نقش کیلاتورهای آلی اسید مالیک و اسید سیتریک بر کاهش کلروز فیزیولوژیکی آهن در خیار گلخانه ای (*Cucumis sativa* L.)

محمد سعید تدین[۱]، هادی رازقی[۲] و غلامرضا معافپوریان[۳]

۱ و ۳- اعضاء هئیت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

۲- دانشجوی کارشناس ارشد سابق دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

MS_TADAION@YAHOO.COM

مقدمه

غلظت اسیدهای آلی در شرایط کمبود آهن و در قسمتهای مختلف گیاه مانند ریشه، برگ و ساقه افزایش می‌یابد(۱). ترکیبات طبیعی آهن سه ظرفیتی با اسید سیتریک و به ویژه اسید مالیک سوبستره های مناسبی را برای رداکتاز کلات آهن واقع در غشاء پلاسمایی سلولهای برگی فراهم می آورند. pH مناسب جهت فعالیت آنزیم رداکتاز آهن تحریک پذیر بر روی سلولهای مزوفیل برگ در حدود ۷-۶/۵ بوده و بالا و پایین رفتن pH تا مقادیر ۷/۵ و ۵/۸ حدود ۳۰ درصد از فعالیت این آنزیم می کاهد. چنانکه کیلات آلی اسید مالیک آهن سه ظرفیتی بویژه تحت شرایط کمبود آهن در برگ قرار گیرد میزان احیاء آهن توسط سلولهای مزوفیل برگ در مقایسه با کیلاتور اسید سیتریک آهن سه ظرفیتی سه برابر می باشد. این میزان افزایش در احیاء آهن در مورد کلروپلاستهای گیاه چغندر قند در شرایط کشت بافت تا ۳۵ برابر گزارش شده است(۲). مشخص شدن این مسئله که بافت مزوفیل برگ به طور موثری کیلات اسید مالیک آهن سه ظرفیتی را احیاء می کند، می تواند به درک فیزیولوژی کمبود آهن در گیاهان کمک نماید، چرا که به عنوان مثال در چغندر قند غلظت اسید سیتریک و اسید مالیک در شیره آوند چوبی تحت شرایط کمبود آهن به ترتیب به میزان ۶ و ۱۴ برابر افزایش می یابد(۵). لاربی و همکاران(۲۰۰۱) pH مناسب را جهت فعال نمودن رداکتاز کیلات آهن سه ظرفیتی در سلولهای مزوفیل برگ در دامنه ۶/۷-۶ تعیین نمودند و کاهش در فعالیت احیاء آهن سه ظرفیتی را تنها در pH بسیار بالا که تا کنون در اپوپلاست برگهای دچار کمبود آهن مشاهده نشده است، مطرح نمودند. این محققین در آزمایش خود مشاهده نمودند که سلولهای مزوفیل برگ ترکیباتی مانند آنیونهای آلی که عمدتاً شامل اسید اگزالیک، اسید سیتریک و اسید مالیک می باشند ترشح می کنند که به جذب آهن سه ظرفیتی توسط این سلولها کمک می کنند.

مواد و روشها

در این آزمایش تأثیر دو فاکتور آزمایشی یعنی فاکتور محلول پاشی سولفات آهن در سه سطح Fe_0، Fe_1 و Fe_2 به ترتیب به میزان۰ ، ۴ و ۸ گرم در لیتر؛ و فاکتور کاربرد کیلاتور آلی به صورت محلول پاشی اسید سیتریک در دو سطحC_1 و C_2 به ترتیب به میزان ۴۰ ، و ۸۰ میلی گرم در لیتر و اسید مالیک در دو سطح M_1 و M_2 به ترتیب به میزان ۱۲ و ۱۷ میلی گرم در لیتر به همراه شاهد(آب مقطر)، بر کاهش کلروز فیزیولوژیکی آهن در گلخانه بر روی خیار گلخانه ای مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۵ تکرار و در هر کرت آزمایشی چهار بوته و جمعاً بر روی ۳۰۰ گیاه انجام شد. در این آزمایش صفات میزان عملکرد، میزان کلروفیل ، pH آپوپلاست(۳) ، غلظت آهن در برگ، وزن خشک و تر برگ اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

تیمار محلول پاشی ۸ گرم در لیتر سولفات آهن در مقایسه با سایر سطوح این فاکتور دارای بیشترین اثر بر افزایش غلظت آهن برگ، غلظت کلروفیل، عملکرد، وزن خشک و تر برگ بود. نتایج آزمایش نشان داد که از بین تیمارهای آزمایشی محلول پاشی ۸ گرم در لیتر سولفات آهن به همراه ۱۷ میلی گرم در لیتر اسید مالیک بیشترین اثر معنی دار (در سطح آماری یک درصد) بر افزایش میانگین عملکرد، افزایش میزان کلروفیل و غلظت آهن در برگ و

