فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیستم/ شمارهٔ دوم/ صفحات ۷۶-۶۵/ پاییز و زمستان ۹۹
DOI: 10.22084/PPT.2019.15993.1829

بررسی تأثیر محلول‌پاشی یک ترکیب محتوی اسیدهای آمینه بر صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی کدوی تلخ (*Momordica charantia* L.)

Effect of Compound Containing Amino Acid Spraying on Morphological and Biochemical Characteristics of Bitter Squash (*Momordica charantia* L.)

محمدحسین امینی‌فرد[1]*و سکینه خندان ده‌ارباب[2]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۲۲
(مقاله پژوهشی)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدآمینه بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه کدوی تلخ (کارلا)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه بیرجند با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی، شامل چهار سطح از یک ترکیب تجاری محتوی اسیدهای آمینه به نام تکامین مکس (صفر، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر) در طی سه مرحله محلول‌پاشی (مرحله رویشی، زمان گل‌دهی و زمان تشکیل میوه) بودند. نتایج نشان داد که آمینواسید بر اجزا برگ معنی‌دار بود، به‌طوری‌که با افزایش سطح تیمار، وزن‌تر و خشک و سطح برگ افزایش یافت. اسیدآمینه علاوه بر اجزا برگ، بر رنگیزه‌های آن (کلروفیل a، b و کلروفیل کل) نیز تأثیرگذار بود. بیش‌ترین میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل به‌ترتیب ۴/۹۴، ۶/۰۶ و ۱۱/۱۰ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر برگ در تیمار ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر اسیدآمینه و کم‌ترین میزان این صفات در شاهد مشاهده شد. هم‌چنین نتایج، نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار اسیدآمینه بر صفات کمی بوته بود، به‌طوری‌که بیش‌ترین طول بوته و تعداد شاخه‌های جانبی در بالاترین سطح اسیدآمینه به‌دست آمد. اسیدآمینه نیز اجزا عملکرد (وزن، طول و قطر میوه، عملکرد محصول و تعداد میوه) و صفات بیوشیمیایی میوه (درصد آنتی‌اکسیدانی و فنول کل) را تحت تأثیر خود قرار داد، به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد محصول (۴۷۴۰/۳ کیلوگرم در هکتار)، میزان فنول (۸/۶۸ میلی‌گرم گالیک اسید در صد گرم ماده) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۶۸/۴۸ درصد) در تیمار ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر اسیدآمینه حاصل شد. بر اساس نتایج این آزمایش، استفاده از اسیدآمینه، نقش مؤثری بر صفات کمی و کیفی گیاه کدوی تلخ داشت.

واژه‌های کلیدی: رنگیزه‌های کلروفیل، عملکرد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کدوی تلخ

۱ و ۲. به‌ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
*: نویسنده مسئول Email: mh.aminifard@birjand.ac.ir

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده دوم به راهنمایی محمدحسین امینی فرد می‌باشد.

مقدمه

کدوی تلخ یا کارلا با نام علمی *Momordica charantia* L. گیاهی علفی، یک‌ساله، خزنده، بالارونده متعلق به خانوادهٔ کدوئیان (Cucurbitaceae) و بومی آسیا می‌باشد که از زمان های قدیم در طب سنتی استفاده می‌شود (*کریسن*[1] و همکاران، 2008) و کشت آن عمدتاً در شرق آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی رایج است. امروزه انواعی از ارقام وحشی و اهلی آن در مناطق گرمسیری پراکنده شده است. تاکنون هیچ منبعی در مورد وجود آن در ایران ارائه نشده است. اما اخیراً تولید آن در مناطق گرمسیری کشور همانند سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر تا حدی رواج یافته است (*حیدری و مبصری‌مقدم*[2]، 2012). ازجمله مواد موجود در کدوی تلخ، کارانتین، انسولین، کوکوربوتانوئیدها، مومووردسین و لینولئیک‌اسیدها می‌باشند (*هارینانتینیا*[3] و همکاران، 2006). کلیه اندام‌های گیاه ازجمله ریشه، ساقه، برگ و میوه مصرف دارویی داشته و به دلیل داشتن آلکالوئید مومووردیسین تلخ‌مزه می‌باشند. میوه‌های این گیاه هم‌چنین غنی از ویتامین A، ویتامین C و آهن بوده و سرشار از پلی‌پپتید، انسولین و کارانتین می‌باشد که در کاهش قند خون مؤثرند (*توری هادسون*[4]، 2007)، به‌طوری‌که ترکیبات شبه انسولین موجود در دانه و میوه گیاه کدوی تلخ در درمان دیابت نوع یک و دو تأثیر دارد. هم‌چنین میوه کدوی تلخ دارای خاصیت ضدسرطانی، به‌ویژه ضدسرطان خون می‌باشد (*توری هادسون*، 2007).

در نظام‌های کشاورزی پایدار، هرگونه بهبود در نظام‌های کشاورزی باید منجر به افزایش تولید و کاهش اثر مخرب زیست محیطی شود که درنهایت موجب افزایش پایداری نظام‌ها می گردد. از طرفی کشاورزی ارگانیک استفاده از کودهای شیمیایی را تا حدودی منسوخ کرده است (*کردانا*[5] و همکاران، 2009). یکی از موادی که می‌تواند جایگزین کودهای شیمیایی شود، آمینواسیدها است. آمینواسیدها فرم ارگانیک نیتروژن است و محصولات با پایه آمینواسید در دهه گذشته به‌وسیله پرورش‌دهندگان استفاده می‌شده است و باعث بهبود عملکرد و رشد گیاهان مختلف گردیده است. مزایای استفاده از آمینواسید با محتوای نیتروژن آلی در ارتباط با تعامل مثبت و سازنده با در دسترس بودن برخی مواد معدنی و مغذی است (*فرانکو*[6] و همکاران، 1994). ازجمله نقش‌های اسیدآمینه در گیاهان می‌توان به عملکرد سریع تغذیه‌ای، ایجاد تعادل و موازنه در رشد گیاه، کاهش استرس، تنظیم فعالیت روزنه‌های هوایی، تقویت سیستم ایمنی گیاه، افزایش کمی و کیفی محصول، القاء فرآیند گرده‌افشانی، افزایش سرعت رسیدگی محصول، افزایش سرعت تشکیل اندام‌های گیاهی، افزایش سبزینگی، تأمین نیتروژن گیاه و سنتز هورمون‌های گیاهی اشاره کرد. آمینواسید هم به‌صورت خاکی و هم به‌صورت محلول‌پاشی، استفاده می‌گردد (*فرانکو*[4] و همکاران، 1994).

