تاثیر پسماندهای آلی مختلف و باکتری‌های مولد اکسین بر شاخص‌های رشدی قارچ دکمه‌ای *(Agaricus bisporus)*

علی عبادی[1*] ، حسینعلی علیخانی[2]، باقر یخچالی[3]

تاریخ دریافت: 90/11/10 تاریخ پذیرش: 92/03/29

1- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

2- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک ، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.

3- دانشیار پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری ، تهران.

*. مسئول مکاتبه: E-mail: aliebadi1365@gmail.com

چکیده

قارچ خوراکی *Agaricus bisporus* مهمترین قارچی است که به صورت صنعتی کشت می‌گردد و به دلیل کیفیت غذایی مناسب و میزان بالای پروتئین جایگاه ویژه‌ای را در سبد غذایی مردم جهان به خود اختصاص داده است. استفاده از پسماندهای آلی به عنوان بستر تولید قارچ خوراکی می‌تواند راه حل مناسبی در دفع این مواد و تامین بخشی از نیاز غذایی مردم جهان باشد. در این پژوهش برای بررسی قابلیت استفاده از پسماندهای آلی مختلف به عنوان بستر کشت قارچ دکمه‌ای و بعلاوه تاثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر عملکرد و کیفیت قارچ خوراکی آزمایشی به صورت فاکتوریل دو فاکتوره، در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل چهار بستر کمپوست تازه قارچ، کمپوست مصرفی قارچ، کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بود، که با نسبت یک به یک با کمپوست تازه قارچ مخلوط شده بودند. فاکتور دوم نیز شامل تیمار بدون باکتری و دو باکتری سودوموناس فلورسنس و ریزوبیوم لگومینوزاروم بیووار فازئولی مولد ایندول استیک اسید بود. نتایج نشان داد تاثیر بسترهای مختلف بر عملکرد قارچ در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد و کمپوست تازه قارچ با میانگین 545/5 گرم، بیشترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داد، ضمنا در بستر ورمی‌کمپوست قارچ تولید نشد. در بین باکتری‌های تلقیح شده باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم بیووار فازئولی سبب بهبود عملکرد قارچ در تمامی بسترها شد و17/2 درصد عملکرد قارچ را نسبت به تیمار بدون باکتری افزایش داد. پروتئین قارچ نیز تحت تاثیر دو فاکتور بستر و باکتری قرار گرفت و بیشترین درصد پروتئین در تیمار کمپوست زباله شهری به همراه باکتری سودوموناس فلورسنس به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ایندول استیک اسید، باکتری محرک رشد، قارچ دکمه‌ای، کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست

Effect of Different Organic Wastes and Auxin-Producing Bacteria on the Yield of Button Mushroom *(Agaricus bisporus)*

A Ebadi[1*], HA Alikhani[2], MB Yakhchali[3]

1PhD. Student, Dept of Soil Science Engineering , University of Agriculture Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
2Assoc Prof, Dept of Soil Sciences Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, Karaj, Tehran University, Iran
3Assoc Prof, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran
*Corresponding author: Email: aliebadi1365@gmail.com

Abstract

Agaricus bisporus edible mushroom is the most abundant industrially cultivated mushroom and due to appropriate nutritional quality and high amount of protein has special place in world's population food basket. The use of organic wastes in edible mushroom producing could be suitable solution to removal of these wastes and supply the world's population food. In this research, in order to survey the practicability for use of different organic wastes as button mushroom culturing substrate and effect of plant growth promoting bacteria on yield and quality of edible mushroom an experiment was conducted as factorial arrangement with two factor and in three replications. First factor consisted of four substrate including fresh mushroom compost, spent mushroom compost, municipal solid compost and vermicompost, which mixed with fresh mushroom compost at the ratio of 1:1. Second factor include no-bacteria, and two IAA producing bacteria treatments, including *Pseudomonas fluorescens* and *Rhizobium* leguminosarum biovar phaseoli. Results showed that the effect of different substrates had a significant difference on mushroom yield ($P<0.01$) and fresh mushroom compost with the mean value of 545.5 gr, has allocated the most amount of yield, also in vermicompost bed mushroom was not produced. Among the inoculated bacteria, Rhizobia bacteria caused improving in mushroom yield at all substrates and has increased 17.2 percent mushroom yield compared to non-bacterium treatment. Mushrooms protein is also affected under the tow factor of bed and bacteria and the most protein percent was observed in municipal solid waste treatment in companying with Pseudomonas fluorescens.

