جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد
مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۸ شماره ۴ صفحه های ۲۳۷ تا ۲۴۸ (۱۳۸۶)

اثر هومیک اسید بر جذب کلسیم و رفتار فیزیولوژیکی پس از برداشت گل ژربرا[1]

EFFECT OF HUMIC ACID ON CALCIUM ABSORBTION AND POSTHARVEST BEHAIVIOUR OF *GERBERA JAMESONII* L.

علی نیکبخت، محسن کافی، مصباح بابالار، نعمت الله اعتمادی، حسن ابراهیم زاده و یی پینگ شیا[2]

چکیده

یکی از مشکلات پرورش ژربرا به ویژه در فصل زمستان کاهش کیفییت گل پس از برداشت است. در این پژوهش اثر چهار غلظت هومیک اسید (۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر) در محلول غذایی بر ویژگی های مورفولوژیک و فیزیولوژیک ژربرا رقم 'مالیبو' بررسی گردید. کاربرد هومیک اسید (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر) تجمع کلسیم را در برگ و ساقه گل افزایش داد که منجر به افزایش عمر پس از برداشت و کاهش ناهنجاری خمش گردن نسبت به شاهد داشت به نحوی که عمر پس از برداشت در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر تا ۳/۶۶ روز افزایش یافت. همچنین کاربرد هومیک اسید توانست پایداری غشای یاخته ای را افزایش دهد و به دنبال آن درصد نشت یونی و آنتوسیانین از گلبرگ ها به صورت معنی داری کاهش یافت. میزان پرولین در محل خمش تحت تاثیر نوع تیمار قرار نگرفت. اثر مثبت هومیک اسید می تواند به دلیل اثر مستقیم شبه هورمونی آن و یا اثر غیر مستقیم آن در افزایش جذب کلسیم باشد که به افزایش مقاومت مکانیکی دیواره یاخته ای، ثبات بیشتر غشای یاخته ای و تداخل احتمالی در تولید اتیلن انجامیده است.

واژه های کلیدی: هومیک اسید، ژربرا، کلسیم، پس از برداشت و خمش گردن

مقدمه

ژربرا از تیره آفتابگردان از جمله گل های مهم شاخه بریدنی دنیاست. تولید کنندگان این محصول به طور عمده به منظور افزایش کمیت و کیفیت گل، غلظت عناصر غذایی در محلول غذایی را افزایش می دهند که البته اغلب با توجه به افزایش هزینه ها و مسایل زیست محیطی مفید نیز واقع نمی شود (۳۴). بنابراین گزینش راهکارهایی برای مدیریت و کاهش این مشکل ضروری می باشد. هومیک اسید یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می آید که می تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (۲، ۲۸). در خصوص نحوه اثر هومیک اسید گزارش های متعددی وجود دارد اما می توان اثر آن را به دو دسته تقسیم کرد: اثر مستقیم به عنوان یک ترکیب شبه هورمونی (۳۲،۶،۵) و اثر غیر مستقیم به صورت افزایش جذب

۱- تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۹ تاریخ پذیرش: ۸۶/۹/۲۸

۲- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان و استاد گروه زیست شناسی گیاهی پردیس علوم دانشگاه تهران، تهران،جمهوری اسلامی ایران و استاد گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشگاه جه جیانگ، چین.

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

عناصر غذایی از راه ویژگی کلات کنندگی و احیا کنندگی و حفظ نفوذ پذیری غشاء (۷، ۲۳، ۲۵)، افزایش متابولیسم ریزجانداران، بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه (۱، ۳، ۸، ۱۴، ۲۱).

یکی از مهمترین عناصر در افزایش و حفظ کیفیت گل های شاخه بریدنی کلسیم است (۱۳). تجمع کلسیم در بافت‌های گیاهی سبب تقویت ارتباطات پلیمری بین تیغه های میانی غشای پکتوسلولوزی شده که عامل استحکام شبکه دیواره یاخته ای می گردد که نتیجه آن افزایش مقاومت مکانیکی بافت ها است (۱۳). به علاوه کلسیم با حفظ نفوذپذیری غشا سبب استحکام آن نیز می شود که به تاخیر در پیری یاخته ها می انجامد (۳۱). گراسوپولوس و چبلی[۱] (۱۱) ثابت کردند که کیفیت گل ژربرا پس از برداشت و همینطور ناهنجاری خمش گردن ارتباط مستقیم با غلظت کلسیم داخل بافت ساقه گل دارد. از سوی دیگرکاهش تولید اتیلن بر اثر افزایش غلظت کلسیم در بافت های گیاهی در مورد گل های شاخه بریدنی میخک و ورد گزارش شده است (۱۸، ۳۰). هدف از این پژوهش بررسی نحوه تاثیر هومیک اسید بر جذب کلسیم و اثرات مفید احتمالی آن جهت بهبود کیفیت پس از برداشت گل های تولید شده بود.

