رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی میوه توت فرنگی رقم سابروسا تحت تأثیر محلول پاشی 24 - اپی براسینولید

محمدرضا اصغری [1]، پری زاهدی پور ششگلانی [2*]

تاریخ دریافت: 94/3/3 تاریخ پذیرش: 94/6/29

1- دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
2-دانشجوی دکتری گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
*.مسئول مکاتبه E-mail: Pari.zahedi6@yahoo.com

چکیده

یکی از رهیافت های نوین در بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی استفاده از تنظیم کننده های رشد گیاهی می‌باشد. براسینواستروئیدها جزء تنظیم کننده های رشد گیاهی هستند که در غلظت های کم بر عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی تأثیر می گذارند. به منظور بررسی اثر محلول پاشی برگی براسینواستروئیدها بر برخی فاکتورهای کمی و کیفی میوه توت فرنگی (*Fragaria ananassa* cv. Sabrosa) آزمایشی با سه سطح 24- اپی براسینولید (0، 1 و 4 میکرو مول در لیتر) در قالب طرح کاملا تصادفی و چهار تکرار در محیط کشت هیدروپونیک و شرایط کنترل شده گلخانه ای اجرا شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بالاترین تأثیر 24- اپی براسینولید بر عملکرد و سایر ویژگی‌های کمی در غلظت 4 میکرو مول در لیتر حاصل شد. در حالیکه غلظت 1 میکرو مول در لیتر 24- اپی براسینولید تأثیر معنی‌داری در افزایش میزان نشاسته و اسیدیته کل میوه توت فرنگی داشت، نتایج حاصل نشان داد که محلول پاشی 24- اپی براسینولید در بهبود کمیت و کیفیت میوه توت فرنگی تأثیر گذار است.

واژه های کلیدی: تنظیم کننده رشد گیاهی، عملکرد، قند، مواد جامد محلول، نشاسته

Archive of SID

www.SID.ir

Growth, Yield and Qualitative Characteristics of Strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Sabrosa) under Effect of 24- Epibrassinolide

Mohammadreza Asghari[1], Pari Zahedipour Sheshgelani[2*]

Received:May 24, 2015 Accepted: September 20, 2015
1Assoc. Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran.
2PhD Student, Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran.
*Corresponding Author: Pari.zahedi6@yahoo.com

Abstract

A new approach to improve the quantity and quality of agricultural products is the use of plant growth regulators. Brassinosteroids as plant growth regulators in low concentrations affect yield and quality of agricultural crops. To evaluate the effect of 24- Brassinosteroids on quantitative and qualitative factors in strawberry fruit (*Fragaria ananassa* cv. Sabrosa) an experiment with 24- Epibrassinolide (0, 1 and 4 µmol/lit) based on completely randomized design with four replications, was conducted in a hydroponic medium in greenhouse conditions. The highest level of yield and characteristics was resulted in 4 µmol/lit of 24- Epibrassinolide. 1 µmol/lit 24- Epibrassinolide significantly increased starch content and total acidity of strawberry fruit, while the highest increase in the sugar and soluble solids content was resulted in 4 µmol/lit of 24- Epibrassinolide. The results show that the use of 24- Epibrassinolide is effective to increase the quantity and to improve the quality of strawberry fruit.

Keywords: Plant Growth Regulator, Soluble Solid, Starch, Sugar, Yield

مقدمه

مواد تنظیم کننده رشد گیاهی با تنظیم نسبت بین فتوسنتز و تنفس، رابطه بین رشد و نمو و فرآیند میوه دهی می توانند کمیت و کیفیت محصول تولیدی را تحت تأثیر قرار دهند. بر این اساس استفاده از این ترکیبات ضمن کمک به گیاه برای غلبه بر شرایط نامساعد محیطی، با تسریع یا به تأخیر انداختن بلوغ میوه می توانند حداکثر تقاضای بازار را جذب کرده و دوره فروش محصول را افزایش دهند (آرتیکا 1996). توت فرنگی یک میوه تجاری مهم است که علاوه بر کیفیت ظاهری مطلوب، منبع غنی از مواد پر ارزش غذایی و ترکیبات فیتوشیمیایی می‌باشد (پانیکو و همکاران 2009). مشکلات زیادی در افزایش کمیت وکیفیت میوه توت فرنگی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به مشکلاتی نظیر انتخاب رقم مناسب، سیستم کشت مطلوب، فقدان الگوی خاص برای تغذیه اشاره نمود (بهنامیان و مسیحا 1381).

براسینواستروئیدها با اثر تنظیم کنندگی بر رشد گیاه، برای نخستین بار از گرده شلغم*Brassica napus* استخراج شدند (کریپاچ و همکاران 2003). براسینو-استروئیدها جزءهورمون‌های گیاهی هستند و 24- اپی براسینولید یک ترکیب مشابه براسینولید می‌باشد که قابلیت استفاده به عنوان یک براسینولید مصنوعی را دارا می‌باشد، چرا که فعالیت بیولوژیکی آن زیاد بوده و استحصال آن نسبتا ساده است (زایا و همکاران 2009). براسینواستروئیدها در مقادیر بسیار کم، اثرات بیولوژیکی مهمی نظیر بهبود رشد گیاه، کوتاه سازی

Archive of SID

www.SID.ir

دوره رشد رویشی و تسریع فرآیند زایشی گیاه، افزایش اندازه میوه‌ها، بهبود ترکیبات مغذی و کیفیت میوه، افزایش مقاومت به فاکتورهای محیطی تنش زا و بیماری ها و افزایش تولید محصول را نشان می‌دهد (کریپاچ و همکاران 2000، سس 2003).

