مقاله پژوهشی

بررسی برخی صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی میوه توت فرنگی رقم سلوا و کاماروسا در بسترهای مختلف کشت بدون خاک

مهسا عزیزی‌یگانه[۱]، علی‌اصغر شهابی[۲]*، علی عبادی[۳] و وحید عبدوسی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۰- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۲۱)

چکیده

به منظور ارزیابی برخی خصوصیات ارقام گلخانه‌ای توت‌فرنگی در بسترهای کشت آلی و گیاهی در سیستم کشت بدون خاک آزمایشی در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. تیمار اصلی بستر کشت در چهار سطح شامل سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (۳۰ و ۵۰ درصد) و پیت‌ماس (۳۰ و ۵۰ درصد) در ترکیب با پرلیت بود. دو رقم سلوا و کاماروسا به‌عنوان تیمار فرعی مورد استفاده قرار گرفتند. وزن تک‌میوه در بسترهای (پیت‌ماس/پرلیت) و (ورمی‌کمپوست/پرلیت ۵۰:۵۰) بیشترین مقدار بود. بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست آنتوسیانین و TSS/TA بیشتری نسبت به بسترهای حاوی پیت‌ماس داشتند. رقم کاماروسا نسبت به رقم سلوا به‌ترتیب ۵۹/۰۱ و ۱۴/۱۹ درصد میوه بد شکل و TSS/TA کمتر و میزان ۲۰/۴۸ درصد آنتوسیانین بیشتری داشت. در اثرات متقابل تیمارها رقم کاماروسا در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست بیشترین مقدار ویتامین ث و رقم سلوا در بستر (ورمی کمپوست/پرلیت ۵۰:۵۰) بیشترین TSS و کمترین اسیدیته را داشت. با توجه به هدف تولید، اهمیت غذایی، بهداشتی و توسعه بازارپسندی و همچنین صرفه اقتصادی و در دسترس بودن بسترهای کشت داخلی، کاشت ارقام گلخانه‌ایی مانند رقم کاماروسا در بسترهای ورمی‌کمپوست (۳۰ و ۵۰ درصد) پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: بستر کشت، پیت ماس، توت‌فرنگی، ورمی‌کمپوست

۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، گروه علوم باغی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار و عضو علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

۳- استاد گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴- دانشیار علوم باغبانی، گروه علوم باغی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

* پست الکترونیک: aliasgharshahabi45@gmail.com

مقدمه

توت‌فرنگی‌های مهم تجاری (*Fragaria ananassa Duch*) از خانواده Rosaceace و جنس *Fragaria* هستند (سهانا[1] و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر طعم، بوی خاص و ظاهر جذاب و جلب‌کننده توت‌فرنگی در سال‌های اخیر توجه بسیاری به خواص بهداشتی و سلامتی بخش آن شده است به طوری که هم اکنون این عامل یکی از عوامل تعیین‌کننده در فروش سالیانه این محصول بشمار می‌آید (تهرانی‌فر و وحدتی، ۱۳۸۹). وجود ویتامین ث، ترکیبات فنلی مانند آنتوسیانین‌ها و سطح بالای آنتی‌اکسیدان‌ها (وندی‌ولد[2] و همکاران، ۲۰۱۳) آن را به‌عنوان یک منبع بسیار غنی از مواد فعال زیستی تبدیل کرده است. کشت محصولات تازه در سیستم کشت هیدروپونیک یک راه حل بالقوه برای حفظ امنیت محصولات غذایی بویژه به علت داشتن مزایایی نظیر کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد محصول و کاهش مصرف آفت‌کش‌ها است (ترفتز و امای[3]، ۲۰۱۵). پیت‌ماس به‌عنوان بستر رشد گیاهی مصارف زیادی به دلیل متخلخل بودن، حفظ آب و مواد غذایی و همچنین دارا بودن مواد غذایی که به نوبه خود اثرات مثبتی روی رشد و نمو گیاهان می‌گذارد، دارد (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۱). پیت‌ماس یکی از پرکاربردترین محیط‌های کشت است. با این حال نگرانی‌های بسیاری از برداشت بی‌رویه منابع و تخریب تالاب‌ها و کربن آلی خاک وجود دارد (شهزاد[4] و همکاران، ۲۰۱۸). افزایش تقاضا برای امنیت غذایی، نگرانی‌های زیست‌محیطی، کمبود آب و نیاز به بازیافت زباله‌های مختلف آلی و کاهش انتشار Co_2 حاصل از آنها، فاکتورهای محرک برای توسعه و تولید ورمی‌کمپوست از بازیافت‌ها و گسترش سیستم کشت بدون خاک است (ابولسود[5] و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات متعدد نشان داده که پیت‌ماس می‌تواند با انواع مختلف کمپوست جایگزین شود بدون اینکه هرگونه تأثیر منفی بر روی محصولات پرورش یافته در این بسترها داشته باشد (ابولسود و همکاران، ۲۰۲۰؛ زالر[6]، ۲۰۰۷). ورمی‌کمپوست‌ها فرآوردهای بیولوژیکی غیرگرما دوست مواد آلی از طریق فعل و انفعالات بین کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌ها هستند که موادی با تخلخل زیاد، هوادهی، زهکشی، ظرفیت نگهداری آب و فعالیت میکروبی بسیار دارند (پاپاتاناسیو[7] و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین دارای انواع اسیدهای آلی به ویژه اسید هیومیک و اسید فولیک و نیز تنظیم‌کننده‌های رشد مثل اکسین، سیتوکینین و جیبرلین است که باعث افزایش رشد و عملکرد بسیاری از محصولات می‌شود (سینگ[8] و همکاران، ۲۰۰۸، ۲۰۱۵). نقش ورمی‌کمپوست از نظر علمی به‌عنوان تقویت‌کننده معجزه‌آسای رشد گیاه اثبات شده است که دارای مقدار زیادی هوموس، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ریزمغذی‌ها و باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت و قارچ‌های میکوریزا است (سینگ و همکاران، ۲۰۲۰). پرلیت یک ماده سیلیسی متخلخل، گرد و سفید رنگ است. دارای pH خنثی و فاقد ظرفیت کاتیونی و عناصر غذایی معدنی است. به‌دلیل ایجاد تهویه مناسب و زهکشی خوب در محیط ریشه باعث استقرار بهتر طوقه و عدم تجمع مواد غذایی و پوسیدگی ریشه می‌گردد و کاربرد بسیار گسترده‌ای در ترکیب با سایر بسترها در پرورش توت‌فرنگی‌های آبکشت دارد (تهرانی‌فر و وحدتی، ۱۳۸۹). ورمی کمپوست یک ماده بسیار خوب مغذی آلی است که برای رشد و نمو، کیفیت و ویژگی‌هایی از جمله شیرینی توت فرنگی موثر است (حسن[9]، ۲۰۱۳). در آزمایش نورهدایتی[10] و همکاران (۲۰۱۶) تیمار کلم‌ها با سه نوع ورمی‌کمپوست منجر به افزایش محتوای قند و ویتامین ث کلم‌ها به‌ترتیب به‌میزان ۱۲٪ و ۵۷٪ شد. در آزمایش عبدلی[11] و همکاران (۲۰۱۳) با افزایش نسبت ورمی کمپوست به خاک، رشد قابل توجهی در گیاهان بوجود آمد و ویتامین ث و قند موجود در گوجه‌فرنگی با استفاده از ورمی‌کمپوست افزایش یافت. در آزمایش مهراج[12] و همکاران (۲۰۱۴) وجود K،P،N و عناصر میکرو و ضروری برای تغذیه گیاه مؤثر در افزایش وزن میوه و اسید هیومیک موجود در آن مؤثر در افزایش تعداد میوه در توت‌فرنگی عنوان شد. در مطالعه‌ای دیگر تیمار ورمی‌کمپوست موجب تولید بیشترین تعداد میوه، وزن تک‌میوه و درجه بریکس در میوه‌های توت‌فرنگی شد (رحمان[13] و همکاران، ۲۰۱۸). از

