نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۳ ، مرداد - شهریور ۱۳۸۹، ص ۵۰۷-۵۰۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 3, July – Aug. 2010, p. 501-507

مطالعه تأثیر ترکیب های مختلف سوبسترا بر فرآیند میوه دهی قارچ شی تاکه (اولین گزارش تولید در ایران)

لیلا رازقی یدک[1*] - مجید عزیزی[2] - محمد فارسی[3]

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۷
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۸

چکیده

قارچ شی‌تاکه (*Lentinula edodes*(Berk) Singer/Pegler) از لحاظ تولید مرتبه دوم را در میان قارچ‌های خوراکی مهم دنیا به خود اختصاص داده است. این قارچ به خاطر طعم و مزهٔ بی‌نظیر و همچنین خواص دارویی مدتهای مدیدی است که مورد توجه ویژه قرار گرفته است. با توجه به اهمیت در دنیا و همچنین با توجه به تأثیر بستر کاشت برتولید میوه در این قارچ دارویی، تحقیقی در یک طرح بلوک کاملا تصادفی با چهار فرمول بستر کاشت شامل:۱) خاک اره، سبوس گندم، ارزن ۲) خاک اره، سبوس برنج، ملاس،گچ و سوپر فسفات کلسیم ۳) خاک اره، سبوس گندم و تفاله چای ۴) خاک اره، ساکارز، اسید سیتریک،گچ و کربنات کلسیم بر فرآیند زود میوه دهی، عملکرد، بهره وری بیولوژیکی، میانگین تعداد و وزن هر قارچ با ۶ تکرار بررسی شد. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که آغاز میوه‌دهی در فرمول سوبسترای ۱ بسیار زودتر (۵۸ روز از تلقیح تا تولید میوه) از بقیه فرمول ها رخ داد. همچنین این فرمول سبب بیشترین عملکرد (۱۱۲/۳ g/log) و بهره وری بیولوژیکی (۳۵/۰۹٪) در بین سایر فرمول های سوبسترای مورد بررسی داشت. تعداد قارچ نیز در فرمول سوبسترای ۱ بیشترین مقدار (۱۶/۶۷ N/log) بود. لازم به ذکر است که بین فرمول های سوبسترای ۱ و ۲ از لحاظ خصوصیات اندازه گیری شده، اختلاف معنی داری وجود نداشت. بیشترین میانگین وزن قارچ تعلق به فرمول سوبسترای ۴ با ۱۴/۳۳ گرم قارچ داشت.

واژه های کلیدی: شی تا که، ترکیب سوبسترا، عملکرد، بهره وری بیولوژیکی، وزن و تعداد قارچ

مقدمه

شی تاکه یا [*lentinula edodes* (Berk)Pegler] یکی از مهمترین قارچ‌های خوراکی، دارویی در کشورهای آسیایی و دومین قارچ کشت شده در جهان است (۱۳). انواع زیادی از قارچ ها در طبیعت وجود دارند که کمتر از ۲۵ گونه بطور گسترده‌ای بعنوان غذا پذیرفته شده اند و فقط تعداد معدودی به صورت تجاری در آمده اند (۱۵). کشت قارچ نه تنها تأثیر زیست محیطی ضایعات کشاورزی مورد استفاده بعنوان سوبسترا را کاهش می‌دهد بلکه جایگزین قابل قبولی را به لحاظ اقتصادی برای تولید غذا با طعم و کیفیت بالا و تولید متابولیت های با ارزش از قبیل آنزیم یا پلی ساکارید تامین می‌کند. بعلاوه قارچ ها خصوصا شی تا که منبع گسترده ای از فرآورده های غنی دارویی جدید (ترکیبات بیواکتیو) هستند. در آمریکا تولید شی‌تاکه از ۳۳۹۸ تن در سالهای ۲۰۰۲-۲۰۰۳ به ۴۱۲۸ تن در سالهای ۲۰۰۴-۲۰۰۵ رسیده است که بیشتر روی سوبسترای مصنوعی تشکیل شده از خاک اره‌ی بلوط و مواد غنی‌کننده (ارزن،چاودار و سبوس گندم) پرورش می‌یابد (۱۲).

