تأثیر اسید هومیک بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک، جذب عناصر غذایی و دوام عمر پس از برداشت گل شاخه بریده همیشه بهار (*Calendula officinalis* cv. Crysantha) در سیستم هیدروپونیک

ندا الهویردی‌زاده[۱] و محمد جواد نظری دلجو[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۱۶)

چکیده

اسید هیومیک با فعالیت شبه‌هورمونی تأثیر به‌سزایی بر جذب عناصر غذایی، عملکرد و کیفیت محصولات تولیدی دارد. در همین راستا، جهت تعیین بهترین غلظت اسید هیومیک در پرورش گل شاخه بریده همیشه بهار در سیستم هیدروپونیک، تأثیر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر شاخص‌های ریخت‌شناسی، جذب عناصر غذایی و دوام عمر پس از برداشت گل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش بیانگر تأثیر معنی‌دار اسید هیومیک بر صفات فیزیولوژیک و ریخت‌شناسی گل همیشه بهار بود. بر همین اساس، سطح برگ و غلظت کلروفیل a، b و کل به‌عنوان ظرفیت فتوسنتزی، تعداد گل و غلظت کل فنول در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک قرار گرفتند. هم‌چنین، اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر جذب عناصر غذایی فسفر و کلسیم در مقایسه با شاهد داشت. دوام عمر گل به‌عنوان مهم‌ترین عامل کیفیت پس از برداشت، در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک نسبت به شاهد ۲۰٪ افزایش یافت. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد اسید هیومیک با غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در محلول غذایی گل شاخه بریده همیشه بهار رقم کریسانتا در سیستم هیدروپونیک توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: هوموس، کود آلی، راندمان عناصر غذایی، کیفیت پس از برداشت

Archive of SID

مقدمه

گل همیشه بهار از تیره آفتابگردان و یکی از مهم‌ترین گل‌های باغچه‌ای و شاخه بریده دنیا و ایران محسوب می‌شود (۸). تولیدکنندگان این محصول به منظور افزایش کمیت و کیفیت گل تولیدی به‌طور عمده غلظت عناصر غذایی در محلول غذایی را افزایش می‌دهند. لیکن با توجه به افزایش هزینه‌ها و مسائل زیست‌محیطی (۶)، گزینش راهکار مناسب برای مدیریت بهینه تغذیه گیاه جهت افزایش کمیت و کیفیت محصول اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

مواد هیومیک مانند اسید هیومیک و اسید فولویک شامل طیف وسیعی از ترکیبات آلی و معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و اسیدهای نوکلئیک پیوند شده با انواع کاتیون‌ها می‌باشند که استفاده از این ترکیبات در بسترهای کشت و محلول‌های غذایی نقش مؤثری در بهبود

۱. گروه تولیدات گیاهی، علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: nazarideljou@yahoo.com

www.SID.ir

رشد و نمو گیاهان دارد (۳۵). اسید هیومیک به‌عنوان یک ترکیب شبه‌هورمونی (۲۳، ۲۸ و ۴۶) نقش به‌سزایی در افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات‌کنندگی و احیاکنندگی و در نتیجه بهبود رشد گیاه دارد (۹ و ۳۳). مکانیزم اثر اسید هیومیک عمدتاً تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و یون‌های معدنی، تأثیر اسید هیومیک در تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم اسید نوکلئیک و فعالیت شبه‌هورمونی آن می‌باشد (۴۴).

نیکبخت و همکاران (۲۷) با بررسی تأثیر اسید هیومیک بر گل شاخه بریده ژربرا نشان دادند که اسید هیومیک علاوه بر افزایش عملکرد، منجر به افزایش جذب کلسیم و در نتیجه افزایش دوام عمر گل و کاهش عارضه خمیدگی ساقه می‌گردد.

کلسیم یکی از مهم‌ترین عناصر ضروری و مؤثر در افزایش و حفظ کیفیت گل‌های شاخه بریده می‌باشد. انباشتگی کلسیم در بافت‌های گیاهی سبب تقویت ارتباطات پلیمری بین تیغه‌های میانی غشای پکتوسلولزی سلول و نیز بهبود استحکام شبکه دیواره‌ای یاخته‌ای و در نتیجه افزایش مقاومت مکانیکی بافت‌ها می‌گردد (۱۶). به‌علاوه، کلسیم با حفظ نفوذپذیری غشای سلولی سبب استحکام آن می‌گردد که به همراه کاهش تولید اتیلن درون‌زاد، نقش مؤثری در به تأخیرانداختن پیری یاخته‌ها دارد (۴۴).