مواد و روش ها

مواد گیاهی و شرایط کاشت

گیاهان ژربرا رقم ‘مالیبو’[۲] در یک سیستم هیدروپونیک در گلخانه های دانشگاه جه جیانگ[۳] کشور چین پرورش یافتند. گیاهان در ۱۲۰ گلدان ۴ لیتری با مخلوط بستر پرلایت (۵-۲ میلی متر) و پیت خزه (شرکت فافارد، کانادا) به نسبت ۱:۱ کشت شدند. آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار به اجرا گذاشته شد. محلول غذایی با آب مقطر تهیه شد و غلظت عناصر به این شرح بود (عناصر پرمصرف به میلی اکی ولان گرم در لیتر، عناصر کم مصرف به میکرو مولار): پتاسیم (۵/۸۴)، کلسیم (۷)، منیزیم (۲/۲)، آمونیوم (۱/۱)، نیترات (۱۱/۲)، سولفات (۲/۵۴)، فسفر (۱/۲) و آهن (۳۵)، منگنز (۵)، روی (۴)، مس (۰/۷۵) و بور (۳۰). آهن به صورت کلات Fe-EDDHA اضافه شد (۲۴). قابلیت هدایت الکتریکی[۴] ۱/۹-۱/۸ دسی زیمنس بر متر بود و pH در ۵/۶ تنظیم گردید. هومیک اسید با منشا لئوناردیت[۵] (دارای ۶۱/۲٪ کربن، ۳/۱۳ گرم نیتروژن بر کیلوگرم وزن خشک و ۲/۸۹ گرم فسفر بر کیلوگرم وزن خشک) از یک تولید کننده در چین خریداری شد و به غلظت های ۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر به صورت جداگانه به محلول های غذایی افزوده شد. هر گیاه روزانه ۲۵۰ میلی لیتر (از بهمن تا فروردین) و یا ۵۰۰ میلی لیتر (از فروردین تا اردیبهشت) از محلول غذایی همراه با هومیک اسید دریافت می کرد. میانگین دمای هوا در گلخانه ۲±۳/۲۹±۲۴ درجه سانتی گراد (روز/ شب) و رطوبت نسبی بین ۲/۵±۵/۵±۷۵ و ۸/۵±۵۰٪ و میانگین روزانه تابش فعال فتوسنتزی[۶] ۶۰± ۱۴۰/۵ تا ۱۵۰±۴۲۰ متر بر وات مربع بود.

نمونه برداری و تجزیه بافت گیاهی

از هر تکرار ۴ برگ کاملا باز شده جوان و یا ۴ ساقه گل جمع آوری و شستشو گردید و پس از خشک کردن در آون ۶۰ درجه سانتی گراد، عصاره گیری از آن ها به منظور سنجش میزان کلسیم به روش عصاره گیری خشک

۱- Gerasopolos and Chebli ۲- ‘Malibu’ ۳- Zhejiang ۴- Electrical conductivity (EC) ۵- Leonardite
۶- Photosynthetic Active Radiation (PAR)

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

به کمک کلریدریک اسید ۱ نرمال پس از خاکستر گیری در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت انجام گرفت. کلسیم به کمک سیستم ICP [۱] اندازه گیری شد.

نفوذپذیری غشای یاخته ای

ثبات غشای یاخته ای به دو صورت پس از ۶ روز از شروع آزمایش پس از برداشت مورد آزمون قرار گرفت. در روش اول از هر تیمار ۰/۵ گرم گلبرگ در قطعاتی به اندازه ۱×۱ سانتی متر مربع جدا سازی شد و به منظور شستشو چند دقیقه به پتری دیش حاوی آب مقطر انتقال داده شد. سپس قطعات به لوله آزمایش حاوی ۲۲/۵ میلی لیتر آب یون برداری شده منتقل شدند و در تکان دهنده با سرعت گردش ۱۵۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند و بعد از آن EC آن اندازه گیری شد (EC_1). سپس همین لوله ها به آب جوش ۱۰۰ درجه سانتی گراد منتقل و به مدت ۱۵ دقیقه در آن نگهداری شدند. پس از آن لوله ها به سرعت توسط قرار دادن در ظرف حاوی آب سرد خنک شده، EC آن(EC_T) سنجیده شد. سپس درصد نشت یونی به روش زیر محاسبه گردید (۳۳):

$$\text{٪ نشت یونی} = \frac{EC_1}{EC_T} \times ۱۰۰$$

در این روش اندازه گیری هدایت الکتریکی که نشان دهنده نشت یونی می باشد به عنوان معیار اندازه گیری پایداری غشاء یاخته ای استفاده گردید. در روش دوم، نشت آنتوسیانین به عنوان شاخص پایداری غشاء مورد بررسی قرار گرفت. به این صورت که همانند روش قبل نمونه گیری انجام شد و این قطعات چند بار در مدت دو ساعت چند مرتبه در آب مقطر یون برداری شده شستشو داده شدند. سپس ۱۰ میلی لیتر آب به نمونه ها اضافه شد و پس از گذشت ۱۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد میزان جذب در ۵۲۵ نانومتر به کمک اسپکتروفتومتر [۲] ثبت شد (۲۰).