دسترسی به سوبستراهای ارزان و یکنواخت برای تولید شی‌تاکه یک عامل مهم برای موفقیت در تولید است. تولید شی‌تاکه بر روی سوبستراهای مصنوعی غنی و استریل شده طی چند سال گذشته افزایش یافته است (۶). تمایل به سمت استفاده بیشتر از بلوک‌های مصنوعی در مقایسه با کنده‌های طبیعی برای تولید شی‌تاکه به پتانسیل عملکرد بیشتر و کاهش زمان مورد نیاز برای تولید محصول

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Leila.ry@gmail.com)
۲- دانشیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و عضو کمیته علمی گروه زیست فناوری قارچ‌های خوراکی جهاد دانشگاهی مشهد
۳- استاد گروه بیوتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و عضو کمیته علمی گروه زیست فناوری قارچ‌های خوراکی جهاد دانشگاهی مشهد

روی بلوک‌های مصنوعی نسبت داده می‌شود (۸). خاک اره عمومی-ترین ماده ی زمینه ای مورد استفاده در فرمول های مصنوعی سوبسترا برای تولید شی‌تاکه در آمریکاست، که بطور کلی از باقی‌مانده های انواع مختلف چوب بدست می‌آید (۹). پرورش دهندگان در سراسر دنیا فرمول‌های مختلفی با غنی ساختن خاک اره استفاده می‌کنند، بیشتر بلوک های مصنوعی که بطور تجاری برای تولید شی‌تاکه استفاده می‌شوند از تقریبا ۵۰٪ تراشه چوب و ۵۰٪ مکمل‌های غذایی غنی‌کننده از قبیل ارزن، سبوس گندم، سبوس برنج و چاودار تشکیل شده اند (۱۱).

تراشه چوب علاوه بر اینکه از ضایعات تولیدی با دسترسی بالا در چوب بری هاست. سالانه از هرس سرشاخه‌های درختان نیز مقادیر زیادی چوب بلا استفاده تولید می‌شود که غنی از لیگنین، سلولز و همی سلولز می‌باشند که می‌توان به تراشه چوب تبدیل کرده، مورد استفاده قرار داد.

ملاس که محصول فرعی غنی از قندهاست به فراوانی در مناطق دارای کارخانجات تولید قند و شکر در دسترس می‌باشد و یک منبع امید بخش از قندها و مواد غذایی است و برای رشد و توسعه میسلیوم استفاده می‌شود که منجر به تولید بیومس خوب بوسیله نژادهای مختلف *L.edodes* می‌گردد. منابع کربن از قبیل گلوکز و فروکتوز در بین سایر منابع تامین کننده‌ی انرژی برای فعالیت متابولیکی قارچ‌ها مهم هستند.

منبع دیگر سبوس برنج است که برای غنی‌سازی خاک اره، تحریک رشد و قدرت میسلیوم و بیومس گونه‌های مختلف قارچ بکار می‌رود (۱). سبوس برنج یک پس‌مانده‌ی به آسانی در دسترس در نواحی کاشت برنج می‌باشد که بطور سنتی برای غنی‌سازی خاک اره در شرق آسیا به منظور تولید شی‌تاکه مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴).

تحقیقی به منظور مشخص کردن گستره اندازهٔ ذرات خاک‌اره تجاری و تأثیر اندازه‌های مختلف ذرات خاک‌اره بر روی عملکرد قارچ شی‌تاکه توسط رویز (۱۰) انجام شد که مشخص شد عملکرد سوبسترای تهیه شده با کلاس ۴ (۰/۸۵ mm) در مقایسه با شاهد کمتر بود.

در بررسی دیگری سیلوا و همکاران (۱۴) برای توسعهٔ استراتژی های افزایش رشد شی‌تاکه روی پس‌مانده‌های اوکالیپتوس، اثرات افزودن سبوس غلات بر تولید بیومس آزمایش نمودند. نوع و غلظت غنی‌ساز نیتروژن اثر قابل ملاحظه‌ای هم روی کلونی شدن سوبسترا و هم روی نوع آنزیم‌های هیدرولیتیک و اکسیداتیو تولید شده داشت.

تحقیق دیگری برای ارزیابی بهره‌وری بیولوژیکی، میانگین وزن قارچ، میانگین تعداد قارچ و کیفیت قارچ شی‌تاکه هنگامی که روی سوبستراهای باگاس غنی شده با نسبت‌های مختلف سبوس برنج و ملاس نیشکر پرورش داده شدند، انجام گرفت. سوبستراهای غنی شده با ۲۵ و ۳۰٪ سبوس برنج بیشترین بهره‌وری بیولوژیکی (۹۸/۴۲٪ و ۹۹/۸۴٪ به ترتیب، حدود ۲۳۰ روز بعد از اسپاونینگ) و میانگین تعداد قارچ و میانگین وزن قارچ کمتری از سوبستراهای غنی شده با ۱۵ و ۲۰ ٪ سبوس برنج داشتند. تمام مقادیر سبوس برنج افزوده شده با باگاس، کیفیت قارچ را افزایش دادند و بهترین قارچ‌های بازار پسند با ۱۵٪ سبوس برنج بدست آمد. بیشترین مقدار ملاس (۶۰ گرم برکیلوگرم)، بهره‌وری بیولوژیکی و میانگین تعداد قارچ را افزایش داد ولی هیچ تأثیری روی کیفیت قارچ نداشت (۶).