با توجه به مدیریت نامناسب تغذیه محصولات گلخانه‌ای به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات در عرصه تولید گیاهان زینتی (۴)، به‌ویژه گل‌های باغچه‌ای و شاخه بریده در کشور، کمبود کلسیم و بروز نابسامانی‌های فیزیولوژیک ناشی از آن، عدم استفاده از کودهای هوموسی و آلی در سیستم‌های بدون خاک و عدم اطلاعات کافی در خصوص نقش اسید هیومیک، این تحقیق به منظور بررسی تأثیر اسید هیومیک، به‌ویژه تأثیر کاربرد توأم این ماده با سایر عناصر غذایی موجود در محلول غذایی، بر فاکتورهای رشد و نموی، عملکرد، جذب کلسیم و کیفیت پس از برداشت گل شاخه بریده همیشه بهار طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تیمارهای مورد بررسی

بذرهای گل همیشه بهار رقم کریسانتا (*Calendula officinalis* cv. Crysantha) پس از جوانه‌زنی در سینی‌های کشت و ظهور برگ پنجم، به درون گلدان‌های حاوی کوکوپیت و پرلایت به نسبت ۶۰ به ۴۰ در سیستم کشت هیدروپونیک منتقل گردیدند. فرمولاسیون عناصر غذایی براساس محلول استاندارد هوگلند و آرنون به‌ترتیب برای عناصر پرمصرف و کم‌مصرف (جدول ۱) و با استفاده از آب مقطر اعمال گردید. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل غلظت‌های مختلف اسید هیومیک (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم برلیتر) در محلول غذایی بود. هم‌چنین، غلظت املاح محلول (EC=1.6 dS/m) و pH محلول‌های غذایی (۶-۶/۵) روزانه کنترل و ثبت می‌گردید. جهت کنترل تغییرات pH، از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال با اضافه کردن به محلول‌های غذایی استفاده شد. میانگین دمای روزانه گلخانه در ۲±۲۵ درجه سلسیوس، دمای شبانه ۲±۱۹ سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵٪ تنظیم گردید.

اندازه‌گیری شاخص‌های مورفولوژیک

تعداد گل در بوته (در مرحله گل‌دهی و به‌صورت گل کامل باز شده) و تعداد و سطح برگ در کل بوته (در پایان دوره رشد) با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج (Li-Cor, Model Li-1300,USA) اندازه‌گیری گردید.

سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی

بدین منظور، ۰/۲۵ گرم برگ کاملاً توسعه یافته را درون آب مقطر در محیط تاریک پودر کرده و به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از این محلول را با ۴/۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ مخلوط کرده و با دور ۳۰۰۰ rpm به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. در نهایت، مقدار جذب محلول رویی در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر به‌ترتیب برای

www.SID.ir

جدول ۱. غلظت و منابع کودهای مورد استفاده در آزمایش

ردیف	عنصر	منبع کودی	غلظت (meq/L)
۱	نیتروژن	نیترات پتاسیم و نیترات کلسیم	۱۵
۲	فسفر	مونوپتاسیم دی هیدروژن فسفات	۱
۳	پتاسیم	نیترات پتاسیم و مونوپتاسیم دی هیدروژن فسفات	۱۰
۴	کلسیم	نیترات کلسیم	۸
۵	منیزیم	سولفات منیزیم	۴
۶	آهن	کلات آهن (Fe-EDDHA)	۵
۷	منگنز	سولفات منگنز	۰/۵
۸	مس	سولفات مس	۰/۰۲
۹	روی	سولفات روی	۰/۰۵
۱۰	بر	اسید بوریک	۰/۵
۱۱	مولیبدن	مولیبدات آمونیوم	۰/۰۱

سنجش غلظت کلروفیل a و b و طول موج ۴۷۰ نانومتر برای سنجش کاروتنوئید قرائت شد. مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی براساس روابط ۱ تا ۴ محاسبه گردید (۱۵ و ۳۹):

$$\text{Chlorophyll a } (g/L) = (۰/۰۱۲۷ \times OD_{۶۶۳}) + (۰/۰۰۲۶۹ \times OD_{۶۴۵}) \quad [۱]$$

$$\text{Chlorophyll b } (g/L) = (۰/۰۲۲۹ \times OD_{۶۴۵}) + (۰/۰۰۴۶۸ \times OD_{۶۶۳}) \quad [۲]$$

$$\text{Total chlorophyll } (g/L) = \text{chlorophyll a} + \text{chlorophyll b} \quad [۳]$$

$$\text{Carotenoid } (g/L) = ((۱۰۰۰ \times OD_{۴۷۰}) - (۱/۵۲ \text{ chlorophyll a} - ۸۵/۰۲ \text{ chlorophyll b})) / (۱۹۸ \times V/(W \times ۱۰۰۰)) \quad [۴]$$

که در آنها W حجم آب مقطر و V حجم محلول می‌باشد.

غلظت فسفر و کلسیم

برای اندازه‌گیری عناصر معدنی، ابتدا هضم نمونه‌های گیاهی تهیه شده از برگ به روش غازانشاهی (۳) انجام پذیرفت. سپس، کلسیم به روش تیتراسیون با EDTA ۰/۰۱ مولار (۳) و فسفر به روش رنگ‌سنجی (وانادات- مولیبدات) و قرائت حداکثر جذب کمپلکس زرد رنگ فسفووانادومولیبدات حاصل از ترکیب یون‌های ارتوفسفات با محلول وانادات- مولیبدات در طول موج ۴۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (۱).

