مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد چهارم،
شماره دوم، زمستان ۱۳۸۷ (صفحه۱۸۸ -۲۰۳)

بررسی اثر برخی از ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی و مکمل‌های غذایی بر پاره‌ای خصوصیات رشد قارچ خوراکی صدفی *Pleurotus florida*

مهرداد جعفرپور[1*]، ناصرپورسعید[2]، علیرضا جلالی زند[3]، احمدرضا گل پرور[4] و مریم بهداد[5]

۱- استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

۲- عضو گروه تحقیقاتی " قارچ‌های خوراکی دارویی " پیشگامان صدف زاینده رود در شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان

۳- استادیار گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

٤- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

۵- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان(اصفهان)

تاریخ دریافت: ۸٦/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش:۸۷/٤/۳۱

چکیده

کشت قارچ‌های خوراکی صدفی راه‌حلی مناسب برای تبدیل ضایعات حاصل از صنایع تبدیلی و تکمیلی کشاورزی به یک ماده غذایی با ارزش است. در این مطالعه برخی از مواد مانند تراشه (چیپس) چوب، غوزه پنبه، تفاله فشنگی چغندرقند و لیف نخل به عنوان سوبسترا و چند نوع ماده افزودنی از جمله سبوس گندم، سبوس برنج، پودر کنجاله سویا و تفاله هویج به عنوان مکمل غذایی برای کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* استفاده گردید. کمترین طول دوره رشد قارچ خوراکی روی سوبسترای لیف نخل غنی شده با مکمل غذایی پودر کنجاله سویا با ۲۷/۳۳ روز، بیشترین تعداد اندام باردهی روی سوبسترای غوزه پنبه غنی شده با سبوس گندم با ٤٦ عدد، بیشترین میانگین وزن اندام باردهی روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج به وزن ۳٤/۵ گرم بدست آمد و همچنین بیشترین عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندرقند غنی شده با سبوس برنج به ترتیب با ٦۸۰/۷ گرم و ۱۳٦/۱ درصد بود.

کلمات کلیدی: **قارچ خوراکی صدفی، سوبسترا، مکمل غذایی، عملکرد، کارایی بیولوژیک**

*نویسند مسئول: Mehr_jafarpour@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در طی سال‌های اخیر بر اساس اطلاعات فیزیولوژیکی و ژنتیکی به دست آمده، قارچ ها به ویژه قارچ های خوراکی را طبقه‌بندی می‌کنند. امروزه آنالیز رابطه تکاملی قارچ‌های خوراکی بر مبنای توالی میتوکندری آنها می‌باشد. یک چنین آنالیزی برخی از ابهامات به وجود آمده در ارتباط با طبقه‌بندی قارچ های خوراکی را برطرف می‌کند. چرا که بیشتر طبقه‌بندی و مطالعات رابطه تکاملی قارچ های بازیدیومایکوتا بر مبنای آنالیز خصوصیات مورفولوژیکی است. طبقه‌بندی گونه‌های مختلف قارچ خوراکی صدفی (*Pleurotus* spp.) نیز بر مبنای خصوصیات فیزیولوژیکی و ژنتیکی صورت گرفته است(۲۳،۲۲،۱۷).

قارچ‌های خوراکی صدفی (*Pleurotus* spp.) به لحاظ مورفولوژیکی دارای بازیدیوکارپ‌های (کلاهک‌های) چتری، با سطح خارجی صاف می‌باشند. در زیر سطح کلاهک این قارچ‌ها از جمله قارچ *P.florida* تیغه ها یا لاملاها وجود دارند که عمدتاً از لبه کلاهک تا پایه اندام باروری به صورت بلند، متوسط، کوتاه و خیلی کوتاه به طور متناوب تشکیل می‌شوند. کلاهک قارچ خوراکی صدفی *P.florida* صاف و محدب بوده که پس از بالغ شدن پهن و گسترده می شود و لبه های آن به طرف پایین و گاهی به طرف بالا بر می‌گردد. در قارچ خوراکی صدفی *P.florida* موقعیت اتصال پایه به کلاهک قارچ عمدتاً غیرمرکزی و گاهی مرکزی می‌باشد. همچنین پایه آن و سایر قارچ‌های خوراکی صدفی فاقد حلقه می‌باشد، که از جمله خصوصیات مورفولوژیکی آنها است. رنگ کلاهک این قارچ خوراکی سفید، کرم روشن و گاهی خاکستری می‌باشد. یکی دیگر از ویژگی‌های مورفولوژیکی این قارچ خوراکی آن است که آنها عمدتاً به صورت خوشه‌ای یا دسته‌ای روی محیط کشت خود تشکیل می‌شوند، به همین خاطر کمتر آنها را به صورت منفرد می‌توان یافت (۹، ۲۱). تکنولوژی پرورش قارچ‌های خوراکی در شرایط کنترل شده تا حدودی یک پیشرفت و نوآوری است که به کمک مواد غیر متداولی که در یک سیستم کشاورزی وجود دارد، انجام می‌گیرد. از این رو پرورش قارچ های خوراکی یک تکنولوژی ساده و کم هزینه برای استفاده از پسماندهای صنایع کشاورزی و روستایی است (۱۸).

وجود محدودیت های عمده در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در امر کشت و پرورش بسیاری از قارچ‌های خوراکی متداول، از جمله قارچ تکمه‌ای *Agaricus* (*bisporus*) و شی‌تاکه (*Lentinus edodes*) و نیز سازگاری و رشد مطلوب قارچ‌های خوراکی صدفی (*Pleurotus* spp.) در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری باعث شده است تا میزان کشت قارچ‌های خوراکی صدفی در جهان بالا باشد (۱۸).

از طرفی بسیاری از گونه‌های جنس *Pleurotus* قادر هستند روی اغلب مواد لیگنوسلولزی از جمله روی چوب‌های پوسیده و یا در حال پوسیدن، در سطح تمام چوب‌های سخت و بقایای چوبی، ضایعات محصولات زراعی و غیره رشد کنند و چون از رشد میسلیومی بالایی برخوردار هستند، به راحتی می‌توانند مواد سلولوزی را کلونیزه کنند، به گونه‌ای که قادرند این مواد را قبل از تخمیر (کمپوست‌شدن) تجزیه نموده و مورد استفاده قرار دهند. این امر ناشی از ظرفیت بالای قارچ‌های خوراکی صدفی در ترشح طیف وسیعی از آنزیم‌ها است که قارچ خوراکی را قادر می سازد تا روی انواعی از سوبستراها رشد کند و مواد دارای لیگنین، سلولز، نشاسته، قندها و پروتین‌ها را فروزینه کند (۲۰). بنابراین از ضایعات کشاورزی مختلفی می‌توان به عنوان سوبسترا برای کشت قارچ‌های خوراکی صدفی استفاده نمود. در قاره آسیا برای کشت قارچ خوراکی صدفی به طور گسترده‌ای از کاه برنج استفاده می‌شود. در صورتی که در کشورهای اروپایی بهترین سوبسترای مورد استفاده برای کشت قارچ خوراکی صدفی کاه گندم است. زیرا کشت قارچ خوراکی صدفی روی این نوع سوبسترا بیشترین عملکرد محصول و مقدار پروتئین قارچ خوراکی را به همراه دارد (۷). در ایران یکی از رایج‌ترین و کم هزینه‌ترین

Archive of SID

www.SID.ir

سوبستراهای مورد استفاده برای کشت انواع قارچ‌های خوراکی صدفی کاه برنج می‌باشد (۱۱). لذا از قدرت ساپروفیتی بالایی برخوردار می‌باشند(۲۰،۹۸،۱۱). همچنین در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری حجم زیادی از مواد لیگنوسلولوزی غیرقابل استفاده را می‌توان پیدا نمود. این مواد حاصل از تولیدات زراعی در مزارع کشاورزی، یا روی زمین باقی می‌مانند و پوسیده می‌شوند و یا اینکه تمام آنها توسط زارعین سوزانده می‌شوند. بنابراین کشت قارچ‌های خوراکی صدفی راه حلی مناسب برای تبدیل ضایعات کشاورزی به یک ماده غذایی با ارزش غذایی بالا به نام قارچ خوراکی می‌باشد (۸).