درک تأثیر سوبسترا روی تولید و کیفیت قارچ شی‌تاکه به منظور یافتن یک ترکیب سوبسترای مناسب که بتواند بطور موثری ضایعات کشاورزی را بصورت بیولوژیکی به مواد غذایی و دارویی تبدیل کند در تحقیقات ارزشمند خواهد بود. در مقاله حاضر تأثیر فرمول‌های مختلف خاک اره های غنی شده با ضایعات مختلف کشاورزی روی خصوصیاتی از قبیل زود میوه‌دهی، عملکرد، بهره‌وری بیولوژیکی، تعداد و اندازه‌ی بازیدیوکارپ قارچ شی‌تاکه بررسی شد.

مواد و روش ها

ایزوله‌ی CS-2 پرورش یافته روی محیط کشت دست‌ساز غنی شده با عصاره ی خاک اره،سبوس گندم، سبوس برنج و ملاس برای تولید اسپان مورد استفاده قرار گرفت. ۴ قسمت خاک اره های ۲ کیلویی به مدت دو روز در آب خیسانده شدند و سپس آبکش گردیده بر روی روزنامه پهن شدند تا آب اضافی آنها گرفته شود سپس مواد افزودنی به منظور غنی ساختن خاک اره‌ها به هر کدام، مطابق فرمول‌های حاضر اضافه گردید:

۱)خاک اره۸۰٪، ارزن ۱۰٪، سبوس گندم ۱۰٪

۲)خاک اره ۷۸٪، سبوس برنج ۱۸٪، ملاس ۱۵٪، سولفات کلسیم ۲٪، سوپرفسفات ۰/۵٪

۳)خاک اره ۶۵٪، سبوس گندم ۱۵٪، تفاله چای ۲۰٪

۴)خاک اره ۹۶٪، ساکارز ۱/۵٪، کربنات کلسیم ۱/۷٪، سولفات کلسیم ۰/۶٪ ، اسید سیتریک ۰/۲ ٪

فرمول‌های سوبسترای ۱، ۲، ۳ و۴ دارای به ترتیب ۲۰، ۱۸، ۱۵ و صفر درصد منبع نیتروژن به صورت سبوس گندم، سبوس برنج و ارزن بودند. محتوای رطوبت سوبستراها با احتساب رطوبت اولیه هر کدام از اجزاء مخلوط،۶۰٪ تنظیم گردید. ملاس داخل آب حل شده به فرمول مربوطه اضافه گردید و سولفات کلسیم در انتهای کار به صورت خشک به فرمول‌های مربوطه افزوده شد. سوبستراهای آماده شده داخل کیسه‌های پلی اتیلنی قابل اتوکلاو به وزن ۸۰۰ گرم ریخته شد بطوریکه ۱/۳ بالای کیسه ها فضای خالی ماند و پس از بستن درب آنها با درپوش پنبه‌ای،کیسه‌ها داخل اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۲ ساعت استریل گردید. پس از سرد شدن کیسه‌ها ،تلقیح با اسپان گندم از قبل تهیه شده انجام شد.

(به منظور تهیه اسپاون، ۱کیلوگرم گندم به مدت ۲۰ دقیقه جوشانده شد سپس آب اضافی آن را خارج کرده و جهت حذف رطوبت سطحی و سرد شدن، روی روزنامه پهن گردید. سپس مقدار ۰/۶ گرم سولفات کلسیم هیدراته به ازای هر ۱۰۰ گرم گندم، جهت جلوگیری از لزجی و بهم چسبیدن دانه‌ها اضافه گردید. سپس دهانه لوله ها با فویل آلومینیوم کاملا پوشانده شدند و به مدت ۴۵ دقیقه در حرارت ۱۲۱°c و فشار ۱/۶ اتمسفر اتوکلاو گردیدند. بعد از اتمام اتوکلاو و سرد شدن تدریجی، لوله ها در شرایط کاملا یکسان و زیر هود استریل با پرگنه‌هایی از میسلیوم قارچ، به قطر ۵ میلی‌متر مایه زنی شدند).

