

اثر کاربرد کودهای آلی در کشت بدون خاک بر ماندگاری پس از برداشت میوه توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Camarosa)

سمیرا بیدکی^۱ و ویدا چالوی^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱)

چکیده

بسترهای کاشت می‌توانند بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه توت‌فرنگی اثر بگذارند. در پژوهش حاضر، اثر هفت نوع بستر کاشت شامل بستر پایه (ترکیب ۵۰٪ کوکوپیت و ۵۰٪ پرلیت) و بستر غنی شده با ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد کود آلی ورمی‌کمپوست و ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد کود دامی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار روی کیفیت و ماندگاری پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بررسی گردید. میوه‌های توت‌فرنگی، در مرحله رسیدن تجاری، به مدت ۵ دقیقه در محلول ۱ میلی‌مولار پوتریسین غوطه‌ور شدند. سپس، سطح میوه‌ها در هوای معمولی اتاق خشک شد و در ظروف پلاستیکی به یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل شدند. بعد از ۱۵ روز، میزان مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته کل (TA)، نسبت TSS/TA، سفتی بافت میوه و درصد کاهش وزن میوه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بسترهای کاشت بر سفتی بافت میوه، TSS، TA، نسبت TSS/TA و درصد کاهش وزن اثر معنی‌داری داشتند. کمترین کاهش وزن مربوط به تیمار ۱۰٪ کود دامی (۲/۱۶٪) و بیشترین کاهش وزن (۳۶٪) در بستر شاهد مشاهده شد. بیشترین مواد جامد محلول میوه (۱۳/۱۹٪) در بستر کشت حاوی ۴۰٪ ورمی‌کمپوست مشاهده گردید. به دلیل عاری بودن بسترهای کاشت بدون خاک از عوامل بیماری‌زا، هیچ میوه توت‌فرنگی پیش و پس از برداشت پوسیده نشد. بنابراین، با استفاده از کودهای آلی در بسترهای کاشت، نه تنها نیازی به استفاده از سموم شیمیایی نیست، بلکه می‌توان عمر پس از برداشت میوه‌های توت‌فرنگی را هم افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: ورمی‌کمپوست، کود دامی، ماندگاری پس از برداشت

مقدمه

تقاضا برای محصولات ارگانیک روز به روز در حال افزایش است و گرایش به بهره‌گیری از روش‌هایی که بتوانند جایگزین روش‌های شیمیایی شوند روز به روز بیشتر می‌شود (۱۸). بنابراین، استفاده از کودهای آلی به جای کودهای شیمیایی توصیه می‌گردد. گزارش شده است که استفاده از کود آلی ورمی‌کمپوست سبب کاهش بی‌رنگی میوه، بدشکلی میوه و پوسیدگی خاکستری شده و سفتی و کیفیت میوه‌های

اگرچه توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch.) میوه‌ای نافرازگرا است، ولی عمر پس از برداشت خیلی کوتاهی دارد. کاهش کیفیت این میوه در انبار عمدتاً به دلیل فعالیت متابولیک زیاد آن و حساسیت به پوسیدگی قارچی کپک خاکستری *Botrytis cinerea* می‌باشد. بیش از ۵۰٪ ضایعات توت‌فرنگی مربوط به این قارچ است (۵). به دلیل آگاهی مصرف‌کنندگان،

۱. گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: v.chalavi@sanru.ac.ir

رقم کاماروسا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل هفت نوع بستر کشت حاوی ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد کود دامی و بستر شاهد (۵۰٪ کوکوپیت و ۵۰٪ پرلیت) بودند. قبل از شروع آزمایش، از بسترهای کشت مورد استفاده در آزمایش نمونه برداری شد و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب، کربن آلی، مواد آلی، pH و هدایت الکتریکی (EC) آنها تعیین شد (جدول ۱).