غلظت فنول کل

فنول کل توسط شناساگر فولین اندازه‌گیری شد (۲۹). بدین منظور، ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره رقیق شده (۱ به ۱۰) از عصاره برگ یا اسید گالیک (ترکیب استاندارد فنول) با ۵ میلی‌لیتر شناساگر فولین ۱۰٪ مخلوط و سپس ۴ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱ مولار به آنها اضافه گردید. پس از گذشت ۱۵ دقیقه، مقدار جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج قرائت شد. مقدار فنول کل گیاهان مورد مطالعه براساس میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم وزن خشک گیاه بیان گردید.

نفوذپذیری غشای سلولی

اندازه‌گیری نشت الکترولیت یا نفوذپذیری غشای سلولی به روش ژانگ و همکاران (۴۵) انجام گرفت. بر همین اساس، پس از تهیه نمونه‌های گلبرگ از هر تیمار و شستشو با آب دوبار تقطیر، نمونه‌ها به همراه ۲۵ سی‌سی آب دوبار تقطیر به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و سپس مقدار نشت یونی توسط دستگاه هدایت‌سنج قرائت گردید (EC_1). سپس، نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه به حمام آب گرم با دمای ۹۰ درجه سلسیوس منتقل و پس از خنک شدن مجدداً

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تأثیر تیمارهای مختلف اسید هیومیک بر پارامترهای رشدی همیشه بهار رقم کریسانتا

غلظت اسید هیومیک (mg/L)	سطح برگ (cm^2)	تعداد برگ در بوته	تعداد گل در بوته
۰	۲۴۷۱^{c}	۳۰۶^{b}	۹/۶^{d}
۲۵۰	۳۴۴۶/۷^{ab}	۲۸۲/۶۷^{b}	۴۰/۶^{a}
۵۰۰	۳۸۴۶/۷^{a}	۳۲۷^{a}	۳۳ ^{ab}
۷۵۰	۳۱۶۰^{b}	۳۰۱^{c}	۲۱/۶^{c}
۱۰۰۰	۷۶۰^{d}	۱۱۰/۳۳^{d}	۶^{e}

میانگین‌هایی که در یک ستون حداقل یک حرف مشترک دارند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

هدایت الکتریکی یا نشت یونی آنها قرائت (EC_2) و براساس رابطه زیر مقدار نشت الکترولیت نمونه‌ها محاسبه گردید:

نشت $(EC_1 / EC_2)\times 100$ [۵]

سنجش طول عمر گل

بررسی دوام عمر گل بلافاصله پس از برداشت گل آغاز شد و تا زمانی‌که گل‌ها حالت شادابی و تورژسانس خود را از دست دادند مورد ارزیابی قرار گرفتند. بنابراین، دوام عمر گل با شمارش تعداد روزهای پس از برداشت گل در آزمایشگاه با شرایط محیطی مشخص (شدت نور ۲۰$\mu mol/m^2.s$، دما ۱±۲۰ درجه سلسیوس، مدت روشنایی ۱۲ ساعت و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد)، مورد ارزیابی قرار گرفت (۵).

مقدار محلول جذب شده

مقدار محلول جذب شده ساقه گل به‌طور روزانه کنترل و با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۱۰):

$$\text{Solution uptake (ml / day.g FW)} = (S_{t-1} - S_t) / W_t \quad [۶]$$

که در آن S_t وزن محلول (g) در روزهای اول تا دوازدهم، S_{t-1} وزن محلول (g) در روز قبل و W_t وزن همان ساقه در روز اول است.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این آزمایش براساس طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار طراحی شد و در پایان آزمایش، تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده به‌ترتیب با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

سطح برگ، تعداد برگ و تعداد گل

براساس نتایج آزمایش (جدول ۲)، غلظت ۵۰۰ و سپس ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین سطح و تعداد برگ را در مقایسه با سایر غلظت‌ها نشان دادند ($P<0.05$). هم‌چنین، تعداد گل در بوته در غلظت‌های ۲۵۰ تا ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد افزایش، ولی در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش معنی‌داری نشان داد ($P<0.05$).

رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل و کاروتنویید

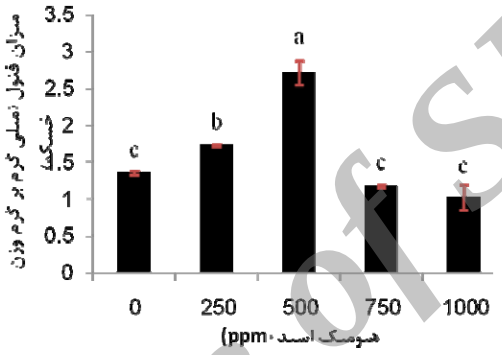
براساس نتایج حاصل از آزمایش و مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر تیمارهای اسید هیومیک، بیشترین و کمترین مقدار کلروفیل a به‌ترتیب در تیمارهای ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد مشاهده گردید. هم‌چنین، بیشترین میزان کلروفیل b و کلروفیل کل در تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده گردید (جدول ۳).

www.SID.ir

جدول ۳. تأثیر اسید هیومیک بر رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل و کارتنوئید همیشه بهار رقم کریسانتا