سپس کیسه‌ها به اتاق با دمای ^{oC}۲۵ و نیمه تاریک برای گذراندن دوره ی اسپان‌ران منتقل گردید، در طی این دوره کیسه‌های مشکوک به آلودگی به سرعت حذف می‌گردید. بعد از گذشت ۳۰ روز از مایه کوبی در پوش کیسه‌ها برداشته شد و بلوک‌های شکل گرفته به تدریج در دمای ۱۸–۲۰ درجه سانتیگراد شروع به قهوه‌ای شدن کردند وقتی که ۱/۳ کیسه ها قهوه‌ای گردید، پلاستیک آنها بطور کامل حذف شد (شکل۱). سپس بلوک‌های کاملا قهوه ای شده داخل آب سرد (^{oC} ۱۰–۱۲) به مدت ۲۴ ساعت برای تحریک میوه‌دهی غوطه‌ور شدند، در نهایت بلوک‌ها در اتاق پرورش در دمای ^{oC} ۱۵ – ۱۶ و رطوبت نسبی ۸۵–۹۵٪ قرار گرفتند که پس از گذشت چند روز پین هد[1] تشکیل و اولین فلاش میوه‌دهی شروع گردید. میوه ها بصورت یک روز در میان برداشت شده، تعدادشان در هر بلوک شمرده و وزن می‌گردید. در پایان فلاش اول، بلوک‌ها در دمای ^{oC} ۲۵ و رطوبت ۶۰٪ برای استراحت نگه داشته شدند پس از گذشت یک هفته دوباره برای تحریک میوه دهی داخل آب سرد قرار گرفتند به این ترتیب فلاش ۲ نیز برداشت شد. آزمایش در قالب بلوک کاملا تصادفی، ۴ تیمار(بستر کشت) با ۶ تکرار انجام گرفت.

در نهایت صفات مزبور اندازه‌گیری شدند: بهره‌وری بیولوژیکی (وزن قارچ تازه برداشت شده/وزن خشک بستر)×۱۰۰، میانگین تعداد قارچ در هر بلوک، میانگین وزن قارچ، عملکرد هر فرمول و مدت زمان از تلقیح تا میوه‌دهی در مورد هر فرمول.

نتایج و بحث

عملکرد

نتایج آنالیز واریانس تأثیر فرمول‌های مختلف سوبسترا بر عملکرد قارچ شی‌تاکه در جدول ۱ نشان می دهد که فرمول‌های مختلف سوبسترا تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد قارچ داشته است.

مقایسه میانگین عملکرد در شکل ۱ آمده است. همانطور که مشخص است بیشترین عملکرد برابر ۱۱۲/۳ گرم به ازای هر بلوک خاک اره در فرمول ۱ و کمترین عملکرد ۸۳/۱۷ گرم به ازای هر بلوک در فرمول ۳ سوبسترا بدست آمد. بطوریکه تفاوت عملکرد فرمول ۱و۳ برابر با ۲۹/۱۳ گرم به ازای هر بلوک بود. لازم به ذکر است که بین فرمول های سوبسترای ۱و۲ تفاوت عملکرد معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین بهترین فرمول سوبسترا برای بدست آوردن حداکثر عملکرد قارچ، فرمول ۱ می‌باشد.

درصد بهره وری بیولوژیکی

نتایج آنالیز واریانس تأثیر فرمول های مختلف سوبسترا بر درصد بهره وری بیولوژیکی قارچ شی‌تاکه نشان می‌دهد که اثر سوبستراهای مختلف بر بهره وری بیولوژیکی قارچ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است.

مقایسه میانگین درصد بهره وری بیولوژیکی در نمودار ۲ آمده است. همانطور که مشخص است بیشترین بهره وری بیولوژیکی قارچ ۳۵/۰۹٪ به ازای هر بلوک در فرمول ۱ و کمترین بهره وری بیولوژیکی ۲۵/۹۷٪ به ازای هر بلوک در فرمول ۳ سوبسترا بدست آمد. بطوریکه تفاوت بهره وری بیولوژیکی فرمول ۱و۳ برابر با۹/۱۲٪ به ازای هر بلوک بود. لازم به ذکر است که بین فرمول های سوبسترای ۱و۲ تفاوت معنی داری در درصد بهره وری بیولوژیکی مشاهده نشد. بنابراین بهترین فرمول سوبسترا برای بدست آوردن حداکثر درصد عملکرد بیولوژیکی قارچ، فرمول ۱ می‌باشد.

میانگین وزن قارچ

نتایج آنالیز واریانس تأثیر فرمول‌های مختلف سوبسترا بر میانگین وزن هر قارچ نشان می‌دهد که فرمول‌های مختلف سوبسترا تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر میانگین وزن هر قارچ داشته است.