رشد سریع میوه بعد از گرده افشانی و لقاح آغاز می‌شود و میوه‌ها بعد از مرحله تمام گل با افزایش سریع در اندازه مواجه بودهکه حاصل هماهنگی در عملکرد ترکیبات هورمونی از قبیل اکسین، سایتوکنین‌ها و جیبرلین‌ها در تخمدان بعد از گرده افشانی و لقاح می باشد (ام سی آتی و همکاران 2013).فو و همکاران (2008) گزارش نمودند که براسینواستروئیدها احتمالا از طریق تحریک شبکه‌های سیگنال‌دهی سایر هورمون های گیاهی، نقش تنظیم کنندگی در رشد میوه دارند. پژوهش‌های متعددی نشان داده که براسینواستروئیدها قادر به افزایش عملکرد در گونه‌های متعدد گیاهی هستند ونتایج به نحوه استفاده، مرحله‌رشد گیاه در زمان استفاده و شرایط محیطی بستگی دارد (دایوی و کریشما 2009). کاربرد براسینواستروئیدها در افزایش عملکرد محصولات زراعی نظیر گندم، برنج، بادام زمینی، خردل، سیب زمینی و کتان گزارش شده است (رامراج و همکاران 1996). با این حال اطلاعات کمی در خصوص تأثیر براسینواستروئیدها بر افزایش عملکرد محصولات باغبانی گزارش شده است. تأثیر براسینواستروئید بر رشد رویشی و زایشی توت فرنگی و افزایش عملکرد میوه گل ساعتی گزارش شده است (پیپاتاناونگ و همکاران 1996، گومز و همکاران 2006).میوه‌ها و سبزی‌ها به عنوان بخش مهمی از منابع غذایی انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند.برای تولید کنندگان محصولات کشاورزی، خصوصیات کمی و بازده محصول دارای اهمیت بالایی است. در حالیکه مصرف کنندگان تمایل به مصرف محصولات کشاورزی با کیفیت ظاهری و ارزش تغذیه‌ای بالا هستند.میوه توت فرنگی دارای مواد فیتوشیمیایی متعدد از قبیل آنتوسیانین ها و ترکیبات فنولی می‌باشد(سرانو و همکاران 2006). ثابت شده است که میوه های سرشار از آنتوسیانین ها نظیر توت فرنگی و آلوی قرمز فعالیت آنتی اکسیدان بسیار بالایی دارند (پروتیگنت و همکاران 2002).

با توجه به تأثیر براسینواستروئیدها بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی محصولات کشاورزی، در پژوهش حاضر تأثیر کاربرد 24- اپی براسینولید در غلظت‌های متفاوت بر خصوصیات کمی و کیفی میوه توت فرنگی تحت شرایط گلخانه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تأثیر محلول‌پاشی 24- اپی براسینولید بر کمیت و کیفیت میوه توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* cv. Sabrosa) در قالب طرح کاملا تصادفی و با چهار تکرار بررسی شد. بوته های توت فرنگی رقم سابروسا در یک گلخانه تولیدی در حومه شهر ارومیه در گلدان های حاوی کوکوپیت و پرلیت (1:1) کشت شدند و روزانه با محلول غذایی استاندارد (حاوی عناصر غذایی ماکرو و میکرو) از طریق سیستم قطره ای آبیاری شدند. به منظور تهیه غلظت‌های مورد نظر پودر 24- اپی براسینولید (ساخت شرکت sigma) در اتانول مطلق حل گردید و محلول پایه در دمای 20ºC- نگهداری شد. پس از استقرار کامل گیاه و تشکیل میوه محلول پاشی با 24- اپی براسینولید در 3 سطح (0، 1 و 4 میکرو مول در لیتر) انجام شد. محلول پاشی در دو مرحله انجام گرفت، مرحله نخست محلول‌پاشی 14 روز پس از گلدهی و مرحله دوم محلول پاشی، بعد از رنگ گیری کامل میوه‌ها صورت گرفت. برای انجام پژوهش، دو روز بعد از آخرین محلول پاشی، میوه‌ها برداشت شده و پارامترهای کمی برای هر تیمار اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی نمونه‌های برداشت شده در نیتروژن مایع در دمای 196- درجه سانتی گراد تا زمان اندازه-گیری نگهداری شدند. داده های به دست آمده از پژوهش حاضر با استفاده از نرم افزار SAS مورد

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

اندازه گیری صفات کمی

برای ارزیابی میزان عملکرد، میوه های برداشت شده به مدت 15 روز از اولین برداشت، توزین گردیده و مجموع آنها به عنوان میزان عملکرد کل در هر بوته برای هر تیمار محاسبه شد. وزن متوسط میوه با استفاده از ترازوی دیجیتالی محاسبه شد. برای تعیین درصد ماده خشک میوه، نمونه ها در آون 85 درجه سانتی گراد به مدت 72 ساعت قرار داده شد و پس از رسیدن به وزن ثابت درصد ماده خشک میوه محاسبه گردید. اندازه گیری طول و قطر میوه توسط کولیس انجام شد (حجازی و همکاران 2004).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول(TSS)

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر رومیزی در دمای اتاق بر حسب درجه بریکس قرائت گردید. داده ها بر حسب شاخص بریکس یادداشت شدند (آیالا-زاوالا 2007).