غلظت اسید هیومیک (mg/L)	کلروفیل a (g/L)	کلروفیل b (g/L)	کلروفیل کل (g/L)	کارتنوئید برگ (g/L)
۰	۰/۰۰۰۵۱۲۴۰^{c}	۰/۰۰۰۷۰۷۳۳^{b}	۰/۰۰۱۲۱۹۷^{c}	۰/۰۰۰۷۰۶۴۵^{bc}
۲۵۰	۰/۰۰۰۸۶۵۵۱^{a}	۰/۰۰۱۱۰۹۳۰۵^{a}	۰/۰۰۱۹۵۸۶^{a}	۰/۰۰۰۷۸۳۵۶^{ab}
۵۰۰	۰/۰۰۰۸۷۱۵۸^{a}	۰/۰۰۰۷۸۰۴۸^{b}	۰/۰۰۱۷۴۰۵^{ab}	۰/۰۰۰۷۵۳۵۳^{abc}
۷۵۰	۰/۰۰۰۶۹۱۰۹^{b}	۰/۰۰۰۸۶۸۹۰^{b}	۰/۰۰۱۴۷۱۶^{bc}	۰/۰۰۰۸۵۴۴۶^{a}
۱۰۰۰	۰/۰۰۰۷۹۱۱۵^{ab}	۰/۰۰۰۸۳۹۲۶^{b}	۰/۰۰۱۶۳۰۴^{b}	۰/۰۰۰۶۴۹۱۰^{c}

میانگین‌هایی که در یک ستون با حداقل یک حرف مشترک مشخص شده‌اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.



شکل ۱. تأثیر اسید هیومیک بر غلظت فنول در گل همیشه بهار

به‌طورکلی، میزان کلروفیل‌های a، b و کل در تیمارهای حاوی اسید هیومیک نسبت به شاهد بیشتر بود. هم‌چنین، میزان کاروتنوئید در تیمارهای اسید هیومیک تا غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد افزایش، ولی در بیشترین غلظت (۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) کاهش یافت (جدول ۳).

غلظت فنول کل

تغییرات فنول کل در واکنش به تیمار اسیدهیومیک بسته به غلظت مورد استفاده روند متفاوتی نسبت به شاهد نشان داد. به‌طوری‌که با افزایش غلظت اسید هیومیک تا ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، روند افزایشی و سپس روند نزولی داشت (شکل ۱).

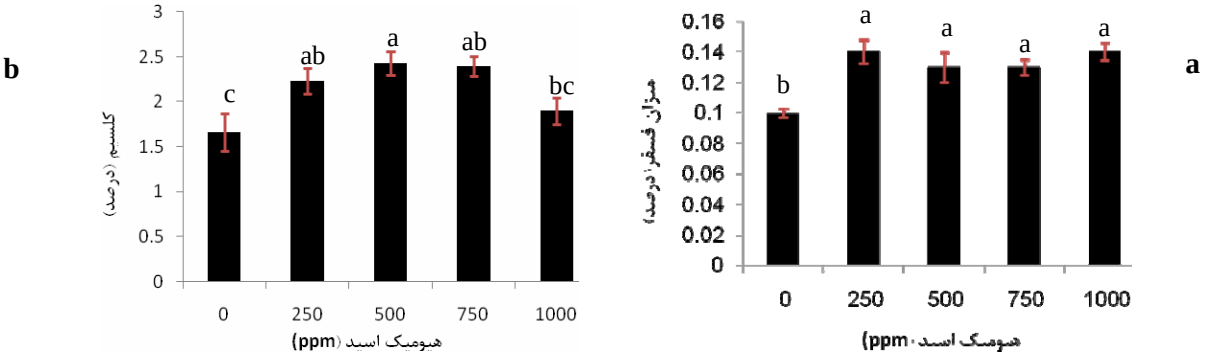
غلظت فسفر و کلسیم

براساس نتایج آزمایش، کاربرد اسید هیومیک نقش به‌سزایی در افزایش جذب فسفر و کلسیم توسط گل همیشه بهار داشت (شکل ۲). مقایسه میانگین‌های مربوط به میزان جذب فسفر در اندام‌های گیاهی نشان داد که بین غلظت‌های ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0.05$) (شکل 2A). هم‌چنین، اسید هیومیک در تمام غلظت‌ها تأثیر معنی‌داری بر افزایش جذب کلسیم نسبت به شاهد نشان داد. بر همین اساس، بیشترین و کمترین مقادیر جذب کلسیم به‌ترتیب مربوط به غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و شاهد بود (شکل 2B).

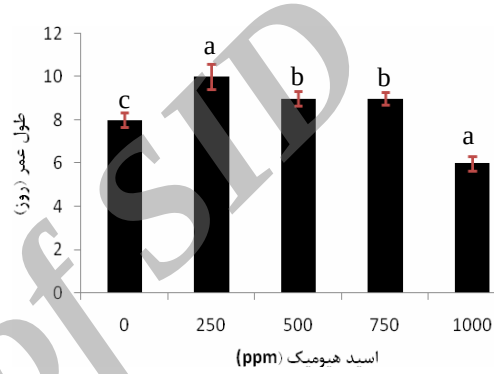
دوام عمر

نتایج سنجش دوام عمر پس از برداشت بیانگر افزایش دوام عمر گل شاخه بریده همیشه بهار تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک، به‌جز غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، در مقایسه با شاهد بود