این امر موجب تسهیل در کاهش حجم ضایعات و تسریع فرآیند تجزیه ضایعات لیگنوسلولوزی می‌گردد. از سوی دیگر استفاده از سوبسترای تغییر شکل یافته حاصل از کشت قارچ خوراکی در خاک، می‌تواند باعث بهبود حاصلخیزی خاک و خصوصیات فیزیکی خاک گردد و یا اینکه به عنوان غذای حیوانات مورد استفاده قرار گیرد که این امر موجب کوتاه‌تر شدن سیکل استفاده از مواد آلی تازه می‌شود (۲۳).

در امر پرورش و تولید قارچ‌های خوراکی از جمله قارچ‌های خوراکی صدفی(*Pleurotus* spp.)، موضوع قابل توجهی که مد نظر اکثر پرورش دهنده های قارچ خوراکی است، بهبود عملکرد محصول و رشد قارچ‌های خوراکی است. بهبود عملکرد محصول و رشد قارچ‌های خوراکی به عوامل مختلفی از جمله کیفیت سوبسترای مصرفی، مقدار اسپان مصرفی، شرایط محیطی رشد قارچ خوراکی، گونه و استرین قارچ خوراکی کشت شده، نحوه آماده سازی بستر کشت و استفاده از مکمل‌های غذایی ارتباط داشت (۳، ۱۰، ۱۱).

غنی‌سازی محیط کشت قارچ‌های خوراکی به عنوان روشی مناسب برای افزایش عملکرد محصول از دهه هشتاد میلادی مورد توجه قرار گرفته است. این غنی‌سازی با مکمل‌های مختلفی صورت می‌گیرد. مکمل‌های غذایی مورد استفاده ممکن است منشا گیاهی(آلی) یا از ترکیباتی باشند که مواد موجود در آنها به تدریج آزاد و مورد استفاده میسلیوم قارچ خوراکی قرار گیرد. انتخاب نوع مکمل به اختلاف ارزش مکمل و میزان افزایش عملکرد محصول بستگی خواهد داشت (۱۳). در کل یک مکمل غذایی ترکیبی از مواد غذایی است که از جنبه‌های مختلف برای قارچ خوراکی ارزش تغذیه‌ای دارد. علاوه بر آنکه مکمل‌های غذایی موجب افزایش بازده محصول و نیز افزایش کیفیت قارچ خوراکی می‌شوند، بر طول دوره رشد قارچ‌های خوراکی نیز تاثیر گذار هستند (۱). به همین علت در هنگام استفاده از مکمل‌های غذایی باید به انتخاب درست مکمل، میزان دقیق آن، توزیع یکنواخت مکمل در بستر، مناسب‌ترین زمان کاربرد و جنبه اقتصادی آن توجه کرد (۱۱).

در مطالعه‌ای دیگر هم از پودر پنبه دانه برای غنی‌سازی کاه برنج در کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* استفاده شد و عملکرد و ترکیبات غذایی قارچ خوراکی صدفی در پایان مورد ارزیابی کمی و کیفی قرار گرفت. به طوری که در این مطالعه غنی سازی موجب افزایش عملکرد قارچ خوراکی شد ولی برخی از ترکیبات شیمیایی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* در مقایسه با کاه برنج غنی نشده کاهش قابل توجهی را نشان داد (۱۵).

این تحقیق به منظور بررسی اثر نوع سوبسترا و همچنین غنی‌سازی سوبسترا با استفاده از مکمل‌های غذایی بر کارایی تبدیل زیستی و شیمیایی و نیز عملکرد محصول قارچ خوراکی صدفی *P.florida* انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این طرح تحقیقاتی فضایی به مساحت ۳۴۰ متر مربع درسمت شرقی گلخانه باغبانی دانشکده کشاورزی در دانشگاه در نظر گرفته شد. در بخش آماده سازی و پاستوریزاسیون سوبسترا از یک وان آب به ابعاد ۲×۱×۰/۷ متر و یک دیگ پاستوریزه به ابعاد ۲×۱×۱/۳ متر در

Archive of SID

www.SID.ir

مجاورت یکدیگر استفاده شد. این بخش مجهز به یک فن، جهت تهویه هوای گرم و مرطوب داخل بود. در بخش ذخیره و نگهداری مواد مصرفی از یک قفسه پهن و بزرگ جهت نگهداری مواد مصرفی از جمله سوبستراهای مورد استفاده در طرح استفاده شد این بخش همواره از رطوبت مستقیم و نفوذ آلودگی‌های احتمالی محافظت می‌گردید.

در بخش هوادهی و مایه زنی اسپان و سوبسترا از چیدن میز مشبک و دو طبقه به ابعاد ۱/۲×۱×۲ متر جهت هوادهی سوبسترا استفاده شد. جهت تسریع در هوادهی از فن‌های کوره هوای گرم واقع در این بخش نیز استفاده گردید. زیرا کوره هوای گرم طراحی شده برای گرم کردن سالن‌های کشت قارچ خوراکی به گونه‌ای طراحی شده بود که از دریچه‌های مضاعف آنها بتوان در اتاق هوادهی استفاده نمود. این بخش نیز مجهز به یک فن، جهت ایجاد تهویه مطبوع و خروج رطوبت‌های اضافی بود.

در هر یک از دو بخش کشت قارچ خوراکی از یک فوگر جهت تامین رطوبت استفاده شد. هر دو سالن کشت نیز مجهز به فن تهویه هوا جهت ایجاد تعادل در مقدار O_2 و Co_2 لازم بود. در مرکز هر دو سالن کشت از یک کانال پلاستیکی ممتد جهت هدایت هوای خنک ایجاد شده توسط کولر آبی استفاده گردید. علاوه بر این نور لازم برای هر کدام از سالن‌های کشت در طول شب، توسط لامپ‌های مهتابی دارای قاب مخصوص تامین گردید.

سوبستراهای مورد استفاده در این طرح عمدتاً از ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی مانند تراشه یا چیپس چوب، غوزه پنبه، تفاله فشنگی چغندر قند و لیف نخل بودند. هدف از به کار بردن این ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی به عنوان محیط کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* ایجاد یک راهکار مناسب برای استفاده مجدد این ضایعات کم ارزش در تولید یک ماده غذایی با ارزش می‌باشد. در این پژوهش انتخاب بهترین و مناسب‌ترین سوبسترا برای کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* و ارزیابی کیفیت سوبستراهای مورد استفاده بر خصوصیات کمی قارچ خوراکی صدفی از بین سوبستراهای مورد ارزیابی دنبال شد. علاوه بر این از مکمل های غذایی با منشأ گیاهی (آلی) به منظور تکمیل نقصان احتمالی سوبستراها از نظر مواد غذایی و بهبود محیط کشت قارچ خوراکی صدفی *P.florida* برای افزایش تولید استفاده شد. کلیه مکمل‌های غذایی مورد استفاده در این طرح همگی از ضایعات صنایع تبدیلی غذایی مانند سبوس گندم، سبوس برنج، پودر کنجاله سویا و تفاله هویج بودند که به نسبت مکمل‌های غذایی تجاری بسیار ارزان قیمت و قابل دسترس می‌باشند. همچنین ارزیابی کیفیت مکمل‌های غذایی بر خصوصیات کمی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* ، به منظور انتخاب بهترین و مناسب ترین مکمل غذایی برای افزودن به هر یک از سوبسترا های مورد استفاده دنبال شد. در پایان این طرح به تاثیر نوع سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد، تعداد اندام باردهی، میانگین وزن اندام باردهی، عملکرد محصول و کارایی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* پرداخته شد.