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون(TA)

به منظور محاسبه اسیدیته قابل تیتراسیون10 میلی لیتر آب میوه با 20 میلی لیتر آب مقطر رقیق و این محلول تا رسیدن بهpH برابر 8/2 با محلول 0/1NaOH نرمال در دمای 20 درجه سانتی گراد تیتر شد (جلیلی مرندی 1384). بر اساس مقدار هیدروکسید سدیم مصرف شده در عمل تیتراسیون، مقدار اسید های آلی موجود در عصاره میوه به صورت درصد یا گرم در 100 میلی لیتر محاسبه شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب درصد اسید سیتریک (اسید غالب توت فرنگی) محاسبه شد.

اندازه‌گیری کربوهیدرات‌ها

برای استخراج عصاره گیاهیجهت سنجش کربوهیدرات‌ها از بافر فسفات پتاسیم 0/1M (pHبرابر 7/5) استفاده شد. عصاره حاصل به مدت 20 دقیقه در 12000 دور سانتریفوژ گردید. محلول روئی برای سنجش قندهای محلول کل با استفاده از معرف آنترون– سولفوریک و رسوب حاصل برای سنجش نشاسته با استفاده از معرف یدین– HC1مورد استفاده قرار گرفت. به ازای هر 500 میلی گرم ماده تر 1/5 میلی لیتر از بافر استخراج استفاده گردید (مگنی و همکاران 2006).

برای سنجش قندهای محلول کل از معرف آنترون – سولفوریک استفاده شد. جهت تهیه معرف آنترون سولفوریک 0/1 گرم از آنترون و 0/1 گرم تیواوره در 60 میلی لیتر اسید سولفوریک 22 نرمال حل گردید. 1 میلی لیتر از معرف آنترون و 100 میکرو لیتر عصاره گیاهی ترکیب شده و به مدت 10 دقیقه در دمای 100 درجه سانتی گراد در درون حمام آب گرم قرار گرفت. سپس بلافاصله در داخل آب سرد به مدت 10 دقیقه تیمار شد. جذب در 625 نانومتر اسپکتروفتومتر مدل (Analytik Jena Specord 200)اندازه‌گیری شد. نتایج بر حسب (میلی گرم در گرم وزن تر) بیان گردید. جهت تهیه محلول‌های استاندارد از غلظت‌های مشخص گلوکز (0 تا 30 پی پی ام) استفاده شد.

جهت اندازه‌گیری نشاسته رسوب حاصل در مخلوط دی متیل سولفوکسید/ اسید کلریدریک (4:1) حل شده و در12000 دور به مدت 15 دقیقه سانتریفوژ شد. جهت تهیه معرف یدین-اسید کلریدریک،0/06 گرم از یدور پتاسیم و 0/003 گرم از ید در 100 میلی لیتر اسید کلریدریک 0/05 نرمال حل گردید. 0/5 میلی لیتر معرف یدین (معرف زرد رنگ) و 0/5 میلی لیتر عصاره گیاهی در لوله‌ی پلاستیکی کوچک ریخته شد و کاملا مخلوط گردید. پس از 15 دقیقه میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در 600 نانومترقرائت شد و نتایج بر حسبمیلی گرم در گرم وزن تر ارائه گردید. جهت تهیه محلول‌های استاندارد از غلظت‌های مشخص نشاسته (0 تا 100 میلی گرم در لیتر) استفاده شد (مگنی و همکاران 2006).

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

عملکرد و خصوصیات کمی میوه توت فرنگی

امروزه محلول پاشی با استفاده از تنظیم کننده های رشد گیاهی در جهت افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی به عنوان گزینه‌ای مناسب توسط محققین مورد بررسی قرار می گیرند (آرتیکا 1996). تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تأثیر محلول پاشی 24- اپی براسینولید بر عملکرد و خصوصیات کمی میوه توت فرنگی معنی دار بود (جدول 1). حداکثر عملکرد در تیمار 4 میکرو مول در لیتر مشاهده شد که میانگین وزن کل میوه های هر بوته 205/75 گرم بود و این مقدار نسبت به شاهد 32/68درصد بیشتر بود (جدول 2).