1. Sahana
2. Van De Velde
3. Treftz and Omay
4. Shahzad
5. Abul-Soud
6. Zaller
7. Papathanasiou
8. Singh
9. Hassan
10. Nurhidayati
11. Abduli
12. Mehraj
13. Rahman

آنجایی که توت‌فرنگی به‌عنوان یک محصول تجاری و دارای اهمیت غذایی، بهداشتی مطرح شده است، به منظور تولید محصولاتی تجاری و بازارپسند و همچنین توسعه روش‌های نوین کشت مانند کشت هیدورپونیک و استفاده از بسترهای تولید داخل مانند ورمی‌کمپوست با صرفه اقتصادی و قابلیت دسترسی آسان در مقایسه با بسترهای گران قیمت وارداتی، این تحقیق به بررسی برخی از صفات موفولوژیکی و بیوشیمیایی دو رقم گلخانه‌ای توت‌فرنگی و مقایسه بسترهای رایج در کشت بدون خاک پرداخت.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی برخی خصوصیات ارقام گلخانه‌ای توت فرنگی در بسترهای کشت آلی و گیاهی در سیستم کشت بدون خاک آزمایشی در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان در سال ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. تیمار اصلی بستر کشت در چهار سطح شامل سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (جدول ۲) و پیت‌ماس به صورت (پیت‌ماس ۵۰ درصد/ پرلیت ۵۰ درصد)، (پیت ماس۳۰ درصد/ پرلیت ۷۰ درصد)، (ورمی‌کمپوست ۵۰ درصد/ پرلیت ۵۰ درصد) و (ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد/ پرلیت ۷۰ درصد) بود. دو رقم سلوا و کاماروسا به عنوان تیمار فرعی مورد استفاده قرار گرفتند. پرلیت به منظور افزایش زهکشی و بهبود هوادهی بسترها استفاده شد. نشا های توت‌فرنگی از کردستان خریداری شد. برای کشت گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۸ سانتی‌متر استفاده شد. در تاریخ اول آبان سال ۱۳۹۷ گلدان‌ها با نسبت‌های ذکر شده بستر کشت، پر شدند. برای کاهش سطح تبخیر و تعرق نشاءها در هنگام انتقال و مراحل بعدی فقط برگ‌های انتهایی باقیمانده و سایر برگ‌ها بریده شد. ریشه‌ها به مدت ۲ ثانیه در محلول قارچ‌کش کاپتان + مانکوزب قرار گرفت و بلافاصله تعداد سه نشاء در هر گلدان کشت شد. دمای محیط (حداکثر دمای گلخانه در روز ۲۵ و در شب ۱۸ درجه سانتی‌گراد) تنظیم و رطوبت اشباع برای تیمارها ثابت در نظر گرفته شد. محلول غذایی (جدول ۱) مورد نیاز بوته‌ها در بشکه‌های ۱۰۰ لیتری تهیه و هم‌زمان با آبیاری روزانه در اختیار بوته‌ها قرار گرفت. بعد هر مرحله تغذیه گلدان‌ها هدایت الکتریکی (Ec)[1] زه‌آب خارج شده از گلدان‌ها در هر بستر بوسیله Ec متر مدل CON500 بر حسب دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. در طی فصل رشد همزمان با ظهور اندام‌های مختلف گیاه تا تولید میوه صفات مورد نظر اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تک‌میوه‌ها از ترازوی دیجیتال مدل Electronic Compact Scale SF_400C، برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از عصاره میوه‌ها از دستگاه رفرکتومتر مدل PR-101Atago Co. Ltd., Japan استفاده شد. در اندازه‌گیری خصوصیات کیفی میوه مثل اسیدیته پس از تهیه عصاره میوه‌ها، اسیدیته بوسیله تیتراسیون با هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن pH به ۸/۱ استفاده شد و به صورت درصد اسید سیتریک بیان گردید (وحدت و همکاران، ۱۳۹۱). ویتامین ث به‌وسیله تیتراسیون با یدورپتاسیم تعیین شد (شفیعی[2] و همکاران، ۲۰۱۰). اندازه‌گیری آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف pH بین دوسیستم بافری در دو pH ۴/۵ و ۱ و قرائت اسپکتروفتومتر بر اساس روش وندیولد و همکاران (۲۰۱۳) اندازه‌گیری شد. میوه‌های بدشکل شمارش شدند. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن تک‌میوه