Keyword: Button mushroom, Culturing bed, Growth promoting bacteria, Indole acetic acid, Municipal solid waste, Vermicompost

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت در جهان، نیاز به منابع غذایی سالم را افزایش داده است. قارچ دکمه‌ای *(Agaricus bisporus)* در حال حاضر حداقل در 80 کشور دنیا کشت (پاردو و همکاران 2002) و به عنوان یک منبع غذایی و پروتئینی مناسب برای انسان و همچنین برای پیشگیری و درمان برخی از بیماری‌ها مانند سرطان و بیماری‌های قلبی شناخته می‌شود (ساسین و همکاران 2005). از سوی دیگر بحران انرژی سبب شده است تا بشر به اهمیت تحقیق در به‌کارگیری مجدد ضایعات و پسماندهای کشاورزی و صنعتی و تبدیل آنها به محصولات غنی و دارای ارزش تجاری پی ببرد (تاج الدین 1373). ضایعات کشاورزی و صنعتی پس از انجام فرایندها و عملیات لازم می‌توانند به مواد کمپوستی قابل استفاده تبدیل شوند و به عنوان یک منبع غذایی متنوع به‌کار گرفته شوند (نیک نهاد 1376). به طور مثال، در کشت قارچ‌های خوراکی از این ضایعات استفاده می‌شود که روشی برای کاهش آلودگی محیط زیست نیز به شمار می‌آید. افزایش و توسعه کشت قارچ-های خوراکی در سرتاسر جهان می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر تولید غذا و حل بخشی از مشکل ضایعات آلی غیر خوراکی داشته باشد (تاج الدین 1373). از این رو کاربرد برخی از ضایعات آلی به عنوان بستر کشت قارچ خوراکی علاوه بر تامین غذای مردم جهان می‌تواند راه حل مناسبی نیز در جهت دفع ضایعات آلی باشد.

قارچ خوراکی به عنوان یکی از محصولات عمده بیوتکنولوژی در دنیا در حال توسعه و گسترش است و بشر توانسته است با بهره‌گیری از فناوری مدرن و استفاده بهینه از ضایعات کشاورزی و صنایع تبدیلی، تولید در واحد سطح آن را افزایش دهد. استفاده از باکتری‌های محرک رشد می‌تواند یکی از راهکارهای مفید در بهبود عملکرد قارچ‌های خوراکی باشد. امروزه تحقیقات مفصلی در زمینه واکنش‌های بین قارچ خوراکی و باکتری‌ها در بستر انجام شده است که در بیشتر موارد نتایج مثبتی در پی داشته است (چو و همکاران 2002). تولید فیتوهورمون‌ها توسط باکتری‌های محرک رشد یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌هایی است که ریزوباکتری‌ها به واسطه آن رشد گیاهان را افزایش می-دهند (*اسپاپن و همکاران 2007*). این ترکیبات در غلظت-های بسیار پایین فرایندهای شیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی را در گیاهان تحت تاثیر قرار می‌دهند (زهیر و همکاران 2004). ایندول استیک اسید (IAA) متداول‌ترین هورمون اکسینی در گیاهان است، که مسئول تقسیم، توسعه و تفکیک بافت‌ها و سلول‌های گیاهی می‌باشد. باکتری‌های ریزوبیومی و *سودوموناس فلورسنس*[1] نیز دارای توانایی تولید IAA می‌باشند (مندال و همکاران 2007). تولید این هورمون توسط باکتری‌های محرک رشد می‌تواند سبب تحریک رشد میسلیوم (گیو و همکاران 2009) شده و از این طریق باعث افزایش رشد قارچ و بهبود عملکرد آن گردد (کانکو و تانیموتو 2009). هدف از پژوهش حاضر بررسی پتانسیل استفاده از پسماندهای آلی مختلف به عنوان بستر کشت قارچ *دکمه‌ای (Agaricus bisporus)* و تاثیر باکتری‌های مولد IAA بر عملکرد این قارچ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

اندازه‌گیری درصد کربن آلی و نیتروژن بسترها

برای اندازه‌گیری میزان کربن آلی بسترها از روش والکلی- بلک (1934) و برای نیتروژن از روش کجلدال (برمر و مولوانی 1982) استفاده شد.