جدول 1- تجزیه واریانس عملکرد و خصوصیات کمی میوه توت فرنگی تیمار شده با 24- اپی براسینولید

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد	وزن تر میوه	وزن خشک میوه	طول میوه	قطر میوه	زمان برداشت
غلظت 24-اپی براسینولید	2	4523/08**	128/916**	1/145**	78/093**	80/825**	88/58**
خطای آزمایشی	9	297/194	1/803	0/022	5/945	5/41	6/05055
C.V. %		10/027	8/24	11/34	6/52	7/70	8/17

** نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1 درصد می‌باشد.

جدول 2- مقایسه میانگین تأثیر تیمار 24- اپی براسینولید بر عملکرد و خصوصیات کمی میوه توت فرنگی

	عملکرد (گرم در بوته)	وزن تر میوه (گرم)	وزن خشک میوه (گرم)	طول میوه (میلی متر)	قطر میوه (میلی متر)	زمان برداشت (روزپس از تیمار)
شاهد	138/5^{B}	12/03^{B}	0/89^{B}	34/28^{B}	25/28^{B}	35/5^{A}
24- اپی براسینولید (1 میکرو مول در لیتر)	171/50^{AB}	14/12^{B}	1/16^{B}	35/35^{B}	31/22^{A}	27/75^{B}
24- اپی براسینولید (4 میکرو مولدر لیتر)	205/75^{A}	22/74^{A}	1/82^{A}	42/40^{A}	34/1^{A}	27^{B}

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال 1 درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

براسینواستروئیدها با تنظیم تعداد میوه در هر گیاه و تحریک تقسیم و بزرگ شدن سلولی بر عملکرد کل اثر می‌گذارند (آرتیکا 1996). در آزمایشی که توسط پاپیاتکسننگ (1996) انجام شد، کاربرد براسینولیدبر روی بوته‌های توت فرنگی رقم مایوشی[1] در غلظت 1 میکرو مولار تأثیر معنی داری بر افزایش عملکرد داشت.گومز و همکاران (2006) گزارش نمودند که کاربرد BB-16(آنالوگ براسینواستروئید) در گیاه گل ساعتی بعد از ظاهر شدن اولین گل ها، با افزایش تعداد میوه در هر گیاه، موجب افزایش عملکرد کل گردید. در پژوهش حاضر، محلول پاشی 24- اپی براسینولید بعد از تشکیل میوه های توت فرنگی در دو مرحله تمام سبز (14 روز بعد از گلدهی) و بعد از رنگ گیری کامل میوه-ها انجام شد. در نتیجه افزایش عملکرد احتمالا به دلیل

1- Miyoshi

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر در افزایش وزن میوه در هر بوته بوده است (جدول 2). با توجه به جدول 2 محلول پاشی 24- اپی براسینولید تأثیر معنی‌داری بر وزن تر و خشک میوه داشته است. در بین غلظت های متفاوت 24- اپی براسینولید اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد مشاهده شد. بیشترین وزن تر و خشک میوه در غلظت 4 میکرو مول در لیتر 24- اپی براسینولید مشاهده شد (جدول 2). یکی از عوامل مؤثر در بازارپسندی محصولات باغبانی اندازه محصولمی‌باشد.توت فرنگی، میوه‌ای مجتمع بوده و در هر گل آذین معمولا میوه گل اولی درشت تر از بقیه میوه ها است (بهنامیان و مسیحا 1381).تأثیر محلول پاشی 24- اپی براسینولید در غلظت های مختلف بر اندازه میوه توت فرنگی در سطح 1 درصد معنی دار شد (جدول 1). بیشترین رشد طولی و قطری در میوه‌های تیمار شده با 4 میکرو مول در لیتر 24- اپی براسینولید مشاهده شد (جدول 2). به نظر میرسد که یکی از اثرات مهم براسینواستروئیدها، رابطه نزدیک آن با ایندول استیک اسید(IAA)و همکاری و اثر متقابل بین این دو هورمون می‌باشد. براسینواستروئیدها موجب تحریک رشد طولی محور روی لپه در سویا (کلوز و همکاران 1992) و دمگل‌های گیاه آرابیدوپسیس (کلوز و همکاران 1993) در غلظت های پایین می شوند. تحریک رشد طولی سلول‌های سویا توسط براسینواستروئید موجب می شود که الگوهای بیان ژن توسط براسینواستروئیدها در حضور اکسین و یا بدون وجود آن تغییر یابد که نشان دهنده این است که براسینواستروئیدها به تنهایی این اثر را دارند. اخیراً ثابت شده است که براسینواستروئیدها تقسیم سلولی را مستقل از سایر هورمون های رشد تحریک می‌نمایند. با این حال براسینواستروئیدها با سطوح درون زای اکسین واکنش نشان داده و اثر همدیگر را افزایش می‌دهند (آرتیکا 1996). تیمار گیاه لوبیا با براسینواستروئید افزایش معنی‌داری را در فعالیت DNAپلی مراز،RNA پلی مراز و سنتز پروتئین نشان داده است. افزایش فعالیتDNAپلی مراز، RNA پلی مراز و افزایش سنتز پروتئین توسط براسینواستروئیدها منجر به تحریک رشد می شود (کالینیچ و همکاران 1985).در گیاه بادام زمینی تیمار شده با 24- اپی براسینولید افزایش در پارامترهای رشدی شامل طول ریشه و ساقه و همچنین وزن خشک و تر ریشه و ساقه مشاهده شده است. بهبود رشد گیاهان تیمار شده با افزایش سطوح DNA، RNA، پروتئین‌های محلول و اشکال متعدد کربوهیدرات‌ها در ارتباط است (واردهینی و رائو 1998).

