اضافه نمودن ACC و یا اتفن به محلول غذایی گیاهان دارای فعالیت کم احیاء آهن سه ظرفیتی به طور قابل توجهی ظرفیت احیاء آهن سه ظرفیتی و تورم انتهایی نزدیک به نوک ریشه را افزایش می‌دهد. Diem و همکاران (۲۰۰۰) تشکیل ریشه های خوشه ای یا پروتئوید [6] را درگیاهان مربوط به خانواده Casuarinaceae تحت تاثیر اتیلن نشان دادند. در آزمایش آنها مشاهده شده بود که تعداد این ریشه ها در شرایط طبیعی به دلیل کمبود آهن و فسفر ناشی از قلیایی بودن خاکها افزایش می یابند. Schikora و Schmidt (۲۰۰۱) تشکیل ریشه های مویین و جانبی و نیز افزایش عکس العملهای ناشی از تنش کمبود آهن را تحت تاثیر هورمون اتیلن دانستند.

با توجه به مطالب بیان گردیده و بدنبال بررسی اثر احتمالی اتیلن در بر طرف نمودن علائم کلروز فیزیولوژیک آهن، اثر این هورمون را در جذب و پارادکس کلروزآهن در مرکبات مورد بررسی قرار دادیم.

مواد و روشها

به منظور بررسی تأثیر اتیلن بر جذب و پارادکس کلروزآهن، از پایهٔ حساس نسبت به کلروز آهن یعنی نهالهای بذری لیموی آب [7] (*Citrus aurantifolia* Swing) استفاده گردید. نهالهای بذری لیموی آب پس از تهیه به خزانه دوم که دارای خاک آهکی با خواص فیزیکوشیمیایی جدول ۱ بود منتقل گردیدند. نتایج تجزیهٔ شیمیائی آب مورد استفاده در آبیاری این نهالها نیز در جدول ۲ آورده شده است. پس از گذشت سه ماه نهالها از خزانه خارج شده و پس از شسته شوی ریشه ها، تعدادی از آنها جهت اعمال سطوح تیمار اتفن از طریق ریشه در ظرفهای حاوی ۸۰۰ و ۱٦۰۰

[1] Indoleacetic acid (IAA)

[2] 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4 –D)

[3] I-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC)

[4] Aminoethyoxyvinylglycine (AVG)

[5] Aminooxyacetic acid (AOA)

[6] Proteoid

[7] Soure lime

www.SID.ir

Archive of SID

میکرولیتر در لیتر محلول اتفن به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شدند. در مرحله بعد تمام نهالها به گلدانهای نایلونی منتقل شده و روی سکوهای گلخانه قرار گرفتند. خاک این گلدانها را نیز همان خاک مورد استفاده در خزانه دوم تشکیل می‌داد. آبیاری این نهالها به روش قطره‌ای و با همان آب مورد استفاده در خزانه دوم انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار و در هر کرت (گلدان) ۸ نهال انجام گرفت. سطوح فاکتورهای آزمایشی مورد نظر به شرح جدول ۳ بود.

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه فیزیکو شیمیائی نمونه خاک مورد استفاده در آزمایش.

قابلیت هدایت الکتریکی dSm^{-1}	pH	مواد خنثی شونده (٪)	کربن آلی (٪)	فسفر $mgkg^{-1}$	پتاسیم $mgkg^{-1}$	شن (٪)	سیلیت (٪)
۳/۸٦	۸/۳	۳۹	۰/۱۹	۱/۲	۵۳٦	۲۳/۹	٤۲/۱
رس (٪)	**منیزیم** $mgkg^{-1}$	**کلسیم** $mgkg^{-1}$	**آهن** $mgkg^{-1}$	**منگنز** $mgkg^{-1}$	**روی** $mgkg^{-1}$	**مس** $mgkg^{-1}$	**بر** $mgkg^{-1}$
۳٤	۲۱٦	۵۱۲	۲/٦۲	۲/٦	۰/٤۲	۰/٤۸	۵/۱٦

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در آزمایش.