کائو[7] و همکاران (2010) در بررسی خود مشاهده کردند که کاربرد خارجی آمینواسید باعث افزایش عملکرد و کیفیت گل های کلم چینی شد. هم‌چنین افزایش تولید بیوماس تربچه برگی توسط *لیو*[8] و همکاران (2008) و با کاربرد آمینواسید گزارش شد. *کوکونارس*[9] و همکاران (2013) دریافتند که کاربرد آمینواسید تأثیر سودمندی بر عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای دارد. *لیو* و همکاران(2008) نشان دادند که کاربرد محلول‌پاشی آمینواسید باعث بهبود کارایی جذب نیتروژن از خاک می‌گردد و درنتیجه سبب کاهش هدرروی نیتروژن می‌شود. *داکورا و فیلیپس*[10] (2002) بیان کردند که گیاهان با کاربرد آمینواسید از طریق ریشه، قادر خواهند بود تا عناصر غذایی بیش‌تری از محیط ریشه جذب کنند. با توجه به اهمیت گیاه کدوی تلخ، یکی از راهکارهای افزایش رشد و عملکرد این گیاه دارویی، مدیریت تغذیه مناسب در مزرعه می‌باشد. با توجه به این‌که تاکنون گزارشی در خصوص تأثیر اسیدآمینه بر گیاه کدوی تلخ نشده است، لذا هدف از اجرای این طرح، مطالعه تأثیر سطوح مختلف اسیدآمینه بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی کدوی تلخ بود، تا با کاهش اتکاء به نهاده‌های شیمیایی، بتوان در جهت تولید پایدار این گیاه دارویی مهم گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح اسیدآمینه (صفر، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر) بودند. قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد (جدول ۱). به‌منظور انجام آزمایش، پس از عملیات شخم، دیسک و مسطح کردن خاک اقدام به کرت‌بندی زمین نموده و زمین آزمایشی با استفاده از گچ، خط‌کشی و

1. Crisan
2. Heidari and Mobasri-Moghadam
3. Harinantenaina
4. Tori-Hudson
5. Cerdana
6. Franco
7. Cao
8. Liu
9. Koukounaras
10. Dakora and Phillips

سپس نهرها ایجاد شدند. واحدهای آزمایشی، شامل دو ردیف جوی به طول چهار متر، فاصله بین ردیف‌ها سه متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۹۰ سانتی‌متر و فاصله دو کرت مجاور ۱/۵ و درمجموع ۲۰ بوته در هر کرت به‌صورت نم‌کاری کشت شد. عمق کاشت بذرها سه سانتی‌متر بود و در هر گوده چهار بذر کشت شدند. زمان کاشت بذرها، اواسط اردیبهشت ۱۳۹۵ بود. آبیاری دوم، ۵ روز بعد از آبیاری اول به‌منظور تسهیل در سبز شدن بذرها انجام شد. بذرها پس از هفت تا ۱۰ روز، سبز شدند و پس از چند روز عملیات واکاری انجام شد و پس از تقریباً ۲۰ روز، عمل تنک بوته‌ها انجام شد و در هر محل، یک بوته نگه داشته شد. کود آمینواسید مورداستفاده در این پژوهش با نام تجاری تکامین مکس ساخت شرکت اگری‌تکنو اسپانیا می‌باشد و توسط شرکت رها اندیش‌کاوان وارد کشور شده است. این کود به‌صورت مایع (حاوی ۱۴ درصد اسیدآمینه کل، ۱۲ درصد اسیدآمینه ایزومر (L)، ۶۰ درصد ماده آلی و هفت درصد نیتروژن کل) می‌باشد. محلول‌پاشی کود اسیدآمینه بر اساس سطوح مختلف در سه نوبت رشد گیاه شامل مرحله رویشی گیاه، زمان گل‌دهی گیاه و زمان تشکیل میوه و در ساعت ۵ الی ۶ صبح بر گیاهان اعمال شد. آبیاری به‌طور مرتب هر هفت روز در طی دوره رشد گیاه انجام شد. هم‌چنین وجین علف‌های هرز و سله‌شکنی در چند مرحله انجام گردید. پس از اعمال آخرین تیمار و شروع باردهی گیاهان، چهار بوته از وسط هر کرت انتخاب و برداشت میوه در طی فصل رشد در چند چین انجام شد. درنهایت میوه‌های برداشت شده از هر بوته توزین و میزان عملکرد در بوته و هکتار محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری طول و قطر میوه‌ها از کولیس و خط‌کش استفاده شد. در مرحله میوه دهی گیاهان، به‌طور تصادفی، نمونه‌هایی از برگ‌های بوته جهت اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ و نمونه‌های از میوه جهت اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوی فنول میوه کدوی تلخ تهیه شد. اندازه‌گیری مقادیر کلروفیل a، b، کلروفیل کل از روش *آرنون*[1] (1967) انجام گرفت. برای این منظور ۰/۲ گرم از بافت تر برگ کدوی تلخ در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده، سپس حجم محلول با استون به ۲۰ میلی‌لیتر رسید. محلول حاضر به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. سپس میزان کلروفیل a در طول‌موج ۶۶۳ نانومتر و کلروفیل b در طیف جذبی ۶۴۵ نانومتر قرائت و بر طبق روابط ذیل برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر محاسبه شد.

Chlorophyll a = (19.3 × A663 - 0.86 × A645) V/100W
Chlorophyll b = (19.3 × A645 - 3.6 × A663) V/100W
Chlorophyll total = (20.2 × A645 + 8.02 × A663) ×V×1000/W

V = حجم محلول صاف شده، A= جذب در طول‌موج‌های قرائت شده، W = وزن‌تر نمونه برحسب گرم

جهت تعیین میزان مهار رادیکال آزاد میوه (فعالیت آنتی‌اکسیدانی) از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی و با کمک ۲،۲-دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده گردید (*ترکمن*[2] و همکاران، 2005). لذا برای این منظور ۲ میلی‌لیتر از محلول اتانولی ۰/۱۵ میلی‌مولار DPPH به لوله آزمایش حاوی ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه کدوی تلخ اضافه شد. سپس محلول حاصل به‌مدت ۳۰ ثانیه با دستگاه ورتکس مخلوط شد. بعد محلول به مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق تثبیت گردید. جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر مدل (UNICO, 2000, Germany) خوانده شد و از رابطه ذیل محاسبه گردید.