اثر بسترهای کشت به کار رفته در آزمایش بر وزن تک میوه توت‌فرنگی معنی‌دار بود ($P<0.05$) (جدول۳). دو بستر (۵۰ درصد پیت‌ماس /۵۰ درصد پرلیت) و (۵۰ درصد ورمی‌کمپوست/۵۰ درصد پرلیت) بدون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بودند. بستر (۵۰ درصد پیت ماس/۵۰ درصد پرلیت) به‌ترتیب ۱۰/۷۵ و ۱۲/۵ درصد و بستر (۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد پرلیت) به‌ترتیب ۱۱/۴۰ و ۱۳/۱۳ درصد وزن تک‌میوه بیشتری نسبت به (۷۰ درصد پرلیت/ ۳۰ درصد پیت‌ماس) و (۷۰ درصد پرلیت/۳۰ درصد ورمی‌کمپوست) داشتند (جدول ۴). در بحث بازارپسندی میوه‌های درشت‌تر و با وزن بیشتر مقبولیت بیشتری دارند. بافت دانه متوسط و ظرفیت نگهداری آب بالا در پیت‌ماس

1. Electrical conductivity

2. Shafiee

جدول ۱- جدول عناصر غذایی کشت بدون خاک توت‌فرنگی در یک بستر عمومی (تهرانی‌فر و وحدتی، ۱۳۸۹)

ردیف	مرحله رشد	عنصر غذایی (mg/L)											
		N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	شوری Ds/m
۱	رشد سبزینگی	۲۰۷	۶۵	۱۸۴	۵۸	۲۲۱	۷۷	۶/۵	۲/۶	۰/۲۵	۰/۷	۰/۰۷	۰/۰۵	۲
۲	رشد میوه	۱۸۲	۸۲	۳۰۱	۵۸	۱۴۸	۷۷	۶/۵	۲/۶	۰/۲۵	۰/۷	۰/۰۷	۰/۰۵	۲

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست استفاده شده در آزمایش

	K_2O %	P_2O_5 %	N %	OM %	pH	EC (ds/m)
ورمی کمپوست	۱/۳۰	۱/۷۰	۱/۰۵	۴۹/۰	۷/۳	۱/۲

منشأ ورمی‌کمپوست: بر پایه فضولات دامی (گاوی)

منجر به در دسترس بودن مواد مغذی بیشتر و افزایش رشد برای توت‌فرنگی‌های رشد یافته در پیت‌ماس بود (شهزاد و همکاران، ۲۰۱۸).

در بستر (۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد پرلیت) با اینکه این بستر نسبت به سایر مخلوط‌های حجمی شورتر بود (جدول ۳) ولی به علت ذخیره و پخشیدگی مواد غذایی و فراهم نمودن آب بیشتر توسط ورمی‌کمپوست در این نسبت میوه‌های رشد یافته در این بستر وزن تک‌میوه بالایی داشتند. علاوه بر این نقش مثبت ورمی‌کمپوست در این مورد را این طور می‌توان توجیه کرد که وجود K،P،N موجود در ورمی‌کمپوست و همچنین عناصر میکرو و ضروری موجود در آن، مؤثر در افزایش وزن میوه بود که با نتایج مهراج و همکاران (۲۰۱۴) هماهنگی دارد. در پژوهشی در مورد توت‌فرنگی، بیشترین وزن هر میوه با کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (آرانکون[1] و همکاران، ۲۰۰۴).

میوه بدشکل

نوع رقم بر تعداد میوه‌های بدشکل توت‌فرنگی معنی‌دار بود ($P<0.01$) (جدول ۳). در رقم کاماروسا ۴۰/۴۵ درصد میوه‌های بدشکل کمتری نسبت به رقم سلوا مشاهده شد (جدول۴). عوامل متعددی در شکل‌گیری میوه‌های بدشکل در توت‌فرنگی موثر است از جمله آنها ژنوتیپ، موقعیت گل روی گل‌آذین و زنده بودن پرچم و مادگی است (کارو[2] و همکاران، ۲۰۰۳). علاوه بر این در اثر گرده‌افشانی ضعیف یا صدمه وارد شده به آکن‌ها یا عدم تشکیل آکن در مراحل اولیه رشد نیز بدشکلی بروز می‌نماید (شاول‌مونسلز[3]، ۱۹۸۶). در مراحل اولیه رشد میوه توت‌فرنگی، اکسین سنتز شده در آکن‌ها باعث رشد میوه می‌شود (فایت[4] و همکاران، ۲۰۰۸) که صدمه یا عدم تشکیل تعداد کافی آکن‌ها بر روی نهنج توت‌فرنگی باعث کاهش و عدم توزیع کافی هورمون اکسین و رشد و توسعه نابرابر در این نواحی و ایجاد شکل غیرطبیعی در میوه‌های توت‌فرنگی می‌شود. همچنین تولید گرده و زنده ماندن آن در بین ارقام متفاوت است (کارو و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به اینکه در این آزمایش تعداد گل‌هایی که رقم سلوا داشت بیشتر از تعداد گل‌های رقم کاماروسا بود، گمان می‌رود که تعداد گرده کافی و زنده برای تمامی مادگی‌های موجود بر روی نهنج وجود نداشته بنابراین میوه بدشکل در رقم سلوا بیشتر از رقم کاماروسا بود.