سوبستراها در مزرعه تحقیقاتی آموزشی دانشکده کشاورزی به اندازه ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر خرد شدند و سپس به سایت انجام طرح در دانشگاه آزاد واحد خوراسگان منتقل شدند و در بخش ذخیره و نگهداری مواد مصرفی سایت به مقدار مورد نیاز برای انجام طرح در داخل گونی‌های پلاستیکی از قبل آماده شده توزین و نگهداری شدند. سرانجام در کیسه‌ها بسته شد تا هیچ‌گونه هوا و رطوبتی به داخل آنها نفوذ ننماید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ – درصد ترکیبات شیمیایی سوبستراها و مکمل‌های غذایی بر اساس وزن خشک

نام سوبسترا و مکمل غذایی	درصد ترکیبات شیمیایی							
	پروتئین*	خاکستر	چربی	فیبر خام	کربوهیدرات**	کربن آلی	ازت	C/N
تراشه (چیپس) چوب	۲/٦۲	۱/۹٥	۱/۲	٦٥/۲٥	۲۸/۹۸	۲۸/۳٥	۰/٤۲	٦۷/٥
غوزه پنبه	۸/۹۰	۱۰/۸٥	۲/۰٥	۲۸/۸	٤۹/٤	۲۷/۱٥	۱/٤۲	۱۹/۱۲
تفاله فشنگی چغندر قند	۹/٦۸	٥/۱٥	۱/٥٥	۱٥/۹	٦۷/۷۲	۲٤/۲٥	۱/٥٥	۱٥/٦٤
لیف نخل	۱۸/۷٥	۳	۱/۱	٥٦/٦	۲۰/٥٥	۲۷/۸	۳	۹/۲۷
سبوس گندم	۱۳/۱۲	٤/۷٥	٤/۱	۱۱/۸	٦٦/۲۳	۲۱/۱٥	۲/۱	۱۰/۰۷
سبوس برنج	۷/۸۱	۱٦/۱٥	٤/٥	۳۳/۳٥	۳۸/۱۹	۲٦/۷٥	۱/۲٥	۲۱/٤
پودر کنجاله سویا	٥٥/۳۱	٦/۳	۲/٦٥	٦	۲۹/۷٤	۲۸	۸/۸٥	۳/۱٦
تفاله هویج	۹/۱۲	۸	۲	۱۳/٤	٦۷/٤۸	۳۰/۱	۱/٤۷	۲۰/٤۸

* N×6.25

** از راه کم کردن

ابتدا مکمل های غذایی توسط اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع بمدت یک ساعت استرلیزه شدند و پس از سرد شدن به سایت انجام طرح انتقال داده شد. در ارتباط با پاستوریزه کردن سوبستراها، ابتدا هر یک از انواع سوبسترا بطور مجزا داخل وان آب قرار داده شد تا به مدت ۱/۵– ۱ ساعت آب جذب کنند و بافت آنها نرم گردد. سپس گونی‌های سوبسترا به کمک یک قلاب متصل به قرقره سقفی بداخل دیگ پاستوریزه با دمای آب ۱۰۰– ۹۵ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد تا به مدت ۱/۵ ساعت در این دما پاستوریزه گردند. علت انتخاب این دما و مدت زمان برای پاستوریزه کردن سوبستراها این است که اولاً از هیچ ماده شیمیایی ضدعفونی کننده از جمله باکتری‌کش و یا قارچ‌کش برای ضدعفونی سوبسترا استفاده نشد، بنابراین از یک روش غیر شیمیایی (فیزیکی) اما با زمان کامل برای انجام پاستوریزاسیون استفاده شد. ثانیاً برای اینکه بتوان کلیه اسپورهای دورمانت شده احتمالی قارچ‌های رقیب و یا مولد کپک که معمولاً روی بقایای پس از برداشت محصولات کشاورزی و گاهی روی ضایعات صنایع تبدیلی غذایی به وفور یافت می‌شوند را از بین برد، از روش پاستوریزاسیون با دمای بالا و زمان طولانی‌تر استفاده شد تا عمل ضدعفونی با حداکثر اطمینان انجام پذیرد (۱). این روش پاستوریزاسیون به ترتیب برای تمام انواع سوبستراها انجام شد. پس از آنکه عمل پاستوریزاسیون سوبسترا به اتمام رسید، به بخش هوادهی و مایه‌زنی در سایت انجام طرح انتقال داده شدند و هر نوع سوبسترا بصورت مجزا روی میزهای مشبک دو طبقه که از قبل به منظور انجام پروسه هوادهی آماده سازی شده بود، پهن شد تا دما و رطوبت وزنی آنها به ترتیب تا حدود ۲۰

Archive of SID

www.SID.ir

درجه سانتی‌گراد و به ۷۰ درصد کاهش یابد. سرانجام هر کدام از سوبستراها بر اساس تعداد تیمار توزین و جداسازی شدند تا بتوان روی هر بخش جداسازی شده مکمل غذایی مورد نظر را اضافه و مخلوط نمود. سپس بر اساس جدول، تیمارهای طرح برای هر کدام از مکمل های غذایی به ترتیب و بر اساس وزن خشک سوبسترای هر واحد آزمایشی (۵۰۰ گرم وزن خشک سوبسترا) ۱۰ درصد مکمل آلی (۲) معادل ۵۰ گرم در نظر گرفته شد و سرانجام بطور دقیق توسط ترازوی الکتریکی برای سه تکرار از هر تیمار (سه واحد آزمایشی) توزین شد و به هر بخش از تیمار جداسازی شده اضافه شد و به طور یکنواخت مخلوط گردید. این کار به طور دقیق برای تیمارها به طور مجزا انجام شد.

برای عمل مایه‌زنی (تلقیح) اسپان قارچ خوراکی صدفی *Pleurotus florida* با سوبستراها، اسپان‌ها ابتدا از یخچال خارج شده و تحت شرایط استریل و کنترل شده به نسبت ۱۶ درصد وزن خشک سوبسترای هر واحد آزمایشی(۲۵)، معادل ۸۰ گرم اسپان در نظر گرفته شد و سرانجام پس از توزین دقیق توسط ترازوی الکتریکی به ازای هر سه تکرار از هر تیمار، اسپان‌ها به هر تیمار اضافه و بطور یکنواخت مخلوط گردید. پس از اینکه مکمل غذایی هر تیمار به همراه اسپان به سوبسترای مورد نظر اضافه گردید و بطور یکنواخت مخلوط شد، مخلوط سوبسترا، مکمل غذایی و اسپان هر تیمار نیز به طور جداگانه به سه بخش مساوی و یک اندازه برای هر واحد آزمایشی تقسیم شد. سرانجام هر بخش جدا شده به کیسه‌های سلفونی که به ابعاد ۷۰×۲۰ سانتی‌متر و به منظور انجام این طرح تحقیقاتی تهیه شده بودند انتقال داده شدند و پس از گره زدن در کیسه‌ها، کد تیمارهای هر کیسه روی آن نصب گردید. به این ترتیب تمام واحدهای آزمایشی و تیمارهای آزمایشی آماده شدند.

پس از اینکه کلیه واحدهای آزمایشی آماده شدند، به سالن کشت سایت تحقیقاتی منتقل شدند و طبق نقشه طرح در محل‌های مشخص شده خود روی میزهای کشت از قبل آماده شده قرار داده شدند. با توجه به اینکه قارچ خوراکی صدفی *P.florida* یک گونه سرمادوست می‌باشد، تمام شرایط محیطی سالن کشت بر اساس نیازهای رشد این گونه که در جدول زیر آورده شده است، مهیا شد (۱۹).