میوه‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا در مرحله رسیدن تجاری، هنگامی که ۸۰٪ رنگ گرفته و دارای اندازه مناسبی بودند، برداشت شدند. سپس، با دقت و در زمان کوتاه به آزمایشگاه منتقل شدند. برای هر تیمار در هر جعبه ۱۰ عدد میوه توت‌فرنگی در نظر گرفته شد که در محلول پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. سپس، سطح میوه‌ها در هوای معمولی اتاق خشک شد و در ظروف پلاستیکی یکبار مصرف قرار گرفتند و به یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل شدند. بعد از ۱۵ روز، میزان مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته کل (TA)، نسبت TSS/TA، سفتی بافت میوه و درصد کاهش وزن میوه‌ها اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی (مدل Palette PR-32) استفاده شد (۱۲). برای این کار، ابتدا آب میوه‌ها گرفته شد. سپس، یک قطره از آب میوه روی سنسور دستگاه ریخته و میزان TSS برحسب درجه بریکس در دمای اتاق قرائت شد.

درصد اسیدیته قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، از روش

توت‌فرنگی را افزایش می‌دهد (۱۵). هم‌چنین، در گیاه گوجه‌فرنگی، کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش مواد جامد محلول و غلظت کربوهیدرات‌ها در میوه‌ها نسبت به شاهد گردید (۶). علاوه بر این، به دلیل عدم مشکلات ناشی از کشت‌های حاکی نظیر بیماری پوسیدگی ریشه و کاهش استفاده از مواد ضدعفونی کننده خاک، مانند متیل بروماید، استفاده از سیستم‌های کشت بدون خاک توت‌فرنگی به طور گسترده‌ای در حال افزایش است (۴).

غلظت پلی‌آمین‌ها در مراحل نزدیک به بلوغ میوه در برخی از گونه‌ها، از جمله توت‌فرنگی، کاهش می‌یابد. تیمار برون‌زاد با ترکیبات طبیعی پلی‌آمین‌ها می‌تواند سبب نگهداری یا افزایش سفتی بافت سبزی‌ها و میوه‌ها طی انبارداری شود و کیفیت پس از برداشت فرآورده‌های باغبانی را به طور مطلوبی بهبود بخشد (۸). گزارش شده که کاربرد پلی‌آمین‌های اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین روی انبه، بدون کاهش معنی‌دار در تولید اتیلن، منجر به حفظ سفتی میوه و کند شدن کاهش وزن طی ۲۸ روز انبارداری شد (۱۰). هم‌چنین، تیمار پیش از برداشت پوتریسین بر میوه‌های هلو، سفتی بافت میوه را افزایش داد و رسیدن آنها را به تأخیر انداخت (۳). نفوذ پلی‌آمین‌ها درون میوه باعث افزایش سریع سفتی بافت و نیز کاهش نرم شدن میوه آلو در انبار گردیده است (۱۴).

در مورد شرایط نگهداری پس از برداشت توت‌فرنگی، مطالعاتی با استفاده از مواد مختلف همچون پوتریسین، سالیسیلیک اسید و اسانس به‌لیمو، بادرنج بویه، رزماری و غیره انجام شده است. به‌عنوان مثال، در پژوهشی، استفاده از اسانس آویشن در کنترل عامل پوسیدگی نرم و عامل پوسیدگی خاکستری در توت‌فرنگی مؤثر بود (۱۳). تا کنون در مورد تأثیر بسترهای حاوی کودهای آلی نظیر کودهای دامی و ورمی‌کمپوست برای کاشت بر ماندگاری پس از برداشت توت‌فرنگی پژوهشی انجام نشده است. بنابراین، در پژوهش حاضر، اثر کاربرد کودهای آلی در کشت بدون خاک بر افزایش ماندگاری پس از برداشت و کاهش فسادپذیری میوه توت‌فرنگی

جدول ۱. برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست، کود دامی، کوکوپیت و پرلیت مورد استفاده در آزمایش

نوع ماده آلی	pH	EC (dS/m)	کربن آلی	مواد آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
			(٪)				
ورمی کمپوست گاوی	۷/۰۵	۰/۷۰۲	۱۴/۳۵	۲۴/۷۴	۱/۴۴	۰/۴۴۹	۰/۳۳۳
کود گاوی	۷/۵۰	۲/۳۴	۱۳/۳۸	۲۳/۰۷	۱/۳۴	۰/۸۱۴	۰/۳۷۲
کوکوپیت	۵/۸۰	۲/۱۷	۳۸/۴۰	۶۶/۲	۳/۸۴	۰/۰۵۴	۰/۶۲۸
پرلیت	۷/۳۶	۰/۱۴۱	۰	۰	۰	۰	۰

نتایج و بحث

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که بسترهای کاشت بر همه صفات مورد بررسی اثر معنی داری ($P < 0/01$) داشت.