قابلیت هدایت الکتریکی µS/cm	اسیدیته pH	میلی اکی والانت در لیتر						
		بیکربنات HCO_3^-	کلر Cl^-	سولفات SO_4^{2-}	مجموع آنیونها	کلسیم+ منیزیم	سدیم	مجموع کاتیونها
۷۱۰	۷/٦	۲/٤	۲/٦	۲/۹۵	۷/۹۵	٦/۱	۱/۸٤	۷/۹٤

جدول ۳- سطوح فاکتورهای آزمایشی موردنظر حروف اختصاری

۱- اتفن Ethephon	شاهد (آب مقطر)	E_1
	محلولپاشی برگی به میزان ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر	E_2
	محلولپاشی برگی به میزان ۸۰۰ میکرولیتر در لیتر	E_3
	محلولپاشی برگی به میزان ۱٦۰۰ میکرولیتر در لیتر	E_4
	استفاده ازطریق آغشته کردن ریشه قبل از کشت به میزان ۸۰۰ میکرولیتر در لیتر	E_5
	استفاده از طریق آغشته کردن ریشه قبل ازکشت به میزان ۱٦۰۰ میکرولیتر در لیتر	E_6
۲- آهن Fe EDDHA	شاهد	Fe_1
	استفاده از طریق خاک به میزان ۲۰ گرم در هر کرت	Fe_2

چهارماه پس از اعمال تیمارهای خاکی و یک ماه پس از اعمال تیمارهای محلول پاشی، میزان سبزینه (کلروفیل) برگهای کاملاً توسعه یافته بر روی جستها از چهارمین برگ انتهایی به طرف پایین به تعداد ۵ عدد توسط دستگاه کلروفیل سنج SPAD [1] اندازه‌گیری شد. در انجام این کار به طور تصادفی تعداد ٦ نقطه از سطح پهنک برگها قرائت و میانگین آنها روی جستهای ۸ نهال در هر کرت به عنوان داده نهایی یادداشت می شد. پس از این مرحله برگهای یاد شده جدا و جهت اندازه گیری وزن تر و سطح برگ به سرعت به آزمایشگاه منتقل گردیدند. سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ [2] محاسبه گردید. لازم به ذکر است که مقداری از این برگها از قبل جهت کالیبراسیون دستگاه کلروفیل سنج مورد استفاده قرار گرفتند. مقدار کلروفیل این نمونه های برگی پس از طبقه بندی توسط دستگاه کلروفیل سنج به ۱۰ گروه از فاقد کلروز تا دارای کلروز، توسط عصاره گیری با استون و اندازه گیری میزان جذب در دو طول موج

[1] Portable chlorophyll meter SPAD 502 (Minolta Corp., Ramsey, NJ)

[2] Leaf area meter (Dalta-T devices, Burwell

www.SID.ir

Archive of SID

٦٤٥ و ٦٦٣ توسط دستگاه کالریمتر اندازه‌گیری شد. معادلهٔ رگرسیونی زیر جهت تعیین میزان کلروفیل کل برحسب میلیگرم بر گرم وزن تر در نمونه‌های برگی محاسبه گردید.

$Y(mgg^{-1}FW) = / ۱۲۹ . x + ٪ ۱۱$

$R^2 = / ۰ ۸۱۸$

نمونه‌های برگی پس از تعیین وزن تر و سطح برگ، به روش استاندارد مورد شستشو قرار گرفتند و جهت تعیین میزان وزن خشک، نمونه های برگی را به مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده و پس از توزین، میانگین وزن خشک برگها محاسبه گردید. میزان عنصر آهن از طریق هضم به روش سوزاندن خشک[1] و حل در HCl و سپس قرائت بوسیله دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد (امامی، ۱۳۷۵).