جدول ۲- شرایط محیطی محل پرورش قارچ خوراکی صدفی

پارامتر رشد	مرحله پنجه‌دوانی اسپان	مرحله تشکیل پین‌هد	مرحله تشکیل اندام باردهی
دمای محیط (ċ)	۲۱ – ۲٤	۱۰ – ۱٦	۱٦ – ۲۰
رطوبت نسبی (٪)	۸۵ – ۹۵	۹۵ – ۱۰۰	۸۵ – ۹۰
غلظت Co_2 تهویه	۵۰۰۰–۲۰۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰
تعویض هوا	۱ بار	٤ – ۸	٤ – ۸
نیاز نوری (لوکس بر درصد)	ندارد	۱۰۰۰–۲۰۰۰	۱۰۰۰–۲۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

برای اندازه‌گیری طول دوره رشد قارچ های خوراکی صدفی سه مرحله اصلی را بیشتر مورد بررسی قرار می‌دهند.
مرحله اول : مرحله پنجه‌زنی اسپان[1] یا پنجه دوانی میسلیوم[2] می‌باشد.
مرحله دوم: مرحله پینه‌ای شدن یا ته سنجاقی شدن[3] می‌باشد.
مرحله سوم: مرحله تشکیل اندام باردهی[4] می‌باشد.

آنچه که در ارتباط با رشد قارچ های خوراکی وجود دارد این است که در تمام موارد میسلیوم ها به طور کامل سطح سوبسترا را فرا نمی‌گیرند (کلونیزه نمی‌کنند) و در همین شرایط شروع به تشکیل Pin head می‌کنند. از طرفی پیگیری روند رشد میسلیوم قارچ های خوراکی روی سوبستراهای ناهمگن و آن هم به کمک چشم غیر مسلح عملاً غیر ممکن می‌باشد. بنابراین در اکثر موارد نمی‌توان تشخیص داد که چه زمانی مرحله رشد میسلیومی تمام شده و مرحله تشکیل ته سنجاقی یا Pin head آغاز شده، مگر با ظهور برجستگی های میسلیومی که منجر به تشکیل پین‌هد می‌شوند. از این رو در مطالعه برای کاهش خطا، اندازه‌گیری مجزای طول مرحله ته سنجاقی شدن از مطالعات حذف شد، و طول مرحله رشد میسلیومی به همراه طول مرحله ته سنجاقی شدن، به طور یکجا در زمان کامل شدن اندام پین هد اندازه‌گیری و ثبت شد. به این ترتیب طی بررسی‌های روزانه‌ای که از کلیه واحدهای آزمایشی به عمل می‌آمد، تغییرات فوق به طور مجزا در فرم های مخصوص داده برداری ثبت شدند و در پایان، طول هر مرحله و طول کل دوره رشد هر واحد آزمایشی محاسبه و ثبت گردید.

پس از اینکه قارچ های خوراکی صدفی *P.florida* بالغ شدند و قطر کلاهک های آن به حدود ۱۰ سانتی‌متر رسید، عمل برداشت قارچ خوراکی صدفی روی هر یک از واحدهای آزمایشی (محیط‌های کشت) آغاز شد، به این ترتیب که قارچ های خوراکی صدفی هر واحد آزمایشی بصورت جداگانه توسط کاتر از پایه قطع شدند و داخل ظروف یکبار مصرف که برای این منظور در نظر گرفته شده بودند، قرار داده شدند و سرانجام کد هر واحد آزمایشی روی ظرف مربوطه نوشته شد. این کار طی برداشت های متعدد در طول چهار هفته انجام گرفت و هر بار ظرف محتوی قارچ های خوراکی صدفی هر واحد آزمایشی توسط ترازوی الکترونیکی اندازه‌گیری شد و وزن خالص قارچ‌های خوراکی صدفی هر ظرف در فرم های مخصوص یادداشت شد. سرانجام نیز مجموع اوزان یادداشت شده از هر واحد آزمایشی با یکدیگر جمع شدند، تا وزن کل یا عملکرد محصول قارچ خوراکی صدفی *P.florida* بدست آید.

آنچه که در ارتباط با برداشت قارچ های خوراکی صدفی قابل توجه می‌باشد این است که چون قارچ های خوراکی صدفی در اکثر موارد بصورت خوشه‌ای رشد می‌کنند، امکان دارد که بصورت همزمان همه قارچ های خوراکی صدفی بالغ نشوند و نتوان آنها را همزمان برداشت نمود. بنابراین طی دوره برداشت آن دسته از قارچ های خوراکی صدفی که قطر کلاهک آنها به حدود ۱۰ سانتی‌متر رسیده بود، با دقت لازم توسط کاتر از پایه جدا شد تا آسیبی به سایر قارچ های خوراکی صدفی وارد نگردد و امکان تکامل رشد کلاهک برای آنها نیز فراهم شود. کارایی بیولوژیکی یکی از خصوصیات مهم رشد و تولید قارچ های خوراکی روی سوبسترا محسوب می‌شوند که بیانگر تبدیل توده سوبستریت به اندام‌های باردهی قارچ خوراکی می‌باشد. برای اندازه‌گیری این شاخص، گرم قارچ خوراکی صدفی تازه در ۱۰۰ گرم سوبسترای خشک مصرفی محاسبه می‌گردد. برای این منظور هم پس از برداشت کامل قارچ های خوراکی کلیه واحدهای آزمایشی، کارآیی بیولوژیکی تک تک آنها به طور جداگانه از طریق رابطه فوق محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میانگین وزن اندام باردهی تنها کافی است تا وزن کل قارچ های خوراکی صدفی برداشت شده از

[1] (Spawn run)
[2] (Mycelium run)
[3] (Pin head)
[4] (Fruit body / Fruiting)

Archive of SID

www.SID.ir

هر واحد آزمایشی در تعداد اندام باردهی برداشت شده تقسیم گردد تا میانگین وزن هر اندام باردهی بدست آید. برای این منظور پس از هر برداشت از واحد های آزمایشی، تعداد اندام باردهی آنها نیز شمارش شده و سرانجام در پایان برداشت از کلیه واحدهای آزمایشی میانگین وزن اندام باردهی هر واحد آزمایشی به طور جداگانه محاسبه گردید.

این پژوهش بصورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به دلیل امکان عدم یکنواختی دما و رطوبت در سالن‌های کشت، اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

بررسی اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* و مراحل مختلف آن، حاکی از معنی دار بودن این اثر در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). تنها اثر سوبسترا بر طول مراحل رشد پنجه دوانی اسپان و تشکیل پین هد و همچنین طول دوره رشد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی مراحل تشکیل اندام باردهی اولیه و کامل اثر معنی‌داری در طول مراحل رشد نداشت. در ارتباط با اثر مکمل غذایی بر طول دوره رشد و مراحل مختلف آن، به جز اثر مکمل غذایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن بین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد این قارچ خوراکی صدفی و همچنین کلیه مراحل رشد آن وجود داشت و تنها بین اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد مرحله تشکیل اندام باردهی اولیه و کامل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت.