مواد جامد محلول (TSS)

نتایج به دست آمده نشان داد که اثر بسترهای کشت حاوی کودهای آلی شامل کود دامی و ورمی کمپوست بر مواد جامد محلول میوه پس از ۱۵ روز نگهداری در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین مواد جامد محلول میوه (۱۹/۱۳٪) پس از ۱۵ روز نگهداری در یخچال در بستر کشت حاوی ۴۰٪ ورمی کمپوست مشاهده گردید. با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، در بسترهای کشت حاوی ورمی کمپوست، با افزایش این کود آلی مقدار مواد جامد محلول میوه افزایش یافت. به نظر می‌رسد که با افزایش ورمی کمپوست در بستر کشت مقدار پتاسیم موجود در بستر کشت (جدول ۱) بیشتر شده و از آنجایی که این عنصر در سنتز انواع کربوهیدرات‌ها (ساکارز، نشاسته و گلوکز) نقش دارد، بنابراین تأثیر مهمی بر رشد و نمو و کیفیت میوه می‌گذارد (۷). سینگ و همکاران (۱۵) نیز گزارش نمودند که میوه‌های توت‌فرنگی در بستر کشت حاوی ورمی کمپوست، مواد جامد محلول بیشتری داشتند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. هم‌چنین، در پژوهشی دیگر روی گیاه گوجه‌فرنگی، کاربرد ورمی کمپوست سبب

تیتراسیون با هیدروکسید سدیم استفاده گردید (۲). برای این منظور، ۲/۵ میلی‌لیتر آب میوه با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس دو قطره فنل‌فتالین به آن اضافه گردید. آنگاه با سود ۰/۱ نرمال تیتراژ گردید. مقدار سود مصرفی یادداشت گردید و با ضرب کردن در عدد ۰/۶۴، مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون به صورت درصد اسید سیتریک محاسبه گردید.

تعیین سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه در یک نقطه استوایی میوه توت‌فرنگی به وسیله یک نفوذسنج (مدل FTO11) برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع محاسبه گردید.

تعیین میزان درصد کاهش وزن

میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ در ابتدای آزمایش و قبل از انبارداری وزن شده و پس از خروج از یخچال دوباره وزن گردیدند و درصد کاهش وزن محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵٪ انجام گرفت.

جدول ۲. میانگین مربعات (MS) اثر بسترهای کشت حاوی کود دامی و ورمی کمپوست بر صفات کیفی میوه توت‌فرنگی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مواد جامد محلول (TSS)	اسیدیته کل (TA)	سفتی میوه	کاهش وزن	نسبت TSS/TA
بستر کشت	۶	۱۹/۸۵۲**	۰/۰۰۸۳**	۰/۰۳۱**	۹۶/۵۶**	۳۹۸/۵۸**
خطای آزمایشی	۱۴	۰/۰۳۲۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۱۹۴۷	۰/۰۰۰۹
ضریب تغییرات (%)		۱۵/۹۷	۱۳/۶۳	۱۶/۶۷	۱۲/۹۴	۱۷/۴۷

**، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و غیرمعنی‌دار

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر بسترهای کشت بر صفات مورد بررسی میوه توت‌فرنگی پس از ۱۵ روز انبارداری

