

امکان سنجی استفاده از تفاله ریشه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) به عنوان بستر رشد و تأثیر آن بر ویژگی های رشد و جذب عناصر غذایی در کشت بدون خاک توت فرنگی

محمد رضا صفی زاده^{۱*}، حمیدرضا بوستانی^۲ و عباس میرسلیمانی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۹)

چکیده

تفاله ریشه شیرین بیان یک پسماند آلی است که می تواند به عنوان بستر رشد در کشت بدون خاک مورد استفاده قرار گیرد. پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تکرار برای ارزیابی کارایی تفاله ریشه شیرین بیان به عنوان یک بستر رشد برای گیاه توت فرنگی رقم سلوا به مدت سه ماه در شرایط گلخانه انجام شد. در این آزمایش، چهار نسبت (حجم:حجم) بستر پرلیت:تفاله ریشه شیرین بیان (۲۵:۷۵)، (۵۰:۵۰) و (۷۵:۲۵) و (۱۰۰:۰ درصد) با بستر کوکوپیت:پرلیت (۵۰:۵۰) (شاهد) مقایسه شد. ویژگی های رشد گیاه و جمعیت قارچی بستر رشد به طور معنی داری تحت تأثیر نوع بستر رشد قرار گرفت. مقادیر عملکرد میوه و شاخص سبزیگی (SPAD) در بستر مخلوط کوکوپیت-پرلیت (۵۰:۵۰) افزایش یافت؛ اما با بسترهای حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله اختلاف معنی داری نداشتند. چگالی ظاهری، گنجایش نگهداری آب و جمعیت قارچی در بسترهای حاوی ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله در مقایسه با سایر بسترهای رشد بیشتر بود. همچنین، گیاهانی که روی بسترهای حاوی ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله رشد کرده بودند، کمترین عملکرد و شاخص سبزیگی را نسبت به دیگر تیمارها داشتند. تفاله ریشه شیرین بیان در مقایسه با کوکوپیت-پرلیت دارای غلظت بیشتری از عناصر منگنز، مس، فسفر، آهن و روی بود؛ اما غلظت پتاسیم و سدیم آن در مقایسه با کوکوپیت-پرلیت کمتر بود. با افزایش نسبت تفاله در مخلوط بستر، غلظت آهن و منگنز در برگها افزایش یافته و غلظت فسفر و روی کاهش یافت.

واژه های کلیدی: جمعیت قارچی، عملکرد، کوکوپیت، شاخص سبزیگی (SPAD)

مقدمه

فراورده های میوه ای، اغلب ممکن است به مقادیر بیشتری از غلظت های معمول عناصر غذایی برای رشد بهینه گیاه و عملکرد و کیفیت مناسب میوه نیاز باشد (۲۲ و ۳۳). توت فرنگی در تمام کشورها از محصولات رایج گلخانه ای محسوب می شود و رشد مناسب آن به حفظ تعادل مطلوب تغذیه ای

در روش های متداول کاشت، تنش های زنده و غیرزنده باعث کاهش تولید در واحد سطح می شوند. امروزه، کشت بدون خاک زمینه ای برای کاهش تنش های محیطی و مدیریت بهتر منابع را فراهم کرده است (۸ و ۲۸). در کشت بدون خاک، به ویژه در

۱. گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Safizade@shirazu.ac.ir

بر رشد گیاه گوجه‌فرنگی و جمعیت اسپور قارچ فوزاریوم، نشان داد که میزان رشد در بستر حاوی کمپوست ریشه شیرین‌بیان نسبت به پیت افزایش یافته و تعداد اسپورهای قارچ فوزاریوم در بستر کمپوست نسبت به پیت سریع‌تر کاهش یافته است. تفاله ریشه شیرین‌بیان به دلیل ساختمان متخلخل سبب افزایش کارایی مصرف آب و افزایش عملکرد خیار گلخانه‌ای شده است (۲۹).

در ایران، به‌طور رایج و فراوان از کوکوپیت و پرلیت برای تهیه بستر رشد بدون خاک استفاده می‌شود. سالانه میلیون‌ها دلار ارز برای واردات کوکوپیت از کشور خارج می‌شود. یافتن یک جایگزین برای کوکوپیت برای جلوگیری از خروج ارز از کشور بسیار ضروری است. به‌نظر می‌رسد که تفاله ریشه شیرین‌بیان جایگزینی مناسب برای کوکوپیت باشد. بنابراین، هدف از این پژوهش، ارزیابی استفاده از تفاله ریشه شیرین‌بیان به‌عنوان یک بستر رشد جایگزین و مقایسه آن با بستر رشد مرسوم و تأثیر آنها بر رشد و جذب عناصر غذایی گیاه توت‌فرنگی تحت شرایط کشت بدون خاک بود.

مواد و روش‌ها

سیستم کاشت و ترکیب محلول غذایی

آزمایش طی پاییز و زمستان سال ۱۳۹۶ در گلخانه پژوهشی بخش تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، واقع در جنوب استان فارس، انجام گرفت. سیستم افقی کاشت متشکل بود از گلدان‌های مدور پلی‌اتیلن سیاه رنگ، با حجم ۳/۳ لیتر، که هر گلدان توسط یک قطره‌چکان مینیاتوری با دبی ۴ لیتر بر ساعت آبیاری و تغذیه می‌شد. قطره‌چکان‌ها به گونه‌ای تنظیم شدند که هر گلدان روزانه ۱۰۰ میلی‌لیتر آب یا محلول غذایی دریافت کند. برای جلوگیری از شورشدن بستر رشد، سرعت جریان محلول غذایی به‌گونه‌ای تنظیم شد تا همواره محلول غذایی جاری بوده و زه‌آب از ته گلدان خارج شود. در هفته اول پس از کاشت، گلدان‌ها با آب معمولی آبیاری شدند. از هفته دوم پس از کاشت تا پایان دوره رشد، گلدان‌ها با

در مراحل رشد رویشی و زایشی بستگی دارد (۱۳). موادی که به‌عنوان بستر رشد و نگهداری ریشه گیاه استفاده می‌شوند باید گنجایش نگهداری آب زیاد، تهویه کافی و زهکشی مناسب داشته و از گنجایش تبادل کاتیونی زیادی برخوردار باشند (۳۰). فیبر نارگیل که به کوکوپیت مشهور است، یک ترکیب حاصل از فرآوری پوست نارگیل است که از نظر فیزیکی ماده‌ای متخلخل است، از نسبت‌های برابر لیگنین و سلولز تشکیل شده و در صنعت باغبانی و کشت‌های گلخانه‌ای در بسیاری از کشورهای دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۷). کوکوپیت یکی از رایج‌ترین مواد بستر رشد تجدیدپذیر است که توجه زیادی به آن شده است، زیرا دارای ویژگی‌های فیزیکی مطلوب است و تعدادی از گیاهان، از جمله توت‌فرنگی، به‌طور موفقیت‌آمیزی در آن رشد کرده‌اند (۲۴). بر اساس پژوهش‌های فاسل و زیزو (۱۰) که گل‌های رُز را روی بستر رشد بدون خاک حاوی کوکوپیت کشت کردند، عملکرد و کیفیت ساقه‌ها افزایش یافت که این یافته به گنجایش زیاد نگهداری آب و توانایی تبادل کاتیونی کوکوپیت ارتباط داده شد. استفاده از سایر مواد بستر رشد بدون خاک با نسبت‌های مختلف نیز برای رشد موفق گیاه توت‌فرنگی گزارش شده است (۲۱).

شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) یکی از قدیمی‌ترین و مشهورترین گیاهان دارویی قاره‌های آسیا و اروپا است. در کشور ایران، ۱۲ منطقه بوم‌شناختی خشک، نیمه‌خشک و مدیترانه‌ای برای رویش این گیاه تشخیص داده شده است که در عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۳۷ درجه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۶ تا ۶۰ درجه شرقی قرار دارند (۱۶). سالانه بیش از ۱۰۰ هزار تن ریشه گیاه شیرین‌بیان در ایران برای پودر و عصاره دارویی آن مورد فرآوری قرار می‌گیرد. این فرآوری شامل خردکردن، پختن و استخراج عصاره از ریشه است. باقی‌مانده این فرایند، تفاله ریشه است که معمولاً برای بهبود ویژگی‌های خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۲). پژوهش‌های مدینا و همکاران (۲۶) در مورد اثر کمپوست ریشه شیرین‌بیان

جدول ۱. غلظت عناصر غذایی در محلول مورد استفاده کشت بدون خاک توت‌فرنگی رقم سلوا

عناصر کم‌مصرف (mg/L)		عناصر پرمصرف (mg/L)	
آهن	۱	نیترژن	۲۰۰
مس	۰/۵	فسفر (P ₂ O ₅)	۲۰۰
روی	۰/۵	پتاسیم (K ₂ O)	۲۰۰
منگنز	۰/۵		
بور	۰/۲		

جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی و غلظت عناصر غذایی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) بسترهای رشد مورد استفاده در کشت بدون خاک توت‌فرنگی رقم سلوا

Cu	Zn	Mn	Fe	Na	K	P	EC (dS/m)	pH	ترکیب بستر رشد
۳/۲	۱/۷۵	۵۰	۴۴۳	۱۰۰۰	۲۱۰۰	۳۰۰	۰/۳۰۲	۷/۵۱	۵۰٪ کوکوپیت + ۵۰٪ پرلیت
-	-	-	-	-	-	-	۰/۳	۷/۵۶	۲۵٪ تفاله + ۷۵٪ پرلیت
-	-	-	-	-	-	-	۰/۳۴	۷/۲۵	۵۰٪ تفاله + ۵۰٪ پرلیت
-	-	-	-	-	-	-	۰/۲۷	۷/۵۳	۷۵٪ تفاله + ۲۵٪ پرلیت
۵/۲	۲۷	۱۱۱	۱۹۵۳	۵۰۰	۱۰۰۰	۶۰۰	۰/۳	۷/۴۸	۱۰۰٪ تفاله

گلدان فشرده شدند. نشاهای توت‌فرنگی (رقم سلوا) که نیاز سرمایی آنها برطرف شده و دارای ریشه یکنواخت بودند پس از گندزدایی ریشه با محلول ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ردومیل در ۱۵ آذر ماه ۱۳۹۶ به‌طور منفرد و با عمق یکسان در هر گلدان کشت شدند. برخی از ویژگی‌های شیمیایی بسترهای رشد مورد استفاده در جدول (۲) آورده شده است.

گلدان‌ها در یک گلخانه با پوشش شفاف پلی‌کربنیت و نورگیری کامل روزانه خورشید قرار داده شدند. دوره کاشت سه ماه، از تاریخ ۱۵ آذر تا ۱۵ اسفندماه، در نظر گرفته شد. میانگین ماهانه دمای گلخانه به ترتیب ۲۱، ۲۵ و ۳۶ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی آن ۵۷٪ بود.

اندازه‌گیری pH و EC

مقادیر pH تمام بسترهای رشد پیش از کاشت با مخلوط‌کردن ۱۰ گرم بستر رشد با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر و هم‌زدن

محلول غذایی (AGRIMEL, Netherlands) به‌میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر در روز (pH= ۶/۶، EC=۱/۱ dS/m) تغذیه شدند (جدول ۱).

تیمارها و چگونگی کاشت

تفاله ریشه شیرین‌بیان جمع‌آوری شده از اقلیم نیمه‌خشک دشمن زیاری استان فارس پس از خردشدن و عبور از غربال ۲/۵ میلی متری بدون هیچگونه گندزدایی مورد استفاده قرار گرفت. اندازه ذرات پرلیت ۲/۵-۱/۲ میلی‌متر در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۸ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل بسترهای رشد ترکیبی تفاله ریشه شیرین‌بیان و پرلیت (به‌نسبت حجمی ۱۰۰٪ تفاله + صفر درصد پرلیت، ۷۵٪ تفاله + ۲۵٪ پرلیت، ۵۰٪ تفاله + ۵۰٪ پرلیت، ۲۵٪ تفاله + ۷۵٪ پرلیت و همچنین بستر رشد شاهد شامل ۵۰٪ کوکوپیت استاندارد + ۵۰٪ پرلیت) بودند. گلدان‌ها از مخلوط‌های رشد تا حجم کامل پر شده و سپس به‌اندازه ۳ سانتی‌متر از لبه

DW وزن خشک نمونه و V حجم سیلندر است (۱۱).

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد

در پایان دوره رشد، بوته‌ها از گلدان و بستر رشد به‌دقت خارج شدند و شاخساره و ریشه از محل طوقه از هم جدا شده و وزن تازه آنها جداگانه تعیین شد. برای تعیین وزن خشک، بوته‌ها برای مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و سپس وزن خشک با استفاده از ترازوی دیجیتال تعیین شد. با توجه به غیریکنواخت بودن گل‌دهی، گل‌های تمامی بوته‌ها در ماه اول آزمایش حذف شده و در ادامه تعداد گل‌ها و میوه‌های تولیدشده در دو ماه پایانی شمارش شده و وزن شدند. میزان سبزی‌نگی برگ‌ها (۹ برگچه توسعه‌یافته ساده از هر بوته) در دو قرائت برای هر برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر SPAD-502 (Konica Minolta, Singapore) تعیین شد.