بررسی توان تولید IAA توسط جدایه‌های باکتری

در این تحقیق تعداد 20 جدایه باکتری *سودوموناس فلورسنس* و 20 جدایه ریزوبیوم لگومینوزاروم بیوار فازئولی[2] از بانک ژن گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران انتخاب شد. مقدار تولید IAA توسط هر یک از

1Pseudomonas fluorescens
2 Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli

جدایه‌های مورد آزمایش با استفاده از محیط DF[1] اندازه‌گیری شد. برای این منظور 50 میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری به 30 میلی لیتر محیط DF حاوی 50 میلی‌گرم در لیتر ال- تریپتوفان منتقل گردید. بعد از 48 و 72 ساعت (به‌ترتیب برای باکتری‌های *سودوموناس* و ریزوبیومی) مقدار تولید IAA توسط هر جدایه از مقایسه‌ی جذب نور در سوسپانسیون آن جدایه با منحنی استاندارد تهیه شده در غلظت‌های 0، 5، 10، 15 و 20 میلی‌گرم در لیتر از IAA محاسبه گردید (پاتن و گلیک، 2002). در نهایت یک جدایه توانمند از هر جنس برای استفاده در بستر کشت قارچ انتخاب شد.

آماده سازی بستر و کشت قارچ

بسترهای استفاده شده در این تحقیق عبارت بود از کمپوست تازه قارچ که شامل کاه و کلش گندم، کود مرغی و گچ بود (FMC)[2]، کمپوست مصرفی قارچ (SMC)[3]، کمپوست زباله شهری (MSW)[4] و ورمی-کمپوست (VER)[5]. در پژوهش حاضر از سیستم جعبه-ای برای کشت قارچ استفاده گردید. قبل از بذر پاشی، تمامی کمپوست‌ها به غیر از FMC، به منظور از بین بردن عوامل بیماری‌زا، درون اتوکلاو (دمای C 121، فشار 1/34 atm، به مدت 15 دقیقه) بخار داده شدند (FMC نیز درون سالن پاستوریزاسیون در دمای 58 درجه سانتی‌گراد به مدت 8 ساعت پاستوریزه شد)، سپس با نسبت یک به یک درون ظروف جداگانه با کمپوست تازه قارچ مخلوط گردیده و در مجموع برای هر تیمار دو کیلوگرم بستر کشت در نظر گرفته شد. پس از بذر پاشی، جعبه‌ها به یک اتاقک تاریک منتقل گردید. از کولر آبی و بخاری جهت کنترل دما و تهویه استفاده شد. در این مرحله زادمایه باکتری‌های مورد استفاده به صورت یک درصد وزنی (وانگ و همکاران، 2008) به بسترها تلقیح گردید. تیمارهای باکتری نیز شامل سطح بدون باکتری (B_0)، باکتری *سودوموناس فلورسنس* (B_1) و باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم بیوار فازئولی (B_2) بود.

بعد از اتمام دوره کشت قارچ‌ها قبل از بلوغ کامل و به اصطلاح رایج قبل از پشت باز شدن برداشت شده و پس از تمیز نمودن، وزن تر آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم تعیین گردید. سپس جهت اندازه‌گیری وزن خشک، قارچ‌ها به لایه‌های نازک بریده شده و در دمای $70\ ^{o}C$ سانتی‌گراد درون آون قرار گرفتند و پس از 48 ساعت مجددا وزن شدند. قطر کلاهک و تعداد قارچ در طول دوره برداشت برای تمامی قارچ‌ها اندازه گیری و در پایان برای هر تیمار میانگین آنها محاسبه شد. به منظور اندازه گیری درصد خاکستر مقدار 5 گرم از ماده خشک قارچ دکمه‌ای به دقت توزین و درون بوته‌های چینی در داخل کوره الکتریکی در دمای $550\ ^{o}C$ قرار داده شد. پس از گذشت 8 ساعت از کوره خارج و وزن شدند. برای محاسبه درصد خاکستر از رابطه زیر استفاده شد (ویرا و همکاران 2009):

$$\text{درصد خاکستر} = \frac{\text{وزن خاکستر}}{\text{وزن ماده خشک}} \times 100$$

همچنین برای محاسبه درصد ماده خشک (کالبرر، 1991) و درصد کارایی زیستی (BE) (کیربگ و آکیوز، 2008) قارچ به ترتیب از روابط زیر استفاده گردید:

$$\%BE = \frac{\text{وزن تر کل محصول}}{\text{وزن خشک بستر}} \times 100$$

$$\text{درصد ماده خشک} = \frac{\text{وزن خشک نمونه}}{\text{وزن تر نمونه}} \times 100$$