محاسبات انجام گرفته براساس تعداد برگ موجود در هر نمونه مورد آزمایش شامل : وزن تر متوسط به ازاء هر برگ بر حسب گرم ($FW\ leaf^{-1}$)، وزن خشک متوسط به ازاء هر برگ بر حسب گرم بر سانتیمتر مربع (این شاخص از تقسیم وزن خشک نمونه های برگی بر سطح آنها محاسبه می گردد)، میزان آهن به ازاء هر برگ بر حسب $\mu g.\ leaf^{-1}$ (این پارامترها نیز از حاصل ضرب وزن خشک متوسط به ازاء هر برگ در میزان آهن برگها بدست می‌آیند) و مقدار کلرفیل به ازاء هر برگ بر حسب $\mu g.\ leaf^{-1}$ بود.

در ادامه آزمایش ریشه های این گیاهان به جهت تعیین تغییرات مورفولوژیک از جمله تورم نوک ریشه ها، تشکیل ریشه های مویین و جانبی و همچنین تعیین میزان جذب آهن مورد بررسی قرار گرفتند. برای جلوگیری از صدمه به ریشه ها خاک اطراف آنها را با آب زیاد شسته و سپس ریشه ها را به آرامی از گلدانها خارج نمودیم. ریشه ها پس از شستشو به روش استاندارد (امامی ، ۱۳۷۵) به سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند. میزان تورم انتهایی ریشه ها، مقدار ریشه های مویین و جانبی توسط بیناکولر[2] با بزرگنمایی ما بین ۷/۵ تا ٦٤ برابر مورد بررسی قرار گرفته و هر یک از این صفات یکی از مقادیر شاخص عددی ۰ تا ۵ را به خود اختصاص دادند و در نهایت مجموع این مقادیر به عنوان شاخص مورفولوژیکی ریشه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مرحله بعد ریشه ها به درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان ٤٨ ساعت منتقل شده و میزان وزن خشک آنها محاسبه گردید. مقدار آهن ریشه ها نیز از طریق هضم به روش سوزاندن خشک و حل در HCl همانند آنچه که برای برگها انجام گرفت توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد (امامی، ۱۳۷۵).

میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت و ضرایب همبستگی بین صفات نیز مورد محاسبه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

باتوجه به جدول ٤ مشاهده می گردد که غلظت های اتفن در سطح آماری ۱ ٪ بر میزان کلروفیل برگ اختلاف معنی داری ایجاد نموده اند. بیشترین میزان افزایش کلروفیل برگ مربوط به سطوح E_5و E_6 بوده و پس از آنها سطوح E_4، E_3 و E_2 می باشند. همانگونه که در جدولهای ٤ و ۵ ملاحظه می شود سطوح E_5 و E_6 فاکتور اتفن به شدت میزان جذب آهن توسط ریشه ها را افزایش دادند، که این مسئله می تواند هم بواسطه تأثیر غیرمستقیم اتفن بر رشد ریشه بویژه شاخص رشد ریشه صورت پذیرفته باشد، و هم اثر مستقیم اتفن بر جذب آهن توسط ریشه را شامل گردد. اثر مستقیم اتفن در جذب آهن توسط ریشه را می توان با مقایسه سطوح $E_6\ Fe_2$ و $E_1\ Fe_2$ ملاحظه نمود، با وجود آن که در این دو سطح شاخص رشد ریشه و میزان وزن خشک ریشه در یک گروه قرار می گیرند اما میزان جذب آهن در سطح E_6Fe_2 از میزان بالاتری برخوردار بوده است. جدول ۵ نشان دهندهٔ آن است که میزان شاخص رشد ریشه در سطوح فاقد مصرف آهن مقادیر بالاتر را به خود اختصاص داده و بیشترین میزان افزایش شاخص رشد ریشه مربوط به سطوح E_5Fe_1 و E_6Fe_1 می باشد. این مسئله دو نکته را در برمی گیرد، اول آن که تحت شرایط کمبود آهن افزایش میزان شاخص رشد این ریشه ها نشان دهندهٔ افزایش فعالیتهای استرسی ناشی از کمبود آهن می باشد که این فعالیتها در شرایط مصرف آهن در ریشه ها کاهش یافته و دیگر آن که