تعیین غلظت عناصر غذایی

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر، نمونه‌های برگ جوان و کاملاً توسعه‌یافته (۲۰ عدد به‌ازای هر بوته) تهیه شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. برگ‌ها پس از شستشو با آب معمولی و آب مقطر، در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شده و سپس آسیاب شده و پس از عبور از الک برای اندازه‌گیری عناصر نگهداری شدند. مقدار یک گرم از نمونه‌های آسیاب‌شده درون کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۵ ساعت به خاکستر تبدیل شدند. خاکستر حاصل با استفاده از اسید کلریدریک ۲ مولار عصاره‌گیری شده و از کاغذ صافی عبور داده شد. برای اندازه‌گیری فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم و سدیم از دستگاه فلیم فتومتر (Corning 410, Sherwood Scientific, Ltd, UK) و برای اندازه‌گیری آهن، مس و روی از دستگاه جذب اتمی (PG 990, PG Instruments Ltd, UK) استفاده شد (۱۷).

تعیین کیفیت میکروبی بستر رشد

جمعیت باکتری‌های هوازی مزوفیلیک، مخمر و قارچ‌ها توسط

و نگهداری به‌مدت ۲۴ ساعت توسط دستگاه pH متر تعیین شد. برای تعیین رسانایی الکتریکی (EC)، ۴۰ گرم از بستر رشد با ۸۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و برای مدت ۱۵ دقیقه تکان داده شد و به‌مدت ۶۰ دقیقه نگهداری شد. EC مخلوط‌ها پس از صاف‌کردن، توسط EC متر خوانده شد. pH و EC بسترها پس از کاشت در زه‌آب گلدان‌ها در هفته اول کشت بدون محلول غذایی و در هفته آخر کشت با محلول غذایی دو مرتبه اندازه‌گیری شد و میانگین اندازه‌گیری‌ها گزارش شد (۱۷).

اندازه‌گیری چگالی ظاهری و حقیقی، تخلخل و گنجایش نگهداری آب

برای اندازه‌گیری چگالی ظاهری بسترهای رشد، نمونه‌ها پس از خشک‌کردن به‌میزان ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب در استوانه مدرج قرار داده شده و پس از وزن‌کردن، چگالی ظاهری برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب محاسبه شد. چگالی حقیقی نیز توسط پیکنومتر (۱۰۰ سانتی‌متر مکعب)، با تقسیم وزن نمونه بر حجم ذرات نمونه، ارزیابی شد، به‌گونه‌ای که حجم ذرات نمونه از رابطه: (وزن خشک نمونه + وزن آب در پیکنومتر) - وزن پیکنومتر و آب) تعیین شد. درصد تخلخل بر اساس رابطه زیر تعیین شد:

$$n = (1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}) \times 100 \quad [1]$$

که n تخلخل، ρ_b چگالی ظاهری و ρ_s چگالی حقیقی است.

برای محاسبه گنجایش نگهداری آب، نمونه‌های بسترهای رشد در سیلندرهای آلومینیومی توسط آب اشباع شدند و سپس به‌مدت ۲۴ ساعت روی کاغذ صافی قرار گرفتند تا آب ثقلی آنها خارج شود. گنجایش نگهداری آب نمونه‌ها پس از خشک شدن به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس بر اساس رابطه زیر تعیین شد:

$$WHC = (\frac{WW - DW}{V}) \times 100 \quad [2]$$

که WHC گنجایش نگهداری آب، WW وزن مرطوب نمونه،

جدول ۳. مقایسه میانگین ویژگی‌های شیمیایی بسترهای رشد در دو زمان متفاوت

هفته اول کشت (بدون محلول غذایی)		هفته آخر کشت (همراه با محلول غذایی)		تیمار
pH	رسانایی الکتریکی (EC) (dS/m)	pH	رسانایی الکتریکی (EC) (dS/m)	
۵/۰۵ ^b	۲/۱۸ ^a	۵/۰۵ ^b	۱/۶۰ ^a	۵۰٪ کوکوپیت + ۵۰٪ پرلیت
۸/۱۷ ^a	۱/۵۳ ^b	۸/۱۷ ^a	۰/۶۵ ^b	۲۵٪ تفاله + ۷۵٪ پرلیت
۸/۱۸ ^a	۱/۵۳ ^b	۸/۱۸ ^a	۰/۶۲ ^b	۵۰٪ تفاله + ۵۰٪ پرلیت
۸/۱۵ ^a	۱/۶۶ ^b	۸/۱۵ ^a	۰/۷۵ ^b	۷۵٪ تفاله + ۲۵٪ پرلیت
۸/۰۷ ^a	۱/۵۵ ^b	۸/۰۷ ^a	۰/۸۰ ^b	۱۰۰٪ تفاله

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

پارامترها مستقیماً بر فراهمی عناصر غذایی تأثیر می‌گذارند و بیانگر ماهیت ذاتی مواد بستر رشد نیز هستند. تغییرات در ترکیب یک بستر به‌طور مؤثر بر pH و EC بستر رشد تأثیر می‌گذارد (۳۴). بسترهای رشد تفاله ریشه شیرین‌بیان با نسبت‌های حجمی مختلف در ابتدای کشت و بدون کاربرد محلول غذایی دارای دامنه pH قلیایی بودند (۸/۱۸ - ۸/۰۷). اما بستر رشد کوکوپیت-پرلیت در این مرحله اسیدی بود (۵/۰۵) (جدول ۳). pH بسترهای رشد تفاله پس از کاربرد محلول غذایی از دامنه (۸/۱۸ - ۸/۰۷) به (۷/۸۸ - ۷/۶۱) کاهش یافت. اما به‌طور معنی‌داری pH بیشتری نسبت به کوکوپیت-پرلیت (۷/۱۲) داشتند. کاهش pH بسترهای آلی یک پدیده معمولی است و اساساً مربوط به گنجایش بافری ضعیف بسترهای بدون خاک است که در برابر اسیدی‌شدن محیط توسط ریشه یا استفاده از کودهای اسیدی مقاومت نمی‌کنند (۲). هرچند گونه‌های گیاهی و ارقام مختلف دارای یک دامنه pH بهینه برای رشد هستند. اما به‌طور کلی، pH بهینه بستر بدون خاک برای فراهمی مطلوب عناصر غذایی حدود ۶ است (۳۱). pH بسترهای رشد تفاله اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. به‌نظر می‌رسد اجزای تشکیل‌دهنده این دو نوع بستر رشد سبب اختلاف معنی‌دار pH شده است. مقادیر دامنه pH بسترهای رشد تفاله برای گیاه توت‌فرنگی در سیستم‌های بدون خاک به‌عنوان pH قابل قبول در نظر گرفته شده است (۲۱).