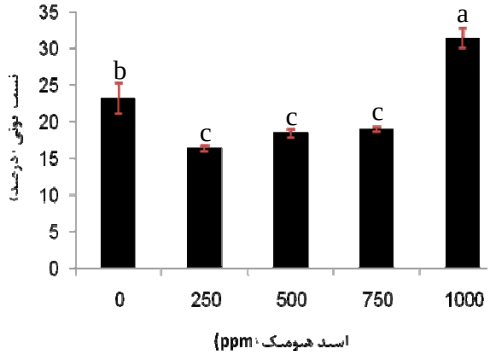
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲. تأثیر اسید هیومیک بر غلظت فسفر (A) و کلسیم برگ (B) در گل همیشه بهار



شکل ۳. اثر اسید هیومیک بر طول عمر گل همیشه بهار



شکل ۴. اثر اسید هیومیک بر درصد نشت یونی در گل همیشه بهار

(P<0.01). برهمین اساس، غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک بیشترین تأثیر را بر افزایش طول عمر گل شاخه بریده همیشه بهار نشان داد (شکل ۳).

نشت یونی

نتایج حاصل از تأثیر اسید هیومیک بر تراوایی غشای سلولی و در نتیجه نشت الکترولیت نشان داد که غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها دارای کمترین نشت یونی بود (شکل ۴).

جذب آب توسط ساقه گل‌دهنده

جذب آب توسط ساقه گل‌دهنده به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک قرار گرفت (P<0.01). براساس نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های داده‌های مربوط به مقدار آب جذب شده، تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به سایر تیمارهای کاربرد اسید هیومیک مقدار آب جذب شده بیشتری داشت. کمترین مقدار آب جذب شده مربوط به تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود (شکل ۵).

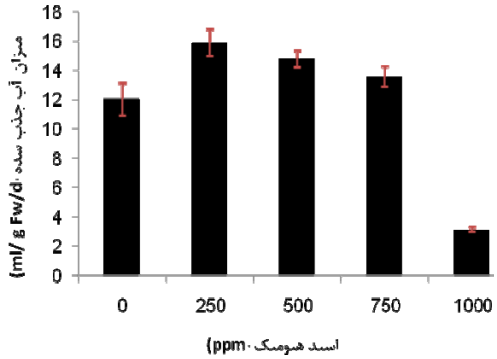
بحث

تأثیر اسید هیومیک بر شاخص‌های فیزیومورفولوژیک

در صنعت گل‌کاری مدرن و پیشرفته امروزی، عملکرد زیاد همراه با کیفیت مطلوب، مهم‌ترین هدف تولیدکننده است. برای این منظور، تغذیه بهینه همواره یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین راهکارها می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از اسید هیومیک در پرورش هیدروپونیک گل شاخه بریده همیشه بهار تأثیر به‌سزایی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک، مورفولوژیک، کیفیت و دوام عمر پس از برداشت گل دارد. بررسی نتایج مربوط به تأثیر اسید هیومیک بر رنگیزه‌های فتوسنتزی بیانگر نقش مؤثر اسید هیومیک بر کلروفیل a، b و کل بود. غلظت

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵. اثر اسید هیومیک بر جذب آب توسط ساقه گل‌دهنده در گل همیشه بهار

کلروفیل کل در تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در مقایسه با شاهد، افزایش ۳۸ درصدی یافت. به‌علاوه، اسید هیومیک باعث افزایش سطح برگ، تعداد برگ و تعداد گل در بوته در مقایسه با شاهد گردید. غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در محلول غذایی بیشترین تأثیر را در مقایسه با شاهد داشتند.

کاراکورت و همکاران (۱۹) گزارش کردند که مقدار کلروفیل فلفل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک قرار می‌گیرد. هم‌چنین، تجادا و گنزالس (۳۷) عنوان نمودند که در مارچوبه، بیشترین مقدار کلروفیل در گیاهان محلول‌پاشی شده با اسید هیومیک وجود دارد. مواد هیومیک در فرآیندهای بیولوژیک مانند فتوسنتز و کلروفیل کل مؤثرند (۳۱). در واقع، مواد هیومیک با افزایش جذب مواد غذایی، از جمله نیتروژن، منجر به افزایش کلروفیل و فتوسنتز گیاه شده و از این طریق رشد را افزایش می‌دهند (۲۱ و ۳۴).

اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی دارای آثار شبه‌هورمونی (۲۵ و ۴۱)، تحریک جذب عناصر غذایی (۲۷، ۴۰ و ۴۲) و افزایش زیست‌توده ریشه و اندام هوایی می‌باشد (۲۳). لیو و همکاران (۲۲) در بررسی اثر اسید هیومیک بر گیاه بنت‌گراس دریافتند که اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری سرعت تنفس و توسعه زیست‌توده ریشه و غلظت عناصر غذایی در گیاه را افزایش داد. هم‌چنین، خزاعی و همکاران (۲) و فرارا و همکاران (۱۳) ثابت کردند که اسید هیومیک سبب افزایش رشد ریشه و میزان کلروفیل در برگ‌ها می‌شود. بنابراین، بهبود فاکتورهای سطح برگ، تعداد برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان تغذیه شده با اسید هیومیک ناشی از تأثیر مثبت این ماده بر بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش کلروفیل و در نتیجه افزایش فتوسنتز در گیاه همیشه بهار می‌باشد، که با نتایج تحقیقات مذکور مطابقت و همخوانی دارد.