برای اندازه گیری درصد پروتئین خام قارچ ابتدا مقدار نیتروژن کل با روش کجلدال اندازه‌گیری شده و از طریق رابطه زیر درصد پروتئین محاسبه شد (هان، 1999):

درصد پروتئین = درصد نیتروژن کل × 4/38

1 DF salt minimal medium
2 Fresh Mushroom Compost
3 Spent Mushroom Compost
4 Municipal Solid Waste
5 Vermicompost

در نهایت نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS و تجزیه واریانس دوطرفه به منظور مقایسه اثرات اصلی و متقابل مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

مطابق جدول 1، در بین کمپوست‌های مورد بررسی بیشترین درصد کربن و نیتروژن به ترتیب در کمپوست تازه و کمپوست زباله شهری بدست آمد. بر اساس نتایج حاصل از بررسی توان تولید IAA توسط جدایه‌ها، باکتری *سودوموناس فلورسنس* (B_1) و باکتری *ریزوبیوم لگومینوزاروم بیوار فازئولی* (B_2) به ترتیب با تولید 4/27 ppm و 10/07 ppm IAA، به عنوان توانمندترین جدایه از هر جنس شناخته شدند.

جدول 1- درصد کربن آلی و نیتروژن بسترهای کشت

	کمپوست تازه	کمپوست مصرفی	کمپوست زباله شهری	ورمی‌کمپوست
کربن	33/7	27/2	21/6	15/3
نیتروژن	2/63	2/11	3/27	2/4

در بین بسترهای بررسی شده، در تیمار حاوی 50 درصد ورمی‌کمپوست محصول قابل ذکری تولید نشد و تمامی آنالیزهای آماری برحسب سه بستر دیگر انجام گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بسترهای کشت بر شاخص‌های اندازه گیری شده قارچ دکمه‌ای در سطح احتمال یک درصد دارای تاثیر معنی‌داری می‌باشند. همچنین باکتری‌های مولد اکسین نیز تاثیر معنی‌داری بر بیشتر این شاخص‌ها داشتند (جدول 2).

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس تاثیر بستر کشت و باکتری‌های مولد اکسین بر شاخص‌های رشدی قارچ دکمه‌ای.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن تر	وزن خشک	تعداد قارچ	قطر کلاهک	درصد ماده خشک	درصد خاکستر	درصد کارایی زیستی	درصد پروتئین
بستر	2	285978/7**	1259/1**	800/7**	2/82**	2/55**	0/506*	923/6**	50/5**
باکتری	2	9446/5*	40/1*	45/5*	0/045**	0/691*	0/219ns	13/8ns	2/51*
بستر * باکتری	4	1930/5 ns	11/05 ns	15/38 ns	0/009 ns	ns 0/184	1/196**	3/95 ns	3/28**
خطا	18	1571/7	10/47	10/37	0/007	0/173	0/123	6/79	0/51

**اختلاف معنی دار درسطح یک درصد *اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد ns غیر معنی دار

براساس نتایج، بیشترین وزن تر و خشک در بستر کمپوست تازه قارچ به‌دست آمد و مقدار 545/5 گرم قارچ تازه در دو کیلوگرم از این بستر تولید شد. در تیمارهای تلقیح شده با باکتری نیز وزن تر قارچ نسبت به تیمار بدون باکتری افزایش معنی‌داری نشان داد. وزن خشک نیز در تیمارهای تلقیح شده بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول 3). تعداد و قطر کلاهک قارچ دکمه‌ای نیز تحت تاثیر نوع بستر قرار گرفت و بیشترین مقدار آنها در بستر کمپوست تازه قارچ مشاهده گردید. تلقیح بستر با باکتری نیز تعداد و قطر کلاهک قارچ را نسبت به تیمار