بررسی میکروسکپی [۳] عارضه خمش گردن در ژربرا

به منظور بررسی دقیق ناهنجاری خمش گردن از محل وقوع این ناهنجاری در زیر گل آذین تیمارهای مختلف پس از ۶ روز به کمک میکروسکپ الکترونی تصویربرداری شد. مراحل کار به اختصار شامل: الف) ثابت کردن دوگانه به کمک OsO_4 (۱٪)، ب) آب گیری به کمک اتانول طی مراحل چندگانه، پ)پوشش دهی به کمک ترکیب طلا- پالادیوم و ت) مشاهده توسط میکروسکپ الکترونی [۴] (۱۵) بود.

آزمایش پس از برداشت

گل های یکنواخت از نظر گل آذین و ساقه گل به طول ۵۰-۴۵ سانتی متر در ساعت های اولیه صبح از طریق شکستن از نیساگ برداشت شدند. در گل های آماده برداشت، ۳-۲ ردیف گلچه های خارجی بالغ شده اند. ساقه های

۱- مدل Shield Torch System, Agilent 7500a ۲- مدل Shimadzo UV 2401 PC ۳- Scanning Electron Microscopy
۴- مدل Philips XL30ESEM

گل در زیر آب به طول نهایی ۴۰ سانتی متر برش داده شدند. آنگاه گل ها در نیم لیتر محلول نگهدارنده حاوی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر ۸- هیدروکسی کوئنولین سیترات در اتاق آزمایش پس از برداشت در دمای ۱±۲۴ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۵ ±۶۰٪ و دوره نوری (فتوپریود) ۱۶ ساعت نگهداری شدند. عارضه خمش گردن (خم شدن بیش از ۹۰ درجه گل آذین) و عمر گلدانی (پایان آن به صورت خمش گردن یا پیر شدن گلبرگ ها در نظر گرفته شد) به صورت روزانه برای ۱۲ گل به ازای هر تیمار ثبت شد. هر ۳ روز یک بار محلول نگهدارنده تعویض و گل ها وزن می شدند.

اندازه گیری پرولین

میزان پرولین بر اساس روش بیتس و همکاران[۱] (۴) از طریق سنجش مقدار محصول رنگی واکنش پرولین با نین هیدریک اسید[۲] پس از ۶ روز از آغاز آزمایش پس از برداشت به دست آمد. میزان جذب در ۵۲۰ نانومتر به کمک اسپکتروفتومتر خوانده شد. مقدار پرولین به کمک منحنی استاندارد از پیش آماده شده محاسبه و به صورت میکرو مول بر گرم وزن تر بیان گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها

داده ها در سیستم SAS به کمک آنالیز واریانس یک طرفه تجزیه و توسط آزمون LSD مقایسه میانگین شدند. در موارد مورد نیاز تبدیل داده ها صورت گرفت.

نتایج

اثر هومیک اسید بر جذب کلسیم

کاربرد هومیک اسید توانست غلظت کلسیم را در نمونه های برگ افزایش دهد که این میزان در ۵۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین مقدار بود ولی در ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر کمی کاهش یافت. اگرچه این غلظت همچنان بیش از شاهد (جدول ۱). افزایش میزان کلسیم بویژه در ساقه گل در جلوگیری از عوارض پس از برداشت حائز اهمیت فراوان است. کاربرد هومیک اسید توانست مقدار کلسیم ساقه گل را در تیمارهای۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب ۵۸۵ و ۶۵۰٪ افزایش دهد($P<0.001$).

آزمایش های پس از برداشت

تیمارهای هومیک اسید کاهش وزن گل ها را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری باعث جلوگیری از کاهش وزن گل ها پس از ۹ روز از آغاز آزمایش گردید ($P<0.05$). از سوی دیگر خم شدن ساقه گل پس از ۹ و ۱۲ روز نیز توسط غلظت های بالای هومیک اسید (۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر) تحت تاثیر قرار گرفت (شکل ۱). عمر گلدانی بین ۷ تا ۱۰/۶۶ روز بود. غلظت های مختلف هومیک اسید توانست

۱- Bates *et al.* ۲- Ninhydric acid

عمر گلدانی را افزایش دهد واین شاخص در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر به بیشترین میزان نسبت به شاهد افزایش یافت (۳/۶۶ روز) (جدول ۲).

جدول ۱- اثر هومیک اسید بر غلظت کلسیم در برگ و ساقه گل ژربرا رقم 'مالیبو'.

Table 1. Effect of humic acid on calcium concentration of leaf and flower shoot in gerbera cv 'Malibu'.

هومیک اسید (میلی گرم بر لیتر) Humic acid (mg L^{-1})	کلسیم در برگ(درصد) Leaf Ca(%)	کلسیم در ساقه گل (درصد) Flower shoot Ca(%)
0	0.61c†	0.14b
100	0.97b	0.15b
500	1.21a	0.96a
1000	0.88b	1.06a
LSD	0.1	0.14
CV	5.89	13.34
سطح معنی داری Significance level	0.01	0.001

† Means in the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD test.