[1] Dry- ashing

15-.Binocular (Olympus, SZH)

www.SID.ir

Archive of SID

اتفن این میزان افـزایش فعالیتهـای استرسـی را شـدت بخشیده است. نکات بیـان شـده در راسـتای کارهـای انجام گرفته توسط Romera و همکاران (۱۹۹۹) مـی باشد. با وجود این میـزان افـزایش در جـذب آهـن از خاک همانگونه که در جدول هـــای ٤ و ٥ مشاهـــده می شود، بنظر می رسد این افـزایش تـأثیری در میـزان آهن در واحد وزن خشک برگ نداشته و مقـدار آن را در مقایسه با شاهد تحت تأثیر قرار نداده اسـت. دلیـل این مسئله را می توان تأثیر غیرمستقیم اتفن بر افـزایش سطح برگ از طریق افزایش رشد ریـشه(** r=۰/۵۳۲) و ارتباط منفی بین افزایش سطح برگ و میزان آهن در واحـد وزن خـشک بـرگ (** r = – ۰/۵۷۵) دانـست (جدول ٦). در همین راستا جـدول ٦ نشـان می دهـد که ارتباط مشخص زیاد و دقیقی بـین میـزان آهـن در واحـد وزن خـشک بـرگ و میـزان کلروفیـل وجـود ندارد(* r =۰/۲٤۲).

براساس نظـر Morales و همکـاران (۱۹۹۸) و Bavaresco و همکاران (۱۹۹۹) کـه انـدازه گیـری میزان آهن به ازاء هر برگ را راه بهتری در بیان ارتبـاط میزان آهن برگ و کلروز بیان می کنند، در این آزمایش نیز ارتباط مناسبتری بین میزان آهن به ازاء هر بـرگ و میزان کلروفیل بدسـت آمـد (** r = ۰/۳٥٤). همچنـین شاخص میزان آهن به ازاء هر برگ نقش مثبت مصرف اتفن از طریق ریشه را در افزایش میزان آهن بـرگ، در مقایسه با شاخص میزان آهن به ازاء وزن خشک برگ، آشکارتر نمود. این در حالی اسـت کـه کـاهش میـزان وزن مخصوص برگ در تیمارهای اتفن از طریق ریشه، با وجود افزایش میزان وزن تر و خشک بـرگ، باعـث می‌گردد تا شاخص فوق نیز همچنان از کارایی بـالایی در بیان میزان آهن برگ برخوردار نباشد. در اینجا لازم به ذکر است که کاهش در میزان وزن مخصوص بـرگ مختص تیمارهای فاقد مصرف آهن نبوده و در سطوح E_5Fe_2 و E_6Fe_2 نیز درمقایسه با شاهد و سایر سطوح مصرف آهن، کاهش محسوسی را مشاهده می کنیم.

با توجه به مطالب بیان شده می‌توان گفت که افزایش شدید میزان جذب آهـن توسـط ریـشه هـا در سطوح E_5 و E_6 فاکتور اتفن و نیز افزایش میزان آهـن برگ، براساس شاخص میزان آهـن بـه ازاء هـر بـرگ، نقش تعیین کننده ای در افزایش میزان کلروفیـل بـرگ به عهده داشته است.

اثـر قابـل توجـه اتـیلن در افـزایش میـزان کلروفیل برگ را مـی تـوان در سـطوح محلـول پاشـی اتفن یعنی E_2، E_3 و E_4 در مقایسه بـا شـاهد مـشاهده نمود. اهمیت مسئله از آنجا ناشی می‌شود کـه سـطوح فوق هیچگونه تأثیری بر افزایش میزان جـذب آهـن از طریق ریشه ها نداشته بلکـه مـستقیماً میـزان کلروفیـل برگ را تحت تأثیر قرار داده اند. همانطور که می‌دانـیم در بعضی موارد کلروز ناشی از آهک در ارتباط با غیـر فعال شدن مقادیر بالایی از آهن در برگها اتفاق می‌افتد (Abadia، ۱۹۹۲؛ Morales و همکـــــاران، ۱۹۹۸؛ Bavaresco و همکـــــــاران، ۱۹۹۹؛ Nikolic و Romheld، ۱۹۹۹؛ Gonzlez-Vallejo و همکـاران، ۲۰۰۰) در اینجا نقش مستقیم اتفـن در افـزایش میـزان جذب سلولی آهـن مـی توانـد در سـلولهای مزوفیلـی برگ نیز موجب افزایش جذب آهن گردیده (Larbi و همکاران، ۲۰۰۱) و از این طریق میزان کلروفیـل بـرگ را تحـت تـأثیر قـرار داده باشـد. چنانکـه ایـن مـسئله صـحت داشـته باشـد مـی‌توانـد بـه عنـوان یکـی از راهکارهای استفاده از این منبع آهن غیـر فعـال برگـی تلقی گردد.