کاربرد 24-اپی‌براسینولید تأثیر معنی‌داری بر زمان برداشت میوه‌های توت‌فرنگی نشان داد (جدول 1). میوه های تیمار شده با 24- اپی‌براسینولید تقریبا هشت روز زود تر از میوه های شاهد رسیده و برداشت شدند (جدول 2). تغییر در مقدار براسینواستروئید درونی در میوه انبه در طول دوره رسیدگی، نقش دقیق براسینواستروئید ها را در رسیدگی میوه انبه روشن می‌سازد (زاهارا و همکاران 2012).

درگوجه فرنگی و انبه کاربرد بیرونی براسینواستروئیدها موجب تسریع در رسیدن میوه‌های گوجه فرنگی و انبه از طریق افزایش تولید اتیلن می‌شود (واردهینی و رائو 2002). ثابت شده است که براسینواستروئیدها در تکامل و زمان رسیدن توت فرنگی نقش داشته و استفاده از اپی براسینولید یا مهار کننده آن یعنی براسینازول به طور قابل توجهی رسیدن میوه توت فرنگی را تسریع و یا به تأخیر می اندازد که این با پژوهش های انجام شده بر روی حبه انگور مطابقت دارد (سیمونس و همکاران 2012). در میوه‌های غیر کلیماکتریک انگور، افزایش درونی براسینواستروئید به واسطه کاربرد بیرونی آن در طی بلوغ حبه ها، باعث تسریع در رسیدگی حبه ها گردید (زی و همکاران 2013). رسیدن انگور فرآیند بسیار پیچیده ای است و براسینواستروئید ها، فرآیند های درگیر در طی

Archive of SID

www.SID.ir

رسیدگی میوه انگور از جمله تجمع ترکیبات فنلی و تکامل طعم و عطر را تحت تأثیر قرار می دهند (زی و همکاران 2013).

جدول 3 -تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خصوصیات کیفی میوه توت فرنگی تیمار شده با 24- اپی‌براسینولید

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		نشاسته	قند محلول	اسیدیته TA	مواد جامد محلولTSS	TSS/TA
غلظت 24- اپی براسینولید	2	0/0021**	446/33**	0/093*	0/00004**	0/317*
خطای آزمایشی	9	0/0000098	4/333	0/013	0/0000023	0/041
C.V. %		2/38	3/66	14/18	0/11	12/11

** و * به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد می‌باشد.

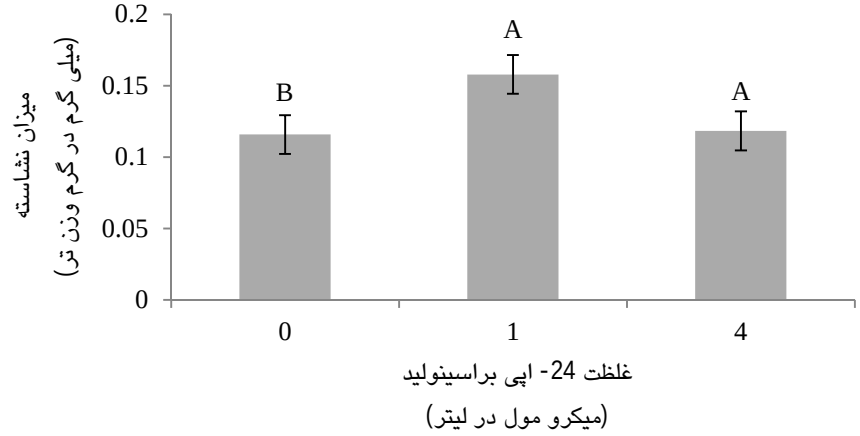
خصوصیات کیفی میوه توت فرنگی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر محلول پاشی 24- اپی براسینولید بر پارامترهای کیفی میوه توت فرنگی شامل نشاسته، قند محلول، اسیدیته کل، مواد جامد محلول و مواد جامد محلول/ اسیدیته کل معنی دار بود (جدول 3). کربوهیدرات‌ها برای رشد و افزایش کیفیت میوه ضروری بوده و انرژی مورد نیاز برای فعالیت‌های متابولیسمی گیاه را فراهم می کند. محلول پاشی 24- اپی براسینولید با غلظت 1 میکرو مول در لیتر تأثیر بیشتری در افزایش میزان نشاسته در میوه های توت فرنگی نشان داد (شکل 1) و 24- اپی براسینولید در غلظت بالاتر (4 میکرو مول در لیتر) موجب افزایش میزان قندهای محلول شد (شکل 2).تأثیر براسینواستروئیدها در افزایش محتوای کربوهیدرات‌ها به علت افزایش ظرفیت فتوسنتزی و انتقال موثر این ترکیبات از مرکز تولید به مرکز مصرف می‌باشد.(گوئتز و همکاران 2000).براسینواستروئیدها به واسطه تأثیر بر بیان ژن‌هایی که آنزیم‌های درگیر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها را کدگذاری می‌کنند و همچنین کنترل انتقال این ترکیبات به مراکز مصرف نقش خود در تجمع کربوهیدرات‌ها را نشان می دهند (یو و همکاران 2004).