† در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشابهی هستند از لحاظ آماری با استفاده از آزمون LSD معنی دار نیستند.

تیمارهای هومیک اسید اثر معنی داری بر مقدار پرولین اندازه گیری شده در محل خمش گردن نداشته است (جدول ۲) ولی توانست به صورت معنی داری نفوذپذیری غشا را حفظ کنند. این موضوع در مرحله اول از کاهش نشت یونی و همچنین کاهش نشت آنتوسیانین از غشای یاخته ای قابل استنباط است (جدول ۲).

همبستگی زیادی (r^2=۰/۹۳۹۳) بین میزان کلسیم بافت ساقه گل و عمر گلدانی وجود داشت (شکل ۲) و همچنین مشاهده های میکروسکپی نیز به وضوح تفاوت حالت یاخته های تیمار شاهد و تیمار با هومیک اسید را پس از ۶ روز نشان می دهد (شکل های ۳ و ۴).

بحث

همانگونه که از داده های جدول ۱ مشخص است هومیک اسید جذب کلسیم را نسبت به شاهد افزایش داده است. پژوهشگران دیگری نیز اثر هومیک اسید بر جذب عناصر مختلف از جمله کلسیم را گزارش کرده اند (۱۶، ۲۱، ۲۷).

جدول ۲- اثر هومیک اسید بر شاخص های پس از برداشت گل های برداشت شده، تجمع پرولین در محل خمش گردن و شاخص های ثبات غشای گلبرگ.

Table 2. Effect of humic acid on postharvest characteristics of harvested flowers, proline accumulation in bending place and membrane stability of petal.

هومیک اسید (میلی گرم بر لیتر) Humic acid (mg L^{-1})	کاهش وزن پس از ۹ روز (درصد روز صفر) Weight loss after 9 days (% of day-0)	عمر گلدانی (روز) Vase life (day)	پرولین (میکرو مول بر گرم وزن تر) Proline (µmol g^{-1}FW)	نشت یونی (درصد) Leakage (%)	آنتوسیانین (جذب در ۵۲۵ نانومتر) Anthocyanin ($O.D_{525}$)
0	50.49a†	7b	2.52	20.61a	0.0066a
100	44.41a	7.33ab	2.4	16.65ab	0.0026b
500	39.89ab	9.33ab	2.73	13.06bc	0.0020b
1000	32.62b	10.66a	2.63	10.78c	0.0023b
LSD	11.46	3.39	0.39	4.61	0.0034
CV	14.54	21	8.09	16.04	22.16
سطح معنی داری Significance level	0.05	0.05	ns	0.01	0.05

† Means in the same column followed by the same letters are not significantly different by LSD test.

† در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشابهی هستند از لحاظ آماری با استفاده از آزمون LSD معنی دار نبوده اند.

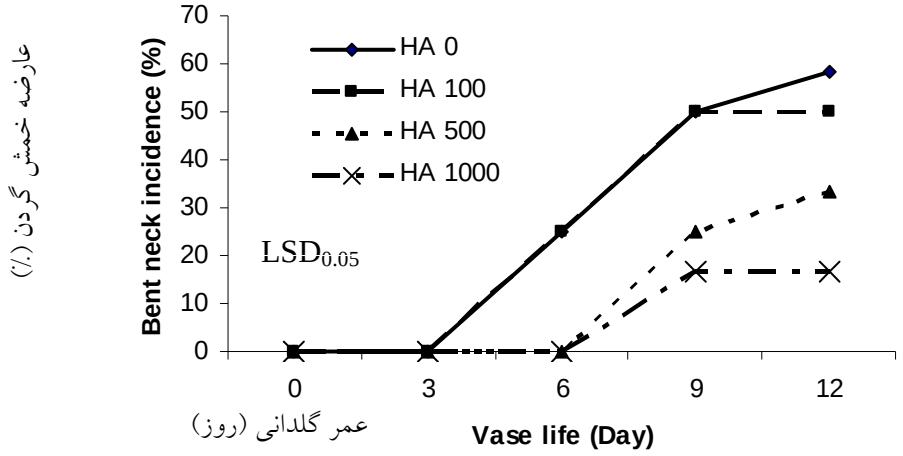

Fig. 1. Effect of humic acid levels in nutrient solution on bending incidence (over 90°) of gerbera cv 'Malibu' during 12 d of storage at 24±1°C.

شکل ۱- تاثیر سطوح هومیک اسید در محلول غذایی بر عارضه خمش گردن (بیش از ۹۰ درجه) ژربرا رقم 'مالیبو' در طی ۱۲ روز نگهداری در دمای ۱± ۲۴ درجه سانتی گراد.