/ جذب نمونه شاهد) - ۱ = میزان مهار رادیکال آزاد میوه کدوی تلخ ۱۰۰× (جذب قرائت شده

برای اندازه‌گیری محتوی فنول میوه کدوی تلخ از روش گالیک اسید و معرف فولین سیوکالچو استفاده شد (*شریفی*[3] و همکاران، 2015). بدین منظور، ۰/۵ میلی‌لیتر از معرف فولین سیوکالچو به ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره میوه کدوی تلخ و استانداردهای گالیگ اسید اضافه و سپس به محلول حاصل ۴ میلی‌لیتر سدیم کربنات یک مولار اضافه شد. پس از ۱۵ دقیقه نگهداری در دمای محیط، جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر خوانده شد. سپس مقدار کل ترکیبات فنولی نمونه‌ها با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید محاسبه گردید. جهت آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

1. Arnon

2. Turkmen
3. Sharifi

جدول ۱: خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1: Physical and chemical properties of soil in experimental field

بافت Texture	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	پتاسیم قابل‌دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل‌دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available P ($mg.kg^{-1}$)	اسیدیته pH	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
لومی Loamy	3.1	0.06	220.35	20	7.76	0.068

نتایج و بحث

صفات رویشی گیاه

نتایج ارائه شده حاکی از تأثیر معنی‌دار تکامین‌مکس بر طول بوته و تعداد شاخه‌های جانبی بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بیش‌ترین طول بوته (۴۲۰ سانتی‌متر) و تعداد شاخه‌های جانبی (۱۳ عدد) با کاربرد تیمار ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر تکامین‌مکس به‌دست آمد، که تفاوت آماری معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۳). مشابه این آزمایش، نتایج بررسی کاربرد شش گرم در لیتر محلول محتوی آمینواسید به‌صورت محلول‌پاشی باعث افزایش رشد رویشی در فلفل‌دلمه و گوجه‌فرنگی شد (حقیقی و مظفریان، ۱۳۹۴). پژوهش صورت گرفته توسط حاج سیدهادی (۱۳۸۹) نیز به تأثیر بسیار معنی دار محلول‌پاشی اسیدآمینه فسنوترن بر ارتفاع گیاه بابونه اشاره داشت، که بیش‌ترین ارتفاع بوته با ۳۸/۷ سانتی‌متر زمانی حاصل شد که محلول‌پاشی در دو مرحله قبل از گل‌دهی و در مرحله گل‌دهی کامل انجام گردید. هم‌چنین کاربرد اسیدآمینه گلایسین و گلوتامیک اسید در خیار سبب افزایش طول بوته، تعداد شاخه فرعی و طول میان‌گره و درنهایت افزایش رشد گیاه نسبت به حالت شاهد شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین طول بوته و تعداد شاخه فرعی در اثر استفاده از این نوع اسیدآمینه و کم‌ترین طول و تعداد شاخه فرعی به هنگام عدم استفاده از این کود ثبت شد. (نجفی، ۱۳۹۵). تحقیق دیگری، نشان داده شد که مصرف اسیدآمینه گلایسین در ذرت بر ارتفاع بوته بسیار مؤثر بوده است (حکیم‌چه بهیشات و همکاران،۱۳۹۰). علت تأثیر مثبت اسیدآمینه در این صفات را می‌توان به دلیل افزایش تقسیم سلولی در اندام‌های رویشی و درنتیجه افزایش رشد گیاه دانست. در بسیاری از بررسی‌ها مشخص شده است که اسیدهای آمینه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاه مؤثر واقع می‌شوند (*فتن*[1] و همکاران، 2010). آمینواسید چه به‌طور انباشته شده در گیاه و چه به‌صورت کاربرد خارجی باعث تجمع نیتروژن و درنتیجه افزایش رشد گیاهان می‌شود (*لیو* و همکاران، 2008).

هم‌چنین در جدول آنالیز واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌شود، سطح برگ تحت تأثیر معنی‌دار تکامین‌مکس قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، که در بالاترین غلظت محلول استفاده شده (۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر) بیش‌ترین سطح برگ (۵۱/۳ سانتی‌مترمربع) مشاهده شد که در مقایسه با شاهد ۲۲/۴ درصد افزایش داشته است (جدول ۳). سطح برگ یکی از مهم‌ترین پارامترهایی است که برای مطالعه رشد همانندسازی و بسیاری از فرایندهای زراعی و اکولوژیک ازجمله فتوسنتز، تعرق و بیلان انرژی محیطی مورداستفاده قرار می گیرد و فتوسنتز و تعرق می‌توانند تابعی از شاخص سطح برگ باشند (*محلوجی و افیونی*[2]، 2005). نتایج آزمایشات مختلف نشان داد که کاربرد غلظت‌های پنج، ۱۰ و ۲۵ میلی‌مولار اسیدآمینه گلایسین‌بتائین می‌تواند باعث افزایش سطح برگ گیاهان شود (*مایکل برت*[3] و همکاران، 2006؛ *لوپز*[4] و همکاران، 2002). پژوهش عربلو و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر معنی‌دار اسیدآمینه فرتیتال حاوی ۴۴/۵ درصد اسید آمینه آزاد بر سطح برگ سیب را نشان داد که بیش‌ترین میزان سطح برگ با ۳۴/۵ سانتی‌مترمربع مربوط به رقم گرانی اسمیت بود.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نیز نشان داد، که وزن‌تر و خشک برگ تحت تأثیر معنی‌دار تکامین‌مکس قرار گرفتند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیش‌ترین وزن‌تر برگ (۰/۹۲ گرم) و وزن خشک آن (۰/۱۸۶ گرم) در بالاترین سطح محلول استفاده شده (۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر) به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج ذکر شده در این آزمایش که مربوط به اثر تیمار آمینواسید بر افزایش وزن خشک بوته می‌باشد با نتایج تحقیقات حکیم‌چه بهیشات و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

1. Faten

2. Mahlouji and efyoni
3. Mickelbart
4. Lopez

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات کمی برگ کدوی تلخ تحت تأثیر اسیدآمینه

Table 2: Source of variance of quantitative traits of Carla leaf under the influence of amino acid

تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	تعداد شاخه‌های جانبی Number of lateral branches	طول بوته Plant length	سطح برگ Leaf area	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن‌تر برگ Fresh leaf weight	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
1.33^{ns}	5.08^{*}	2411.58^{*}	0.122^{ns}	0.00022^{ns}	0.00017^{ns}	2	بلوک Block
25.19^{**}	9.63^{**}	7061.75^{**}	48.56^{**}	0.002^{**}	0.012^{**}	3	اسیدآمینه Amino acid
1.77	5.83	294.91	1.97	0.000091	0.00066	6	خطا Errror
9.46	8.89	4.63	2.99	6.27	3.07		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns,** and *: Non-significant, are significant at the 1% and 5% of probability level, respectively

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف اسیدآمینه بر صفات کمی برگ کدوی تلخ

Table 3: Mean comparisons for effects of different concentrations of amino acid on quantitative traits of Carla leaf

تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	تعداد شاخه‌های جانبی Number of lateral branches	طول بوته (سانتی‌متر) Plant length (cm)	سطح برگ (سانتی‌مترمربع) Leaf area (cm^2)	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (gr)	وزن‌تر برگ (گرم) Fresh leaf weight (gr)	اسیدآمینه (میلی‌لیتر در لیتر) Amino acid ($ml.L^{-1}$)
11.00c	9.33c	314.00c	41.90c	0.126c	0.76c	شاهد Control
12.66bc	10.00bc	358.33b	45.96b	0.140bc	0.81bc	1.5
15.00b	11.66ab	390.00 ab	48.73ab	0.156b	0.85b	3
17.66a	13.33a	420.00a	51.30a	0.186a	0.92a	4.5

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند

The same letters in each column do not have a significant difference in the level of 1 and 5% of the Duncan multi-domain test

همچنین تأثیر غلظت‌های محلول محتوی آمینواسید بر افزایش وزن‌تر شاخساره در گوجه‌فرنگی (حقیقی و مظفریان، ۱۳۹۴) به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد گزارش شده است. کودهای زیستی از قبیل اسیدآمینه سبب طویل شدن برگ و همچنین افزایش تعداد برگ‌ها و افزایش فعالیت فتوسنتزی در گیاه شد که درنهایت افزایش رشد و وزن گیاه را در پی داشت (دولتیان و همکاران، ۱۳۹۲). گزارش شده است که اسیدهای آمینه بر جذب نیتروژن از خاک اثر گذاشته و باعث افزایش آن شده و به‌تبع آن رشد رویشی گیاه (وزن‌تر و خشک برگ) افزایش داده است. *پاپاجوریو و موراتا*[1] (1995)، علت افزایش وزن خشک برگ با تیمار اسیدآمینه را به دلیل کاهش خسارت به فتوسیستم II و درنتیجه افزایش فتوسنتز و فراورده‌های فتوسنتزی در گیاه می‌دانستند.

رنگیزه‌های برگ (کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید)

طبق نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) مشاهده شد که ویژگی‌های کیفی برگ در غلظت‌های مختلف تکامین‌مکس تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند ($P \leq ۰/۰۱$). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بیش‌ترین میزان کلروفیل a (۴/۹۴ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ)، کلروفیل b (۶/۰۶ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ) و کلروفیل کل (۱۱/۱۰ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ)، از غلظت ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر محلول استفاده شده حاصل شد (جدول ۵). هم‌چنین غلظت‌های مختلف تکامین‌مکس، میزان کارتنوئید کدوی تلخ را تحت تأثیر قرار داد که در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). کارتنوئید با غلظت‌های مختلف محلول استفاده شده دچار تغییراتی شد، به‌طوری‌که با افزایش مصرف آن میزان کارتنوئید نیز روندی افزایشی داشت. نتایج نشان داد که بالاترین میزان کارتنوئید (۲/۴۰ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ)

1. Papageorgiou and Murata

در غلظت ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر تکامین‌مکس به‌دست آمد (جدول ۵). کودهای محتوی اسیدآمینه می‌تواند میزان کلروفیل را افزایش دهد (*بلوندن*[1] و همکاران، 1997) یا باعث محافظت کلروفیل‌ها شود (*گادالا*[2]، 2000)، به‌طوری‌که تحقیقات نشان داده محلول‌پاشی مواد حاوی اسیدهای آمینه، کلروفیل کل، کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی محتوی برگ را افزایش داده است (*ال- نگار*[3] و همکاران، 2009). هم‌چنین نتایج پژوهشگران نشان داد که کاربرد اسیدآمینه گلایسین و گلوتامیک اسید در دور آبیاری پنج‌روزه سبب افزایش کلروفیل b در برگ خیار (نجفی، ۱۳۹۵) و تیمار محلول‌پاشی آمینواسید حاوی پرولین آزاد در انگور دیم خلیلی (تدین و همکاران، ۱۳۹۳) موجب افزایش میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. هم‌چنین طبق تحقیقات انجام شده، محلول‌پاشی اسیدآمینه گلایسین‌بتائین در برنج (*چائوم*[4] و همکاران، 2006) با تثبیت رنگدانه‌ها منجر به بهتر شدن میزان فتوسنتز و افزایش کلروفیل برگ در این گیاهان شد. کلروفیل، مولکول مسئول در جذب انرژی خورشید و فرآیند فتوسنتز است. اسیدهای آمینه به‌عنوان منبعی از نیتروژن یک ترکیب اساسی در تولید پروتئین گیاهی و کلروفیل می‌باشند (*آل سعید و کمال*، 2008). هم‌چنین گزارش شد که کاربرد اسیدآمینه در گیاه از بسته‌شدن روزنه‌ها جلوگیری کرده و سبب افزایش ورود دی‌اکسید کربن به گیاه شده که می‌تواند باعث افزایش فتوسنتز شود زیرا یکی از عوامل محدودکننده فتوسنتز، کمبود دی اکسیدکربن است (*رابینسون و جونز*[5]، 1986).