میانگین وزن هر قارچ در نمودار ۳ آمده است. همانطور که مشخص است بیشترین میانگین وزن قارچ در فرمول سوبسترای ۴ (خاک اره، ساکارز، $CaCo_3$، $CaSo_4$ و اسید سیتریک) با ۱۴/۳ گرم قارچ و کمترین میانگین وزن قارچ در فرمول سوبسترای ۱ (خاک اره، ارزن و سبوس گندم) با ۶/۸ گرم قارچ مشاهده شد. تفاوت فرمول‌های سوبسترای ۱و ۴ برابر با ۷/۵ گرم قارچ می‌باشد. و بین فرمول های سوبسترای ۱ و ۲ از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین بهترین فرمول سوبسترا برای داشتن قارچ هایی با وزن زیاد فرمول سوبسترای ۴ توصیه می‌گردد.

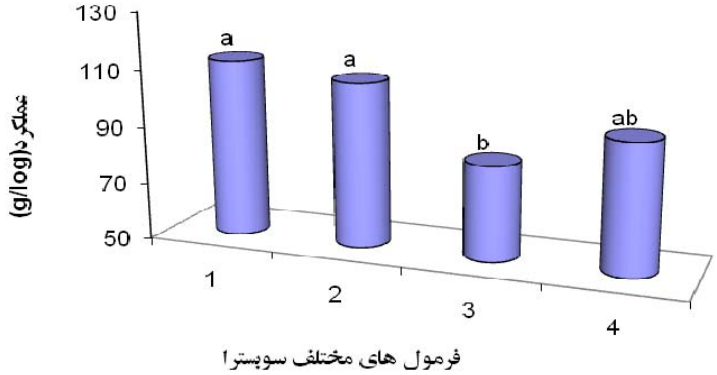
1- Pin head

جدول۱- تجزیه واریانس فرمول های مختلف سوبسترا در تولید میوه

		میانگین مربعات			
منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	بهره وری بیولوژیکی	میانگین وزن قارچ	میانگین تعداد قارچ در هر بلوک
فرمولهای مختلف سوبسترا	۳	۱۰۳۳/۸۳۳*	۸۰/۰۱۱*	۷۱/۶۱۴**	۱۴۸/۳۷۵**
بلوک	۵	۳۶۲/۹۶۷	۲۳/۴۳۸	۲/۷۹۸	۱۰/۹۴۲
خطا	۱۵	۳۳۴/۶۳۳	۳۳/۹۵۴	۲/۱۱۱	۷/۰۷۵

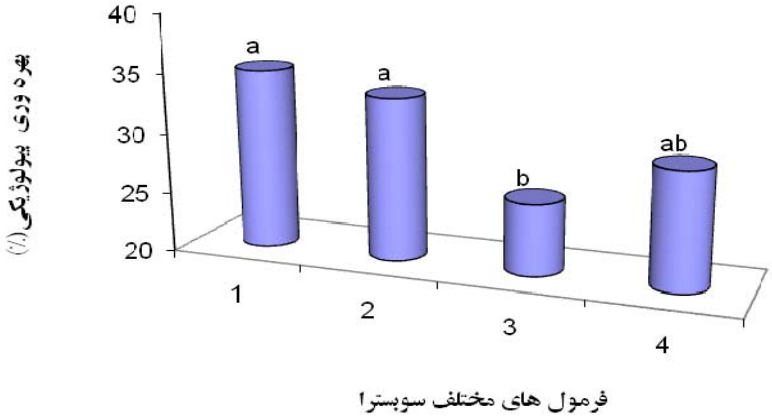
*معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪



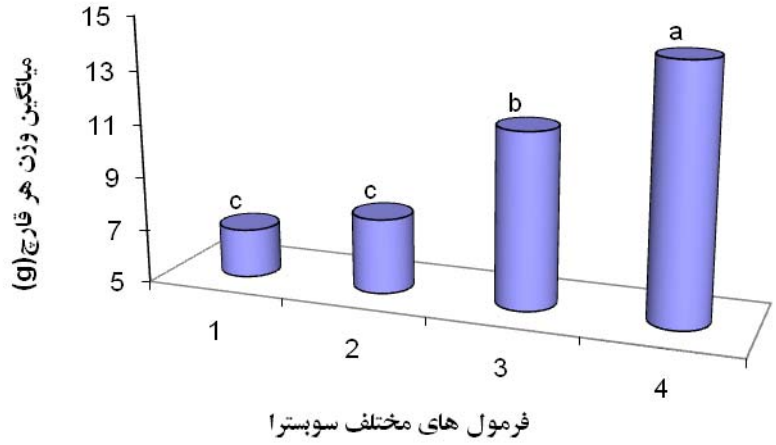
شکل۱- عملکرد قارچ در فرمول های مختلف سوبسترا شی‌تاکه