با توجه به نتایج به دست آمده کمترین طول دوره رشد روی سوبستراهای لیف نخل، غوزه پنبه و تراشه چوب به ترتیب با ۳۷/۳۳،۳۵/۱۱،۳٤/۳۹ روز مشاهده شد که از این جهت با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. این تاثیر روی سوبستراهای غنی‌شده با پودر کنجاله سویا و سبوس برنج به ترتیب با ۳٤/۱۷، ۳٤/۷۵ روز مشاهده گردید که از این جهت با سوبستراهای غنی نشده اختلاف معنی‌داری نداشتند(جداول ٦،۵). همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد، اختلاف معنی‌داری بین اثر متقابل سوبسترا و مکمل‌غذایی بر طول دوره رشد و کلیه مراحل آن وجود داشت. کمترین طول دوره رشد روی اثر متقابل سوبسترا و مکمل‌غذایی در سوبستراهای غوزه پنبه و لیف نخل غنی‌شده با پودر کنجاله سویا و تراشه چوب غنی‌شده با سبوس برنج به ترتیب با ۳۰/۳۳، ۳۰/۳۳ و ۳۱ روز مشاهده گردید(جدول ۷). بررسی نتایج حاکی از آن است که اثرات نوع سوبسترا و مکمل غذایی بر طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* متفاوت است که این تاثیرات بیشتر مربوط به مرحله رشد و توسعه میسلیوم روی سوبسترا و تا اندازه‌ای مراحل توسعه اندام باردهی این قارچ خوراکی صدفی می باشد. نتایج به دست آمده در ارتباط با تفاوت طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی در بین سوبستراهای مختلف با نتایج مطالعات دیگر محققین (۷، ۸) مطابقت دارد. همچنین نتایج بدست آمده در ارتباط با تفاوت طول دوره رشد مخصوصاً در مرحله رشد و توسعه میسلیوم در بین سوبستراهای غنی‌شده با مکمل‌های‌غذایی مختلف و بیشترین تاثیر پودر سویا و سبوس و یا پوسته برنج در کاهش طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران (۲، ٤، ۱۲، ٦۵) مطابقت داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات سوبسترا و مکمل غذایی بر خصوصیات رویشی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		مرحله رشد M.R./P.H.	مرحله رشد P.F.B.	مرحله رشد C.F.B.	طول دوره رشد
بلوک	۲	٤۹/۱۸۱ *	۰/۲۲۲ ns	۰/٤۳۱ ns	۵۳/۷۹۲ **
سوبسترا	۳	۳۳۷/۲۷۳ **	۰/۷۹۲ ns	۰/۲۳٦ ns	۳۰۸/۳۱۵ **
مکمل غذایی	۵	۱۱۱/۳۸۱ **	۰/۷۱٤ ns	٤/۳۱٤ **	۱۲٦/۳ **
سوبسترا × مکمل غذایی	۱۵	۱۱۷/۸٤ **	۱/٦۰۳ **	٤/۷۱٤ **	۱۰۱/٦۲٦ **
خطا	٤٦	۱۰/٦۸۸	۰/۳۵۳	۰/۸۳٦	۱۰/۵۰۲

ns، * و ** **به ترتیب** عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ٤- تجزیه واریانس اثرات سوبسترا و مکمل غذایی بر خصوصیات زایشی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد اندام باردهی	میانگین وزن اندام باردهی	عملکرد محصول	کارآیی بیولوژیکی
بلوک	۲	۵/۰۱٤ ns	۲/۱۰۷ ns	۹۳٤/۸۸۹ ns	٤۰/۳۳۲ ns
سوبسترا	۳	٤۲٦/۵٦۹ **	۱۲۱/۷۸۷ **	۹۱۱۹٦/۱۱۱ **	۳۷٤۷/۹۲۵ **
مکمل غذایی	۵	۳۰۵/۹۸۱ **	۹٦/٤۵۸ **	۱۳٤۳۵٦/۸۸۹ **	۵۳٤۷/٦۲۵ **
سوبسترا × مکمل غذایی	۱۵	۷۳/۸۹۲ **	۵۲/۷٦٦ **	۱۸۱۰۱/۰٤٤ **	۷۰۹/۷٤۲ **
خطا	٤٦	٦/۷۵۳	۲/۹۲	۱٦۸٤/۷۷۳	٦٤/۷٤۷

ns، * و ** **به ترتیب** عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

بررسی اثر سوبسترا و مکمل‌غذایی بر تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های اثر سوبسترا و مکمل‌غذایی و همچنین اثر متقابل سوبسترا و مکمل‌غذایی بر تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* حاکی از معنی‌دار بودن این اثر در سطح احتمال یک درصد بود(جداول٤، ۵، ٦، ۷). در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن، بین اثر سوبسترا و مکمل‌غذایی و همچنین اثر متقابل سوبسترا و مکمل‌غذایی بر تعداد اندام باردهی اختلافی معنی‌دار وجود داشت. بطوریکه بیشترین تعداد اندام باردهی روی سوبستراهای غوزه پنبه دانه و تراشه چوب به ترتیب با ۳۰/۲۲ و ۳۰/۰٦ عدد مشاهده گردید و همین طور بیشترین تعداد اندام باردهی در سوبستراهای غنی‌شده با مکمل‌های‌غذایی سبوس گندم و سبوس برنج به ترتیب با ۳۲/۹۳ و ۳۱/۲۵ عدد مشاهده شد. بیشترین تعداد اندام باردهی نیز در سوبسترای غوزه پنبه غنی‌شده با سبوس گندم با ٤٦ عدد اندام باردهی دیده شد (جدول ۷).

اثر سوبسترا و مکمل‌غذایی بر تعداد اندام باردهی در قارچ خوراکی صدفی *P.florida* بسته به نوع آن متفاوت است و این تأثیر باعث شده که با افزودن مکمل‌های غذایی به محیط کشت، تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی بطور معنی‌داری افزایش یابد. نتایج به دست آمده در ارتباط تأثیر معنی دار مکمل‌های غذایی از جمله سبوس گندم بر

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش تعداد اندام باردهی در قارچ خوراکی صدفی با نتایج مطالعات(۲، ۲٤) مطابقت دارد.

بررسی اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر میانگین وزن اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر میانگین وزن اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*، حاکی از معنی دار بودن اثر سوبسترا و مکمل غذایی و همچنین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر میانگین وزن اندام باردهی در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (جدول٤). بطوریکه بیشترین میانگین وزن اندام باردهی روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند با وزن ۲٤/۵۳ گرم مشاهده شد.

این تأثیر روی سوبستراهای غنی شده با مکمل‌های غذایی مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج و پودر کنجاله سویا به ترتیب با وزن ۲٤ و ۲۳/۹۷ گرم مشاهده گردید. اما بیشترین میانگین وزن اندام باردهی در ارتباط با اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی در سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با مکمل غذایی مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج با وزن ۳٤/۵ گرم دیده شد (جدول ٦) لازم به ذکر است که در برخی موارد افزودن مکمل‌های غذایی به محیط کشت قارچ خوراکی صدفی باعث افزایش معنی دار میانگین وزن اندام باردهی در مقایسه با محیط کشت بدون مکمل غذایی نمی‌گردد. نتایج فوق در ارتباط با تأثیر مکمل‌های غذایی بر میانگین وزن اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی با نتایج مطالعات منصوری و پورسعید (۱۳۸۲) مطابقت دارد(۲).

بررسی اثر سوبسترا و مکمل غذایی بر عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی روی ۵۰۰ گرم وزن خشک سوبسترا های تفاله فشنگی چغندرقند، غوزه پنبه دانه و خاک اره به میزان متغیر ٥٦۲/٤- ۵۵۰/۹ گرم (۱۱۲/۵- ۱۱۰/۲ درصد) مشاهده گردید که در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این تأثیر روی سوبستراهای غنی شده با مکمل‌های غذایی سبوس گندم و مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج به ترتیب به میزان ٦۲۹/۸ گرم (۱۲۵/۹درصد) و ۵۹۱/۵ گرم (۱۱۸/۳ درصد) مشاهده گردید. همچنین در ارتباط با اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی بهترین نتیجه روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با سبوس برنج به میزان ٦۸۰/۷ گرم (۱۳٦/۱ درصد) دیده شد (جدول ۷). نوع سوبسترا و مکمل غذایی بر عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی تاثیر متفاوتی داشت. بطوریکه افزودن مقادیر مناسبی از مکمل‌های غذایی به سوبستراهای مورد استفاده، عملکرد محصول و به دنبال آن کارآیی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی را بطور معنی‌داری افزایش می‌دهد. در این ارتباط نتایج به دست آمده در مورد تأثیر متفاوت انواع سوبستراها بر عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی با دیگر نتایج (۵، ۲٤) مطابقت دارد. همچنین نتایج به دست آمده در این مطالعه در ارتباط با بیشترین عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی به دست آمده از تراشه چوب غنی شده با مکمل غذایی سبوس گندم با سایر تحقیقات (۷) مشابه می‌باشد. در ارتباط با تاثیر متفاوت افزودن انواع مکمل‌های غذایی به محیط کشت قارچ خوراکی صدفی بر عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی با نتایج دیگر مطالعات (۲، ۱٦) و از نظر بهترین تأثیر گذاری سبوس گندم و پودر سویا بر عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی با نتایج سایر پژوهشگران (۲، ۱۲، ۲٤) مطابقت دارد. کارایی بیولوژیکی به دست آمده در این پژوهش (۱۳٦/۱ درصد) در مقایسه با سایر پژوهش‌های انجام شده ۲ (/۳٤ درصد) به مراتب بالاتر بوده و این می‌تواند نشان از تاثیر سوبسترا و مکمل‌های استفاده شده باشد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ –مقایسه میانگین اثر سوبسترا بر روی خصوصیات قارچ خوراکی صدفی *P. florida*