صفات کمی میوه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) وزن‌تر و خشک میوه نشان داد، که بین غلظت‌های تکامین‌مکس در این صفات تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن‌تر (۱۲۷/۳۳ گرم) و خشک میوه رسیده (۱۱/۴۷ گرم) در غلظت ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر محلول استفاده شده به‌دست آمد (جدول ۷). مشابه نتایج این پژوهش، حقیقی و مظفریان (۱۳۹۴) بیان کردند که کاربرد محلول محتوی آمینو اسید با غلظت ۴ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک در میوه فلفل‌دلمه و گوجه‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد شد. هم‌چنین نتایج تحقیق *کوکونارس* و همکاران (2013) نشان دادند که میانگین وزن میوه تحت تأثیر محلول محتوی آمینو اسید با غلظت ۰/۳ درصد به‌صورت ریشه‌ای و ۰/۹ درصد به‌صورت محلول‌پاشی در گوجه‌فرنگی افزایش یافت.

هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) این صفات حاکی از آن است که طول و قطر میوه رسیده تحت تأثیر معنی‌دار غلظت تکامین‌مکس قرار گرفت. با افزایش غلظت محلول استفاده شده، طول و قطر میوه رسیده نیز افزایش یافت. بیش‌ترین طول (۲۳ سانتی‌متر) و قطر (۷۲/۶۶ میلی‌متر) میوه رسیده مربوط به تیمار ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر تکامین‌مکس بود (جدول ۷). مشابه این آزمایش، نتایج پژوهشگران نشان دادند که، کاربرد محلول حاوی آمینواسید باعث افزایش معنی‌دار طول و قطر پنج رقم گوجه‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد شد (جوانمردی و ستار، ۱۳۹۵؛ حقیقی و مظفریان، ۱۳۹۴).

نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که مصرف تکامین‌مکس توانست وزن هزاردانه و تعداد دانه در میوه را تحت تأثیر قرار دهد (جدول ۶)، به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن هزاردانه (۱۷۲/۴ گرم) از غلظت سه میلی‌لیتر در لیتر تکامین‌مکس و بیش‌ترین تعداد دانه در میوه کدوی تلخ (۲۲ عدد) از تیمار ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر از این محلول حاوی اسیدآمینه به‌دست آمد (جدول ۷). پرولین و سایر اسیدهای آمینه که در اختیار گیاه است، نه تنها نقش ذخیره نیتروژن و کربن را بازی می‌کنند، بلکه نقش‌های مهمی دیگری نظیر انتقال عناصر، فعال‌کننده ریشه گیاه، کمک به گیاه برای غلبه به استرس‌های محیطی، تسریع‌کننده فعالیت و تعدیل‌کننده عناصر غذایی مورد نیاز گیاه جهت سنتز پروتین موردنیاز در گیاه می‌باشد و درنتیجه فرآیندهای متابولیسم گیاهی را ارتقاء می‌بخشد و به خاطر این اثرات مثبت بر رشد و نمو گیاه، موجب افزایش وزن هزاردانه و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (*هونسوم و تاموس*، 2008). این نتایج با تحقیقات پوریوسف میاندوآب و همکاران (۱۳۹۳) با محلول‌پاشی اسیدآمینه در عملکرد دانه ذرت مطابقت داشت. هم‌چنین بر اساس مطالعات صورت گرفته، مصرف پرولین و محلول محتوی اسیدهای آمینه موجب افزایش وزن هزاردانه و عملکرد گندم (*والتون*[6] و همکاران، 2002) و جو (پورابتهاج و همکاران، ۱۳۹۱) شد. در این خصوص نیز محمودی و علیزاده (۱۳۹۳) عنوان نمودند، محلول‌پاشی با ترکیبات آمینواسیدی در سه مرحله از رشد منجر به افزایش ۳۷/۱ درصدی از عملکرد دانه در ماشک رقم گل‌سفید در مقایسه با شاهد شده است.

عملکرد و تعداد میوه در بوته

بر اساس نتایج (جدول ۶)، عملکرد محصول در سطح یک درصد تحت تأثیر معنی‌دار تکامین‌مکس قرار گرفت و اختلاف

1. Blunden
2. Gadallah
3. El-Negar
4. Cha-um
5. Robinson and Jones
6. Walton

معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت، به‌طوری‌که، بیش‌ترین عملکرد محصول (۴۷۴۰/۳ کیلوگرم در هکتار) در غلظت ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر محلول استفاده شده به‌دست آمد که در مقایسه با سایر غلظت‌ها افزایش داشت و کم‌ترین میزان این صفت (۲۸۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سطح شاهد بود (جدول ۷). هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تأثیر تکامین‌مکس در سطح یک درصد بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، که با محلول استفاده شده، تعداد میوه در بوته نسبت به شاهد افزایش داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد میوه در بوته (۱۷ عدد) مربوط به بالاترین غلظت تکامین‌مکس (۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر) بود (جدول ۳).

همان‌طورکه نتایج نشان داد تکامین‌مکس توانست تعداد میوه کدوی تلخ را تحت تاثیر قرار دهد، بنابراین با توجه به افزایش تعداد میوه تولیدی، افزایش عملکرد نیز به وقوع پیوسته است، به‌طوری‌که عملکرد میوه در غلظت ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر نسبته به شاهد ۶۵ درصد افزایش عملکرد داشته است. به نظر می‌رسد که ترکیبات اسیدآمینه در این آزمایش به‌طور موفقیت آمیزی به برگ، میوه و گل کدوی تلخ نفوذ کرده و رشد رویشی و زایشی گیاه را فعال‌تر نموده و موجب حفظ بقاء و باروری بیش‌تر این گیاه گردیده است. پژوهشگران در این زمینه اعتقاد دارند که اسیدهای آمینه از طریق فعال‌سازی هورمون‌های مؤثر در تشکیل گل و میوه از قبیل اتیلن و تأثیر مثبت تغذیه برگی به‌عنوان یک منبع مهم در سنتز پروتئین گیاه باعث بهبود جوانه‌زنی دانه‌های گرده و افزایش گل‌دهی و عملکرد گیاه می گردند (*هونسوم* و همکاران[1]، 2008). مشابه نتایج این تحقیق، محلول‌پاشی اسید آمینه هیومی فورته باعث افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف گردید و باعث افزایش رشد و عملکرد کدو و ذرت شد (پوریوسف میاندوآب، ۱۳۹۳). هم‌چنین هم‌سو با این پژوهش، افزایش عملکرد در اثر کاربرد محلول‌های محتوی اسیدهای آمینه در گیاه سیب‌زمینی (*عواد*[2] و همکاران، 2007)، خیار (*کارپیا*[3] و همکاران، 2000)، فلفل شیرین (*آل سعید و کمال*[4]، 2008) و نخودفرنگی (*عبدالموغود*[5] و همکاران، 2011) گزارش شده است. *کوکونارس* و همکاران (2013) و جوانمردی و ستار (۱۳۹۵) هم گزارش نمودند کاربردکودهای حاوی آمینواسید تأثیر سودمندی بر عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای دارد. هم‌چنین نتایج به‌دست هم‌چنین نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج محمودی و علیزاده (۱۳۹۳) در ماشک رقم گل‌سفید مطابقت دارد، آن‌ها در پژوهش خود بیان داشتند، که محلول‌پاشی با اسیدآمینه آزاد سبب تأثیر مثبت بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه در مقایسه با شاهد شد.