براساس نتایج این آزمایش، تعداد گل در بوته در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک چهار برابر بیشتر از تیمار شاهد بود. بدیهی است افزایش چهار برابری عملکرد در ازای افزایش اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد علاوه بر تأثیر غلظت بهینه اسید هیومیک در محلول غذایی، به‌دلیل افزایش رشد ریشه، افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید) (جدول ۳) و سطح برگ (جدول ۲) یا همان افزایش ظرفیت فتوسنتزی (۳۸) و افزایش میزان جذب عناصر غذایی (شکل‌های ۲A و ۲B) ناشی از افزودن اسید هیومیک در محلول غذایی گل همیشه بهار می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج نیکبخت و همکاران (۲۷) که بیان کردند غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد گل شاخه بریده ژربرا گردید مطابقت و همخوانی دارد.

تأثیر اسیدهیومیک بر جذب فسفر و کلسیم

تغذیه صحیح گل، به‌ویژه گل‌های شاخه بریده، نقش به‌سزایی

Archive of SID
www.SID.ir

در کمیت و کیفیت گل تولیدی، به‌خصوص طول عمر پس از برداشت گل، دارد (۵). مقدار جذب عناصر فسفر و کلسیم در تمامی تیمارهای اسید هیومیک بیشتر از شاهد بود. حداکثر جذب فسفر در تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و حداکثر جذب کلسیم در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردید. نتایج حاصل از تحقیقات متعدد بیانگر نقش اسید هیومیک در افزایش جذب عناصر غذایی بسته به نوع گیاه، نوع خاک و نوع ماده هیومیک می‌باشد. بر همین اساس، نتایج تحقیقات دل آگنولا و فراری (۱۱) و دل آگنولا و همکاران (۱۲) نشان داد که مواد هیومیک منجر به افزایش سنتز حامل‌های پروتئینی یونی و در نتیجه افزایش جذب می‌شوند. این مکانیزم توسط ناردی و همکاران (۲۴) در بررسی mRNA حامل‌های یونی در ریشه گیاه ذرت پس از تیمار اسید هیومیک مورد تأیید قرار گرفت. به‌علاوه، اسید هیومیک از طریق تشکیل کمپلکس‌های پایدار با عناصر غذایی، به‌ویژه عناصر ریزمغذی مانند آهن و روی، منجر به افزایش جذب عناصر و بهبود عملکرد گیاه می‌شود (۴۰). ناردی و همکاران (۲۳) نشان دادند که اسید هیومیک ترکیب پلیمری طبیعی است که می‌تواند به‌صورت مستقیم به‌عنوان ترکیب شبه‌هورمونی (اکسین و سایتوکینین) و یا غیرمستقیم از طریق افزایش جذب عناصر غذایی اثرگذار باشد. ییلدیریم (۴۴) در بررسی اثر اسید هیومیک بر کشت هیدروپونیک گوجه‌فرنگی نشان داد که اسید هیومیک بر میزان جذب کلسیم و پتاسیم و طول شاخساره و ریشه گیاهان مؤثر بوده، اما مقدار این عناصر در برگ و میوه متفاوت است. هم‌چنین، راتان و اشنیتسر (۳۰) نشان دادند که اسید هیومیک جذب آهن، روی، مس و منگنز توسط خیار را افزایش داد و جذب آهن و منگنز باعث افزایش کلروفیل شد. نیکبخت و همکاران (۲۷) نیز با بررسی تأثیر اسید هیومیک بر گل شاخه بریده ژربرا نشان دادند که مواد هیومیک (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) منجر به افزایش جذب عنصر کلسیم در مقایسه با شاهد گردید. در تحقیق حاضر نیز جذب عناصر معدنی کلسیم و فسفر تحت تأثیر غلظت‌های اسید هیومیک افزایش یافت که با نتایج تحقیقات قبلی (۲۷، ۳۰ و ۴۳) همخوانی و مطابقت دارد.