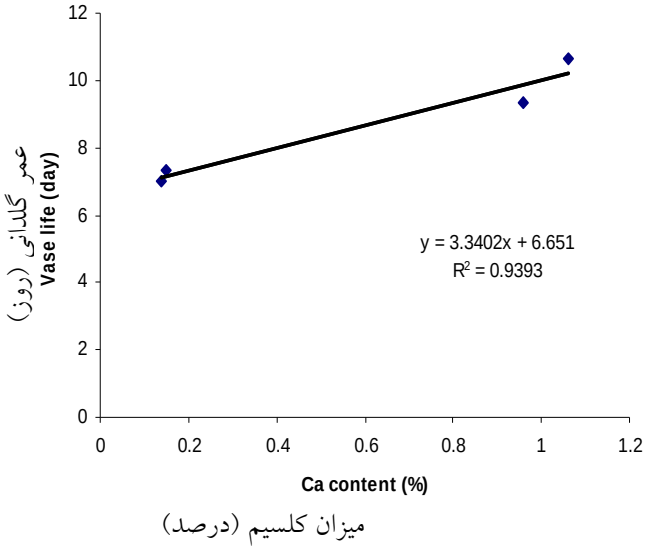

Fig. 2. Correlation between Ca concentrations and vase life of gerbera cv. ‘Malibu’.

شکل ۲- همبستگی بین میزان کلسیم در ساقه گل و عمر گلدانی ژربرا رقم ‘مالیبو’.

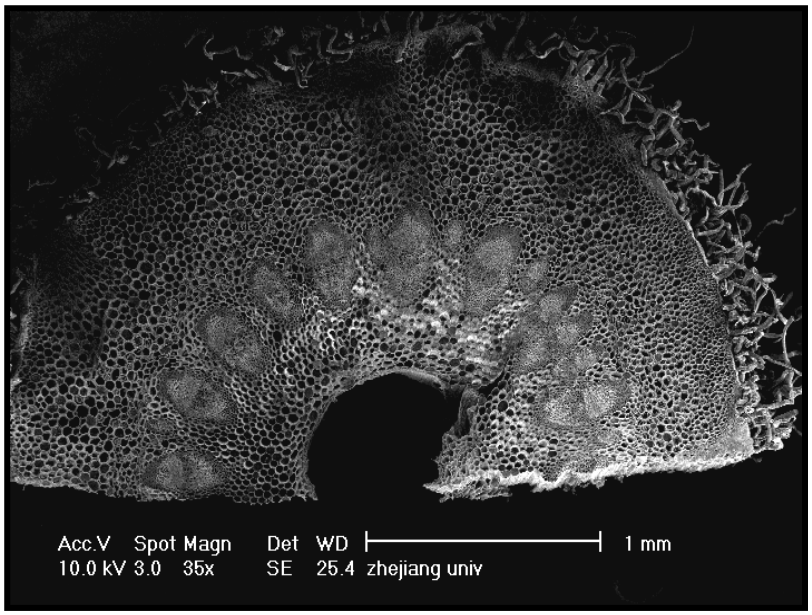

Fig. 3. Effect of HA (500 mg l^{-1}) on morphology of bent neck place of gerbera cv ‘Malibu’ after 6 days of storage at 24±1°C (SEM 35X).

شکل ۳- تاثیر هومیک اسید (۵۰۰ میلی گرم در لیتر) بر مورفولوژی محل خمش گردن ژربرا رقم ‘مالیبو’ پس از ۶ روز نگهداری در دمای ۱± ۲۴ درجه سانتی گراد (بزرگنمایی ۳۵ برابر – میکروسکپ الکترونی اسکن کننده).

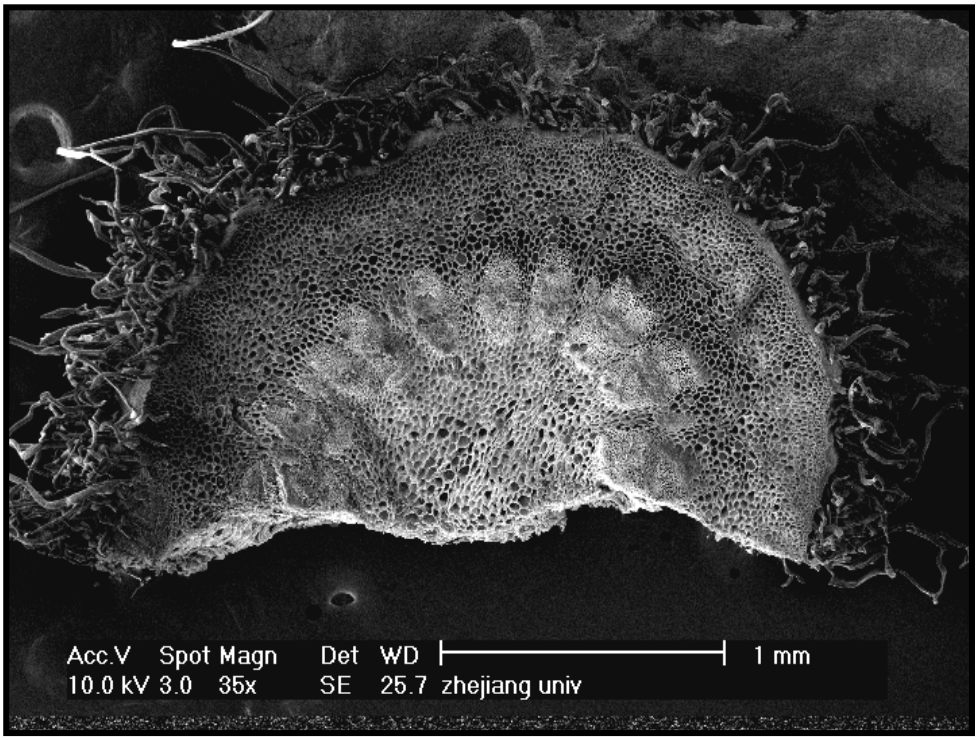

Fig. 4. Morphology of bent neck place of gerbera cv. 'Malibu' Without HA application after 6 days of storage at 24±1°C (SEM 35X).