صفات بیوشیمیایی میوه

نتایج آماری حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴)، بیانگر اثر معنی‌دار غلظت تکامین‌مکس در میزان فنول میوه کدوی تلخ نسبت به تیمار شاهد بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان فنول (۸/۶۸ میلی‌گرم گالیک اسید در صد گرم ماده خشک) در تیمار ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر محلول مورداستفاده حاصل شد که در مقایسه با سایر غلظت‌ها افزایش داشت و کم‌ترین میزان این صفت (۷/۸۲ میلی‌گرم گالیک اسید در صد گرم ماده خشک) مربوط به شاهد بود (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه نشان داد که بین سطوح مختلف تکامین‌مکس در این صفت تفاوت آماری معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۶۸/۴۸ درصد) در تیمار ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر تکامین‌مکس به‌دست آمد که ۱/۲ برابر سطح شاهد بود (جدول ۵). مطالعات مختلف نشان دادند که تجمع اسیدهای آمینه علاوه‌بر کاهش مستقیم آسیب‌های ناشی از تنش اکسیداتیو می‌تواند با وجود نقش محافظتی از آنزیم‌های درگیر در سیستم آنتی‌اکسیدان از قبیل کاتالاز و پراکسیداز به مهار انواع اکسیژن‌های فعال ازجمله H_2O_2 کمک کند (*ژانگ*[6] و همکاران، 2009؛ *اشرف و فولاد*[7]، 2007). مشابه نتایج این تحقیق، توکلی حسنکلو و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که حداکثر فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی پراکسیداز در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار اسیدآمینه گلایسین‌بتائین و حداقل فعالیت آنتی‌اکسیدان در پایین‌ترین سطح (صفر میلی‌مولار) در سیاه‌دانه مشاهده شد.

1. Hounsome
2. Awad
3. Karuppaiah
4. Al-Said and Kamal
5. Abdel Mawgoud
6. Zhang
7. Ashraf and Foolad

جدول ۴: تجزیه واریانس صفات کیفی برگ و میوه کدوی تلخ تحت تأثیر اسیدآمینه

Table 4: Source of variance of quality traits of Carla leaf and fruit under the influence of amino acid

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	کارتنوئید Carotenoid	فنول میوه Fruit phenol	فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه Total fruit antioxidan
بلوک Block	2	0.07^{ns}	0.139^{ns}	0.318^{ns}	0.0051^{ns}	0.020^{ns}	4.76^{ns}
اسیدآمینه Amino acid	3	1.37^{**}	2.15^{**}	5.71^{**}	0.54^{**}	0.344^{**}	114.29^{**}
خطا Errror	6	0.083	0.11	0.24	0.031	0.025	6.40
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		7.10	6.68	19.26	9.46	1.90	4.10

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns,** and *: Non-significant, are significant at the 1% and 5% of probability level, respectively

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف اسیدآمینه بر صفات کیفی برگ و میوه کدوی تلخ

Table 5: Mean comparisons for effects of different concentrations of amino acid on quality traits of Carla leaf and fruit

اسیدآمینه (میلی‌لیتر در لیتر) Amino acid ($ml.L^{-1}$)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ) Chlorophyll a ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ) Chlorophyll b ($mg.g^{-1}f.w$)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ) Total chlorophyll ($mg.g^{-1}f.w$)	کارتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ) Carotenoid ($mg.g^{-1}f.w$)	فنول میوه (میلی‌گرم گالیک اسید در صد گرم ماده خشک) Fruit phenol (mg. 100g dry $weight^{-1}$)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه (درصد) Total fruit antioxidant (%)
شاهد Control	3.38c	4.12c	7.91c	1.42c	7.82c	54.13c
1.5	3.71bc	4.57bc	9.38b	1.63bc	8.31b	59.63b
3	4.19b	5.23b	10.37ab	1.99b	8.57ab	64.30ab
4.5	4.94a	6.06a	11.10a	2.40a	8.68a	68.48a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند

The same letters in each column do not have a significant difference in the level of 1 and 5% of the Duncan multi-domain test

جدول ۶: تجزیه واریانس صفات کمی میوه رسیده کدوی تلخ تحت تأثیر اسیدآمینه

Table 6: Source of variance of quantitative traits of Carla fruit under the influence of amino acid

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	وزن‌تر میوه Fresh weight of fruit	وزن خشک میوه Dry weight fruit of	طول میوه Length of fruit	قطر میوه Diameter of fruit	عملکرد محصول Yield	وزن هزاردانه Weight of one thousand seeds	تعداد دانه در میوه Seed number in fruit
بلوک Block	2	73.80^{ns}	1.04^{ns}	0.33^{ns}	18.08^{ns}	25732.5^{ns}	31.44^{ns}	0.58^{ns}
اسیدآمینه Amino acid	3	857.34^{**}	7.89^{**}	9.00^{*}	49.5^{*}	1859276.0^{**}	166.76^{*}	37.55^{**}
خطا Errror	6	54.29	0.38	1.00	5.63	109838.2	22.25	1.80
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		7.08	6.41	4.72	3.50	8.91	2.88	7.32

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns,** and *: Non-significant, are significant at the 1% and 5% of probability level, respectively

جدول ۷: مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف اسیدآمینه بر ویژگی‌های کمی میوه رسیده کدوی تلخ

Table 7: Mean comparisons for effects of different concentrations of amino acid on quantitative traits of Carla fruit