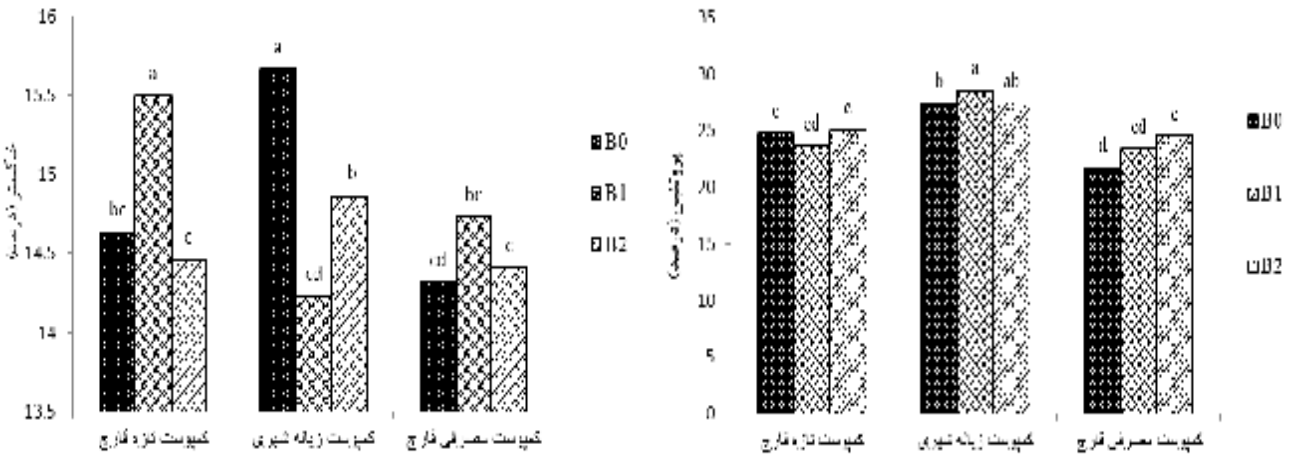
شاهد (تلقیح نشده) به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول 3). حداکثر درصد ماده خشک قارچ در بستر کمپوست زباله شهری، و در بین تیمارهای باکتری در تیمار سودوموناس فلورسنس مشاهده گردید. درصد کارایی زیستی در کمپوست تازه قارچ بطور معنی‌داری بیشتر از سایر بسترها بود، در حالی که بین تیمارهای باکتری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول 3).

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده بستر و باکتری بر شاخص‌های رشدی قارچ دکمه‌ای (Agaricus bisporus) توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن.

	وزن تر	وزن خشک	تعداد قارچ	قطر کلاهک	درصد ماده خشک	درصدکارایی زیستی
FMC	a 545/5	a 33/7	a 37/8	a 4/2	b 6/07	a 42/9
MSW	b 399/5	b 26/6	b 33/7	b 3/9	a 6/61	b 33/2
SMC	c 190/8	c 10/6	c 19/8	c 3/1	c 5/54	c 15/9
0B	b 341/4	b 21/3	b 28	b 3/7	b 5/87	a 28/4
1B	a 394/2	a 25/4	a 31/2	a 3/78	a 6/39	a 32/8
2B	a 400/3	b 24/2	a 32/3	a 3/84	b 5/96	a 33/3

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

بیشترین درصد خاکستر قارچ در بستر کمپوست زباله شهری و کمپوست تازه به‌دست آمد که تفاوت معنی-داری باهم نداشتند، درحالی که اثر متقابل نوع بستر در باکتری بر این شاخص معنی‌دار بود و حداکثر آن در تیمار B0MSW مشاهده گردید (شکل 1). بیشترین درصد پروتئین قارچ نیز در بستر کمپوست زباله شهری مشاهده شد، همچنین اثر متقابل نوع بستر و باکتری نیز بر درصد پروتئین قارچ معنی‌دار بود و تیمار B_1MSW بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (شکل 1).



شکل1- مقایسه میانگین اثر متقابل بستر و باکتری بر درصد خاکستر و پروتئین قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن.

نتایج نشان داد، که میزان وزن تر و خشک قارچ خوراکی تحت تاثیر نوع بستر قرار می‌گیرد. در بین بسترهای بررسی شده، کمپوست تازه قارچ بیشترین عملکرد را داشت ولی در سایر بسترها میزان محصول کاهش یافت به طوری که در تیمار حاوی ورمی‌کمپوست قارچی تولید نشد. تریپاتی و همکاران (2009) اذعان داشتند ساختار فیزیکی بستر کشت، فاکتور بسیار مهمی در رشد و عملکرد قارچ به‌شمار می‌رود و باید به طوری باشد که میسلیوم قارچ قدرت نفوذ به آن را داشته باشد. این امر می‌تواند دلیلی بر تفاوت عملکرد بسترهای مختلف در این تحقیق باشد.