شکل ۴- مورفولوژی محل خمش گردن ژربرا رقم 'مالیبو' بدون کاربرد هومیک اسید پس از ۶ روز نگهداری در دمای ۱ ± ۲۴ درجه سانتی گراد (بزرگنمایی ۳۵ برابر – میکروسکپ الکترونی اسکن کننده).

گروسل و اینسکیپ[۱] (۱۲) گزارش دادند که هومیک اسید می تواند از ایجاد نمک غیر محلول فسفات کلسیم جلوگیری کرده و در نتیجه در دسترس بودن کلسیم و فسفر را افزایش دهد. همچنین ثابت شده است که غلظت های بالای هومیک اسید اثر کمتری بر جذب عناصر دارد. به طور مثال غلظت های بالای هومیک اسید در تولید هیدروپونیک گندم باعث کمپلکس شدن بیش از حد کلسیم به وسیله هومیک اسید و کاهش جذب آن گردیده است (۱۲). همانگونه که در جدول ۱ آمده است، غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر کلسیم، غلظت کلسیم در برگ را کاهش داده است اما میزان آن در ساقه گل کاهش نیافته است. این موضوع می تواند به ویژه به دلیل قابلیت هومیک اسید در افزایش مثبت نفوذپذیری غشای یاخته ای به جذب عناصر (۲۹) به خاطر فعالیت شبه هورمونی هومیک اسید باشد (۳۲) که همراه با افزایش غلظت هومیک اسید افزایش می یابد. تورکمن و همکاران[۲](۲۷) در پژوهش های خود در مورد اثر هومیک اسید بر جذب کلسیم در شرایط هیدروپونیک تولید گوجه فرنگی گزارش کردند که هومیک اسید باعث افزایش جذب کلسیم شده است ولی همچنین خاطرنشان کردند که غلظت های بالاتر جذب کلسیم را کاهش داده است. سانچز-کانده و اورتگا[۳] (۲۲) نیز نتایج مشابهی را در کشت هیدروپونیک فلفل در مورد کلسیم و پتاسیم گزارش نمودند. به نظر می رسد این قبیل گزارش ها در مورد اثر هومیک اسید بر جذب کلسیم و سایر عناصر به نوع بستر، منشاء و غلظت هومیک اسید و گونه مورد آزمایش وابسته باشد.