اسیدآمینه (میلی‌لیتر در لیتر) Amino acid ($ml.L^{-1}$)	وزن‌تر میوه (گرم) Fresh weight of fruit (gr)	وزن خشک میوه (گرم) Dry weight of fruit (gr)	طول میوه (سانتی‌متر) Length of fruit (cm)	قطر میوه (میلی‌متر) Diameter of fruit (mm)	عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg.ha)	وزن هزاردانه (گرم) Weight of one thousand seeds (gr)	تعداد دانه در میوه Seed number in fruit
شاهد Control	88.40c	7.68c	19.00c	63.00c	2866.7c	154.76c	14.33c
1.5	95.66bc	9.12b	20.00bc	66.33bc	3437.1bc	161.00bc	17.00bc
3	104.33b	10.30ab	22.00ab	68.66ab	3821.1b	172.46a	19.33b
4.5	127.33a	11.47a	23.00a	72.66a	4740.3a	165.46ab	22.66a

حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارند

The same letters in each column do not have a significant difference in the level of 1 and 5% of the Duncan multi-domain test

هم‌چنین پژوهش *اسلام*[1] و همکاران (2009)، تأثیر مثبت اسیدآمینه گلایسین‌بتائین در القاء و افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز و پراکسیداز را نشان داد، که موجب کاهش تأثیرات رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولیدی در گیاه می‌گردد. هم‌چنین *ژانگ و ریو*[2] (2012) گزارش کردند که پیش تیمار با اسیدآمینه گلایسین‌بتائین بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در چمن تأثیر مثبتی داشته است.

اسیدآمینه تجاری (تکامین‌مکس) به‌عنوان یک نوع کود ارگانیک می‌تواند در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه کدوی تلخ مؤثر باشد و در بین سطوح مصرفی این کود، غلظت ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر، بیش‌ترین تأثیر را در افزایش صفات کمی و کیفی این گیاه داشت. لذا به‌منظور تکمیل نتایج این آزمایش، پیشنهاد می‌شود تأثیر غلظت‌های مختلف دیگر این کود، خصوصاً در غلظت‌های بالاتر آن، در طی پژوهش‌های چندساله بر عملکرد کمی و کیفی کدوی تلخ بررسی شود.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از این کود

منابع

پورابتهاج، م.، حبیبی، د.، پاک‌نژاد، ف.، داوودی‌فرد، م. و فراهانی پاد، پ. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی سیلیسیک‌اسید و اسیدهای آمینه بر فعالیت بیومارکرهای بیوشیمیایی در شرایط تنش خشکی در گیاه جو (*Hordeum vulgar* L.). مجله زارعت و اصلاح نباتات، ۸ (۳): ۱۲۷-۱۳۸.

پوریوسف میاندوآب، م. و شهروان، ن. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در زمان‌های مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲۳: ۲۱-۳۲.

تدین، م. س.، معافپوریان، غ. و مفتون آزاد، ن. ۱۳۹۳. بررسی اثر ترکیبات آمینواسیدی، فولویک اسید و استروئیدی در انگور دیم خلیلی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸ (۴): ۵۲۴-۵۳۴.

توکلی‌حسنکلو، ح.، عبادی، ع.، توکلی‌حسنکلو، ن. و پرمون، ق. ۱۳۹۴. تأثیر پیش‌تیمار با گلایسین‌بتائین بر کاهش اثر تنش کادمیوم در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سیاهدانه (*Nigella sativa*). فرآیند و کارکرد گیاهی، ۴ (۱۱): ۹۹- ۱۱۲.

جوانمردی، ج. و ستار، ح. ۱۳۹۵. ارزیابی ویژگی‌های کمّی و کیفی پنج رقم گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در پاسخ به کودهای حاوی عصاره جلبک دریایی و اسیدهای آمینه. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۲۵: ۱۲۱-۱۲۹.

حاج‌سیدهادی، م.، درزی، م. ت.، ریاضی، غ. و قندهاری‌علویجه، ز. ۱۳۸۹. تأثیر محلول‌پاشی با اسیدهای‌آمینه و کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست بر صفات موروفولوژیک و عملکرد گل بابونه. یافته‌های نوین کشاورزی، ۲: ۱۴۸-۱۵۸.

حقیقی، م. و مظفریان، م. ۱۳۹۴. کاربرد آمینواسید بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای. دو فصلنامه علوم سبزی‌ها، ۱: ۵۹-۶۴.

1. Islam
2. Zhang and Rue

حکیم‌چه بهیشات، ش.، شکوه‌فر، ع.، حبیبی، د. و ساجدی، ن. ۱۳۹۰. پاسخ ذرت سینگل کراس ۷۰۴ به مصرف کودهای بیولوژیک عصاره جلبک‌دریایی و اسیدآمینه گلایسین در منطقه اهواز. مجموعه مقالات ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان. ۷-۱.

عربلو، م.، ایمانی، ع.، رسولی، م. و شاهمرادی، م. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی برگی با کلات‌کلسیم و اسیدهای آمینه بر وضعیت تغذیه‌ای، کلروفیل و سطح برگ سیب رقم گلدن دلیشز و گرانی‌اسمیت. مجله دانش نوین کشاورزی پایدار، ۱۰ (۲): ۴۳-۵۲.

محمودی، ح. و علیزاده، خ. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد اسیدهای‌آمینه آزاد بر عملکرد کمی و کیفی ماشک رقم گل‌سفید (*Vicia panonica*) در شرایط دیم. نشریه زراعت دیم ایران، ۲ (۲): ۱۱۵-۱۱۹.

نجفی، م. ۱۳۹۵. بررسی اثر اسید هیومیک و اسید فولویک و اسیدآمینه به‌صورت کود آبیاری برروی صفات کمی و کیفی خیار سوپر دامینوس تحت تنش خشکی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۱۸صفحه.

Al-Said, M. A. and Kamal, A. M. 2008. Effect of folair spray with folic acid and some amino acids and some amino acids on flowering yield and quality of sweet pepper. Journal of Agricultural Sciences Mansoura University, 33 (10): 7403-7412.

Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany, 59: 206-216.

Blunden, G., Jenkins, T. and Liu, Y. W. 1997. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. Journal of Applied Phycology, 8: 535-543.

Cao, J. X., Peng, Z. P., Huang, J. C., Yu, J. H., Li, W. N., Yang, L. X. and Lin, Z. J. 2010. Effect of foliar application of amino acid on yield and quality of flowering Chinese cabbage. Chinese Agriculture Science Bulletin, 26: 162-165.

Cerdana, M., Snchez-Snchez, A., Oliver, M., Jurez, M. and Snchez-Andreu, J. J. 2009. Effect of foliar and root applications of amino acids on iron uptake by tomato plants. Acta Hortulture, 830: 481-488.