مواد جامد محلول

بر طبق جدول تجزیه واریانس اثر بستر و رقم ($P<0.01$) و اثر متقابل بستر در رقم ($P<0.05$) بر میزان مواد جامد محلول میوه‌های توت‌فرنگی معنی‌دار بود (جدول ۳). رقم سلوا بیشترین میزان مواد جامد محلول را در بستر (۵۰ درصد ورمی‌کمپوست/۵۰ درصد پرلیت) داشت (شکل ۱). با توجه به اینکه بستر حاوی غلظت بالای ورمی‌کمپوست (۵۰ درصد) شوری بیشتری داشت (جدول ۴) توت‌فرنگی های رشد یافته در این بستر نیز قند بیشتری داشتند. همسو با نتیجه این آزمایش در تحقیقی با افزایش هدایت الکتریکی در منطقه ریشه توت‌فرنگی میزان قند میوه‌ها به شکل قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت (تهرانی‌فر و وحدتی، ۱۳۸۹). علاوه بر این ورمی‌کمپوست موجب افزایش میزان مواد جامد

1. Arancon
2. Carew
3. Shaul Monselise
4. Fait

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر بستر و رقم بر برخی خصوصیات کمی و کیفی توت‌فرنگی سلوا و کاماروسا

منابع تغییرات	درجه آزادی	هدایت الکتریکی بستر	وزن تک میوه	میوه بد شکل	مواد جامد محلول	اسیدیته	قند/ اسید	ویتامین ث	آنتوسیانین
تکرار	۲	۰/۰۰۱ ns	۰/۷۷ ns	۰/۴۲ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۴۱ ns	۸/۶۹ ns	۳/۸۵ ns
بستر	۳	۰/۲۹**	۱/۳۷*	۰/۴۴ns	۰/۵۷**	۰/۰۷**	۵/۸۸**	۱۰۴/۹۹**	۴۷/۷۸*
خطا	۶	۰/۰۰۴	۰/۲۸	۰/۷۴	۰/۰۶	۰/۰۰۴	۰/۱۱	۸۰/۸۰	۸/۶۳
رقم	۱	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۲ns	۴/۷۷**	۰/۴۷**	۰/۰۶**	۵/۲۱**	۲۷۷/۴۴**	۷۱/۴۵*
اثر متقابل بستر در رقم	۳	۰/۰۰۶ns	۰/۵۱ns	۰/۰۴ns	۰/۱۸*	۰/۰۱*	۰/۲۴ns	۵۵/۲۸*	۵/۱۳ns
خطا	۸	۰/۰۲	۰/۸۹	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۸	۱۴/۶۲	۹/۹۶
ضریب تغییرات (٪)		۲/۷۵	۱۴/۵۶	۲۱/۳۱	۳/۸۷	۴/۷۲	۴/۸۴	۶/۰۷	۱۷/۰۰

*معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ **معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ ns غیرمعنی‌دار

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات توت فرنگی رقم سلوا و کاماروسا تحت تأثیر بستر و رقم

بسترها	وزن تک‌میوه (g)	میوه بدشکل	قند/اسید	آنتوسیانین (mg/100g)	هدایت الکتریکی ds/ m
۵۰ ٪ پرلیت /۵۰ ٪ پیت‌ماس (S1)	۶/۸۸a	۲/۰۶a	۵/۶۲c	۱۵/۴۲c	۱/۳۶b
۷۰ ٪ پرلیت /۳۰ ٪ پیت‌ماس (S2)	۶/۱۴b	۱/۶۴ a	۴/۹۹d	۱۷/۰۱bc	۱/۲۲c
۵۰ ٪ پرلیت /۵۰ ٪ ورمی‌کمپوست (S3)	۶/۹۳a	۱/۹۰ a	۷/۲۵a	۲۱/۳۷a	۱/۷۴a
۷۰ ٪ پرلیت /۳۰ ٪ ورمی‌کمپوست (S4)	۶/۰۲b	۱/۲۵a	۶/۴۷b	۲۰/۴۹ab	۱/۴۴b
ارقام					
سلوا (C1)	۶/۵۲ a	۲/۴۳a	۶/۵۵a	۱۶/۸۴b	۱/۴a
کاماروسا (C2)	۶/۴۷a	۰/۹۹b	۵/۶۲b	۲۰/۲۹a	۱/۴a

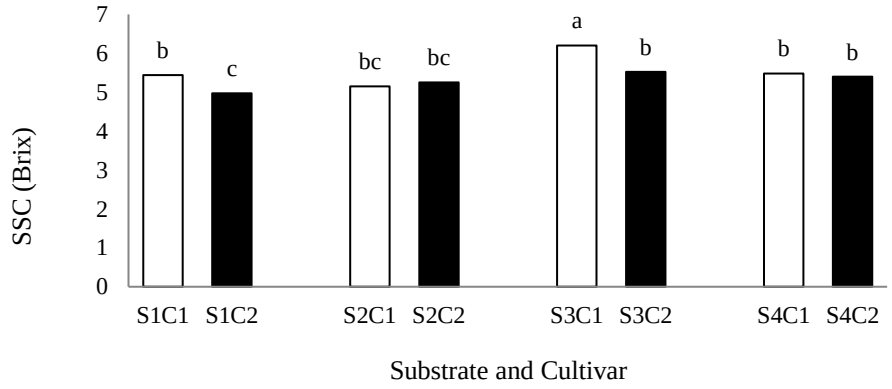
ستون‌هایی با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