خصوصیات مورد بررسی	تراشه چوب	پوسته پنبه دانه	تفاله فشنگی چغندر قند	لیف نخل
طول مرحله M.R./P.H.	۳۰/۱۱ b	۲۸/٤٤ a	۳٦/۸۹ b	۲۷/۱۷ b
طول مرحله P.F.B.	۳ a	۲/٦۷ a	۲/٦۱ a	۳ a
طول مرحله C.F.B.	٤/۲۲ a	٤ a	٤ a	٤/۱۷ a
طول دوره رشد	۳۷/۳۳ b	۳۵/۱۱ b	٤۳/۵ a	۳٤/۳۹ b
عملکرد محصول	۵۵۰/۹ a	۵٦۰/٦ a	۵٦۲/٤ a	٤۱۵/۹ b
تعداد اندام باردهی	۳۰/۰٦ a	۳۰/۲۲ a	۲۳/۵٦ b	۲۰/٤٤ c
میانگین وزن اندام باردهی	۱۸/٦۷ c	۱۹/٤۷ bc	۲٤/۵۳ a	۲۰/٤۹ b
کارایی بیولوژیک	۱۱۰/۲ a	۱۱۲/۱ a	۱۱۲/۵ a	۸۲/۸ b

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

جدول ٦ – مقایسه میانگین اثر مکمل‌غذایی بر خصوصیات قارچ خوراکی صدفی *P. florida*

خصوصیات مورد بررسی	سبوس گندم	سبوس برنج	پودر کنجاله سویا	کنجاله سویا و سبوس برنج	تفاله هویج	بدون مکمل غذایی
طول مرحله M.R./P.H.	۲۷/۵ b	۳۲/۷۵ a	۲۸/٦۷ b	۳۳/۵۸ a	۳۳/۸۳ a	۲۷/۵ b
طول مرحله P.F.B.	۲/۷۵ ab	۳ ab	۲/۵۸ ab	۳/۰۸ a	۲/۵ b	۳ ab
طول مرحله C.F.B.	٤/۳۳ a	٤/۵ a	۲/۹۲ b	٤/۲۵ a	٤/۰۸ a	٤/۵ a
طول دوره رشد	۳٤/۷۵ b	٤۰/۲۵ a	۳٤/۱۷ b	٤۰/۹۲ a	٤۰/٤۲ a	۳۵ b
عملکرد محصول	٦۲۹/۸ a	۵۵۵/۳ b	۵۷۱/۳ b	۵۹۱/۵ ab	٤۳۱/۸ c	۳۵۵/۱ d
تعداد اندام باردهی	۳۲/۹۲ a	۳۱/۲۵ a	۲٤ bc	۲۵/۹۲ b	۲۰/۳۳ d	۲۲ cd
میانگین وزن اندام باردهی	۱۹/۵۵ c	۱۸/۲٤ cd	۲۳/۹۷ a	۲٤ a	۲۱/۵۳ b	۱۷/٤٤ d
کارایی بیولوژیک	۱۲۵/۹ a	۱۱۱/۱ b	۱۱۳/۷ b	۱۱۸/۳ ab	۸٦/۳۵ c	۷۱/۰۲ d

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷ –مقایسه میانگین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر خصوصیات قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

نوع سوبسترا	نوع مکمل غذایی	طول مرحله M.R./P.H.	طول مرحله P.F.B.	طول مرحله C.F.B.	طول دوره رشد
		روز	روز	روز	روز
تراشه چوب	سبوس گندم	۲٤ fgh	۳/٦۷ ab	۳/۳۳ cde	۳۱ de
	سبوس برنج	۲٤/٦۷ efgh	۳/٦۷ ab	٤/۳۳ abcde	۳۲/٦۷ cde
	پودر کنجاله سویا	۳۹/۳۳ Ab	۲/۳۳ bc	۳/٦۷ bcde	٤٥/۳۳ ab
	کنجاله سویا و سبوس برنج	۳٥ bc	۲/۳۳ bc	۳/٦۷ bcde	٤۱ bc
	تفاله هویج	۳۳/۳۳ Bcd	۲/۳۳ bc	٥/۳۳ abc	٤۱ bc
	بدون مکمل غذایی	۲٤/۳۳ fgh	۳/٦۷ ab	٥ abcd	۳۳ cde
پوسته پنبه دانه	سبوس گندم	۲۸/۳۳ cdefgh	۲/۳۳ bc	٤/۳۳ abcde	۳٥ cde
	سبوس برنج	۳۱/۳۳ cdefg	۲/۳۳ bc	٦ ab	۳۹/٦۷ bc
	پودر کنجاله سویا	۲٦ defgh	۲ c	۲/٦۷ de	۳۰/٦۷ de
	کنجاله سویا و سبوس برنج	۲۳/۳۳ gh	٤/۳۳ a	٥/۳۳ abc	۳۳ cde
	تفاله هویج	۲۸/٦۷ cdefgh	۲/٦۷ bc	۲/۳۳ e	۳۳/٦۷ cde
	بدون مکمل غذایی	۳۳ bcde	۲/۳۳ bc	۳/۳۳ cde	۳۸/٦۷ bcd
تفاله فشنگی چغندر قند	سبوس گندم	۳۰/٦۷ cdefg	۲/۳۳ bc	٤/٦۷ abcde	۳۷/٦۷ bcd
	سبوس برنج	٤٦ a	۲/٦۷ bc	۳/٦۷ bcde	٥۲/۳۳ a
	پودر کنجاله سویا	۲٤ fgh	۳/٦۷ ab	۲/٦۷ de	۳۰/۳۳ de
	کنجاله سویا و سبوس برنج	٤٤/٦۷ a	۲ c	۲/۳۳ e	٤۹ a
	تفاله هویج	٤٤ a	۲/۳۳ bc	٤/۳۳ abcde	٥۰/٦۷ a
	بدون مکمل غذایی	۳۲ bcdef	۲/٦۷ bc	٦/۳۳ a	٤۱ bc
لیف نخل	سبوس گندم	۲۷/۳۳ cdefgh	۲/٦۷ bc	٥ abcd	۳٥/۳۳ cde
	سبوس برنج	۲۹ cdefgh	۳/۳۳ abc	٤ abcde	۳٦/۳۳ cd
	پودر کنجاله سویا	۲٥/۳۳ defgh	۲/۳۳ bc	۲/٦۷ de	۳۰/۳۳ de
	کنجاله سویا و سبوس برنج	۳۱/۳۳ cdefg	۳/٦۷ ab	٥/٦۷ abc	٤۰/٦۷ bc
	تفاله هویج	۲۹/۳۳ cdefg	۲/٦۷ bc	٤/۳۳ abcde	۳٦/۳۳ cd
	بدون مکمل غذایی	۲۰/٦۷ h	۳/۳۳ abc	۳/۳۳ cde	۲۷/۳۳ e