Cha-um, S., Supaibulwatana, K. and Kirdmanee, C. 2006. Water relation, photosynthetic ability and growth of Thai Jasmine rice (*Oryza sativa* L. sp. indica cv. KDML 105) to salt stress by application of exogenous glycinebetaine and choline. Journal of Agronomy and Crop Science, 192: 25-36.

Crisan, S., Campeanu, G. and Halmagean, L. 2008. Study of *Momordica charantia* L. species grown on the specific conditions of Romania's western part. Journal of Vegetable Growing, 32: 425-428.

Dakora, F. D. and Phillips, D. A. 2002. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. Plant and Soil, 245: 35-47.

El-Naggar, A. H. 2009. Response of *Dianthus caryophyllus* L. plants to foliar nutrition. World Journal of Agricultural Sciences, 5: 622-630.

Faten, S. A., Shaheen, A. M., Ahmed, A. A. and Mahmoud, A. R. 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of Squash. Research Journal of Agriculture and Biological Science, 6: 583-588.

Franco, J. A., Banon, S. and Madrid, R. 1994. Effects of a protein hydrolysate applied by fertigation on the effectiveness of calcium as a corrector of blossom-end rot in tomato cultivated under saline conditions. Scientia Horticulturea, 57: 283-292.

Gadallah, M. A. A. 2000. Effects of acid mist and ascorbic acid treatment on the growth, stability of leaf membranes, chlorophyll content and some mineral elements of *Carthamus tinctorius*, the safflower. Water, Air and Soil Pollution, 118: 311-327.

Harinantenaina, L., Tanaka, M. and Takaoka, S. 2006. *Momordica charantia* constituents and antidiabetic screening of the isolated major compounds. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 54: 1017-1021.

Heidari, M. and Mobasri-Moghadam, M. 2012. Effect of rate and time of nitrogen application on fruit yield and accumulation of nutrient elements in *Momordica charantia*. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 11: 129-133.

Hounsome, N., Hounsome, B., Tomos, D. and Edwards-Jones, G. J. 2008. Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. Food Science, 73 (4): 48-65.

Islam, M. M., Hoque, M. A., Okuma, E., Banu, M. N. A., Shimoishi, Y., Nakamura, Y. and Murata, Y. 2009. Exogenous proline and glycinebetaine increase antioxidant enzyme activities and confer tolerance to cadmium stress in cultured tobacco cells. Journal Plant Physiology, 166: 1587-1597.

Koukounaras, A., Tsouvaltzis, P. and Siomos, A. S. 2013. Effect of root and foliar application of amino acids on the growth and yield of greenhouse tomato in different fertilization levels. Journal of Food Agriculture and Environment, 11 (2): 644-648.

Liu, X. Q., Ko, K.Y., Kim, S. H. and Lee, K. S. 2008. Effect of amino acid fertilization on nitrate assimilation of leafy radish and soil chemical properties in high nitrate soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39: 269-281.

Lopez, C. M. L., Takahashi, H. and Yamazaki, S. 2002. Plant-water relations of kidney bean plants treated with NaCl and foliarly applied glycinebetaine of kidney bean plants treated with NaCl and foliarly applied glycinebetaine. Journal of Agronomy and Crop Science, 188: 73-80.

Mickelbart, M., Chapman, P. and Collier-Christian, L. 2006. Endogenous levels and exogenous application of glycinebetaine to grapvines. Scientia Horticulturae, 111: 7-16.

Papageorgiou, G. C. and Murata, N. 1995. The unusually strong stabilizing effects of glycine betaine on the structure and function of the oxygen-evolving photosystem II complex. Photosynthesis Research, 44: 243-252.

Tori-Hudson, N. 2007. Bitter melon: a review of its indications, efficacy, and safety. American Journal of Health-System Pharmacy, 60: 356-359.

Walton, G., Medham, N., Robertson, M. and Potter, T. 2002. Phenology, physiology and agronomy. Australian Journal of Agricultural Research, 59: 1425-1439.

Zhang, F. Q., Zhang, H. X., Wang, G. P., Xu, L. L. and Shen, Z. G. 2009. Cadmium induced accumulation of hydrogen peroxide in the leaf apoplast of phaseolus aureusand *Vicia sativa* and the roles of different antioxidant enzymes. Journal of Hazardous Materials, 168: 76-84.

Zhang, Q. and Rue, K. 2012. Glycinebetaine seed priming improved osmotic and salinity tolerance in turf grasses. Horticultural Science, 47: 1171-1174.

Effect of Compound Containing Amino Acid Spraying on Morphological and Biochemical Characteristics of Bitter Squash (*Momordica charantia* L.)

Aminifard[1*], M. H. and Khandan Deharbab[2], S.

Abstract

The present study was carried out to evaluate the effect of amino acid on growth, yield and biochemical characteristics of squash bitter under field conditions. Amino acid was applied in four levels (0, 1.5, 3 and 4.5 $ml.L^{-1}$) of a commercial compound containing amino acid (Tecamin Max) during three stages of foliar spraying (before flowering, flowering and fruit set time).The experiment was laid out according to randomized complete block design with three replications at university of Birjand. Amino acid rate increasing affected significantly plant vegetative growth (fresh and dry weight and leaf area). Amino acid fertilizer affected photosynthetic pigments (chl a, chl b and total chl). The highest amount of chl a, b and total chl (4.94, 6.06 and 11.10 $mg.g^{-1}FW$) were obtained in plants treated with 4.5 $ml.L^{-1}$ amino acid, while the lowest values were recorded in the control. It was observed that amino acid improved on quantitative characteristics of bush, so that the highest bush length and number of lateral branches were obtained at the highest level of the amino acid. Application of different levels of amino acid had a positive effect on the yield indices (fruit weight, fruit length, number of fruits and yield) and biochemical characteristics of fruit (antioxidants activity and total phenol). The highest yield (4740.3 $kg.ha^{-1}$), total phenol (8.68 mg GAE/100g) and antioxidant activity (68.48%) were obtained in plants treated with 4.5 $ml.L^{-1}$amino acid. Results showed that amino acid had strongly influenced vegetative and reproductive growth of bitter squash.

Keywords: Photosynthetic pigments, Antioxidant activity, Yield, Carla

1 and 2. Assistant Professor and MSc Student, Respectively, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

*: Corresponding Author Email: mh.aminifard@birjand.ac.ir

This paper has been extracted from the second author's MSc thesis under the guidance of Mohmmad Hossein Aminifard.