محلول در توت‌فرنگی (سینگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ لاکشمیکانت[1] و همکاران، ۲۰۲۰)، خیار (آزرمری[2] و همکاران، ۲۰۰۸)، گوجه‌فرنگی (پیوست[3] و همکاران، ۲۰۰۸؛ عبدلی و همکاران، ۲۰۱۳)، اسفناج (پیوست و همکاران، ۲۰۰۸) و کلم (نورهدایتی و همکاران، ۲۰۱۶) شده که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. مقادیر متوسط درجه بریکس به واریته، روش کشت و زمان برداشت میوه بستگی دارد (توی[4] و همکاران، ۲۰۱۷) که در آزمایش حاضر رقم سلوا مواد جامد محلول بیشتری نسبت به رقم کاماروسا داشت. کاربرد ورمی‌کمپوست دارای اثر مثبت بر مقدار درجه بریکس بود. افزایش TSS و قند کامل در توت فرنگی به تبدیل سریع متابولیت‌های نشاسته و پکتین به ترکیبات محلول و انتقال سریع قندها از برگ‌ها به میوه‌های در حال رشد نسبت داده می‌شود (کومار[5] و همکاران ۲۰۱۵). در جایی دیگر بیان شده است که افزایش TSS و محتوای اسید اسکوربیک در توت‌فرنگی مربوط می‌شود به وضعیت تغذیه‌ای بستر کشت که عناصر ماکرو و میکرو را برای رشد فراهم می‌کند و جذب آنها باعث افزایش مقدار کلروفیل و در نتیجه باعث افزایش تجمع Photosynthates می‌شود که در طی فرایند رسیدن به قند تبدیل می‌شوند. همچنین پتاسیم موجود در ورمی‌کمپوست باعث افزایش تجمع قند در توت‌ها و تعادل N,P,K می‌شود که برای تجمع قند مناسب میوها ضروری است (لاکشمیکانت و همکاران، ۲۰۲۰).

اسیدیته

اثر بستر و رقم ($P<0.01$) و اثر متقابل بستر در رقم ($P<0.05$) بر میزان اسید میوه‌های توت‌فرنگی معنی‌دار بود (جدول ۳). کمترین اسیدیته مربوط به رقم سلوا در بستر ۵۰ درصد پرلیت/۵۰ درصد ورمی‌کمپوست بود (شکل ۲). در ارزیابی که یومی[6] و همکاران (۲۰۰۲) انجام داد، بیان کرد مواد جامد محلول، اسیدیته و نسبت آن‌ها، ویتامین ث و رنگ در میوه‌ها بستگی به نوع رقم، درجه رسیدگی و شرایط محیطی در هنگام برداشت دارد که در آزمایش او رقم کاماروسا اسیدیته بیشتری نسبت به رقم سلوا داشت.

1. Lakshmikanth
2. Azarmi
3. Peyvast
4. Thuy
5. Kumar
6. Yommi



شکل ۱- مواد جامد محلول توت‌فرنگی رقم سلوا و کاماروسا در بسترهای کشت مختلف. (پرلیت ۵۰٪ / پیت ماس ۵۰ =S_1)، (پرلیت ۷۰٪ / پیت ماس ۳۰٪ =S_2)، (پرلیت ۵۰٪ / ورمی‌کمپوست ۵۰٪= S_3) و (پرلیت ۷۰٪ / ورمی‌کمپوست ۳۰٪ =S_4). (C_1: سلوا و C_2: کاماروسا).

همسو با نتایج آزمایش حاضر ورمی‌کمپوست باعث افزایش TSS و کاهش اسیدیته در *Bangalore blue grapes*، موز (هانومانتایا[1] و همکاران، ۲۰۱۵) و توت‌فرنگی (لاکشمیکانت و همکاران، ۲۰۲۰) شد. اثر ورمی‌کمپوست در افزایش قند و کاهش اسیدیته به نقش آن در فراهم آوردن عناصر میکرو، افزایش فعالیت میکروبی، باز جذب بهتر عناصر بخصوص کلسیم و نیز محتوای اسید هیومیک موجود در آن که ممکن است به جذب بهتر ریزمغذی‌ها کمک کند، نسبت داده می‌شود (سینگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ مهراج و همکاران، ۲۰۱۴؛ جوشی[2] و همکاران، ۲۰۱۵). کاهش اسیدیته میوه ممکن است به دلیل افزایش محتوای مواد جامد محلول یا بور باشد که در تبدیل سریع متابولیت‌ها به قندها و مشتقات آنها نقش دارد (هانومانتایا و همکاران، ۲۰۱۵). کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون به دلیل تبدیل بیشتر اسیدهای آلی و مواد حاصل از فتوسنتز به قندها در مرحله رسیدن میوه و یا به دلیل استفاده از اسیدها به عنوان بستری برای تنفس در هنگام رسیدن و خنثی‌سازی اسیدهای آلی توسط پتاسیم موجود در بافت نیز گزارش شده است (لاکشمیکانت و همکاران، ۲۰۲۰) .

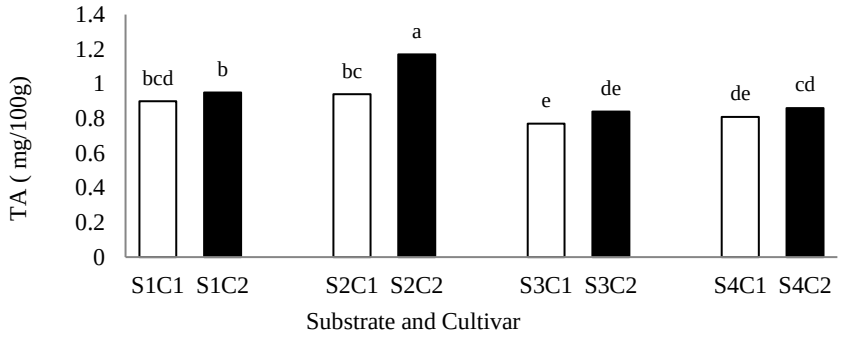
نسبت قند به اسید (شاخص طعم)