روش شمارش کل پتری‌دیش (۲۵) با کمی تغییرات اندازه‌گیری شد. برای شمارش باکتری‌های هوازی مزوفیلیک از محیط کشت ویژه این روش و برای شمارش مخمر و قارچ‌ها از محیط کشت پی‌دی‌آ (Potato Dextrose Agar) که با ۱۰٪ اسید تارتاریک اسیدی شده بود استفاده شد. ده میلی‌لیتر از زه‌آب هر گلدان با ۹۰ میلی‌لیتر از سرم فیزیولوژیک مخلوط شد. یک میلی‌لیتر از این مخلوط با ۹ میلی‌لیتر از سرم فیزیولوژیک سه بار رقیق شد. برای شمارش میکروبی، یک میلی‌لیتر از محلول رقیق‌شده نهایی روی محیط کشت ویژه هر گروه ریخته و پخش شد. پتری‌دیش‌های باکتری‌های مزوفیلیک هوازی برای مدت ۲ روز در دمای ۳۷ درجه سلسیوس و پتری‌دیش‌های مخمر و قارچ‌ها برای مدت ۳ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از آن، کلنی میکروبی پتری‌دیش‌ها شمارش شد.

پردازش داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار SAS v 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

تغییرات pH و EC تحت تأثیر نوع بستر رشد

pH و EC مهم‌ترین ویژگی‌های هر بستر رشد هستند، زیرا این

جدول ۴. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای رشد مورد استفاده پیش از کشت توت‌فرنگی رقم سلوا

EC (dS/m)	pH	گنجایش نگهداری آب (%)	تخلخل (%)	چگالی حقیقی (g/cm ³)	چگالی ظاهری (g/cm ³)	نوع بستر رشد
۰/۳۰	۷/۵۱	۵۷/۴	۸۶/۴	۱/۲۵	۰/۱۷	۵۰٪ کوکوپیت + ۵۰٪ پرلیت
۰/۳۰	۷/۵۶	۴۴/۶	۷۵/۰	۰/۶۰	۰/۱۵	۲۵٪ تفاله + ۷۵٪ پرلیت
۰/۳۴	۷/۲۵	۵۰/۴	۷۶/۹	۰/۶۵	۰/۱۵	۵۰٪ تفاله + ۵۰٪ پرلیت
۰/۲۷	۷/۵۳	۵۴/۱	۷۹/۰۰	۱/۰۰	۰/۲۱	۷۵٪ تفاله + ۲۵٪ پرلیت
۰/۳	۸/۰۰	۶۰/۴	۸۰/۸	۱/۳۰	۰/۲۵	۱۰۰٪ تفاله

دانه‌ها و محصولات قابل قبول شناخته شده است (۱۸). چگالی ظاهری بستر رشد ۵۰٪ تفاله + ۵۰٪ پرلیت (g/cm³) (۰/۱۵) کمتر از بستر رشد ۵۰٪ کوکوپیت + ۵۰٪ پرلیت (g/cm³) (۰/۱۷) بود. بر همین اساس، درصد تخلخل کوکوپیت-پرلیت (۸۶/۴) بیشتر از درصد تخلخل تفاله (۷۶/۹) بود. بنابراین، تهویه در بستر رشد کوکوپیت-پرلیت بهتر از سایر ترکیب‌های بستر رشد است. درصد تخلخل معیاری برای تهویه محیط ریشه است. زمانی که تهویه محیط ریشه کافی باشد ریشه به آسانی در بستر نفوذ کرده و حجم و فضای بیشتری از محیط را اشغال می‌کند. در نتیجه، تأمین آب قابل استفاده و جذب عناصر غذایی برای رشد گیاه در این محیط بهتر صورت می‌گیرد. گنجایش نگهداری آب در بستر رشد کوکوپیت-پرلیت (۵۷/۴۳) نیز بیشتر از تفاله (۵۰/۴) بود. موازنه میزان رطوبت در مخلوط ماده آلی همراه با تهویه کافی باعث استقرار خوب شرایط محیطی در اطراف ناحیه ریشه می‌شود که آن هم به نوبه خود فراهمی عناصر غذایی و به دنبال آن رشد و نمو گیاه را امکان‌پذیر می‌سازد (۱۰). بستر مناسب برای رشد باید دارای گنجایش نگهداری آب، زهکشی سریع و تهویه مناسب باشد. این ویژگی‌ها مستقیماً تحت تأثیر توزیع اندازه ذرات و چگالی ظاهری بستر رشد قرار می‌گیرد (۱۱). بستر رشد ۱۰۰٪ تفاله دارای بیشترین چگالی ظاهری و بیشترین گنجایش نگهداری آب بود. این نتایج شبیه به امری و همکاران (۱) است که بستر رشد ۲۵٪ ورمی‌کمپوست

EC بستر کوکوپیت-پرلیت (۱/۶ dS/m) در هفته اول کشت، بدون محلول غذایی نسبت به بسترهای تفاله ریشه شیرین‌بیان (۰/۸-۰/۶۲ dS/m) با اختلاف زیاد بیشتر شد (جدول ۳). تمام بسترهای رشد پس از تغذیه با محلول غذایی و در هفته پایانی دوره کشت افزایش یافتند. اما همچنان EC بستر کوکوپیت-پرلیت به‌طور معنی‌داری بیشتر از EC بسترهای رشد تفاله ریشه شیرین‌بیان بود. این نتایج قابل پیش‌بینی بود. زیرا تفاله ریشه شیرین‌بیان نسبت به کوکوپیت کمتر تجزیه‌پذیر و چوبی است و از مرحله فرآوری نیز عبور نکرده است. کوکوپیت و کمپوست‌ها موادی با EC زیاد هستند. زیرا کوکوپیت در مراحل تهیه، با آب دریا شستشو می‌شود و کمپوست‌ها طی فرایند، کود دریافت می‌دارند (۲۷). افزایش EC بسترهای رشد پس از کاربرد محلول غذایی و در اواخر هفته کشت به EC محلول غذایی ربط داده می‌شود. اما اختلاف معنی‌دار EC دو نوع بستر رشد نشان می‌دهد که EC نیز همانند pH تحت تأثیر اجزای تشکیل‌دهنده بسترهای رشد قرار گرفته است.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای رشد مورد استفاده

تعدادی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای مورد استفاده در کشت بدون خاک توت‌فرنگی در جدول (۴) مشاهده می‌شود. چگالی ظاهری بسترهای رشد بر اساس ترکیب آنها در دامنه ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ g/cm³ متغیر بود. مقادیر چگالی ظاهری بین ۰/۱ تا ۰/۳ g/cm³ برای کشت بدون خاک



شکل ۱. جمعیت کلنی ریزجانداران مختلف حاصل از زه‌آب بسترهای رشد توت‌فرنگی رقم سلوا پس از ۳ ماه (هفته آخر) کشت. در هر گروه ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

قادرند روی ریشه تشکیل کلنی دهند و میسلیوم‌ها در درون بستر رشد گسترش می‌یابند. بنابراین، جمعیت قارچی ممکن است تحت تأثیر نوع بستر رشد قرار گیرد. در تأیید نتایج این پژوهش، مارتینز و همکاران (۲۵) گزارش کردند که جمعیت قارچ‌ها تحت تأثیر بستر رشد و سیستم کشت بدون خاک باز و بسته قرار گرفته‌اند. آنها دریافتند که منابع غذایی محیط ریشه که در دسترس ریزجانداران قرار می‌گیرد عامل مهمی در جمعیت میکروبی بستر رشد است (۲۵). نظر به اینکه ریشه شیرین‌بیان حاوی باقی‌مانده قندهای ساختار ریشه است بنابراین درصد حجم بیشتر تفاله و به‌دنبال آن مواد قندی بیشتر باعث افزایش جمعیت قارچ‌ها شده است. عدم تأثیر درصد تفاله ریشه شیرین‌بیان بر جمعیت باکتری‌ها و یکسان‌بودن جمعیت آنها در دو نوع بستر رشد را می‌توان به تنوع وسیع مواد غذایی مانند کربن و نیتروژن و رشد سریع آنها نسبت به سایر ریزجانداران نسبت داد (۱۲).