آزمایـشهای بـالا نـشان داد کـه اتـیلن نقـش مؤثری در جذب آهن توسط ریشه گیاه بازی می کنـد و در مواردی که غنی سازی گیاهان توسط آهن بـویژه در خاکهای آهکی مطرح باشد نقش اتیلن در ریشه هـا حائز اهمیـت بـسیاری مـی‌باشـد. همچنـین در مـوارد مطرح بودن پارادکس کلروز آهن نیـز نقـش اتـیلن در برگها در بهبود میـزان کلروفیـل مـی توانـد از اهمیـت زیادی برخوردار باشد. درحال حاضر این امکان وجود دارد تا با استفاده از روشهای بیوتکنولوژی میزان تولیـد اتیلن را درگیاهان در حـد بهینـه افـزایش داد، چنانکـه درحال حاضر CDNA های مربوط بـه آنـزیم ACC synthase وسیکانسهای ژنـومی مربـوط بـه آنهـــا از تعدادی گونه‌های گیاهی کلـون شـده و امکـان over express یا Enhancement ژنهای مربوط بـه تولیـد اتـیلن در بافتهـای گیـاهی بـویژه ریـشه‌هـا وجـود دارد(Taiz و Zeiger، ۱۹۹۸).

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. امامی، عاکفه. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه، نشریه فنی شماره ۹۸۲، چاپ اول، مؤسسه تحقیقات خاک وآب.

2. Abadia, J. 1992. Leaf responses to Fe deficiency: A review. J. Plant Nutr. 15: 1699-1713.
3. Bavaresco, L., E. Giachino and R. Colla. 1999. Iron chlorosis paradox in grapevine. J. Plant Nutr. 22: 1589- 1597.
4. Diem, H. G., E. Duhoux, H. Zaid and M. Arahou. 2000. Cluster roots in Casuarinaceae: Role and relationship to soil nutrient factors. Annal. Bot. 85: 929- 936.
5. Gonzalez- Vallejo, E. B., F. Morales, L. Cistue, A. Abadia and J. Abadia. 2000. Iron deficiency decreases the Fe(III) - chelate reducing activity of leaf protoplasts. Plant Physiol. 122: 337- 344.
6. Landsberg, E. C. 1996. Hormonal regulations of iron - stress response in sunflower roots: a morphological and cytological investigation. Protoplasm. 194: 69-80.
7. Larbi, A., F. Morales, A. F. Lopez- Millan, Y. Gogorcena, A. Abadia, P. R. Moog and J. Abadia. 2001. Technical advance: reduction of Fe (III)- chelates by mesophyll leaf disks of sugar beet. Multi-component origin and effect of Fe deficeincy. Plant Cell Physiol. 42:94-105.
8. Marschner, H. and V. Romheld. 1995. Strategies of plants for aquistion of iron. Iron Nutrition in Soil and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 375- 388.
9. Masucci, J. D. and W. Schiefelbein. 1996. Hormones act downstream of TTG and Gl2 to promote root hair outgrowth during epidermis development in the arabidopsis root. The Plant Cell 8: 1505- 1517.
10. Morales, F., R. Grasa, A. Abadia and J. Abadia. 1998. Iron chlorosis paradox in fruit trees. J. Plant Nutr. 21(4): 815- 825.
11. Nikolic, M. and V. Romheld. 1999. Mechanism of Fe uptake by the leaf symplast: Is Fe inactivation in leaf a cause of Fe deficiency chlorosis? Plant and Soil. 215: 229- 237.
12. Romera, F. J. and E. Alcantara. 1994. Iron- deficiency stress responses in cucumber(*Cucumis sativus* L.) roots. A possible role for ethylene? Plant Physiol. 105: 113- 1138.
13. Romera, F. J., E. Alcantara, M. D. De la Guardia. 1999. Ethylene production by Fe- deficient stress responses by strategy I plants. Annal. Bot. 83: 51- 55.
14. Romera, F. J., R. M. Welch, W. A. Norvell, S. C. Schaefer and L. V. Kochian. 1994. Ethylene involvement in the overexpression of Fe (III)- chelate reductase by roots of E107. Pea [*Pisum sativum* L. (brz, brz)] and chloronerva Tomato (*Lycopersicon-esculentum*L.) mutantgenotypes. http: // www. nal. usda. ov/ ttic/ tektran/ data/ 000008/ 04/ 0000080418. html.
15. Schikora, A. and W. Schmidt. 2001. Iron stress- induced changes in root epidermal cell fate are regulated independently from physiological responses to low iron availability. Plant Physiol. 125: 1679-1687.
16. Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc, Publishers, Frankfurt, Germany. PP. 645-670.
17. Vizzotto, G., R. Pinton, C. Bomben, S. Cesco, Z. Varanini and G. Costa. 1999. Iron reduction in iron-stressed plants of *Actinidia deliciosa* genotypes: involvement of PM Fe(III)-chelate reductase and H^+ - ATPase activity. J. Plant Nutr. 22: 479-488.
18. Welch, R. M., W. A. Norvell, P. Gesuwan and S. Schaefer. 1997. Possible role of root - ethylene in Fe(III)- phytometallophore uptake in strategy II species. Plant nutrition for sustainable food production and environment. Kluwer Academic Publishers.Dordrecht, Netherlands. 119-122