از جمله شاخص‌های مهم در عملکرد قارچ خوراکی، نسبت C/N بستر کشت می‌باشد. وانگ و همکاران (2010) میزان محصول قارچ *Agaricus blazei* را در بستری از بقایای مارچوبه به همراه بذر کتان و کود گاوی بررسی نمودند. این محققین گزارش کردند تفاوت موجود در میزان عملکرد قارچ در بسترهای مختلف به دلیل تفاوت نسبت C/N در بسترها است که شاخص مهمی در تعیین کیفیت بستر کشت می‌باشد. دلیل دیگری که برای تفاوت عملکرد قارچ خوراکی در بسترهای مختلف بیان می‌شود توانایی قارچ خوراکی در ترشح آنزیم‌های خاص برای تجزیه و استفاده از مواد غذایی بستر است. فازولا و همکاران (2007) گزارش نمودند تفاوت عملکرد قارچ‌های خوراکی در بسترهای مختلف احتمالا به دلیل عدم توانایی قارچ‌ها در ترشح آنزیم‌هایی می‌باشد که می‌توانند مواد زاید را به آمینواسیدها و ترکیبات قابل استفاده برای قارچ تبدیل کنند. ویژگی‌های شیمیایی بستر نیز از جمله عوامل موثر بر میزان عملکرد قارچ می‌باشد. رویز (2010) گزارش نمود که بستر کمپوست مصرفی قارچ به دلیل شوری زیاد می‌تواند سبب کاهش رشد و عملکرد قارچ گردد. در تحقیق حاضر نیز کاربرد 50 درصد کمپوست مصرفی به شدت سبب کاهش تولید قارچ شد.

قارچ‌ها دارای مقادیر بالایی از پروتئین با کیفیت عالی هستند (سلوی و همکاران 2007)، که میزان آن نیز تحت تاثیر نوع بستر کشت قرار می‌گیرد (کالمیس و سارگین، 2004). در بین بسترهای بررسی شده بیشترین مقدار پروتئین قارچ در بستر کمپوست زباله شهری مشاهده شد. با توجه به نیتروژن اندازه‌گیری شده در بسترها علت این امر احتمالا تفاوت در میزان نیتروژن قابل استفاده آنها است که می‌تواند کمیت و کیفیت قارچ خوراکی را تحت تاثیر قرار دهد (پاتیل و همکاران 2008).

با توجه به موارد ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت عملکرد قارچ خوراکی در بسترهای مختلف تاحدود زیادی ناشی از ساختار فیزیکی بستر، نسبت C/N، توانایی قارچ در ترشح آنزیم‌ها و ویژگی شیمیایی از جمله میزان شوری باشد. در این پژوهش نیز عملکرد قارچ در بین بسترهای مختلف متفاوت بود. بیشترین عملکرد قارچ در بستر کمپوست تازه قارچ به دست آمد که احتمالا به دلیل ساختار فیزیکی و نسبت C/N مناسب این بستر می‌باشد. کاهش عملکرد در کمپوست مصرفی قارچ نیز به دلیل شوری زیاد این بستر است. همچنین عدم تولید قارچ در ورمی‌کمپوست می‌تواند ناشی از ساختار فیزیکی نامناسب این بستر و عدم توانایی قارچ دکمه‌ای در استفاده از این بستر باشد. همچنین از آنجایی که قارچ دکمه‌ای موجودی هتروتروف می‌باشد و برای تغذیه نیاز به مواد آلی دارد، پایین بودن میزان کربن آلی اندازه گیری شده در ورمی‌کمپوست نسبت به سه بستر دیگر می‌تواند دلیلی دیگر بر عدم تولید قارچ در این بستر باشد.

همچنین براساس نتایج به دست آمده مشخص شد، تلقیح بستر کشت با باکتری‌های محرک رشد سبب بهبود کمی و کیفی قارچ دکمه‌ای می‌گردد. چو و همکاران (2002) گزارش کردند تلقیح بستر کشت قارچ *P.ostreatus* با باکتری *سودوموناس فلورسنس* بطور معنی داری باعث توسعه میسلیوم و تشکیل پریموردیا در این قارچ شده و توسعه بازیدیوم و رشد سریع‌تر