وزن تر و خشک برگی را دارا بود. این در حالی است که در این آزمایش میزان pH در محلولهای بکاربرده شده مربوط به تیمار محلول پاشی همزمان ۸ گرم در لیتر سولفات آهن بهمراه هشتاد میلی گرم در لیتر اسید سیتریک و تیمار محلول پاشی ۸ گرم در لیتر سولفات آهن بهمراه ۱۷ میلی گرم در لیتر اسید مالیک، یکسان بود. نتایج این آزمایش نشان داد که از بین دو کیلاتور آلی اسید مالیک و اسید سیتریک، کاربرد کیلاتور اسید مالیک با سولفات آهن، با ثابت نگهداشتن pH آن با تیمار کاربرد اسید سیتریک و سولفات آهن و با وجود مولاریته کمتر اسید مالیک در این تیمار، بیشترین میزان تأثیر معنی دار بر افزایش کلروفیل و عملکرد در خیار گلخانه ای را دارا بود. تیمار ۸۰ میلی گرم اسید سیتریک به همراه ۸ گرم در لیتر سولفات آهن هیچگونه اختلاف معنی دار از نظر آماری با تیمار کاربرد ۱۷ میلی گرم در لیتر اسید مالیک بهمراه ۸ گرم در لیتر سولفات آهن بر میزان pH اپوپلاست برگ نداشت و هر دو در یک گروه آماری قرار می گیرند.

جدول ۱ – مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد سولفات آهن و کیلاتورهای آلی بر صفات مورد نظر در آزمایش

سطوح تیمارهای آزمایشی		**میزان عملکرد (کیلوگرم در هر بوته)	**میزان کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	pH ** آپوپلاست	**غلظت آهن در برگ (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	**وزن خشک (میلی گرم)
Fe_0	Ctrl.	۳/۱۰ E	۴/۴۸ G	۶/۳ AB	۵۱/۸ E	۷۵ F
	C_1	۳/۵۰ C	۵/۵۸ BC	۵/۸ CD	۵۲/۴ DE	۷۹G
	C_2	۳/۵۷ BC	۵/۳۰ C	۵/۵ E	۵۰/۶ E	۸۳ EF
	M_1	۳/۶۰ BC	۵/۷۰ B	۵/۸ CD	۵۴/۲ CDE	۸۲ EFG
	M_2	۳/۸۰ AB	۵/۹۰ A	۵/۹ C	۵۱/۴ E	۸۵ E
Fe_1	Ctrl.	۳/۳۰ DE	۴/۶۰ F	۶/۴ A	۵۴/۲ CDE	۸۶ DE
	C_1	۳/۴۰ C	۵/۲۰ C	۵/۹ C	۵۲/۲ DE	۸۲ EFG
	C_2	۳/۶۰ BC	۵/۰۰ D	۵/۷ D	۵۷/۴ BC	۸۱ FG
	M_1	۳/۴۰ C	۴/۸۰ E	۵/۸ CD	۵۵/۰ C	۸۹ CD
	M_2	۳/۸۰ AB	۵/۸۰ AB	۵/۹ BC	۵۷/۲ A	۸۷D
Fe_2	Ctrl.	۳/۶۰ BC	۴/۷۰ EF	۶/۳ AB	۵۴/۴ CD	۸۸ CD
	C_1	۳/۴۰ C	۴/۸۰ E	۵/۹ C	۵۳/۴ D	۹۲ BC
	C_2	۴/۱۰ A	۵/۳۰ BC	۵/۸ CD	۶۳/۰ A	۹۰ C
	M_1	۳/۷۰ AB	۴/۸۰ E	۵/۹ C	۵۶/۵ C	۹۴ B
	M_2	۳/۹۰ AB	۵/۲۰ BC	۵/۸ CD	۵۹/۰ AB	۹۸ A

** میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری فاقد اختلاف معنی دار در سطح یک درصد می باشند.

منابع

[1] Abadia, J., A. F. Lopez-Millan, A. Rombola and A. Abadıa. 2002. Organic acids and Fe deficiency: a review. Plant and Soil 241**:** 75–86.

[2] Gonzalez-Vallejo, E. B., F. Morales, L. Cistue, A. Abadia and J. Abadia. 2000. Iron deficiency decreas the Fe (III) chelate reducing activity of leaf protoplast. Plant Physiol. 122: 334-337.

[3] Holden, M. J., D. G. Luster, R. L. Chaney, T. J. Buckhout and C. Robinson. 1991. Fe-chelate reductase activity of plasmamembranes isolated from tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) root. Plant Physiol, 97: 537-554.

[4] 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 effects of Fe deficiency. Plant Cell Physiol. 42(1): 94-105.

[5] Lopez-Millan, A. F., F. Morales, S. Andaluz, Y. Gogorcena, A. Abadia, J. D. L. Rivas and J. Abadia. 2000. Responses of sugar beet roots to iron deficiency, changes in carbon assimilation and oxygen use. Plant Physiol. 124: 885-897.