منابع تغییر	مواد جامد محلول (TSS)	اسیدیته کل (TA)	سفتی میوه	درصد کاهش وزن	نسبت TSS/TA
P:CO (۵۰-۵۰ v/v)	۱۰/۸۰ ^f	۰/۳۱ ^b	۰/۲ ^a	۳۶/۰۰ ^a	۳۳/۷۴ ^f
P:CO:VC (۴۵-۴۵-۱۰ v/v)	۱۶/۰۳ ^c	۰/۲۵ ^c	۰/۲ ^a	۳۲/۱۶ ^b	۶۲/۶۹ ^b
P:CO:VC (۷/۷۴۰-۴۰-۲۰)	۱۷/۰۱ ^b	۰/۲۵ ^c	۰/۲ ^a	۲۵/۵۰ ^b	۶۸/۰۴ ^a
P:CO:VC (۳۰-۳۰-۴۰ v/v)	۱۹/۱۳ ^a	۰/۳۱ ^a	۰/۱ ^b	۲۲/۵۰ ^c	۶۱/۷۰ ^c
P:CO: C (۴۵-۴۵-۱۰ v/v)	۱۴/۱۶ ^e	۰/۳۷ ^a	۰ ^c	۱۶/۲۰ ^f	۳۷/۸۸ ^e
P:CO: C (۴۰-۴۰-۲۰ v/v)	۱۵/۰۸ ^d	۰/۳۶ ^a	۰ ^c	۱۷/۲۰ ^e	۵۹/۲۱ ^d
P:CO: C (۳۰-۳۰-۴۰ v/v)	۱۵/۳۶ ^d	۰/۲۵ ^c	۰ ^c	۱۹/۲۰ ^d	۶۱/۷۲ ^c

CO*: کوکویت، C: کود گاوی، VC: ورمی کمپوست، P: پرلیت

*: میانگین‌های دارای حروف مشترک در هرستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

دامی در بسترهای کشت، اسیدیته میوه‌های حاصل از این تیمار بعد از ۱۵ روز نگهداری، کاهش یافت. کمترین اسیدیته (۰/۲۵٪) در بستر کشت حاوی ۴۰٪ کود دامی مشاهده گردید. ولی در بسترهای حاوی ورمی کمپوست، عکس این حالت به‌دست آمد. در پژوهش سینگ و همکاران (۱۵) در مورد بسترهای کشت حاوی کود آلی گزارش نمودند که کمترین اسیدیته کل در میوه توت‌فرنگی در بسترهای کشت حاوی ورمی کمپوست مشاهده گردید که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی ندارد. این ناهمخوانی ممکن است به دلیل تفاوت در میزان عناصر غذایی موجود در کودهای ارگانیک به‌کار رفته در

افزایش مواد جامد محلول و غلظت کربوهیدرات‌ها در میوه‌ها نسبت به شاهد گردید (۶).

اسیدیته کل (TA)

نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر بسترهای کشت حاوی کودهای آلی شامل کود دامی و ورمی کمپوست بر اسیدیته کل میوه پس از ۱۵ روز نگهداری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین اسیدیته کل (۰/۳۱٪) در بسترهای حاوی ۴۰٪ ورمی کمپوست و بسترهای حاوی ۱۰ و ۲۰٪ کود دامی (به ترتیب ۰/۳۷ و ۰/۶۳ درصد) مشاهده گردید. با افزایش کود

کودهای آلی شامل کود دامی و ورمی‌کمپوست بر کاهش وزن میوه پس از ۱۵ روز نگهداری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین کاهش وزن میوه (۳۶٪) در بستر کشت شاهد مشاهده گردید. کمترین کاهش وزن میوه (۱۶/۲٪) نیز در بستر کشت حاوی ۱۰٪ کود دامی به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد چون نیتروژن موجود در بستر کود دامی کمتر از بستر ورمی‌کمپوست بوده (جدول ۱)، بنابراین، این میوه‌ها سفت‌تر شده و آب کمتری را از دست داده‌اند. تاگلیاوینی و همکاران (۱۷) نیز بیان نمودند که نیتروژن بیش از حد سبب نرمی و در نتیجه موجب زوال زودتر میوه می‌شود. در میوه‌های زردآلو نیز گزارش شده که تیمار پوتریسین با اتصال به غشای سلولی باعث پایداری غشا و حفظ واکس لایه کوتیکول می‌شود و بدین ترتیب نقش مهمی در کاهش تبدلات آب از پوست میوه ایفا می‌کند (۱۱). در پژوهشی دیگر روی میوه‌های توت‌فرنگی با اسانس دارچین و اکالیپتوس، میوه‌های تیمار شده با شاهد در خصوص کاهش وزن اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (۱۸).