قارچ را تحریک می‌کند و سبب افزایش کارایی زیستی قارچ خوراکی می‌شود. کیم و همکاران (2008) نیز نشان دادند استفاده از باکتری محرک رشد *سودوموناس* در بستر کشت قارچ *P. eryngii* سبب افزایش رشد میسلیوم قارچ می‌گردد. باکتری‌های استفاده شده در این پژوهش نیز سبب بهبود عملکرد قارچ دکمه‌ای شدند. طبق نتایج، این باکتری‌ها مولد IAA بودند و از آنجایی که IAA در رشد قارچ *A. bisporus* بسیار موثر می‌باشد (محمدی گل‌تپه و همکاران 2009) می‌توان گفت تولید IAA جزء مکانیسم‌های موثر در افزایش رشد قارچ توسط باکترهای محرک رشد می‌باشد. تاثیر هورمون-های محرک رشد بویژه IAA بر تحریک رشد میسلیوم (گیو و همکاران، 2009)، سرعت جوانه زنی و رشد هیف (کانکو و تانیموتو، 2009)، قطر کلاهک (عالم و همکاران 2007) و پروتئین قارچ (روپاک و همکاران، 2005) گزارش شده است. این محققین اظهار داشتند این هورمون از طریق تحریک طویل شدگی و تمایز سلولی باعث افزایش رشد قارچ می‌گردد.

نتیجه گیری کلی

در این پژوهش پتانسیل استفاده از کمپوست تازه، کمپوست مصرف شده قارچ، کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست به عنوان بستر کشت قارچ دکمه‌ای (A.bisporus) مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش بیشترین عملکرد قارچ از بستر کمپوست تازه قارچ به-دست آمد. همچنین مشخص شد کمپوست مصرفی قارچ و کمپوست زباله شهری قابلیت استفاده به عنوان بستر کشت قارچ دکمه‌ای را دارند، هرچند برای بهبود عملکرد قارچ باید اصلاحاتی روی آنها صورت گیرد. ورمی کمپوست استفاده شده در این پژوهش احتمالا به دلیل ساختار فیزیکی و کمی مواد آلی بستر مناسبی برای کشت قارچ شناخته نشد. همچنین در پژوهش حاضر از باکتری‌های محرک رشد نیز با هدف افزایش عملکرد و کیفیت قارچ خوراکی استفاده شد. نتایج نشان داد B_1 و B_2 که به ترتیب *سودوموناس فلورسنس* و *ریزوبیوم لگومینوزاروم* بیووار *فازئولی* تولید کننده IAA بودند، باعث افزایش 15/4 و 17/2 درصد وزن تر قارچ نسبت به تیمار شاهد شدند. میزان پروتئین قارچ نیز در تیمار B_2 نسبت به تیمار شاهد 1/5 درصد افزایش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده و افزایش روز افزون تقاضا برای غذا، می‌توان نتیجه گرفت استفاده از کمپوست زباله شهری به همراه باکتری‌های محرک رشد جهت پرورش انواع قارچ‌های خوراکی می‌تواند در کاهش هزینه تولید این محصول موثر بوده و راهکار مناسبی برای تامین غذای مردم جهان باشد.

تشکر و قدر دانی

بدین‌وسیله از همکاری شرکت کشت و صنعت پارس شهریار به‌ویژه آقای مهندس داود نصرالهی و آقای مهندس خوش‌خبر که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را بعمل می‌آوریم.

منابع مورد استفاده

تاج الدین، بهجت، 1373. تاثیر غنی سازی بستر کشت روی قارچ خوراکی *P. Sajor-caju* و تعیین برخی از خواص کمی و کیفی آن. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

نیک نهاد، عباس، 1376. بررسی تاثیر فرمولاسیون های مختلف با استفاده از ضایعات کشاورزی و صنایع تبدیلی در تولید مناسب قارچ خوراکی دکمه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

Alam N, Amin SM and Sarker NC, 2007. Efficacy of five different growth regulators on the yield and yield contributing attributes of *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer. Bangladesh J. Mushroom. 1(1): 51-55.

Bremmer JM. and Mulvaney CS, 1982. Total nitrogen. In: Page, A.L., et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. ASA Monograph, vol. 9, pp. 595–624.

Cho Y, Kim J, Crowley DE. and Cho B, 2002. Growth promotion of the edible fungus *Pleurotus ostreatus* by *fluorescent pseudomonads*. FEMS Microbiology Letters. 218: 271-276.

Fasola TR, Gblogade JS and Fasidi IQ, 2007. Nutritional requirements of Volvariella speciosa. Singer a Nigerian edible mushroom. Food Chemistry. 100: 904-908.

Guo X, Zou X and Sun M, 2009. Effects of phytohormones on mycelial growth and exopolysaccharide biosynthesis of medicinal mushroom *Pellinus linteus*. Bioprocess Biosyst Eng. 32:701–707.