اثر بستر و رقم بر نسبت قند به اسید عصاره آب‌میوه معنی دار بود ($P<0.01$) (جدول ۳). نسبت TSS/TA در ۵۰ درصد پرلیت/۵۰ درصد ورمی‌کمپوست بیشترین مقدار بود (جدول ۴). این نسبت در رقم کاماروسا ۱۴/۱۹ درصد کمتر از رقم سلوا بود (جدول ۴). نسبت TSS/TA میوه‌های توت‌فرنگی کشت شده در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست بیشتر از میوه‌های رشد کرده در بسترهای حاوی پیت‌ماس بود. میزان بالای این نسبت به عنوان یک صفت در تعیین طعم مطلوب میوه پسندیده‌تر است. تعادل بین مقدار قند و اسیدهای آلی (TSS/TA) به عنوان شاخص اصلی طعم در توت‌فرنگی است. ماهیت بستر که نقش مهمی در تأمین آب و در دسترس بودن مواد مغذی برای گیاهان ایفا کند، همچنین نوع رقم در تعیین TSS,TA و نسبت آن‌ها دخیل است که در آزمایشی که پالنسیا[3] (۲۰۱۶) انجام داد این امر را مشاهده کرد. با توجه به هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده از زه‌آب خارج شده از گلدان‌های کشت، مخلوط‌های حجمی حاوی ۵۰ درصد پرلیت/۵۰ درصد ورمی‌کمپوست نسبت به سایر مخلوط‌های حجمی به‌دلیل میزان بیشتر ورمی کمپوست شورتر بود (جدول ۳). شوری بستر می‌تواند از طریق افزایش مقدار اسید و قند، سبب بهبود کیفیت و طعم میوه شود. محققین متعددی گزارش کردند که شوری بستر باعث بهبود کیفیت و طعم میوه گوجه‌فرنگی شده است (سریو[4] و همکاران، ۲۰۰۴؛ ساتو[5] و همکاران، ۲۰۰۶). بیدکی و همکاران (۱۳۹۳) نیز بهترین طعم میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا را از بین نسبت‌های (۱۰، ۲۰ و ۴۰) درصد ورمی‌کمپوست و (۱۰، ۲۰ و ۴۰) درصد کود دامی، در بسترهای حاوی ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده کردند.

ویتامین ث

اثر بستر و رقم($P<0.01$) و اثر متقابل بستر در رقم($P<0.05$) بر میزان ویتامین ث میوه‌های توت‌فرنگی معنی‌دار بود

1. Hanumanthaiah
2. Joshi
3. Palenciaa
4. Serio
5. Sato



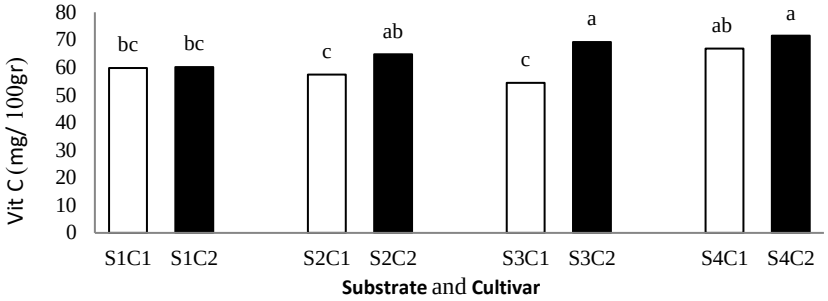
شکل ۲- اسیدیته میوه توت‌فرنگی رقم سلوا و کاماروسا در بسترهای کشت مختلف. (پرلیت ۵۰٪ / پیت ماس ۵۰ =S_1)، (پرلیت ۷۰٪ / پیت ماس ۳۰٪ =S_2)، (پرلیت ۵۰٪ / ورمی‌کمپوست ۵۰٪= S_3) و (پرلیت ۷۰٪ / ورمی‌کمپوست ۳۰٪ =S_4). (C_1: سلوا و C_2: کاماروسا)

(جدول ۳). رقم کاماروسا ۲۷/۲۰ درصد در بستر (۵۰ درصد پرلیت/۵۰ درصد ورمی‌کمپوست) و ۷ درصد در بستر (۷۰ درصد پرلیت/۳۰ درصد ورمی‌کمپوست) ویتامین ث بیشتری نسبت به رقم سلوا در همان ترکیب بسترها داشت. همچنین رقم کاماروسا در بستر (۵۰ درصد پرلیت/۵۰ درصد ورمی‌کمپوست) ۱۵/۷۵ درصد نسبت به بستر (۵۰ درصد پرلیت/۵۰ درصد پیت‌ماس) و در بستر (۷۰ درصد پرلیت/۳۰ درصد ورمی‌کمپوست) ۲۴/۵۷ درصد نسبت به بستر (۷۰ درصد پرلیت/۳۰ درصد پیت ماس) ویتامین ث بیشتری نسبت به رقم سلوا داشت (شکل ۳). نتیجه آزمایش حاضر با نتایج محققین دیگر مبنی بر افزایش ویتامین ث در بستر ورمی‌کمپوست در گوجه‌فرنگی (عبدلی و همکاران، ۲۰۱۳؛ اهیوار و حسن[1]، ۲۰۱۵)، سیب‌زمینی (شامباوی و شارما[2]، ۲۰۰۸) و کلم (نورهدایتی و همکاران، ۲۰۱۶) همخوانی دارد. اسید اسکوربیک فرم فعال زیستی ویتامین ث است که محتوای آن می‌تواند با شرایط رشد و ذخیره سازی و ژنتیک رقم تغییر کند (ون‌دیولد و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین محتوای ویتامین ث متأثر از تغذیه گیاه، فراهم بودن آب و شدت نور است (زالر، ۲۰۰۷). ورمی کمپوست محیط وسیعی را برای حفظ مواد غذایی و فعالیت‌های میکروبی فراهم می‌آورد و بیشترین مواد مغذی و قابل دسترس نظیر نیترات، فسفات، کلسیم و پتاسیم تبادلی را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۸). دارابودن عناصر میکرو مثل آهن، روی، مس و منگنز و همچنین ظرفیت بالای نگهداری آب و مواد غذایی (طباطبایی، ۱۳۹۲) در آن را می‌توان از دلایل بالا بودن میزان ویتامین ث در این بستر دانست. در آزمایش (وندی ولد و همکاران، ۲۰۱۳) مقدار ویتامین ث رقم کاماروسا بیشتر از رقم سلوا بود ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود.