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۷ – مقایسه میانگین اثر متقابل سوبسترا و مکمل غذایی بر خصوصیات قارچ خوراکی صدفی *P.florida*

نوع سوبسترا	نوع مکمل غذایی	میانگین تعداد اندام باردهی	میانگین وزن اندام باردهی	عملکرد محصول قارچ خوراکی	کارآیی بیولوژیکی
		عدد	گرم	گرم *	درصد
تراشه چوب	سبوس گندم	۲۶/۶۷ def	۱۹/۷۳ def	۵۲۶/۵ cdef	۱۰۵/۳ defg
	سبوس برنج	۳۲/۶۷ bc	۱۴/۲۳ hi	۴۶۳ efghi	۹۲/۶ fghij
	پودر کنجاله سویا	۲۵ def	۲۰/۹۳ def	۵۲۲/۳ cdef	۱۰۴/۵ defg
	کنجاله سویا و سبوس برنج	۳۳/۳۳ bc	۱۷/۴ fgh	۵۷۹/۳ abcd	۱۱۵/۹ bcde
	تفاله هویج	۲۲/۶۷ defg	۲۱/۹۷ cde	۴۹۵/۳ cdefg	۹۹/۰۷ defgh
	بدون مکمل غذایی	۳۳/۶۷ bc	۱۲/۷۷ i	۴۲۸/۷ fghij	۸۵/۷۳ ghijk
پوسته پنبه دانه	سبوس گندم	۴۶ a	۱۴/۷ ghi	۶۷۳/۳ a	۱۳۴/۷ ab
	سبوس برنج	۳۷ b	۱۶/۳۳ ghi	۵۹۲/۳ abc	۱۱۸/۵ abcd
	پودر کنجاله سویا	۲۴ def	۲۶/۱ bc	۶۲۶/۳ ab	۱۲۵/۳ abc
	کنجاله سویا و سبوس برنج	۲۸ cde	۲۲/۵ cde	۶۲۹/۷ ab	۱۲۵/۹ abc
	تفاله هویج	۲۱/۳۳ fg	۲۲/۵۷ cde	۴۷۸ efgh	۹۵/۶ fghij
	بدون مکمل غذایی	۲۵ def	۱۴/۶ ghi	۳۶۳/۷ ij	۷۲/۷۳ k
تفاله فشنگی چغندر قند	سبوس گندم	۲۸/۳۳ cd	۲۲/۴۳ cde	۶۳۴/۷ ab	۱۲۶/۹ ab
	سبوس برنج	۳۲/۶۷ bc	۲۰/۹ def	۶۸۰/۷ a	۱۳۶/۱ a
	پودر کنجاله سویا	۲۱/۶۷ efg	۲۷/۳۳ b	۵۹۱/۳ abc	۱۱۸/۳ abcd
	کنجاله سویا و سبوس برنج	۱۹/۶۷ fgh	۳۴/۵ a	۶۷۰/۳ a	۱۳۴/۱ ab
	تفاله هویج	۲۲/۶۷ defg	۱۸/۲۷ efgh	۴۱۳ ghij	۸۲/۶ hijk
	بدون مکمل غذایی	۱۶/۳۳ ghi	۲۳/۷۳ bcd	۳۸۴/۳ hij	۷۶/۸۷ jk
لیف نخل	سبوس گندم	۲۴/۳۳ def	۱۶/۳۳ ghi	۳۹۴/۳ ghij	۷۸/۸۷ ijk
	سبوس برنج	۲۲/۶۷ defg	۲۱/۵ def	۴۸۵/۳ defgh	۹۷/۰۷ efghi
	پودر کنجاله سویا	۲۵/۳۳ def	۲۱/۵ def	۵۴۵ bcde	۱۰۶/۷ cdef
	کنجاله سویا و سبوس برنج	۲۲/۶۷ defg	۲۱/۶ def	۴۸۶/۷ defg	۹۷/۳۳ efghi
	تفاله هویج	۱۴/۶۷ hi	۲۳/۳۳ bcd	۳۴۰/۷ i	۶۸/۱۳ k
	بدون مکمل غذایی	۱۳ i	۱۸/۶۷ efg	۲۴۳/۷ k	۴۸/۷۳ l

* گرم در ۵۰۰ گرم وزن خشک سوبسترا

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

تفاوت در طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* در بین تیمارهای مختلف، به ترکیبات شیمیایی سوبسترا و مکمل غذایی افزوده شده، قابل استفاده بودن ترکیبات شیمیایی و سطح آزاد سازی مواد غذایی سوبسترا و مکمل غذایی (۱۰، ۱۴) و همچنین خصوصیات فیزیکی سوبسترای مورد استفاده مربوط می‌شود (۲۵).

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* روی سوبسترای لیف نخل غنی نشده با مکمل‌های غذایی و کلیه سوبستراهای غنی شده با مکمل غذایی پودر کنجاله سویا در مقایسه با سایر تیمارها شاید به چندین علت باشد. اول به خاطر وجود مقادیر قابل توجه نیتروژن و فیبر غذایی در سوبسترای لیف نخل است که برای رشد قارچ خوراکی بسیار مؤثر می‌باشد (۵). دوم شاید به خاطر وجود ترکیبات غذایی قابل دسترس در سوبسترای لیف نخل و سایر سوبستراهای غنی شده با مکمل غذایی پودر کنجاله سویا باشد که تأثیر مثبتی در ظهور اندام‌های باردهی قارچ خوراکی خواهد گذاشت (۷)، بنابراین اندام‌های باردهی قارچ خوراکی زودتر تشکیل می‌شود (۱۰).

همچنین افزایش طول دوره رشد قارچ خوراکی صدفی *P.florida* روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با سبوس برنج و مخلوط آن با پودر کنجاله سویا در مقایسه با سایر تیمارها، شاید به خاطر افزایش بیش از اندازه غلظت گاز CO_2 در محیط کشت حاوی این سوبسترا باشد که تاثیر منفی بر سرعت کلونیزه شدن سوبسترا و تشکیل اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی می‌گذارد، در نتیجه سیکل رشد قارچ خوراکی صدفی افزایش می‌یابد (۲۵). از طرفی به دلیل نامناسب شدن بافت سوبسترای تفاله فشنگی چغندرقند در اثر آبگیری و افزایش غلظت برخی از ترکیبات شیمیایی محیط کشت مخصوصاً با افزودن مکمل‌های غذایی به سوبسترا، باعث نامرغوب شدن میسلیوم و در نتیجه کاهش سرعت رشد قارچ خوراکی می‌شود (۷).

تفاوت در خصوصیات اندام‌های باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* در بین تیمارهای مختلف، به نوع سوبسترا، ترکیب شیمیایی سوبسترا و مکمل غذایی افزوده شده، خصوصیات فیزیکی سوبسترا (۱۰) و همچنین کارآیی تبدیل بیولوژیکی قارچ خوراکی مربوط می‌باشد (۵، ۲۵). با توجه به این عوامل، افزایش تعداد اندام باردهی بر روی سوبسترای غوزه پنبه غنی شده با سبوس گندم شاید به خاطر ترکیبات شیمیایی قابل جذب در محیط کشت باشد که بر روی تولید اندام باردهی تاثیر مثبت می‌گذارد (٦). از سوی دیگر شاید این امر تأثیرات منفی مربوط به رقابت بیولوژیکی اندام‌های باردهی در حال شکل گرفتن برای جذب مواد غذایی محیط کشت را کاهش دهد (۲) که باعث افزایش تعداد اندام باردهی میگردد. همچنین شاید بتوان نامناسب بودن خصوصیات فیزیکی سوبسترای لیف نخل را عامل اصلی کاهش تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی روی آن دانست (۱۰).