تأثیر اسید هیومیک برکیفیت و دوام عمر پس از برداشت

طول عمر پس از برداشت یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در بازارپسندی گل‌های شاخه بریده مانند همیشه بهار می‌باشد. براساس نتایج آزمایش، دوام عمر بسته به غلظت مورد استفاده، شدیداً تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک قرار گرفت. به‌طوری‌که غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌عنوان بهترین غلظت مورد استفاده، منجر به افزایش ۲۰ درصدی دوام عمر نسبت به تیمار شاهد گردید. تغذیه مناسب همواره یکی از بهترین عوامل افزایش کیفیت و دوام عمر گل در فیزیولوژی پس از برداشت گل‌های شاخه بریده می‌باشد (۱۴ و ۱۸). اسید هیومیک علاوه بر بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و افزایش جذب عناصر غذایی مانند کلسیم، به‌عنوان عنصر مؤثر در افزایش کیفیت و دوام عمرگل شاخه بریده (۱۴ و ۳۶)، منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه می‌گردد. براساس نتایج حاصل از این آزمایش، استفاده از اسید هیومیک منجر به افزایش جذب عنصر کلسیم و هم‌چنین افزایش غلظت فنول کل به‌عنوان عامل آنتی‌اکسیدان در گیاه همیشه بهار گردید. هم‌چنین، با توجه به ارتباط نزدیک بین نشت یونی و دوام عمر (۲۶)، تیمار اسید هیومیک منجر به کاهش درصد نشت یونی و در نتیجه افزایش دوام عمر در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با شاهد گردیده است. به‌علاوه، تیمار اسید هیومیک با بهبود جذب تجمعی آب توسط ساقه گل‌دهنده سبب بهبود دوام عمرگل گردیده است. نتایج این آزمایش با نتایج وصال طلب و همکاران (۷) مبنی بر نقش مثبت ترکیبات فنولی بر کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت محصولات و نتایج نیکبخت و همکاران (۲۷) مبنی بر تأثیر مثبت اسید هیومیک در افزایش دوام عمر گل شاخه بریده ژربرا مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

استفاده توأم از کودهای شیمیایی و آلی، به‌ویژه با توجه به

www.SID.ir

افـزایش سـطح زیـر کـشت محـصولات گلخانـه‌ای، یکـی از راهکارهای مورد تأکید متخصصین تغذیه و تولید گیاهان زینتـی در سال‌های اخیر می‌باشد. براساس نتایج ایـن تحقیـق، کـاربرد اسـید هیومیـک در محلـول غـذایی از طریـق افـزایش ظرفیـت فتوسنتزی، بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش کارایی و راندمان عناصر غذایی و افزایش ظرفیـت آنتـی‌اکـسیدانی (فنـول کـل)، ضمن افزایش عملکرد، منجر به بهبود و افزایش دوام عمـر گـل شاخه بریده همیشه بهار گردید.

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه شماره ۹۲۸، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۲. خزاعی، ح. ر.، س. سبزواری و م. کافی. ۱۳۸۸. اثر هیومیک اسید بر رشـد ریـشه و بخـش هـوایی ارقـام سـایونز و سـبلان گنـدم (*Triticum aestivum* L.). مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۳(۲): ۸۷-۹۴.

۳. غازان شاهی، ج. ۱۳۸۵. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات مترجم، ۳۱۱ صفحه.

۴. ملکوتی، م. ج. و ج. طباطبایی. ۱۳۷۸. تغذیه صحیح درختان میوه. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۵۵ صفحه.

۵. نظـری دلجـو، م. ۱۳۹۰. بررسـی عوامـل فیزیولـوژیکی مـؤثر در دوام عمـر و خمیـدگی سـاقه گـل شـاخه بریـده ژربـرا (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.). رساله دکتری علوم باغبانی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، ۱۲۷ صفحه.

٦. نیکبخت، ع.، م. کافی، م. بابالار، ن. اعتمادی، ح. ابراهیم‌زاده و ش. ییپینگ. ۱۳۸٦. اثـر هیومیـک اسـید بـر جـذب کلـسیم و رفتـار فیزیولوژیکی پس از برداشت گل ژربرا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۸(۴): ۲۳۷-۲۴۸.

۷. وصال‌طلب، ز.، م. غلامی و م. ظفری. ۱۳۸۸. اثر عصاره میخک روی برخی ویژگی‌های کیفی و کنترل پوسیدگی انگور بی‌دانه سفید در طول انبار داری. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان.

8. Baciu, A.D. 2011. Research regarding the genetical enrichment for the Calendula. PhD Thesis, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Doctoral School, Faculty of Horticulture, Romania.
9. Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effects of humic substances on plant growth. PP. 161-186. *In:* MacCarthy, P., C.E. Clapp, R.L. Malcom and P.R. Bloom. (Eds.), Humic Substances in Soils and Crop Science: Selected Readings, SSSA and ASA, Madison, WI.
10. Damunupola, J.W. 2009. Xylem flow in cut *Acacia holosericea* stems. PhD Thesis, University of Queensland, Australia.
11. Dell'Agnola, G. and G. Ferrari. 1971. Effect of humic acids on anion uptake by excised barley roots. Proc. of the Intl. Sym. Humus et Planta V, Prague, pp. 567-570.
12. Dell'Agnola, G., G. Ferrari and S. Nardi. 1981. Antidote action of humic substances on atrazine inhibition of sulphate uptake in barley roots. Pest. Biochem. Physiol. 15: 101-104.
13. Ferrara, G., A. Pacifico, P. Simeone and E. Ferrara. 2008. Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on 'Italia' table grape. J. Intl. des Sci. de la Vigne et du Vin 42: 79-87.
14. Gerasopoulos, D. and B. Chebli. 1999. Effects of pre and postharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74: 78-81.
15. Gross, J. 1991. Pigment in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids. Van Nostrand Reinhold, New York, 351 p.
16. Hepler, P.K. 2005. Calcium: A central regulator of plant growth and development. The Plant Cell 17: 2142-2155.
17. Irigoyen, J.J., D.W. Emerich and M. Sanchez-Diaz .1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa)* plants. Physiol. Planta. 84: 55-60.
18. Kamenidou, S., J.C. Cavins and S. Marek. 2009. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. Sci. Hort. 119: 297-301.
19. Karakurt Y., H. Unlu, H. Unlu and H. Padem. 2008. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. Acta Agric. Scandinavica, Section B- Plant Soil Sci. 59: 233-237.
20. Karr, M. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. Available at: www.Humates/Humates_Karr.pdf.
21. Khayyat, M., E. Tafazoli, S. Eshghi and S. Rajaee. 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc spray on