آنتوسیانین

نتایج نشان داد بستر و رقم ($P<0.05$) بر میزان آنتوسیانین میوه‌های توت‌فرنگی اثر معنی‌داری داشتند (جدول۳). رقم کاماروسا ۲۰/۴۸٪ آنتوسیانین بیشتری نسبت به رقم سلوا داشت (جدول۴). بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست بیشترین میزان آنتوسیانین را داشتند (جدول ۳). هدایت‌الکتریکی بالاتر در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست (جدول ۴) موجب داشتن قند بیشتر و متناسب با آن آنتوسیانین بیشتر در این بسترها را موجب شد. ورمی‌کمپوست با فراهم آوردن مواد مغذی ضروری برای گیاه موجب بالارفتن متابولیسم گیاه می‌شود. قند از طریق شکستن نشاسته در برگ تولید می‌شود و همچنین به‌دنبال افزایش متابولیسم سلول و افزایش سطح گلوکز در برگ‌ها آنتوسیانین نیز افزایش می‌یابد (کومار و همکاران، ۲۰۱۵) همچنین درصد بالای اسیدهای هومیک موجود در ورمی کمپوست موجب افزایش ترکیبات فنلی مانند آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها می‌شود (اوله[3]، ۲۰۱۶؛ کومار و همکاران، ۲۰۱۵؛ تیونیسن[4] و همکاران، ۲۰۱۰). در آزمایش ایوبی[5] و همکاران (۲۰۱۳) کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش مواد فنلی و آنتی اکسیدانی در گیاه نعنا فلفلی شد. در آزمایش وندی‌ولد و همکاران (۲۰۱۳) رقم کاماروسا در مقایسه با رقم سلوا

1. Ahirwar and Hussain
2. Shambhavi and Sharma
3. Olle
4. Theunissen
5. Ayyobi



شکل ۳- ویتامین ث میوه توت‌فرنگی رقم سلوا و کاماروسا در بسترهای کشت مختلف. (پرلیت ۵۰٪ / پیت ماس ۵۰ =S_1)، (پرلیت ۷۰٪ / پیت ماس ۳۰٪ =S_2)، (پرلیت ۵۰٪ / ورمی‌کمپوست ۵۰٪= S_3) و (پرلیت ۷۰٪ / ورمی‌کمپوست ۳۰٪ =S_4). (C_1: سلوا و C_2: کاماروسا)

بالاترین میزان محتوای فنلی و آنتوسیانین را داشت.

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه مطالعه ما نشان داد که گیاهان رشد یافته در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست در اکثر صفات بخصوص صفاتی مثل ویتامین ث و آنتوسیانین که دارای خواص آنتی اکسیدانی و اهمیت غذایی، بهداشتی است و صفاتی دیگر مثل وزن تک‌میوه و شاخص‌های طعم مثل مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید میوه که در جهت توسعه بازارپسندی و فروش محصول موثرند، بیشترین مقدار را داشتند. از طرف دیگر کم هزینه بودن، صرفه اقتصادی و در دسترس بودن این بستر عامل مهمی دیگری است که می‌توان آن را برای استفاده تولیدکنندگان محصولات گلخانه‌ای پیشنهاد داد. همچنین با توجه به هدف تولید، این تأثیر برای رقم کاماروسا نتیجه مطلوب‌تری نسبت به رقم سلوا داشت.

منابع

بیدکی، س.، چالوی، و. و پیردشتی، ه. ۱۳۹۳. اثر کاربرد کودهای آلی در کشت بدون خاک بر ماندگاری پس از برداشت میوهٔ توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa Duch. cv. Camarosa*). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۵(۱۸): ۱۰۷-۱۱۳.

شهبازی، م.، چمنی، ا.، شهبازی، م.، مصطفوی، م. و پوربیرامی‌هیر، ی. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت شامل ورمی‌کمپوست، پیت و پوست نارگیل بر خصوصیات رشد و گلدهی میخک. دانش کشاورزی و تولید پایدار،۲۲(۳): ۱۲۷-۱۳۶.

طباطبایی، س. ۱۳۹۲. تولید ورمی‌کمپوست. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۰۲ ص.

تهرانی‌فر، ع.، و وحدتی، ن، ۱۳۸۹. کشت بدون خاک توت‌فرنگی راهنمای عملی و علمی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۱۶ ص.

وحدت، ش.، قاسم‌نژاد، م.، فتوحی‌قزوینی، ر.، شیری، م. و خداپرست، س.ع.ا. ۱۳۹۱. اثر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا بر حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی. پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۲(۳): ۲۷۱-۲۸۵.

Abduli, M.A., Amiri, L., Madadian, E., Gitipour, S. and Sedighian, S. 2013. Efficiency of vermicompost on quantitative and qualitative growth of tomato plants. International Journal Environmental Research, 7(2): 467-472

Abul-Soud, M., Emam, M. and El-Rahman, N. 2015. The potential use of vermicompost in soilless culture for producing strawberry. International Journal of Plant and Soil Science, 8(5):1-15.

Abul-Soud, M., Mohammed, M.H., Emam, M.S.A., Maharik, Z.Y. 2020. Sustainable Ecology Strawberry Production Via Different Soilless Culture Techniques Under Urban Conditions. Egyptian Journal of Horticulture, 47(2): 205-218.

Ahirwar, C.S. and Hussain, A. 2015. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of vegetable crops. International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture, 1(8): 49-56.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource technology, 93(2): 145-153.

Ayyobi, H., Peyvast, G.A. and Olfati, J.A. 2013. Effect of vermicompost and vermicompost extract on oil yield and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Agricultural Sciences (Belgrade), 58(1): 51-60.