(۱: خاک‌اره۸۰٪ + ارزن ۱۰٪ + سبوس گندم ۱۰٪ ؛ ۲: خاک‌اره ۷۸٪ + سبوس برنج ۱۸٪ + ملاس ۱۵٪ + سولفات کلسیم ۲٪ + سوپرفسفات ۰/۵٪ ؛ ۳ : خاک‌اره ۶۵٪ + سبوس گندم ۱۵٪ + تفاله چای ۲۰٪ و۴ : خاک‌اره ۹۶٪ + ساکارز ۱/۵٪ + کربنات کلسیم ۱/۷٪ + سولفات کلسیم ۰/۶٪ + اسید سیتریک ۰/۲ ٪)(حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند).



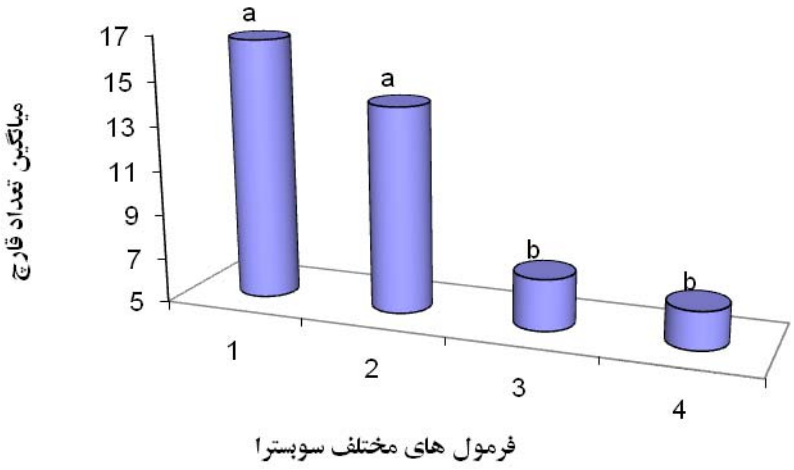
شکل۲-تأثیر فرمول های مختلف سوبسترا بر درصد بهره وری بیولوژیکی قارچ شی‌تاکه

(۱: خاک‌اره۸۰٪ + ارزن ۱۰٪ + سبوس گندم ۱۰٪ ؛ ۲: خاک‌اره ۷۸٪ + سبوس برنج ۱۸٪ + ملاس ۱۵٪ + سولفات کلسیم ۲٪ + سوپرفسفات ۰/۵٪ ؛ ۳ : خاک‌اره ۶۵٪ + سبوس گندم ۱۵٪ + تفاله چای ۲۰٪ و۴ : خاک‌اره ۹۶٪ + ساکارز ۱/۵٪ + کربنات کلسیم ۱/۷٪ + سولفات کلسیم ۰/۶٪ + اسید سیتریک ۰/۲ ٪)(حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند).



شکل۳-میانگین وزن هر قارچ در فرمول های مختلف سوبسترا قارچ شی‌تاکه

(۱: خاک‌اره۸۰٪ + ارزن ۱۰٪ + سبوس گندم ۱۰٪ ؛ ۲: خاک‌اره ۷۸٪ + سبوس برنج ۱۸٪ + ملاس ۱۵٪ + سولفات کلسیم ۲٪ + سوپرفسفات ۰/۵٪ ؛ ۳ : خاک‌اره ۶۵٪ + سبوس گندم ۱۵٪ + تفاله چای ۲۰٪ و۴ : خاک‌اره ۹۶٪ + ساکارز ۱/۵٪ + کربنات کلسیم ۱/۷٪ + سولفات کلسیم ۰/۶٪ + اسید سیتریک ۰/۲ ٪)(حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند).



شکل٤- میانگین تعداد قارچ در فرمول های مختلف سوبسترا قارچ شی‌تاکه

(۱: خاک‌اره۸۰٪ + ارزن ۱۰٪ + سبوس گندم ۱۰٪ ؛ ۲: خاک‌اره ۷۸٪ + سبوس برنج ۱۸٪ + ملاس ۱۵٪ + سولفات کلسیم ۲٪ + سوپرفسفات ۰/۵٪ ؛ ۳ : خاک‌اره ۶۵٪ + سبوس گندم ۱۵٪ + تفاله چای ۲۰٪ و۴ : خاک‌اره ۹۶٪ + ساکارز ۱/۵٪ + کربنات کلسیم ۱/۷٪ + سولفات کلسیم ۰/۶٪ + اسید سیتریک ۰/۲ ٪)(حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند)

میانگین تعداد قارچ در هر بلوک

نتایج آنالیز واریانس تأثیر نوع سوبسترا بر تعداد قارچ نشان می ۷دهد که نوع سوبسترای کشت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر میانگین تعداد قارچ در هر بلوک دارد.