تأثیر نوع بستر رشد بر شاخص‌های رشد گیاه توت‌فرنگی

در تیمار ۱۰۰٪ تفاله ریشه شیرین‌بیان، تعداد گل در بوته توت‌فرنگی با اختلاف معنی‌دار کاهش یافت؛ اما تعداد میوه در

+۴۵٪ کوکوپیت + ۳۵٪ پرلیت بیشترین چگالی ظاهری و بیشترین گنجایش نگهداری آب را نسبت به سایر بسترهای رشد داشت. آنها نتیجه گرفتند که با افزایش چگالی ظاهری، تخلخل کل کاهش یافته و گنجایش نگهداری آب افزایش می‌یابد.

بررسی جمعیت میکروبی زه‌آب بسترهای مختلف رشد در هفته آخر رشد گیاه توت‌فرنگی

شکل (۱)، اثر بسترهای مختلف رشد بر جمعیت ریزجانداران زه‌آب را نشان می‌دهد. با وجودی که بستر رشد ۱۰۰٪ تفاله ریشه شیرین‌بیان بیشترین جمعیت باکتریایی را دارا است اما اختلاف معنی‌دار بین جمعیت باکتریایی بسترهای مختلف رشد مشاهده نشد. جمعیت قارچ‌ها با اختلاف معنی‌دار تحت تأثیر ترکیب بستر رشد قرار گرفتند. جمعیت قارچ‌های بسترهای رشد ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله اختلاف معنی‌داری با جمعیت قارچ‌های بستر رشد کوکوپیت-پرلیت نداشتند. اما جمعیت قارچ‌ها در بسترهای رشد ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله به‌طور معنی‌داری نسبت به بستر رشد کوکوپیت-پرلیت و ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله بیشتر بودند. کوهاکان و همکاران (۲۰) اظهار داشتند قارچ‌ها

بسترهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله به‌طور معنی‌داری نسبت به بستر کوکوپیت-پرلیت و بسترهای ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله به‌ترتیب دارای بیشترین جمعیت کلنی قارچ‌ها بودند. بنابراین، ویژگی‌های افزایش جمعیت قارچ‌ها در منطقه ریشه نیز ممکن است بر عملکرد فیزیولوژیک معمول گیاه تأثیر گذاشته و باعث کاهش فتوسنتز و عملکرد گیاهان این تیمارها شده است.

کاهش معنی‌دار وزن تازه شاخساره، وزن خشک شاخساره و شاخص سبزی‌نگی در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله نیز مشاهده شد (جدول ۵). کاهش مقادیر این شاخص‌ها بیانگر کاهش فتوسنتز است و نشان می‌دهد انتقال کربوهیدرات به میوه‌ها نیز کاهش یافته است. عموماً پذیرفته شده که اندازه مساحت برگ‌های فتوسنتزکننده فعال که تأمین‌کننده غذای میوه است فاکتور تعیین‌کننده برای اندازه میوه است (۵). گیاهان بستر رشد کوکوپیت-پرلیت دارای بیشترین عملکرد و مقدار شاخص سبزی‌نگی بودند. بنابراین، افزایش اندازه میوه ممکن است به‌علت افزایش مقادیر شاخص سبزی‌نگی و در نتیجه افزایش فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها در گیاهان بستر کوکوپیت-پرلیت باشد. افزایش اندازه میوه در بستر رشد کوکوپیت-پرلیت نسبت به خاک نیز گزارش شده است (۲۷). پژوهش‌های دیلمقانی و همکاران (۶) که اثر بسترهای مختلف رشد بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک را بررسی کردند نشان داد که ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی در کشت هیدروپونیک به ترکیب بستر آن بستگی داشته است. به‌گونه‌ای که بهترین ویژگی‌های کمی و کیفی میوه از بستر مخلوط پرلیت-کوکوپیت با نسبت های حجمی ۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰ به‌دست آمد (۶). همچنین، بررسی بسترهای مختلف رشد شامل کوکوپیت، پرلیت، نسبت‌های کوکوپیت و پرلیت (۱:۱)، کوکوپیت و پرلیت (۳:۱) و کوکوپیت و پرلیت (۳:۱) بر صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد (۱/۸۷ و ۱/۱۷ کیلوگرم در مترمربع) به‌ترتیب در بسترهای کوکوپیت خالص و پرلیت خالص حاصل شده است (۲۳).

گیاه تحت تأثیر تیمارها قرار نگیرد. عملکرد بوته‌ها در هر گلدان تحت تأثیر بسترهای رشد قرار گرفت. به‌گونه‌ای که گیاهان در بسترهای رشد ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله کمترین عملکرد را نشان دادند و برعکس، گیاهان تیمار کوکوپیت-پرلیت گرچه اختلاف معنی‌داری با عملکرد تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد تفاله نداشتند اما بیشترین عملکرد را نشان دادند (جدول ۵).

عملکرد یک گیاه برآیند دو فاکتور تعداد و اندازه میوه بوده و این دو نیز نشان‌دهنده قدرت رشد گیاه هستند. نظر به اینکه تعداد میوه بین تیمارهای مختلف تفاوتی نشان نداد، اختلاف در عملکرد ناشی از اختلاف در اندازه میوه است. بنابراین، کاهش عملکرد گیاهان بسترهای رشد ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله مربوط به کاهش اندازه میوه است. اندازه یا وزن میوه با آب در دسترس گیاه و در بستر رشد ارتباط مستقیمی دارد. از طرف دیگر، توانایی گیاه برای جذب آب و عناصر غذایی از بستری که قابلیت ذخیره آب در منطقه ریشه و نیز آب قابل دسترس گیاه را با محدودیت روبرو می‌سازند به‌شدت کاهش می‌یابد. بنابراین، با کاهش آب در گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن و اندازه میوه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۳). کاهش اندازه میوه و به‌دنبال آن کاهش عملکرد در این تیمارها ممکن است به‌علت شرایط ایجادشده در بستر رشد باشد که مانع انتقال آب به‌سوی میوه شده است. چنانچه، کاهش اندازه میوه توت‌فرنگی در شرایط شوری و تغییر تعادل پتانسیل اسمزی ریشه نیز مشاهده شده است (۱۹). نظر به اینکه افزایش میزان درصد تفاله در این دو بستر رشد (۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله) نسبت به سایر بسترهای رشد باعث افزایش چگالی ظاهری و گنجایش نگهداری آب شده است؛ بنابراین کمبود آب در اطراف محیط رشد ریشه منتفی است. حدس زده می‌شود عواملی مانند ایجاد شرایط ماندابی و کاهش اکسیژن بستر رشد باعث کاهش فعالیت متابولیک ریشه برای جذب آب و عناصر غذایی شده است. تحت شرایط کمبود اکسیژن، انرژی سلول‌های ریشه تا حد زیادی کاهش می‌یابد. در نتیجه، جذب فعال و غیرفعال مختل می‌شود. افزون بر این، یکی از پیامدهای فیزیولوژیک کاهش اکسیژن، بسته‌شدن روزنه‌های برگ است که باعث کاهش تعرق، فتوسنتز و عملکرد می‌شود (۱۵).