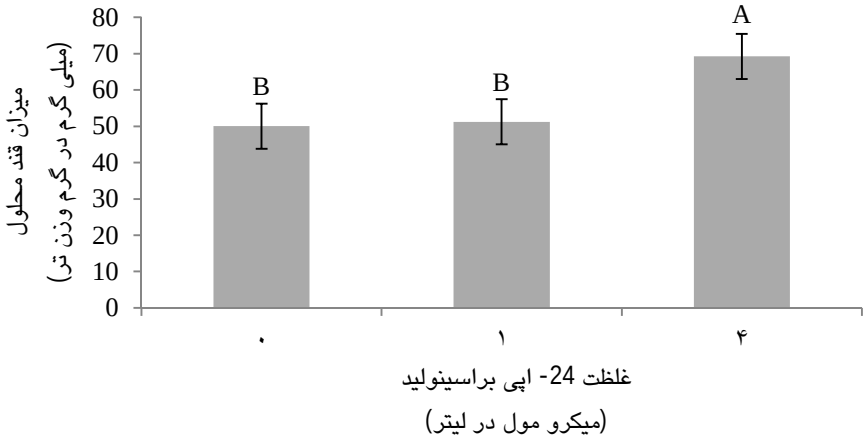
نقش براسینواستروئیدها در تنظیم ارتباط مراکز تولید و مصرف در گیاهچه‌های خیار مطالعه شده و مشخص شده است که براسینواستروئیدها از طریق تأثیر برآنزیم‌های اینورتاز باعث تنظیم این ارتباط می-شوند (زایا و همکاران 2009). براسینواستروئیدها آنزیم‌های ساکارز سنتاز، ساکارز فسفات سنتاز و اسید اینورتاز را که در متابولیسم کربوهیدرات‌ها نقش دارند را فعال می‌کنند (یو و همکاران 2004). در این آزمایش محلول پاشی با 4 میکرومول در لیتر 24- اپی براسینولید موجب افزایش معنی دار در میزان قندهای محلول در مقایسه با غلظت پائین تر 24- اپی براسینولید (1 میکرو مول در لیتر) شد (شکل 2). براسینواستروئیدها در غلظت بالا تر باعث افزایش تولید اتیلن و در نتیجه هیدرولیز نشاسته و پلی ساکاریدها و تولید قندهای محلول می شوند (زاهارا و همکاران 2012، سیمونس و همکاران 2012)، که موجب تسریع در رسیدگی میوه‌های توت فرنگی می شود. نتایج بدست آمده از این آزمایش با نتایج بدست آمده توسط زای و همکاران (2013) در مورد تأثیر براسینواستروئیدها در افزایش میزان قند محلول در حبه‌های انگور مطابقت دارد. نقش تنظیم کنندگیبراسینواستروئیدها بر تجمع کربوهیدرات ها توسط مکانیسم‌های متعددی از جمله بیان ژن‌ها، فعالیت آنزیم‌ها و کنترل جابجایی مواد فتوسنتزی صورت می‌گیرد (اسچلاتر و همکاران 2002).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1- تاثیر 24- اپی براسینولید بر میزان نشاسته میوه توت فرنگی، ستون های دارای حروف غیر مشابه بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال 1 درصد می باشند.



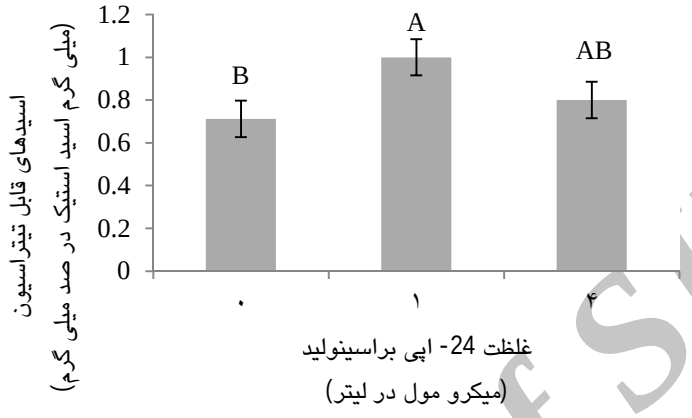
شکل2- تاثیر 24- اپی براسینولید بر میزان قند محلول میوه توت فرنگی، ستون های دارای حروف غیر مشابه بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال 1 درصد می باشند.

شکل 3، نشان دهنده تاثیر 24- اپی‌براسینولید بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون میوه توت فرنگی می-باشد. با توجه به این نمودار بیشترین میزان اسیدیته مربوط به تیمار 1 میکرو مول در لیتر می باشد. اسیدیته میوه، ویژگی مهم در تعیین کیفیت آن می‌باشد و اسید-های قابل تیتراسیون به طور مستقیم با غلظت اسیدهای ارگانیک موجود در میوه ارتباط دارند (اختر و همکاران 2010). اسیدهای آلی، یک منبع اندوخته انرژی، برای میوه می‌باشند که در هنگام رسیدن میوه با افزایش سوخت و ساز طی اکسایش اسیدها در چرخه کربس مصرف می‌شوند. همچنین محتوای اسید های آلی طی دوره نگهداری به دلیل تخمیر و در اثر تنفس میوه‌ها کاهش می‌یابد(مارش و همکاران 2004).یکی از دلایل اثر تیمار براسینواستروئیدها بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون احتمالا مربوط به فعالیت سیستم آنزیمی گلیکولیتیک (آنزیم‌هایی که قند را اکسید می‌کنند) می-باشد که تولید اسیدهای مختلف را تحت تأثیر قرار داده است.