۱- Grossl and Inskeep ۲- Turkaman *et al.* ۳- Sanchez-Conde and Ortega

شاخص های پس از برداشت و عمر گلدانی

کاربرد هومیک اسید توانست به طرز معنی داری عمر گلدانی را افزایش داده و ناهنجاری خمش را به تاخیر بیندازد (شکل ۱). این موضوع در مرحله نخست ممکن است به دلیل تجمع کلسیم در داخل بافت ساقه گل باشد که در جدول ۱ مشهود است. همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می شود افزایش تجمع کلسیم در بافت ساقه گل به طرز معنی‌داری با افزایش عمر گلدانی وابستگی مستقیم دارد. این نتیجه با یافته های گراسوپولوس و چبلی[۱] (۱۱) همخوانی دارد. آن ها در آزمایش های خود جهت بهبود عمر پس از برداشت ژربرا و کاهش عارضه خمش گردن روش های مختلفی را برای افزایش مقدار کلسیم داخل ساقه گل ژربرا به کار بستند که تزریق مستقیم محلول کلرید کلسیم به داخل ساقه گل که منجر به بیشترین افزایش مقدار کلسیم در داخل بافت ساقه شده بود و ۳ تا ۴ روز عمر گلدانی را افزایش داد و۳ تا ۵ روز تاخیر در خمش گردن ایجاد کرده بود. تجمع کلسیم باعث استحکام اتصالات پلیمرهای پکتینی بین یاخته ها به خصوص در تیغه میانی می شود که نتیجه آن افزایش استحکام مکانیکی است (۹، ۱۳، ۳۱) این امر در شکل های ۳ و ۴ به طور کامل مشهود است. این تصویرها که از محل خمش گردن گل های ژربرا ۶ روز پس از نگهداری در شرایط یکسان تهیه شده است نشان می دهد، در تیمار ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هومیک اسید که منجر به افزایش تجمع کلسیم گردیده است، دیواره های یاخته ای همچنان شرایط اولیه خود را حفظ کرده اند (شکل ۳). ولی در تیمار شاهد (شکل ۴)، یاخته ها روی یکدیگر فرو افتاده و دسته های آوندی نیز از حالت طبیعی خود خارج شده و یاخته ها حالت نامنظم پیدا کرده اند که به احتمال انتقال آب به گل آذین نیز مختل شده و به پیر شدن زود هنگام گل انجامیده است. در مطالعه ای در مورد گل های ورد (رز) گلدانی نیز ثابت شده که افزایش کلسیم در بافت های ساقه گل توانسته عمر پس از برداشت و کیفیت گل را افزایش دهد (۲۶) که با نتایج ما هماهنگی دارد. از سوی دیگر تاخیر در خم شدن گردن و پیر شدن گل ها بر اثر هومیک اسید ممکن است به دلیل تاخیر در بیوسنتز اتیلن باشد، چنانکه در مورد ژربرا نیز گزارش شده است که یک روز پیش از آغاز خمش گردن شروع می شود (۱۷). کاهش تولید اتیلن در اثر تیمار کلسیم در مورد گل های شاخه بریدنی ورد (۳۰) و میخک (۱۸) نیز گزارش شده است. از سوی دیگر کلسیم با اتصال به فسفولیپیدهای غشا، استحکام و یکپارچگی غشا را حفظ کرده و در شرایط کمبود کلسیم نشت یون ها از غشای یاخته ای رخ می دهد (۱۳). این موضوع با کاهش نشت یونی در تیمارهای با غلظت هومیک اسید بالاتر در جدول ۲ مشخص است. از سوی دیگر وجود کلسیم کافی مانع کاهش کلروفیل و پروتئین ها می شود که خود از عوامل پیر شدن بافت‌ها هستند (۲۰،۱۳). همچنین از آنجایی که کلسیم در اتصال با کالمودولین نقش پیغامبر را در داخل سیستم یاخته ای ایفا می کند، هرگونه افزایش کلسیم می تواند به بهبود عملکرد کلی یاخته ها بینجامد (۲۰،۱۳).

از سوی دیگر اثر مثبت هومیک اسید بر عمر پس از برداشت گل ها که به ظاهر وابسته به غلظت است، می‌تواند به دلیل ویژگی شبه هورمونی هومیک اسید باشد که از طریق تاثیر بر سیستم تنفس یاخته ای، تنظیم فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و سایر فعالیت های آنزیمی عمل نماید (۶، ۳۲). پیکولو و همکاران[۲] (۱۹)، فعالیت های شبه هورمونی از جمله بنزیل آدنین[۳] (BA) را برای هومیک اسید با منشاء لئوناردیت گزارش کرده اند. جان و اروین (۳۲)، از خاصیت شبه سایتوکینینی هومیک اسید برای کاهش تنش ناشی از خشکی برای گونه های مختلف چمن استفاده

۱- Gerasopolos and Chebli ۲- Piccolo *et al.* ۳- Benzyl adenine

کردند. با توجه به اینکه BA هم اکنون به صورت تجاری برای افزایش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی استفاده می‌شود (۱۰)، هومیک اسید می تواند به صورت تیمار در زمان تولید، به ویژه برای گل های شاخه بریدنی حساس و بسیار حساس به اتیلن مورد آزمایش و استفاده قرار گیرد. همچنین استفاده از این مواد به عنوان پیش تیمار گل های برداشت شده نیز موضوع پژوهش های در دست انجام است که می تواند قابل توجه باشد.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان می دهد تیمارهای هومیک اسید از طریق الف) افزایش جذب عنصر کلیدی کلسیم که باعث ۱- استحکام فیزیکی ساقه گل ۲- حفظ پایداری غشای یاخته ای ۳- تداخل احتمالی در بیوسنتز اتیلن و اثرهای احتمالی دیگر و ب) اثرهای شبه هورمونی (سایتوکینینی) احتمالی موجب بهبود کیفیت گل برداشت شده و افزایش عمر پس از برداشت آن ها گردیده است.

سپاسگزاری

نویسندگان بدین وسیله از سازمان علمی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو) و دانشگاه جه جیانگ کشور چین به خاطر حمایت های مادی و معنوی این پژوهش و همچنین خانم دکتر لی جون ییینگ[۱] برای زحمات و راهنمایی‌های ارزنده شان در تهیه و تفسیر تصاویر میکروسکپ الکترونی و خانم مهندس مریم حقیقی و آقای دکتر لا گویی- شیااو[۲] به دلیل کمک در انجام این پژوهش سپاسگزاری و تشکر می نمایند.

منابع REFERENCES

1. Adani F., P. Genevini, P. Zaccheo and G. Zocchi. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. J. Plant Nutr. 21:561-575.
2. Aiken, G.R., D.M. McKnight, R.L. Wershaw, and P. MacCarthy. 1985. Humic substances in soil, sediment, and water. Wiley-Interscience, New York, U.S.A.
3. Atiyeh, R.M., S. Lee and C.A. Edwards. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Biore. Technol. 84:7-14.
4. Bates, L.S., R.P. Waldren and L.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39:205-207.
5. Cacco, G. and G. Dell'Agnolla. 1984. Plant growth regulator activity of soluble humic substances. Can. J. Soil Sci. 64:25-28.
6. Casenave, D.S.E., J.A. Arguello, G. Abdala and G.A. Orıolı. 1990 Content of auxın, inhibitor and gibberellin like substances in humic acids. Biol. Plant. 32:346–351.
7. Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: P. MacCarthy *et al*. (eds.) Humic Substances in Soil and Crop Science: Selected readings. SSSA and ASA, Madison, WI, U.S.A. 161-186.