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Ethylene on Iron Uptake and Iron Chlorosis Paradox in Sour Lime (*Citrus aurantifolia* Swing)

M. S. Tadayon, A. R. Talai, M. J. Malakouti and A. Hasanpour[1]

Abstract

Iron deficiency which usually appears as chlorosis in young leaves, is considered to be one of the most important nutritional disorder in citrus trees, particularly in calcareous soils. This experiment was conducted to study the effect of ethephon 37% (as an ethylene releasing agent) with two precultural roots application levels of 800 and 1600 µl/l and four foliar application levels of 0 (control), 200, 800 and 1600 µl/l on morphological characteristics of roots, iron absorption, chlorophyll concentration, leaf area, leaf iron concentration and iron content per individual leaf, leaf fresh and dry weight and specific leaf weight (SLW) of sour lime (*Citrus aurantifolia* Swing) seedlings. The precultural roots application of 800 and 1600 µl/l ethephon, not only significantly increased roots expansion by auxiliary roots development, but also induced roots hair formation and subapical root swelling. These two levels also considerably increased iron uptake by roots. In this experiment, ethylene increased leaf chlorophyll concentration in two different ways, so that, the precultural roots application level of ethephon enhanced the chlorophyll concentration by increasing iron uptake from soil, while foliar application of ethephon most likely induced chlorophyll concentration by increasing iron uptake in leaves. In this experiment, a better correlation between chlorophyll and Fe in leaves was obtained by calculating the leaf iron content per individual leaf rather than iron concentration per dry weight. However, this index is not very accurate because of SLW variations, especially under the roots treatment by ethephon. The results indicated that in the case of plant fortification with iron, ethylene plays a very important role in root morphology and in the case of iron chlorosis paradox in leaves, it has an important effect on increasing chlorophyll concentration and correcting the chlorosis incidence.

Key Words: Ethylene, Iron chlorosis, Sour lime

[1] Researcher at Fars Agric. Res. Center, Prof. of Horticulture Sci. at Tehran Univ., Prof. of Soil Sci. at Tarbiat Modarres Univ., and Associate Prof. of Horticulture Sci. and assistant of AREEO in Fars Province, respectively.

www.SID.ir