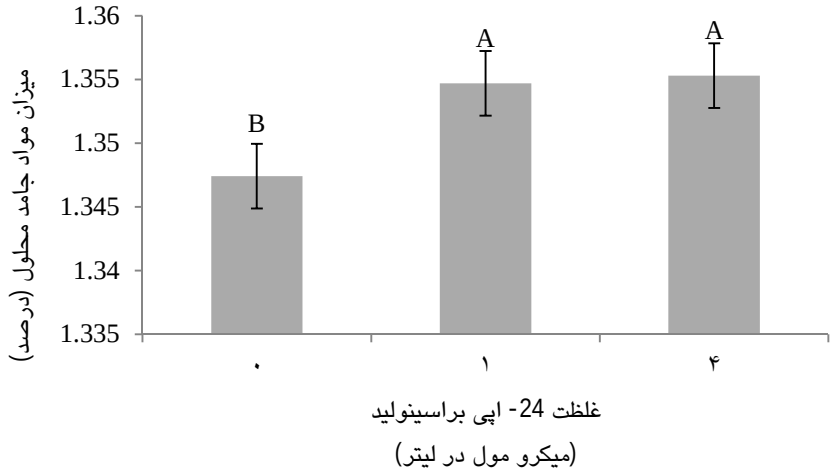
تغییر مواد جامد محلول در اواخر فصل رشد در محصولات باغبانی با هیدرولیز پلی ساکاریدها و تغلیظ

www.SID.ir

شدن عصاره میوه و همچنین کاهش آب میوه مرتبط می‌باشد (کبایاشی و همکاران 2008، وارگاس و همکاران 2008). نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته، یکی از شاخص‌های مؤثر در ارزیابی ویژگی های کیفی محصولات باغبانی می‌باشد و طعم و مزه محصول را تحت تأثیر قرار می دهد. تیمار 24- اپی‌براسینولید تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته نشان داد (جدول 3)، که با نتایج زای و همکاران (2013) در میوه انگور مطابقت دارد.



شکل 3- تاثیر 24- اپی براسینولید بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون میوه توت فرنگی، ستون های دارای حروف غیر مشابه بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشند.



شکل 4- تاثیر 24- اپی براسینولید بر میزان مواد جامد محلول میوه توت فرنگی، ستون های دارای حروف غیر مشابه بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال 1 درصد می باشند.

نتیجه گیری کلی

یکی از رهیافت‌های نوین در بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی، استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی می‌باشد. نتایج این بررسی نشان داد که محلول پاشی میوه‌های توت فرنگی با 24- اپی‌براسینولید در طی رشد و نمو میوه‌ها می‌تواند به طور معنی‌دار،

www.SID.ir

موجب افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه‌ها شود. کربوهیدرات‌ها برای رشد میوه و افزایش کیفیت آن ضروری می‌باشند. محلول پاشی 24- اپی براسینولید موجب افزایش نشاسته و میزان مواد جامد محلول شده و به نظر می‌رسد که غلظت 4 میکرو مول در لیتر 24- اپی‌براسینولید برای دستیابی به کیفیت و عملکرد بهینه، مناسب باشد.

منابع مورد استفاده

بهنامیان م و مسیحا س، 1381. توت فرنگی. انتشارات ستوده.

جلیلی مرندی ر، 1392. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی و گیاهان زینتی). انتشاراتجهاددانشگاهی ارومیه.

Akhtar A, Abbasi NA and Hussain A, 2010.Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of Loguat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany, 42:181-188.

Arteca RN, 1996. Plant growth substances: principles and application. Chapman and Hall, New York.

Ayala-Zavala JF, Wang SHY and Gonzalez-Aguilar GA, 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology, 452: 166-173.

Clouse SD, Hall AF, Langford M, Mcmorris TC and Baker ME, 1993.Phsiological and molecular effects of brassinosteroids on Arabidopsis thaliana. Journal of Plant Growth Regulation, 12:61-66.

Clouse SD, Zurek DM, McMorris TC and Baker ME,1992. Effect of brassinolide on gene expression in elongating soybean epicotyls. Plant Physiology, 100:137-138.

Divi KU and Krishna P, 2009. Brassinosteroid: a biotechnological target for enhancing crop yield and stress tolerance. New Biotechnology, 26: 131-136.

Fu FQ, Mao W H, Shi K, Zhou YH, Asami T and Yu JQ, 2008. A role of brassinosteroids in early fruit development in cucumber. Journal of Experimental Botany, 59: 2299-2308.

Goetz M, Godt DE and Roitsch T, 2000. Tissue-specific induction of the mRNA for an extracellular invertaseisoenzyme of tomato by brassinosteroids suggest a role for steroid hormones in assimilate partitioning. Plant Journal, 22: 515-522.