Han J, 1999. The influence of photosynthetic bacteria treatments on the crop yield, dry matter content, and protein content of the mushroom *Agaricus bisporus*. Science Horticulture. Vol, 82: 171-178.

Kalberer PP, 1991. Water relations of the mushroom culture (*Agaricus bisporus*): Influence on the crop yield and on dry matter content of the fruit bodies. Mushroom Sciences. Vol, 13. 269-274.

Kalmis E and Sargin S, 2004. Cultivation of two *Pleurotus* species on wheat straw substrate containing olive mill waste water. International Biodeterioration & Biodegradation. 53: 43-47.

Kaneko M and Tanimoto E, 2009. Auxin-regulation of hyphal elongation and spore germination in arbuscular mycorrhizal fungus, *Gigaspora margarita*. International Symposium “Root Research and Applications”.

Kim M, Math R, Cho KM, Shin KJ and Kim JO, 2008. Effect of *Pseudomonas* sp. P7014 on the growth of edible mushroom *Pleurotus eryngii* in bottle culture for commercial production. Bioresource Technology 99: 3306–3308.

Kirbag S and Akyuz M, 2009. Evaluation of agricultural wastes for the cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. ferulae Lanzi. African Journal of Biotechnology. Vol. 7 (20), pp. 3660-3664.

Mandal SM, Mondal KC, Dey S, and Pati BR, 2007. Optimization of cultural and nutritional conditions for indole-3-acetic acid (IAA) production by a *Rhizobium* sp. isolated from root nodules of *Vigna mungo* (L.) Hepper. Res. J. Microbiol. 2: 239-246.

Mohammadi EG, Danesh YR, Shwet K and Varma A, 2009. Biology and Molecular Approaches in Genetic Improvement of Cultivated Button Mushroom *(Agaricus bisporus).* Springer Verlag Berlin Heidelberg. 403-421.

Pardo A, De Juana A and Brown JE, 2002. Factors influencing the initiation of cultivated mushroom fruiting. I. Physical and environmental factors. Chemical and nutritional factors. ITEA, 98 (1), 33-43.

Patill SS, Kadam RM, Shinde SL and Deshmukh S.A, 2008. Effect of different substrate on productivity and proximate composition of P. florida. Int. J. Plant Sci. 3(1): 151-153.

Patten CL and Glick BR, 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of host plant root system. Appl. Environ. Microbiol. p. 3795- 3801.

Royse DJ, 2010. Effects of fragmentation, supplementation and the addition of phase II compost to 2nd break compost on mushroom *(Agaricus bisporus)* yield. Bioresource Technology. 101: 188–192.

Rupak M, Chatterjee S, Chatterjee P and Guha AK, 2005. Enhancement of biomass production of edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* grown in whey by plant growth hormones. Process Biochemistry 40: 1241–1244.

Sassine YN, Ghora Y, Kharrat M, Bohme M, and Abdel-Mawgoud AMR, 2005. Waste paper as an alternative for casing soil in mushroom (*Agaricus bisporus)* production. J App Sic Res, 1 (3); 277-284.

Selvi S, Suja P, Murugan S and Chinnaswamy S, 2007. Comparison of non-enzymic antioxidant status of fresh and dried form of *Pleurotus florida* and Calocybe indica. Pak. J. Nutrition. 6(5): 468-71.

Spaepen S, Vanderleyden J and Remans R, 2007. Indole-3-acetic acid inmicrobial and microorganism-plant signaling. FEMS Microbiol. Rev. 31, 425–448.

Tripathy A, Patel AK and Shahoo TK. 2009, Effect of various substrate on linear mycelial growth and fructification of *Volvariella diplasia*. Asian J. PlantSci. 1-4.

Vieyra FE, Palazzi VI, Pinto MS and Borsarelli CD. 2009, Combined UV–Vis absorbance and fluorescence properties of extracted humic substances-like for characterization of composting evolution of domestic solid wastes. Geoderma 151: 61–67.

Walkley A and Black IA, 1934. Chromic acid titration for determination of soil organic matter. Soil Sci. 63, 251.

Wange QLi, BB Li H and Han JR, 2010. Yield, dry matter and polysaccharides content of the mushroom *Agaricus blazei* produced on asparagus straw substrate, Scientia Horticulturae. 125: 16–18.

Wange SS, Narute TK and Sawant DM, 2008. Effect of biofertilizer on growth and yield of white button mushroom. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 33: 82-83

Zahir AA, Arshad M and Frankenberger, WT, 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Adv. Agron. 81, 97–168.