Azarmi, R., Giglou, M.T. and Taleshmikail, R.D. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. African Journal of Biotechnology, 7(14): 2397-2401.

Carew, J.G., Morretini, M. and Battey, N.H. 2003. Misshapen fruits in strawberry. Small Fruits Review, 2(2): 37-50.

Fait, A., Hanhineva, K., Beleggia, R., Dai, N., Rogachev, I., Nikiforova, V.J., Fernie, A.R. and Aharoni, A. 2008. Reconfiguration of the achene and receptacle metabolic networks during strawberry fruit development. Plant physiology, 148(2): 730-750.

Hanumanthaiah, M.R., Kulapatihipparagi, R.C., Vijendrakumar, D.M., Renuka, K., Kumar, K. and Santhosha, K.V. 2015. Effect of soil and foliar application of silicon on fruit quality parameters of banana cv. Neypoovan under hill zone. Plant Archives, 15(1): 221-224.

Hassan, M .2013. Response of strawberry germplasm to organic fertilizers. M.Sc. Thesis. Department of Horticulture, Sher-e Bangla Agricultural University, Dhaka-1207

Joshi, R., Singh, J. and Vig, A.P. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 14:137-159.

Kumar, N., Ram, R.B. and Mishra, P.K. 2015. Effect of vermicompost and azotobacter on quality parameters of strawberry (*Fragaria× ananassa* Duch.) cv. Sweet Charlie. International Journal of Agricultural Science and Research, 5(4): 269-276.

Lakshmikanth, H., Madaiah, D. and Sudharani, N. 2020. Effect of Different Pot Culture Media on Biochemical and Quality Parameters of Strawberry in Vertical System. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(7): 678-684.

Mehraj, H., Ahsan, M.K., Hussain, M.S., Rahman, M.M. and Jamal Uddin, A.F.M. 2014. Response of different organic matters in strawberry. Bangladesh Research Publication Journal, 10(2): 151-161.

Nurhidayati, N., Ali, U. and Murwani, I. 2016. Yield and quality of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) under organic growing media using vermicompost and earthworm *Pontoscolex corethrurus* inoculation. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 11: 5-13.

Olle, M. 2016. The effect of vermicompost based growth substrates on tomato growth. Journal of Agricultural Science, 1(27): 38-41.

Palencia, P., Bordonaba, J.G., Martínez, F. and Terry, L.A. 2016. Investigating the effect of different soilless substrates on strawberry productivity and fruit composition. Scientia Horticulturae, 203: 12-19.

Papathanasiou, F., Papadopoulos, I., Tsakiris, I. and Tamoutsidis, E. 2012. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.). J. Food Agric. Environ, 10(2): 677-682.

Peyvast, G.H., Olfati, J.A., Madeni, S. and Forghani, A. 2008. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment, 6(1): 110–113.

Rahman, M.M., Islam, M.N., Roni, M.Z.K., Gani, O. and Uddin, A.J. 2018. Vermicompost and Mustard Oil. Business, Social and Scientific Research, 6(3):78-84.

Sahana, B.J., Madaiah, D., Shivakumar, B.S., Sridhara, S. and Pradeep, S. 2020. Influence of organic manures on growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria× ananassa* Duch.) under naturally ventilated polyhouse. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(5): 3284-3287.

Sato, S., Sakaguchi, S., Furukawa, H. and Ikeda, H. 2006. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Scientia horticulturae, 109(3): 248-253.

Serio, F., Gara, L.D., Caretto, S., Leo, L. and Santamaria, P. 2004. Influence of an increased NaCl concentration on yield and quality of cherry tomato grown in posidonia (*Posidonia oceanica* (L) Delile). Journal of the Science of Food and Agriculture, 84(14): 1885-1890.

Shafiee, M., Taghavi, T.S. and Babalar, M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Scientia horticulturae, 124(1): 40-45.

Shahzad, U., Ijaz, M., Noor, N., Shahjahan, M., Hassan, Z., Kahn, A.A., Calica, P. and Sub-Campus, B. 2018. Variations in growing media and plant spacing for the improved production of strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Chandler). Philippine Journal of Science, 147(4): 705-713.

Shambhavi, S. and Sharma, R.P. 2008. Influence of vermicompost on quality of potato (Solanum tuberosum) in wet temperate zone of Himachal Pradesh. Indian journal of plant physiology, 13(2): 185-190.

Shaul, P. Monselise. 1986. Hand book of Fruit Set and Development. CRC Press, 578p.

Singh, A., Kumar, V., Verma, S., Majumdar, M. and Sarkar, S. 2020. Significance of vermicompost on crop and soil productivity: A review. International Journal of Chemical Studies, 8(5): 1529-1534.

Singh, A.K., Beer, K. and Pal, A.K. 2015. Effect of vermicompost and bio-fertilizers on strawberry growth, flowering and yield. Annals of Plant and Soil Research, 17(2): 196-99.

Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, R.K. and Patil, R.T. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Bioresource Technology, 99(17): 8507-8511.

Theunissen, J., Ndakidemi, P.A. and Laubscher, C.P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of the Physical Sciences, 5(13): 1964-1973.

Thuy, P.T., Nghia, N.T.A. and Dung, P.T. 2017. Effects of vermicompost levels on the growth and yield of HT152 tomato variety grown organically. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 5(4): 513-518.

Treftz, C. and Omaye, S.T. 2015. Nutrient analysis of soil and soilless strawberries and raspberries grown in a greenhouse. Food and Nutrition Sciences, 6(9): 805-815.

Van De Velde, F., Tarola, A.M., Güemes, D. and Pirovani, M.E. 2013. Bioactive compounds and antioxidant capacity of Camarosa and Selva strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). Foods, 2(2): 120-131.

Yommi, A.K., Borquez, A.M., Quipildor, S.L. and Kirschbaum, D.S. 2002. August. Fruit quality evaluation of strawberry cultivars grown in Argentina. In XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture, 628: 871-878.

Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae, 112(2): 191-199.