نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۰۴، پاییز ۱۳۹۳
ص‌ص: ۲۱۹~۲۳۲

اثر فرآوری قارچ پلوروتوس فلوریدا بر ارزش غذایی کلش گندم و برگ درخت خرما

- **عبدالمهدی کبیری‌فرد** (نویسنده مسئول)
  عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان بوشهر
- **حسن فضائلی**
  استاد، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور
- **محمدهادی صادقی**
  عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان بوشهر
- **سیدابوطالب صادقی**
  عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان بوشهر

تاریخ دریافت : مردادماه ۹۱ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ماه ۹۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۱۷۳۵۵۴۹
Email: M51Kabiri@yahoo.com

چکیده

قارچ « *پلوروتوس فلوریدا* » روی کلش گندم و برگ درخت خرما کشت گردید و در قالب یک طرح کاملا تصادفی با ۷ تیمار شامل: ۱-کلش گندم عمل‌آوری‌نشده، ۲-کلش گندم پس از میسیلیوم‌دوانی قارچ، ۳-کلش گندم پس از برداشت چین اول قارچ، ٤-کلش گندم پس از برداشت چین دوم قارچ، ٥- برگ درخت خرمای عمل‌آوری‌نشده، ٦- برگ درخت خرما پس از میسیلیوم‌دوانی قارچ، ۷- برگ درخت خرما پس از برداشت چین اول قارچ، تهیه شد. ترکیبات شیمیایی نمونه‌های حاصل از تیمارهای مزبور، تعیین و نیز مصرف اختیاری و گوارش‌پذیری آن‌ها روی گوسفند شال تعیین گردید. میزان پروتئین خام کلش گندم درتیمارهای ۳ و ٤، کاهش معنی‌دار و برگ خرما در تیمارهای ٦ و ۷، افزایش معنی‌داری(P< ۰/۰٥) یافت در حالی که میزان ماده آلی، روند کاهشی نشان داد (P< ۰/۰٥). میزان دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و لیگنین در تیمارهای۲ و ٦ به ترتیب نسبت به تیمارهای ۱ و ٥، افزایش معنی‌داری نشان داد (P< ۰/۰٥). مصرف ماده آلی قابل گوارش (گرم در کیلو گرم وزن متابولیکی بدن) در تیمار ۲ نسبت به تیمارهای ۱ و ٤، و در تیمار ٦ نسبت به تیمارهای ٤ و٥ افزایش یافت (P<۰/۰٥). به‌طورکلی، نتایج نشان دادکه مصرف اختیاری و گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی هر دو ماده خوراکی در مرحله میسیلیوم‌دوانی قارچ، نسبت به تیمارهای عمل‌آوری‌نشده، افزایش معنی‌داری(P<۰/۰٥) را دارا بود در حالی که پس از برداشت محصول قارچ، روند کاهشی نشان داد (P< ۰/۰٥).

واژه‌های کلیدی: قارچ *پلوروتوس فلوریدا*، کلش گندم، برگ درخت خرما، ارزش غذایی.

Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 104 pp: 219-232

Treatment effect of Pleurotus florida fungus on nutritive value of wheat stubble and date palm leaf.

Kabirifard Abdolmahdi1; Fazaeli Hassan2; Sadeghi Mohammad Hadi1; Sadeghi Sayeed Abutaleb1 ;
1 –Scientific Member of Research Centre of Agriculture and Natural Resources of Bushehr Province
*2- Proffesor of Animal Sciences Researches Department, National Animal Sciences Researches Institute, Karaj*Corresponding Author, M51Kabiri@yahoo.com,Tel.: +989171735549*
Received: August 2013 **Accepted: May 2013**

Wheat stubble (WS) and date palm leaf (DPL) were inoculated with *Pleurotus florida* where in a completely randomized experiment, seven treatments including: 1)untreated WS (UTWS); 2) fungal treated WS at mycelial running stage (MTWS); 3) fungal treated WS after first harvesting of mushroom (FTWS1); 4) fungal treated WS after second harvesting of mushroom (FTWS2); 5) untreated DPL (UDPL); 6) fungal treated DPL at mycelial running stage (MTDPL); 7) fungal treated DPL after first harvesting of mushroom (FTDPL) were prepared. All treatments were sampled for chemical composition and *In vivo* trial when the voluntary intake and digestibility were determined in sheep. The CP was decreased($P<0.05$) in treatments of 3 and 4, and was increased ($P<0.05$) in treatments of 6 and 7, but the organic matter was decreased ($P<0.05$). NDF, ADF and ADL were increased ($P<0.05$) in treatments of 2 and 6 when compared with treatments of 1 and 5 respectively. The DOMI (g/kgMBW) was increased ($P<0.05$) in treatment of 2 in comparison with treatments of 1 and 4, and in treatment of 6 in comparison with treatments of 4 and 5. It is concluded that DMI, OMI and digestibility of WS and DPL was increased($P<0.05$) in mycellial stage in comparison with the untreated WS and DPL, but was reduced($P<0.05$) after mushroom harvesting.

Key words: Pleurotus florida fungus,Wheat stubble,Date palm leaf,Nutritive value.