نسبت TSS/TA

نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر بسترهای کشت حاوی کودهای آلی شامل کود دامی و ورمی‌کمپوست بر نسبت TSS/TA میوه پس از ۱۵ روز انبارداری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین نسبت TSS/TA (۶۸/۰۴) در بستر کشت حاوی ۲۰٪ ورمی‌کمپوست مشاهده گردید. در بسترهای کشت، با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست، نسبت TSS/TA کاهش یافت؛ ولی در بسترهای حاوی کود دامی این نسبت افزایش یافت. بنابراین، به‌نظر می‌رسد مقدار کودهای آلی به میزان مشخصی می‌تواند نسبت TSS/TA را تغییر دهد. در پژوهشی روی کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی با اسانس ریحان، میوه‌های تیمار شده با این اسانس از نظر شاخص TSS/TA با هم اختلاف معنی‌داری داشتند (۱).

بسترهای کشت این پژوهش و پژوهش سینگ و همکاران (۱۵) باشد. عامل دیگری که می‌تواند در این نتایج اثر گذاشته باشد، تیمار میوه‌های توت‌فرنگی با پوترسین در این آزمایش است. تیمار میوه‌ها با پوترسین می‌تواند سبب کاهش میزان تنفس میوه و در نتیجه کاهش مصرف اسیدهای آلی شود (۱۹). اسیدهای آلی به‌عنوان سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به‌کار می‌روند. بنابراین، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت، اسیدیته میوه کاهش یابد (۱۴). اگر چه سینگ و همکاران (۱۶) در گزارشی دیگر، اثر تیمارهای نیتریک اسید و پوتریسین را بر عمر انبارداری و اسیدیته کل آلوی ژاپنی مورد بررسی قرار دادند ولی تأثیر معنی‌داری مشاهده نکردند. بنابراین، یافتن دلیل این ناهمخوانی‌ها نیاز به مطالعه بیشتر در این زمینه دارد.

سفتی میوه

نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر بسترهای کشت حاوی کودهای آلی شامل کود دامی و ورمی‌کمپوست بر سفتی میوه پس از ۱۵ روز نگهداری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین سفتی میوه (۰/۲ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) را بستر شاهد و بسترهای حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست داشتند. ولی سفتی میوه در بسترهای حاوی کود دامی با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. با توجه به نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد که کاربرد ورمی‌کمپوست تا سطح مشخصی سبب سفتی میوه می‌شود و بیشتر از آن مقدار بر سفتی میوه تأثیری ندارد. سینگ و همکاران (۱۵) نیز گزارش کرده‌اند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب سفتی میوه توت‌فرنگی می‌شود که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی دارد. هم‌چنین، تیمار پیش از برداشت پوتریسین در میوه‌های هلو سبب سفتی بافت شد و رسیدن آنها را به تأخیر انداخت (۳). گزارش شده که پوتریسین با نفوذ به داخل بافت میوه سبب افزایش فوری سفتی بافت می‌شود (۸).

کاهش وزن میوه

نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر بسترهای کشت حاوی

نتیجه‌گیری

میوه‌های توت‌فرنگی را افزایش می‌دهد. به‌نظر می‌رسد استفاده از این بسترها در کشت بدون خاک همراه با پوتریسین سبب افزایش سفتی بافت، کاهش از دست دادن آب از طریق پوست، کاهش اسیدیته و افزایش مواد جامد محلول میوه‌ها شده و به این ترتیب رسیدن و پیری میوه‌ها را به تأخیر انداخته و سبب حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت میوه‌ها می‌شود.