جدول ۵. اثر بسترهای مختلف کشت بر شاخص‌های رشد گیاه نوت‌فرنگی رقم سلوا پس از ۳ ماه رشد در شرایط کشت بدون خاک

شاخص	عملکرد در بوته	تعداد میوه	تعداد گل در بوته	وزن خشک			وزن تازه			تیمار
				ریشه	شاخساره	ریشه	ریشه	شاخساره	ریشه	
۵۳/۳ ^a	۱۴۷/۵ ^a	۱۲/۲ ^a	۱۷/۴ ^a	۱۶/۹ ^a	۲۱/۹ ^a	۲۵/۱ ^a	۴۰/۹ ^a	۵۰/۵ ^a + پرلیت		
۴۹/۹ ^a	۱۴۰/۴ ^a	۱۱/۶ ^a	۱۷/۲ ^a	۱۷/۲ ^a	۱۹/۵ ^b	۲۱/۹ ^{bc}	۲۸/۸ ^b	۲۵/۲۵ + پرلیت		
۴۷/۹ ^a	۱۳۸/۵ ^a	۱۱/۷ ^a	۱۶/۴ ^{ab}	۱۷/۴ ^a	۱۹/۳ ^b	۲۳/۹ ^{ab}	۲۶/۳ ^b	۵۰/۵۰ + پرلیت		
۳۷/۲ ^b	۱۲۸/۶ ^b	۱۲/۲ ^a	۱۷/۵ ^a	۱۷/۴ ^a	۱۷/۶ ^c	۲۲/۷ ^{abc}	۲۱/۵ ^c	۲۵/۲۵ + پرلیت		
۳۲/۲ ^b	۹۳/۷ ^c	۱۰/۵ ^a	۱۵/۳ ^b	۱۷/۳ ^a	۱۷/۶ ^c	۲۱/۱ ^c	۱۹/۹ ^c	۱۰۰/۱۰۰ + تفاله		

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ براساس آزمون LSD ندارند.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر بسترهای مختلف رشد بر غلظت عناصر غذایی شاخساره (میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک) گیاه توت‌فرنگی رقم سلوا پس از ۳ ماه رشد در شرایط کشت بدون خاک

Mn	Cu	Zn	Fe	K	P	تیمار
۲۵ ^b	۲ ^{cd}	۵۰ ^b	۷۰ ^b	۲۵ ^a	۳۷۰۰ ^a	۵۰٪ کوکوپیت + ۵۰٪ پرلیت
۴۳ ^{ab}	۳ ^{bc}	۶۳ ^a	۷۶ ^b	۲۲ ^a	۳۱۹۸ ^b	۲۵٪ تفاله + ۷۵٪ پرلیت
۴۷ ^{ab}	۴ ^a	۵۱ ^b	۷۲ ^b	۲۴ ^a	۲۹۲۰ ^b	۵۰٪ تفاله + ۵۰٪ پرلیت
۴۲ ^{ab}	۲ ^d	۴۰ ^c	۹۵ ^a	۲۳ ^a	۲۴۰۸	۷۵٪ تفاله + ۲۵٪ پرلیت
۶۲ ^a	۳ ^b	۳۵ ^c	۱۰۴ ^a	۲۱ ^a	۲۲۷۱ ^c	۱۰۰٪ تفاله

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند.

در تفاله ریشه شیرین‌بیان به‌صورت قابل توجهی بیشتر از کوکوپیت-پرلیت بود (جدول ۲). همچنین، در تیمار ۱۰۰٪ تفاله ریشه شیرین‌بیان، به‌دلیل وجود شرایط احیا، غلظت قابل جذب عناصر آهن (Fe^{+2}) و منگنز (Mn^{+2}) افزایش یافته است. کاربرد نسبت‌های مختلف تفاله شیرین‌بیان سبب کاهش معنی‌دار غلظت فسفر شاخساره توت‌فرنگی شد (جدول ۶). به‌گونه‌ای که کمترین غلظت فسفر در تیمار ۱۰۰٪ تفاله (۲۲۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. غلظت فسفر در تفاله ریشه شیرین‌بیان حدود دو برابر غلظت فسفر در کوکوپیت است (جدول ۲). اما با این وجود، در اثر افزایش نسبت تفاله ریشه شیرین‌بیان به بستر رشد، غلظت فسفر در گیاه کاهش یافت. کاهش غلظت فسفر می‌تواند به‌دلیل افزایش pH بستر رشد و ایجاد شرایط بی‌هوای در اثر افزایش نسبت تفاله ریشه شیرین‌بیان در بستر رشد و در نتیجه جذب کمتر فسفر توسط ریشه باشد. غلظت پتاسیم شاخساره در اثر افزودن تفاله ریشه شیرین‌بیان به بستر رشد کاهش یافت؛ ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). غلظت روی (Zn) شاخساره نیز با کاربرد تیمار ۲۵٪ تفاله به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ولی کاربرد تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاله سبب کاهش معنی‌دار غلظت Zn شاخساره شد. به نظر می‌رسد که افزایش pH بستر رشد و ایجاد شرایط احیا سبب کاهش جذب این عنصر توسط ریشه در تیمارهای ۷۵ و

کوکوپیت دارای pH اسیدی، گنجایش تبادل کاتیونی زیاد، گنجایش نگهداری آب و درصد تخلخل زیاد است. بنابراین، تهویه و زهکشی مناسب، شرایط رشد مناسب‌تری برای گیاه فراهم می‌آورد (۲۷). گنجایش تبادل کاتیونی زیاد در کوکوپیت سبب پایداری pH می‌شود که آن هم به نوبه خود بر جذب عناصر غذایی تأثیر دارد (۳۱). افزایش عملکرد و مقدار شاخص سبزی‌نگی در گیاهان رشد کرده در بستر ۵۰٪ کوکوپیت + ۵۰٪ پرلیت ممکن است به‌دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مناسب برای رشد توت‌فرنگی باشد. از این نظر که مقادیر عملکرد و شاخص سبزی‌نگی گیاهان بستر ۲۵٪ و ۵۰٪ تفاله تفاوت معنی‌دار با مقادیر عملکرد و شاخص سبزی‌نگی گیاهان بستر کوکوپیت-پرلیت نداشتند، می‌توان استنباط کرد که ترکیب‌های این دو بستر نیز شرایطی مناسب و مشابه ترکیب بستر کوکوپیت-پرلیت فراهم آورده‌اند.