Archive of SID

www.SID.ir

yield and fruit quality of date palm. Am-Eur. J. Agric. Environ. Sci. 2(3): 289-296.
22. Liu, C., R.J. Cooper and D.C. Bowman. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. HortSci. 33(6): 1023-1025.
23. Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biochem. 34(11): 1527-1536.
24. Nardi, S., D. Pizzeghello, C. Gessa, L. Ferrarese, L. Trainotti and G. Casadoro. 2000. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. Soil Biol. Biochem. 32: 415-419.
25. Nardi, S., G. Concheri and G. Dell'Agnola.1996. Biological activity of humic substances. PP. 361-406. *In:* Piccolo, A. (Ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
26. Nazari Deljou, M., M. Pour Youssef, R. Karamian, and H. Jaberian Hamedani. 2012. Effect of cultivar on water relations and postharvest quality of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) cut flower. World Appl. Sci. J. 18(5): 698-703.
27. Nikbakht, A., M. Kafi, M. Babalar, Y.P. Xia, A. Luo and N. Etemadi. 2008. Effect of commercial humic acid on plant growth, nutrients uptake and postharvest life of gerbera. J. Plant Nutr. 31: 2155-2167.
28. Piccolo, A. 1996. Humic Substances in Terrestrial Ecosystems. Elsevier, Amsterdam, 675 p.
29. Pourmorad, F., S.J. Hosseinimehr and N. Shahabimajd. 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. Afr. J. Biotechnol. 5(11): 1142-1145.
30. Rauthan, B.S. and M. Schnitzer.1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumus sativus*) plants. Plant Soil. 63:491-495.
31. Salman, S.R., S.D. Abou-Hussein, A.M.R. Abdel-Mawgoud and M.A. El-Nemr. 2005. Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. J. Appl. Sci. Res. 1: 51-58.
32. Sanchez-Sanchez, A., J. Sanchez-Anderu, M. Juarez, J. Jorda and D. Bermudez. 2002. Humic substances and amino acid improve effectiveness of Chelate Fe-EDDHA in lemons trees. J. Plant Nutr. 25(11): 2433-2442.
33. Sebahattin, A. and C. Necdet. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage turnip (*Brassica napa* L.). Agron. J. 4: 130-133.
34. Sladky, Z. 1959. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. Biol. Planta. 1: 142-150.
35. Soleimani Aghdam, M., M. Hassanpouraghdam, G. Paliyat and B. Farmani. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. Sci. Hort. 144: 102-115.
36. Tabatabaie, J. and J. Nazari. 2007. Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis, and essential oil content of peppermint and lemon verbena. Turk. J. Agric. For. 31: 245-253.
37. Tejada, M. and L. Gonzales. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. Biol. Agric. Hort. 21: 277-279.
38. Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water stress. Plant Soil 58: 339-366.
39. Varanini, Z. and R. Pinton. 1995. Humic substances and plant nutrition. PP. 97-117. *In:* Lu¨ttge, U. (Ed.), Progress in Botany, Vol. 56, Springer, Berlin.
40. Vaughan, D. and R.E. Malcom. 1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes. PP. 37-76. *In:* Vaughan, D. and R.E. Malcom (Eds.), Soil Organic Matter and Biological Activity, Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands.
41. Visser, S.A. 1986. Effetto delle sostanze umiche sulla crescita delle piante. PP. 96-143. *In:* Burns, R.G., G. Dell'Agnola, S. Miele, S. Nardi, G. Savoini, M. Schnitzer, P. Sequi, D. Vaughan and S.A. Visser (Eds.), Sostanze Umiche, Effetti sul Terreno e sulle Piante, Ramo Editoriale degli Agricoltori, Rome.
42. Wang X.J., Z.Q. Wang and S.G. Li. 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. Soil Use Manage. 11: 99-102.
43. White, P.J. and M.R. Broadly.2003. Calcium in plants. Ann. Bot. 92: 487-511.
44. Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agric. Scandinavica Section B, Soil and Plant Sci. 57(2): 182-186.
45. Zhang, J.H., Y.P. Liu, Q.H. Pan, J.C. Zhan, X.Q. Wang and W.D. Huang. 2006. Changes in membrane-associated H^+ -ATPase activities and amounts in young grape plants during the cross adaptation to temperature stresses. Plant Sci. 170: 768-777.
46. Zheng, Y., T. Graham, S. Richard and M. Dixon. 2004. Potted gerbera production in a sub-irrigation system using low-concentration nutrient solutions. Hort. Sci. 39(6): 1283-1286.

Archive of SID

www.SID.ir