مقایسه میانگین تعداد هر قارچ در هر بلوک در نمودار ۴ آمده است. همانطور که مشخص است میانگین بیشترین تعداد قارچ در فرمول سوبسترای ۱ (خاک اره،ارزن و سبوس گندم) با ۱۶/۷ عدد قارچ مشاهده شد و کمترین تعداد قارچ در فرمول سوبسترای ۴ (خاک اره، ساکارز، $CaCo_3$، $CaSo_4$ و اسید سیتریک) با ۶/۷ عدد بدست آمد. تفاوت فرمول های سوبسترای ۱و ۴ برابر با ۱۰ عدد قارچ در هر

بلوک می‌باشد و بین فرمول‌های سوبسترای ۱ و ۲ و فرمول های سوبسترای ۳ و۴ از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین بهترین فرمول سوبسترا برای داشتن بیشترین تعداد قارچ فرمول سوبسترای ۱ توصیه می‌گردد. این فرمول نه تنها نقش مهمی در کاهش هزینه تولید خواهد داشت بلکه از ضایعات کشاورزی نیز استفاده بهینه بعمل خواهد آمد.

فرمول سوبسترای ۱ دارای بیشترین مقدار نیتروژن (۲۰٪) به صورت ارزن و سبوس گندم می‌باشد که مطابقت دارد با نظر راسی و همکاران (۶) که نشان دادند مقدار کربن و نیتروژن سوبسترا تأثیر روی زود میوه‌دهی و تولید بیشتر دارد. فیلیپوسیس و همکاران (۵) نشان دادند که درصد رشد و توسعه میسلیوم قارچ بستگی به دسترسی بیولوژیکی به نیتروژن سوبسترا دارد.

فرمول‌های سوبسترای ۱،۲،۳و۴ به ترتیب دارای ۲۰،۱۸،۱۵و۰ درصد منبع نیتروژن به صورت های ارزن، سبوس گندم و سبوس برنج بودند که بیشترین مقدار عملکرد قارچ و متعاقب آن بیشترین مقدار بهره‌وری بیولوژیکی (B.E) در فرمول ۱ با حدود ۲۰٪ نیتروژن حاصل شد، بعد از آن فرمول ۲ دارای عملکرد بالا بود که دارای ۱۸٪ نیتروژن می‌باشد، البته به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین عملکرد در فرمول های ۱و۲ وجود نداشت. تعداد میوه در فرمول ۱و۲ زیاد بوده که متعاقب آن وزن هر میوه در این فرمول‌ها کمتر است. این نتایج با نتایج راسی و همکاران (۶) که نشان داده بودند افزودن ۲۰ تا ۲۵٪ سبوس برنج به سوبسترا عملکرد قارچ را تحریک می‌کند و همچنین این مقادیر سبوس منجر به کمتر شدن وزن هر قارچ می‌گردد، مطابقت دارد. با کاهش نیتروژن در فرمول‌های سوبسترای ۳ و ۴ عملکرد و بهره‌وری بیولوژیکی کاهش و وزن میوه افزایش یافت که این افزایش وزن میوه همراه با کاهش در تعداد میوه بود. رویز(۷) مشاهده کرد که نسبت های سبوس برنج که منجر به افزایش میانگین تعداد قارچ و افزایش B.E می‌شوند سبب کاهش در میانگین وزن قارچ می‌گردند. رویز و همکاران و دون قیو و دنشن(۳) نیز اظهار کردند که قارچ‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر وقتی که B.E پایین‌تر است حاصل می‌شوند.

فرمول سوبسترای ۳ با وجود عملکرد کمتر نسبت به سایر فرمول ها، دارای این مزیت بود که شرایط را برای رشد و توسعه میسلیوم شی‌تاکه به خاطر داشتن شرایط اسیدی[1] (وجود تفاله چای) فراهم کرد و همچنین باعث توانا افزایش توان رقابتی سوبسترا در مقابل قارچ های رقیب گردید.

رویز و همکاران(۷) اعلام کردند که با افزایش ۰/۶ تا ۱/۲٪ ساکارز به سوبسترای کشت، ۲۲٪ افزایش در B.E حاصل می‌شود و وقتی که این میزان ساکارز را تا دو برابر افزایش دادند (۲/۴٪) هیچ افزایش بیشتری در عملکرد مشاهده نشد. این افزایش به این صورت توجیه می‌گردد که ملاس منبعی غنی از انرژی و کربن است که بر طبق نظر زانتی و رانال (۱۶) برای فعالیت‌های متابولیکی قارچها مهم می‌باشد و پایه‌ای برای سنتز مولکول‌های مختلف که منجر به افزایش ۵۰٪ وزن خشک اندام میوه می‌گردد، است.