اثر نوع بستر رشد بر غلظت عناصر غذایی شاخساره توت‌فرنگی

با افزایش نسبت تفاله ریشه شیرین‌بیان به کوکوپیت در بستر رشد، غلظت آهن و منگنز در شاخساره توت‌فرنگی افزایش یافت. به طوری که تأثیر تیمار ۱۰۰٪ تفاله شیرین‌بیان اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد (کوکوپیت-پرلیت) داشت (جدول ۶). این نتیجه قابل انتظار بود، زیرا غلظت عناصر آهن و منگنز

نتیجه‌گیری

نتایج واکاوی شیمیایی، فیزیکی و میکروبی کوکوپیت و تفاله ریشه شیرین بیان نشان داد که ماهیت و ترکیب نسبت‌های مختلف بستر رشد اثر معنی‌دار بر چگالی ظاهری، EC، pH، جمعیت کلنی میکروبی بستر رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی دارد. بستر تفاله در هفته اول کشت، بدون محلول غذایی، دارای عناصر غذایی و pH بیشتر، اما میزان EC کمتر از بستر رشد کوکوپیت-پرلیت بود. روند نسبت‌های pH و EC بسترها پس از کاربرد محلول غذایی و تا آخر دوره کشت برقرار بود. شرایط فیزیکی و شیمیایی بسترهای مختلف رشد آثار معنی‌دار و متفاوتی بر میزان جذب هر یک از عناصر غذایی داشت. افزایش نسبت ترکیب تفاله به پرلیت باعث افزایش چگالی ظاهری، گنجایش نگهداری آب و جمعیت کلنی میکروبی بستر رشد شد؛ و برعکس، باعث کاهش مقادیر شاخص سبزی‌نگی و عملکرد گیاه توت‌فرنگی شد. مقادیر شاخص سبزی‌نگی و عملکرد گیاهان بستر ۵۰٪ کوکوپیت و ۵۰٪ پرلیت بیش از سایر بسترها بود اما با مقادیر آنها در بسترهای ۲۵٪ و ۵۰٪ تفاله تفاوت آماری نداشت. با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که تیمار ۵۰٪ پرلیت و ۵۰٪ تفاله ریشه شیرین بیان بستر رشد مناسبی برای جایگزینی بستر رشد حاوی ۵۰٪ کوکوپیت و ۵۰٪ پرلیت باشد.

۱۰۰ درصد تفاله شده است. تغییرات غلظت مس شاخصاره در اثر افزودن نسبت‌های مختلف تفاله ریشه شیرین بیان به بستر رشد روند منظمی نداشت. در بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده، رشد گیاه تحت تاثیر نوع بستر رشد و تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مانند تخلخل، گنجایش آبی و هوایی مواد آلی و در نتیجه موازنه هوا و آب بستر رشد ریشه قرار می‌گیرد. با این وجود، اثر مثبت و منفی یک گیاه و همچنین ریزاندام‌واره‌ها بر رشد سایر گیاهان از طریق آزادسازی ترکیبات شیمیایی حاصل از ترشح ریشه، شستشو، تبخیر و همچنین آزادسازی غیرفعال مواد تجزیه‌شده به بستر رشد که اثر آلوپاتی نام دارد را نیز باید در نظر گرفت. چنانچه در کشت بدون خاک با سیر و فلفل، ترشح ریشه سیر در تراکم بوته کم سیر باعث افزایش ارتفاع و میزان کلروفیل فلفل شد؛ اما در تراکم بوته زیاد سیر اثر معکوس داشت (۷). همچنین، تزریق عصاره برگ گیاه گردو به بستر رشد گیاه توت‌فرنگی که در شرایط کشت بدون خاک رشد می‌کرد به شدت مانع رشد رویشی و زایشی و کاهش عناصر غذایی برگ آن شد (۹). بنابراین، احتمال آثار آلوپاتی ترکیبات ریشه شیرین بیان بر رشدونمو گیاه توت‌فرنگی در شرایط این آزمایش وجود دارد و در پژوهش‌های آینده قابل بررسی است.

منابع مورد استفاده

1. Ameri, A., A. Tehranifar, M. Shoor and G.H. Davarynejad. 2012. Effect of substrate and cultivar on growth characteristics of strawberry in soilless culture system. *Afr. J. Biotech.* 11: 11960–11966.
2. Argo, W.R. and P.R. Fisher. 2008. Understanding Plant Nutrition: Managing Media pH. *Greenhouse Grower*. <http://www.Greenhousegrower.Com/magazine/?Stored=1495>.
3. Cantliffe, D., J.N. Shaw, E. Jovicich, J.C. Rodriguez, I. Secker and Z. Karchi. 2001. Passive ventilation high roof greenhouse production of vegetable in a humid mild winter climate. *Acta Hort.* 559: 515–520.
4. Carlile, W.R., C. Cattivello and P. Zaccheo. 2015. Organic growing media: Constituents and properties. *Vadose Zone J.* 14: 11539–11663.
5. Caruso, G., G. Villari, G. Melchionna and S. Conti. 2011. Effects of cultural cycles and nutrient solutions on plant growth, yield and fruit quality of alpine strawberry (*Fragaria vesca* L.) grown in hydroponics. *Acta Hort.* 129: 479–485.
6. Dilmaghani, M.R. and S. Hemmaty. 2011. Effect of different substrates on nutrients content, yield and quality of strawberry cv. Selva in soilless culture. *J. Sci. Technol. Greenhouse Culture* 7: 1–7. (In Persian)
7. Ding, H., Z. Cheng, M. Liu, S. Hayat and H. Feng. 2016. Garlic exerts allelopathic effects on pepper physiology in a hydroponic co-culture system. *Co. Biol.* 5: 631–637.