از بین بسترهای کشت مطالعه شده در این پژوهش، کمترین کاهش وزن میوه در بستر کشت حاوی ۱۰٪ کود دامی به‌دست آمد. همچنین بیشترین سفتی میوه را بستر شاهد و بسترهای حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست داشتند. بیشترین مواد جامد محلول میوه در بستر کشت حاوی ۴۰٪ ورمی‌کمپوست مشاهده گردید. بنابراین، استفاده از بسترهای کشت حاوی کودهای آلی به میزان قابل توجهی طول مدت پس از برداشت

منابع مورد استفاده

۱. اصغری مرجانلو، ا.، ی. مستوفی، ش. شعبی و م. مقومی. ۱۳۸۷. تأثیر اسانس ریحان بر کنترل پوسیدگی خاکستری و کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی (سلوا). فصلنامه گیاهان دارویی ۸(۱): ۱۳۱-۱۳۹.
2. Baldwin, E.A. 1983. Citrus fruit. In: Seymour, G., Taylor, J. and Tucker, G. (Eds.), Biochemistry of fruit ripening. Vol. 4, Chapman and Hall, London.
3. Bregoli, A.M., S. Scaramagli, G. Costa, E. Sabatini, V. Ziosi, S. Biondi and P. Torrigiani. 2002. Peach (*Prunus persica* L.) fruit ripening: Amino ethoxyvinylglycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. Plant Physiol. 114: 472-481.
4. Burrage, W. 1999. The nutrient film technique (NFT) for crop production in the Mediterranean region. Acta Hort. 491: 301-306.
5. Gargacia, J.M., C. Aguilera and A.M. Jimenez. 1996. Gray mold in and quality of strawberry fruit following postharvest heat treatment. J. Hort. Sci. 31: 225-257.
6. Gutiérrez-Miceli, F., J. Santiago-Boraz, J.A.M. Molina, C.C. Nafate, M. Abdul-Archila, M. A. O. Llaven, R. Rinco'n-Rosales and L. Dendooven. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Bioresour. Technol. 98(15): 2781-2786.
7. Huber, S.C. 1985. Role of potassium in photosynthesis and respiration. PP. 369-391. In: Munson, R.D. (Ed.), Potassium in Agriculture, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.
8. Kondo, S., P. Posuya and S. Kanlayanarat. 2001. Change in physical characteristics and polyamines during maturation and storage of rambutans. J. Hort. Sci. 91: 101-109.
9. Kramer, G.F., C.Y. Wang and W.S. Conway. 1991. Inhibition of softening by polyamine application in *Golden Delicious* and *McIntosh* apples. J. Am. Soc. Hort. Sci. 116: 813-819.
10. Malik, A., Z. Singh and S. Tan. 2006. Exogenous application of polyamines improves shelf life and fruit quality of mango. Acta Hort. 699: 321-328.
11. Martinez-Romero, D., M. Serrano, A. Carbonell, L. Burgos, F. Riquelme and D. Valero 2002. Effects of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. J. Food Sci. 67: 1706-1712.
12. Piga, A.D., S. Aquino and M. Agabbio. 2000. Influence of cold storage and shelf life on quality of 'Salustiana' Orange fruits. J. Fruits 55: 37-44.
13. Reddy, M.V., P. Angers, A. Gosselin, and J. Arul. 1997. Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifera* in strawberry fruit. Phytochem. 47(8): 1515-1520.
14. Serrano, M., D. Martinez-Romero, F. Guillen and D. Valero. 2003. Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivar. Postharvest Biol. Technol. 30(3): 259-271.
15. Singh, R., R.R. Sharma, S. Kumar, R.K. Gupta and R.T. Patil. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Bioresour. Technol. 99: 8507-8511.
16. Singh, S.P., Z. Singh and E.E. Swinny. 2009. Postharvest nitric oxide fumigation delays fruit ripening and alleviates chilling injury during cold storage of Japanese plums *Prunus salicina* Lindell. Postharvest Biol. Technol. 53: 101-108.

17. Tagliavini, M., E. Baldi, P. Lucchi, M. Antonelli, G. Sorrenti, G. Baruzzi and W. Faedi, 2005. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria x ananassa* Dutch.) grown in soil and soilless culture. Eur. J. Agron. 23: 15-25.
18. Tzortzakis, N.G. 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compound. Innovative Food Sci. Emerging Technol. 8: 111-116.
19. Zokaee Khosroshahi, M.R., M. Asna-Ashari and A. Ershadi. 2007. Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. Sci. Hort. 114: 27-32.