فرمول سوبسترای ۱ باعث کوتاهترین زمان بین تلقیح بستر تا شروع تولید قارچ(۵۸ روز) شد در حالیکه میوه‌دهی در فرمول سوبسترای ۴ دیرتر شروع شد (۸۶ روز).بین فرمول‌های ۲ و۳ اختلاف زیادی از این لحاظ نداشت (به ترتیب ۶۲ و۶۷ روز). کریستینی و همکاران(۲) نشان دادند هنگامی که خطر آلودگی بالایی در دوره قبل از برداشت وجود دارد،میوه دهی زودتر در کشت شی‌تاکه اولویت دارد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی و معاونت پژوهشی جهاد دانشگاهی واحد مشهد انجام گرفته است که بدین وسیله نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌دارند.

منابع

1- Buswell, J.A., Y.J. Cai. and S.T. Chang. 1996. Ligninolytic enzyme production and secretion in edible mushroom fungi. in: Royse, D. (ed). Proceedings of the 2nd International Conference on the mushroom biology and mushroom products. Penn. State University, University Park, Pennsylvania. 1996. p.113-122.
2- Crestini, C., G. Sermanni, and D. Argyropoulos. 1998. Structural modification induced during biodegradation of wheat lignin by Lentinula edodes. Bioorganic and Medicinal Chemistry. 6: 967-973.
3- Donoghue, J.D. and W.C. Dension. 1995. Shiitake cultivation: gas phase during incubation influences productivity. Mycologia. 87: 239-244
4- Kawai, G., H. Kobayashi, Y. Fukushima, S. Yamada, H.K. Fuse. and K. Ohsaki. 1997. Continuos manufacturing system of solid culture media packed in the film bags for cultivation of shiitake. Food Rev. Intern. 13: 349-356.
5- Philippoussis, A., P. Diamantopoulou and C. Israilides. 2006. Productivity of agricultural residues used for the cultivation of medicinal fungus Lentinula edodes. International biodeterioration & biodegradation. 59: 216-219.

۱-شی تا که قارچی اسید دوست می باشد.

6- Rossi, I.H., A.C. Monteiro, J.O. Machado., J.L. Andrioli, and J.C. Barbosa. 2002. Shiitake lentinula edodes production on a sterilized Bagasse substrate enriched with rice and sugarcane molasses. Brazilian Journal of Micro bilogy. 34: 66-7.
7- Royse, D.J., B.D. Bahler. and C.C. Bahler. 1990. Enhanced yield of shiitkae by saccharide amendment of the synthetic substrate. Appl. Environ. Microbiol. 56: 479-482.
8- Royse, D. 1996. Cultivation of shiitake on natural and synthetic logs. University Park, Penn Stat, PA: College of Agriculture Sciences, Cooperative Extention. 10pp.
9- Royse, D. 2001. Cultivation of shiitake on natural and synthetic log Penstate. The Pennsylvania State University Press. 218pp.1.
10- Royse, D.J. and J.E. Sanchez-vazquez. 2001. Influence of substrate wood chip particle size on shiitake (*Lentinula edodes*) yield. Bioresource Technology. 76: 229-233.
11- Royse, D.J. and E. J. Sanchez-Vazquez. 2003. Influence of precipitated calcium carbonate (caco3) on shiitake (*Lentinula edodes*) yield and mushroom size. Bioresource Technology. 90: 225-228.
12- Royse, D.J. and E.J. Sanchez. 2006. Ground wheat straw as substitute for portions of oak wood chips used in shiitake (*Lentinula edodes*) substrate formulae. Bioresource Technology. 98: 2137-2141.
13- Shiomi, H.F., M.T.A. Minhoni., J.O. Machado and A.C. Filho. 2006. Thermal and mechanical shocks affecting the first flush of production of *Lentinula edodes* on *Eucalyptus saligna* logs. Brazilian Journal of Microbiology. 38: 200-203.
14- Silva, E.M., A. Machuca. and A.M.F Milagres. 2005. Effect of cereal brans on *Lentinula edodes* growth and enzyme activities during cultivation on forestry waste. Blackwell Synergy. 40: 283-288.
15- Smith, J.E., N.J. Rowan and R. Sulivan. 2002. Medicinal Mushroom.
16- Zanetti, A. and M.A. Ranal. 1997. Suplementaco da cana-de-acucar comguandu no cultivo de pleuotus sp. Florida. Pesg. Agrop. Bras. 32: 959-964.