افزایش میانگین وزن اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *P.florida* روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با مکمل غذایی مخلوط پودر کنجاله سویا با سبوس برنج در مقایسه با سایر تیمار بخصوص سوبسترای تراشه چوب غنی نشده با مکمل غذایی که پایین ترین میانگین وزن اندام باردهی را داشت، شاید به خاطر تأثیر افزودن مکمل غذایی حاوی ترکیبات غذایی قابل دسترس و قابل جذب برای قارچ خوراکی صدفی باشد (۲). دومین عاملی که شاید تأثیر بیشتری داشته باشد نسبت C/N سوبسترای مورد استفاده برای کشت قارچ خوراکی است، که این نسبت برای سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند بسیار بهتر از سوبسترای تراشه چوب می‌باشد. در نتیجه میانگین وزن اندام باردهی قارچ‌های خوراکی صدفی *P.florida* کشت شده بر روی سوبسترای تراشه چوب در مقایسه با سایر تیمارها کمترین مقدار می‌باشد. همچنین افزایش عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی روی سوبسترای تفاله فشنگی چغندر قند غنی شده با مکمل غذایی سبوس برنج شاید به خاطر همان عواملی باشد که میانگین وزن اندام باردهی را در قارچ خوراکی افزایش می‌دهند. از طرفی تأثیر افزودن مکمل غذایی سبوس برنج در تأمین مواد غذایی مورد نیاز قارچ خوراکی صدفی، باعث افزایش عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی قارچ خوراکی صدفی می‌گردد (۷). اما یکی از عوامل مهم دیگر در افزایش عملکرد و کارآیی بیولوژیکی در این سوبسترا، شاید به خاطر مناسب بودن

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت C/N آن باشد (۲) و احتمالاً همین عامل باعث شده است که عملکرد محصول و کارآیی بیولوژیکی در سوبسترای لیف نخل غنی نشده با مکمل‌های غذایی در مقایسه با سایر تیمارها کمترین مقدار باشد.

سپاسگزاری: مقاله حاضر با استفاده از اعتبارات طرح پژوهشی قارچ خوراکی صدفی به دست آمده که بدینوسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

۱. پورسعید ن. و م. ر. منصوری. ۱۳۸۲. بررسی اثر مقدار و روش اسپان مصرفی قارچ خوراکی صدفی *Hypsizygus ulmarius* بر آلودگی بستر کشت به قارچ *Cladosporium* sp. . مجموعه مقالات نخستین همایش علمی – پژوهشی دانشجویان کشاورزی و منابع طبیعی سراسر کشور، ۱۲ تا ١٤ آذر ماه ۱۳۸۲، دانشگاه گیلان.

۲. منصوری م. ر. و ن. پورسعید. ۱۳۸۲. بررسی اثر مکمل‌های آلی مختلف بر طول دوره رشد و تعداد اندام باردهی قارچ خوراکی صدفی *Hypsizygus ulmarius* . مجموعه مقالات نخستین همایش علمی – پژوهشی دانشجویان کشاورزی و منابع طبیعی سراسر کشور، ۱۲ تا ١٤ آذر ماه ۱۳۸۲، دانشگاه گیلان .

3. Banik S. and R. Nandi. 2004. Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom. Industrial Crops and Products, 20:311–319.

4. Baysal E., H. Peker, M.K. Yalinkilic and A. Temiz. 2003. Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials. Bioresource Technology, 89(1): 95-97.

5. Bisaria R., M. Madan and V. S. Bisaria. 1987. Biological efficiency and nutritive value of *Pleurotus sajor-caju* cultivated on different agro-wastes. Biological Wastes, 19(4): 239-255.

6. Kaur J., H.S. Sodhi and Sh. Kapoor. 2008. Breeding of Pleurotus florida (oyster mushroom) for phenotypic pigmentation and high yield potential. Journal of the Science of foods and Agriculture, 88(15): 2676-2681.

7. Mandeel Q.A., A.A. Al-Laith and S.A. Mohamed. 2005. Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on various lignocellulosic wastes. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 21.601–607.

8. Obodai M., J. Cleland-Okine, K.A. Vowotor. 2003. Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic by-products. Journal of Industrial of Microbiology and Biotechnology, 30: 146–149.

9. Rajarathnam S. and Z. Bano. 1987. *Pleurotus* mushrooms. Parte 1 A: Morphology, life cycle, taxonomy, breeding and cultivation. CRR Critical Recviews in Food Science, 26: 157-223.

10. Royse D.J., T.W. Rhodes, S. Ohga and J.E. Sanchez. 2004. Yield, mushroom size and time to production of Pleurotus cornucopiae (oyster mushroom) grown on switch grass substrate spawned and supplemented at various rates. Bioresource Technology, 91(1): 85-91.

11. Royse D.J. 2003. Cultivation of Oyster Mushrooms. College of Agricultural Sciences, Pennsylvania State University, University Park, PA, 12o p.

12. Royse D.J. 2002. Influence of spawn rate and commercial delayed release nutrient levels on *Pleurotus cornucopiae* (oyster mushroom) yield, size and time to production. Applied Microbiology and Biotechnology, 58: 527–531.

13. Royse D.J., S.L. Fales and K. Karunanandaa. 1991. Influence of formaldehyde-treated soybean and commercial nutrient supplementation on mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) yield and *in-vitro* dry matter digestibility of spent substrate. Applied Microbiology and Biotechnology, 36: 425–429.

14. Salmones D., G. Mata and K. N. Waliszewski. 2005. Comparative culturing of *Pleurotus* spp. on coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation. Bioresource Technology, 96: 537-544.

Archive of SID

www.SID.ir

15. Shashirekha M.N., S. Rajarathnam and Z. Bano. 2005. Effects of supplementing rice straw growth substrate with cotton seeds on the analytical characteristics of the mushroom, *Pleurotus florida* (Block & Tsao). Food Chemistry, 92(2): 255-259.

16. Shashirekha M.N., S. Rajarathnam and Z. Bano. 2002. Enhancement of bioconversion efficiency and chemistry of the mushroom, *Pleurotus sajor-caju* (Berk and Br.) Sacc. produced on spent rice straw substrate, supplemented with oil seed cakes. Food Chemistry, 76(1): 27-31.

17. Singer R. 1986. The Agaricales in Modern Taxonomy. 4th ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

18. Soto-Cruz O., G. Saucedo-Castañeda, J. L. Pablos-Hach, M. Gutiérrez-Rojas and E. Favela-Torres. 1999. Effect of substrate composition on the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*. An analysis by mixture and response surface methodologies. Process Biochemistry, 35(1-2): 127-133.

19. Stamets P. 2000. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Third ed, Ten Speed Press. Berkeley, CA. 552 p.

20. Straatsma G., J.P.G. Gerrits, J.T.N.M. Thissen, J.G.M. Amsing, H. Loeffen and L.J.L.D. Van Griensven. 2000. Adjustment of the composting process for mushroom cultivation based on initial substrate composition. Bioresource Technology, 72(1): 67-74.

21. Tisdale T.E., S.C. Miyasaka and D.E. Hemmes. 2006. Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Hawaii. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 22: 201–206.

22. Vilgalys R. and B. Sun. 1994. Ancient and recent patterns of geographic speciation in the oyster mushroom *Pleurotus* revealed by phylogenetic analysis of the ribosomal DNA sequence. Proceeding National Academy Science, 91:4599-4603.

23. Walting R. and N.M. Gregory. 1989. Crepidotaceae: Pleurotaceae and other *Pleurotoid agarics*. British Fungus Flora, Agarics and Boleti 6. Royal Botanic Garden, Edinburgh.

24. Yildiz S., Ü.C. Yildiz, E.D. Gezer and A. Temiz. 2002. Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. Process Biochemistry, 38(3): 301-306.

25. Zhang R., X. Li and J.G. Fadel. 2002. Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. Bioresource Technology, 82(3): 277-284.

Archive of SID

www.SID.ir