8. Ebrahimi, R., M.K. Souri, F. Ebrahimi and M. Ahmadizadeh. 2012. Growth and yield of strawberries under different potassium concentrations of hydroponic system in three substrates. *World Appl. Sci. J.* 16: 1380–1386.
9. Ercisli, S., A. Esken, E. Turkkal and E. Orhan. 2005. The allelopathic effects of Juglone and walnut leaf extracts on yield, growth, chemical and PNE compositions. *Plant Soil Environ.* 51: 283–287.
10. Fascell, G. and G.V. Zizzo. 2005. Effect of growing media on yield and quality of soilless cultivated rose. *Acta Hort.* 697: 133–138.
11. Fernandes, C. and J. Edvardo Cora. 2004. Bulk density and relationship air/water of horticultural substrate. *Sci. Agric.* 61: 446–450.
12. Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41: 109–117.
13. Hargreaves, J.C., M.S. Adl, P.R. Warman and H.P.V. Rupasinghe. 2008. The effects of organic and conventional nutrient amendments on strawberry cultivation fruit yield and quality. *J. Sci. Food Agric.* 88: 2669–2675.
14. Hernanz, D., A.F. Recamales, A.J. Melendez-Martinez, M.L. Gonzalez-Miret and F.J. Heredia. 2008. Multivariate statistical analysis of the color-anthocyanin relationships in different soilless-grown strawberry genotypes. *J. Agric. Food Chem.* 56: 2735–2741.
15. Herzog, M., G.G. Striker, T.D. Colmer and O. Pederson. 2016. Mechanisms of waterlogging tolerance in wheat – a review of root and shoot physiology. *Plant Cell Environ.* 39: 1068–1086.
16. Hosseini, S.M.A., M.K. Souri, N. Farhadi, M. Moghadam and R. Omidbeigi. 2014. Changes in glycyrrhizin content of Iranian licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) affected by different root diameter and ecological conditions. *Agric. Commun.* 2: 27–33.
17. Kalra, Y.P. 1998. *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*. CRC Press.
18. Kampf, A.N., P.A. Hammer and T. Kirk. 1999. Effect of packing density on the mechanical impedance of root media. *Acta Hort.* 481: 682–691.
19. Keutgen, A.J. and E. Pawelzik. 2008. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. *Food Chem.* 55: 1612–1619.
20. Koohakan, P., H. Ikeda, T. Jeanaksorn, M. Tojo, S.I. Kussakari, K. Okada and S. Sato. 2004. Evaluation of the indigenous microorganisms in soilless culture: Occurrence and quantitative characteristics in the different growing systems. *Sci. Hort.* 101: 179–188.
21. Kuisma, E., P. Palonen and M. Yli-Halla. 2014. Reed Canary grass straw as substrate in soilless cultivation of strawberry. *Sci. Hort.* 178: 217–223.
22. Mardanluo, S., M.K. Souri and M. Ahmadi. 2018. Plant growth and fruit quality of two pepper cultivars under different potassium levels of nutrient solutions. *J. Plant Nutr.* 41: 1604–1614.
23. Mashhadi Jafarlou, A., M. Henareh and A. Samadi. 2016. Effect of plant density and culture medium on quantitative and qualitative characteristics of strawberry cv. Selva in hydroponic cultivation. *Pomology Res.* 1: 30–42. (In Persian)
24. Martinez, F., J. Alberto Oliveira, E. Oliveira Calvete and P. Palencia. 2017. Influence of growth medium on yield, quality indexes and SPAD values in strawberry plant. *Sci. Hort.* 217: 17–29.
25. Martinez, F., S. Castillo, C. Borrero, S. Péres, P. Palencia and M. Avilés. 2013. Effect of soilless growing systems on the biological properties of growth media in strawberry. *Sci. Hort.* 150: 59–64.
26. Medina, S., A. Krassnovsky, A. Yogev and M. Raviv. 2011. Horticultural characteristics of Licorice waste compost. *Compost Sci. Util.* 19: 163–169.
27. Noguera, P., M. Abad, V. Noguera, R. Puchades and E. Maquieira. 2000. Coconut coir waste, a new and ecologically-friendly peat substrate. *Acta Hort.* 517: 279–286.
28. Pourranjbari Saghaiesh, S., M.K. Souri and M. Moghaddam. 2019. Characterization of nutrients uptake and enzymes activity in Khatouni melon (*Cucumis melo* var. Inodorus) seedlings under different concentrations of nitrogen, potassium and phosphorus of nutrient solution. *J. Plant Nutr.* 42: 1–8.
29. Rajaie, M., M. Attarzadeh, S.H. Mosavi and M. Attarzadeh. 2015. Using licorice compost (*Glycyrrhiza glabra*) to reduce the water stress effect in greenhouse cucumber. *J. Agric. Sci. Sustain. Prod.* 3: 79–90. (In Persian)
30. Shinohara, Y., T. Hata, T. Maruo, M. Hohjo and T. Ito. 1999. Chemical and physical properties of the coconut-fiber substrate and the growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants. *Acta Hort.* 481: 145–149.
31. Sonnereld, C. and W. Voogt. 2009. *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. 1st Ed., Springer.
32. Statistical Center of Iran. 2015. *Basic Classification of Iranian Crops based on CPC*. Rev. 2, Publications of Statistical Center of Iran. (In Persian)
33. Tohidloo, G., M.K. Souri and S. Eskandarpour. 2018. Growth and fruit biochemical characteristics of three strawberry genotypes under different potassium concentrations of nutrient solution. *Open Agric.* 3: 356–362.
34. Van Patten, G.F. 2011. *Gardening Indoors with Soil and Hydroponics*. SI, Patten Pub., pp. 57–110.

Feasibility of using Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) Root Residue as Growth Medium and Its Effect on Growth Indices and Nutrients Uptake in Soilless Culture of Strawberry

M. R. Safizadeh^{1*}, H. R. Boostani² and A. Mirsoleimani¹

(Received: 21 April 2019; Accepted: 30 November 2019)

Abstract

Licorice root pulp is an organic waste which may be used as a growth medium in soilless culture. A research was conducted in a completely randomized design with 8 replications to assess the efficiency of licorice root pulp as a growth medium for strawberry plant (Selva cv.) under greenhouse conditions for three months. In this experiment, four ratios (v/v) of perlite:licorice root pulp (75:25, 50:50, 25:75 and 0:100%) were compared with cocopeat:perlite (50:50) as control. Plant growth indices and fungal population of growth medium were significantly affected by the type of medium. Fruit yield and greenness index (SPAD) values were enhanced by the cocopeat-perlite mixture; but there were not significant differences with media comprising of 25 and 50 percent of pulp residue. Bulk density, water holding capacity and fungal population in the media containing 75 and 100 percent of licorice root pulp were higher than other culture media. In addition, plants grown on 75 and 100 percent of licorice root pulp had the lowest yield and SPAD values compared to other treatments. Licorice root pulp had higher contents of nutrients such as Mn, Cu, P, Fe and Zn, but, its K and Na concentrations were less than those in the cocopeat-perlite. Concentrations of Fe and Mn in the leaves were increased, while concentrations of P and Zn were decreased, by increasing the ratio of licorice root pulp in the culture medium.

Keywords: Fungal population, Yield, Cocopeat, Greenness index (SPAD).

1. Dept. of Plant Prod., College of Agric. and Nat. Resour. of Darab, Shiraz Univ., Darab, Iran.

2. Dept. of Range and Watershed Manage., College of Agric. and Nat. Resour. of Darab, Shiraz Univ., Darab, Iran.

* Corresponding Author, Email: Safizade@shirazu.ac.ir