Gomes MDMA, Campostrini E, Leal NR, Viana AP, Ferraz TM, Siqueira LDN, Rosa RCC, Netto AT, Nunez-Vazquez M and Zullo MAT, 2006. Brassinosteroid analogue effects on the yield of yellow passion fruit plants (*Passiflora edulis* f. fl *avicarpa*). Scientia Horticulturae, 110: 235–240.

Hejaze A, Shahroodi M and Ardforush M, 2004. The methods index on plant analysis. Edition University of Tehran, 98: 20-27.

Kalinich JF, Mandava NB and Todhunter JA, 1985. Relationship of nucleic acid metabolism to brassinolide-induced responses in beans. Journal of Plant Physiology, 120: 207-214.

Khripach V, Zhabinkii V and Groot A, 2000. Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. Annals of Botany, 86: 441-447.

Archive of SID

www.SID.ir

Kobayashi H, Wang C, and Pomper KW, 2008. Phenolic content and antioxidant capacity of pawpaw fruit (*Asimina triloba* L.) at different ripenbing stages. Horticultural Science, 43: 268-270.

Magne C, Saladin G and Clement C, 2006. Transient effect of the herbicide flazasulfuroun on carbohydrate physiology in *Vitis vinifera* L. Chemosphere, 62: 650-657.

Marsh K, Attanayake S, Walker S, Gunson A, Boldingh H and Macrae E, 2004. Acidity and taste in kiwi fruit. Postharvest Biology and Technology, 32: 159-168.

McAtee P, KarimS, Schaffer R and David K, 2013. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation and ripening. Plant Science, 79:1-7.

Panico AM, Garufi F, Di Mauro S, Longhhitano RC, Magri G, Catalfo A, Serrentino ME and Guidi GD, 2009. Antioxidant activity and phenolic content of strawberry genotypes from (*Fragaria ananassa*). Pharmaceutical Biology, 47: 203-208.

Pipattanawang N, Fujishige N, Yamane K and Ogata R, 1996. Effect of brassinosteroid on vegetative and reproductive growth in two day-neutral strawberries. Journal Japanese Society for Horticultural Science, 65: 651-654.

Proteggente AR, Pannala AS, Paganga G, Van Buren L, Wagner E, WisemanS, Van DePut F, Dacombe C and Rice-Evans CA, 2002. The antioxidant activity of regulatory consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. Free Radical Research, 36: 217-233.

Ramraj VM, Vyas BN, Godrej NB, Mistry KB, Swamy BN and Singh N, 1997. Effects of 28-homobrassinolide on yields of wheat, rice, groundnut, mustard potato and cotton. Journal of Agrculture Science, 128: 405-413.

Sasse, JM, 2003. Physiological actions of brassinosteroids. Journal of Plant Growth Regulation, 22:276–288.

Schluter U, Köpke D, Altmann T and Mussig C, 2002. Analysis of carbohydrate metabolism of *CPD* antisense plants and the brassinosteroid-deficient *cbb1* mutant. Plant Cell and Environment, 25:783-791.

Serrano J, Goni I and Saura-Calixto F, 2006. Food antioxidant capacity determined by chemical methods may underestimate the physiological antioxidant capacity. Food Research International, 40: 15–21.

Symons GM, Chua YJ, Ross JJ, Quittenden LJ, Davies NW and Reid JB, 2012. Hormonal changes during non-climacteric ripening in strawberry. Journal of Experimental Botany, 63:4741-4750.

Vardhini BV and Rao SSR, 1998. Effect of brassinosteroids on growth, metabolite content and yield of *Arachis hypogaea*. Phytochemistry, 48: 927-930.

Vardhini BV and Rao SSR, 2002. Acceleration of ripening of tomato pericarp discs by brassinosteroids. Phytochemistry, 61:843–847.

Vargas RC, Defilippi BG, Valdes GH, Robledo MP and Prieto EH, 2008.Effect of harvest time and L-cysteine as an antioxidant on flesh browing of fresh-cut cherimoya (*Annona cherimola* MiLL). Chilean Journal of Agriculture Research, 68:217-227.

Xi Z, Zhang Z, Huo S, Luan L, Gao X, Ma L and Fang Y, 2013. Regulating the secondary metabolism in grape berry using exogenous 24-epibrassinolide for enhanced phenolics content and antioxidant capacity. Food Chemistry, 141:3056-3065.

Archive of SID

www.SID.ir

Xia XJ, Huang LF, Zhou YH, Mao WH, Shi K, Wu JX, Asami T, Chen Z and Yu JQ, 2009. Brassinosteroids promote photosynthesis and growth by enhancing activation of Rubisco and expression of photosynthetic genes in*Cucumis sativus*. Planta, 230:1185-1196.

Yu JQ, Huang LF, Hu WH, Zhou YH, Mao WH, Ye SF and Nogues S, 2004. A role for brassinosteroids in the regulation of photosynthesis in *Cucumis sativus*. Journal of Experimental of Botany, 55:1135–1143.

Zaharah SS, Singh Z, Symons, G.M. and Reid, J.B. (2012). Role of brassinosteroids, ethylene, abscisic acid, and indole-3-acetic acid in mango fruit ripening. Journal of Plant Growth Regulation, 31:363-372.

Archive of SID

www.SID.ir