۱- Li Junying ۲- La Gui-Xiao

8. Cooper R.J., C.H. Liu and D.S. Fisher. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. Crop Sci., 38:1639-1644.
9. Demarty, M., C. Morgan and M. Thellier. 1984. Calcium and the cell wall. Plant Cell Environ. 7: 441-448.
10. Eason, J.R., E.R. Morgan, A.C. Mullan and G.K. Burge. 2001. Postharvest characteristics of *Santonia* 'Golden Lights' a new hybrid cut flower from *Sandersonia aurantiaca Littonia modesta*. Postharvest Biol. Technol. 22:93–97.
11. Gerasopoulos D. B. Chebli. 1999. Effects of pre- and postharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74:78-81.
12. Grossl, P.R., and W.P. Inskeep. 1991. Precipitation of dicalcium phosphate dihydrate in the presence of organic acids. Soil Sci. Soc. Amer. J. 55:670–675.
13. Hepler, P.K. 2005. Calcium: A central regulator of plant growth and development. The Plant Cell. 17:2142-2155.
14. Kreij, C. de and H. Basar. 1995. Effect of humic substances in nutrient film technique on nutrient uptake. J. Plant Nutr. 18:793–802.
15. Li, J.Y. 2000. Electron Microscopy for Biologists. Zhejiang University Press. Hangzhou, China.78 p.
16. Mackowiak, C.L., P.R. Grossl, and B.G. Bugbee. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Sci. Soc. Am. J. 65:1744-1750.
17. Mencarelli, F., R. Agostini, R. Botondi and R. Massanini. 1995. Ethylene production, ACC content, PAL and POD activity in excised portions of straight and bent gerbera scapes. J. Hort. Sci. 70:409- 416.
18. Michalczuk, B., W. Kowalczyk and J. Nowak. 1989. Effects of calcium nitrate and tannins on ethylene production and senescence of cut carnation flowers. Acta Hort. 251: 59-63.
19. Piccolo, A., S. Nardi, and G. Concheri. 1991. Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biol. Biochem. 23:833–836.
20. Poovaiah, B.W. 1979. Increased levels of calcium in nutrient solution improves the postharvest life of potted roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:164-166.
21. Rauthan, B.S. and M. Schnitzer. 1981. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. Plant Soil. 63:491–495.
22. Sanchez-Conde, M.P. and C.B. Ortega. 1968. Effect of humic acid on the development and the mineral nutrition of the pepper plant. In : Control de la Fertilizacion de las Plantas Cutivadas, 2. Col. Evr. Medit. Cent. Edafol. Biol. Aplic. Cuarto: Sevella, Spain. 745–755.
23. Sanchez-Sanchez A, J. Sanchez-Andreu, M. Juarez, J. Jorda and D. Bermudez. 2002. Humic substances and amino acids improve effectiveness of chelate FeEDDHA in lemon tress. J. Plant Nutr. 25:2433–2442.
24. Savvas, D. and G. Gizas. 2002. Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios. Sci. Hort. 96:267-280.
25. Sharif M., R.A. Khattak and M.S. Sarir. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 33:3567-3580.
26. Starkey, K. R. and A. R. Pedersen. 1997. Increased levels of calcium in nutrient solution improves the postharvest life of potted roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122:863-868.
27. Turkmen O., A. Dursun, M. Turan and C. Erdinc. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.)

seedlings under saline soil conditions. Acta Agr. Scand. Sec. B-Soil Plant Sci. 54:168-174.

28. Valdrighi, M. M., A. Pear, M. Agnolucci, S. Frassinetti, D. Lunardi, and G. Vallini. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil system: A comparative study. Agr.Ecosys. Env. 58:133-144.
29. Vaughen, D. and R. E. Malcolm. 1995. Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: D. Vaughan and R. E. Malcolm (eds.) Soil Organic Matter and Biological Activity. Marbus Nijhof (Dr. W. Junk Publ.) Dorjecht. 37-75.
30. Volpen, H. and Y. Elad. 1991. Influence of calcium nutrition on susceptibility of rose flowers to *Botrytis* blight. Amer. Phytopathol. Soc. 81:1390-4.
31. White, P.J. and M.R. Broadly. 2003. Calcium in plants. Ann. Bot. 92:487-511.
32. Zhang X.Z. and E.H. Ervin. 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop Sci. 44: 1737-1745.
33. 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.
34. Zheng, Y., T. Graham, S. Richard, and M. Dixon. 2004. Potted gerbera production in a subirrigation system using low-concentration nutrient solutions. HortScience 39:1283-1286.