مقدمه

پس‌ماندهای کشاورزی- صنعتی، طیف وسیعی از مواد آلی گیاهی را شامل شده و هر ساله حجم عظیمی از آن‌ها در جهان تولید می‌شود (Gbolagade, 2006., Jonathan, Fasidi, Ajayi and Adegeye, 2008) که بخشی از آن‌ها به هدر رفته و بعضا نیز در مزارع سوزانده می‌شوند که علاوه بر آلودگی محیط، سبب از بین‌رفتن میکروارگانیسم‌های مفید خاک می‌شوند (Jonathan, Lawal and Oyetunji, 2011). با کشت قارچ‌های خوراکی روی پس‌ماندها، علاوه بر تولید محصول قارچ، مواد باقی مانده پس از برداشت قارچ را می توان به عنوان خوراک دام مصرف نمود (Jonathan, Jonathan, Okorie, Babayemi, Oyelakin and Akinfemi, 2012).

بر اساس گزارش Jonathan و همکاران (۲۰۱۲) در نتیجه عمل‌آوری کاه برنج و ساقه سورگوم با قارچ *پلوروتوس فلوریدا*[1]، میزان پروتئین خام افزایش اما بخش فیبری (دیواره سلولی و اجزای آن) کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). هم‌چنین، گوارش‌پذیری ماده آلی بهبود نشان داد. در پژوهشی که Akinfemi (۲۰۱۲) کاه گیاه آچا[2] را با سه گونه قارچ *پلوروتوس توبررگیوم*[3]، پلوروتوس پولموناریوس[4] و پلوروتوس استراتوس[5]، عمل‌آوری نمود، مشاهده شد که هر سه گونه قارچ سبب افزایش میزان پروتئین خام و کاهش فیبر خام در کاه عمل‌آوری‌شده، گردید ($P< ۰/۰۵$)، اما گوارش‌پذیری ماده آلی در کاه عمل‌آوری‌شده با دو گونه قارچ (*پلوروتوس توبررگیوم* و *پلوروتوس پولموناریوس*) بهبود یافت. هم‌چنین در آزمایش مشابهی که توسط Jonathan و همکاران (۲۰۱۰) روی کاه ذرت با استفاده از قارچ‌های *پلوروتوس توبررگیوم* و *لنتینوس سابنودوس*[6] انجام شد، میزان پروتئین خام و گوارش پذیری ماده آلی بهبود و نسبت بخش فیبری در کاه عمل‌آوری‌شده، کاهش نشان داد ($P<۰/۰۵$). در پژوهش‌های Akinfemi و همکاران (۲۰۰۹ و ۲۰۱۰) که جهت عمل‌آوری غلاف ذرت از چهار نوع قارچ (پلوروتوس توبررگیوم، *پلوروتوس پولموناریوس*، *پلوروتوس ساجورکاجور*[7] و *لنتینوس سابنودوس*) و

برای عمل‌آوری غلاف سورگوم از دو نوع قارچ (*پلوروتوس استراتوس* و *پلوروتوس پولموناریوس*) استفاده نمودند، نتایج نشان‌دهنده‌ی افزایش پروتئین خام، کاهش بخش‌های فیبری و بهبود گوارش‌پذیری مواد عمل‌آوری‌شده، بود (P<۰/۰۵). در آزمایش Adenipekun و همکاران (۲۰۱۲) با کشت قارچ *پلوروتوس توبررگیوم* روی چوب خیزران و ساقه ذرت نیز نتایج مشابهی گزارش گردید. در پژوهشی که Fazaeli (۲۰۰۱) کاه گندم را با قارچ *پلوروتوس استراتوس* عمل‌آوری نمود و سپس آن را در جیره غذایی گاوهای نر مورد استفاده قرار داد، دریافت که از میان تیمارهای آزمایشی (کاه گندم عمل‌آوری‌نشده، کاه گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده و کاه گندم بعد از برداشت قارچ) مصرف ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی قابل گوارش در کاه گندم عمل‌آوری‌شده بعد از مرحله میسیلیوم دوانی به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد (P<۰/۰۵).

به هر صورت عمل‌آوری مواد خشبی با روش‌های فیزیکی و شیمیایی سابقه نسبتا طولانی دارد اما پژوهش‌های مربوط به روش‌های بیولوژیکی عمدتا از دو دهه اخیر آغاز شده است (Akinfemi, 2012) که عمل‌آوری با استفاده از قارچ‌ها، با هدف لیگنین‌زدایی از آن جمله محسوب می‌شود (Lyayi and Adeolu, 2004).

لیگنین‌زدایی مواد لیگنوسلولزی با قارچ‌های پوسیدگی سفید[8] به منظور کاهش میزان لیگنین و افزایش ارزش غذایی مواد خشبی به منظور استفاده در تغذیه دام، توسط پژوهش‌گران متعددی گزارش شده (Fazaeli *et al*, 2002a., Fazaeli *et al*, 2002b., Jonathan, *et al*, 2008). اما بیشتر پژوهش‌ها در مقیاس آزمایشگاهی انجام شده است و اطلاعات در مورد ارزش غذایی مواد خشبی عمل‌آوری‌شده با قارچ‌ها در تغذیه دام، محدود می‌باشد.

بنابراین، پژوهش حاضر به منظور مطالعه اثر فرآوری بیولوژیکی (قارچی) کلش گندم و برگ درخت خرما بر ترکیب شیمیایی، مصرف اختیاری و گوارش‌پذیری آن‌ها در تغذیه گوسفندان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی و عمل‌آوری مواد آزمایشی

کلش گندم به قطعات ۷-۵ سانتی‌متری و برگ درخت خرما نیز به قطعات ۳-۲ سانتی‌متری خرد شده و در گونی‌های پلاستیکی (۱۲۰×۱۰۰ سانتی‌متری) به مقدار ۳ کیلوگرم کلش گندم و ۶ کیلوگرم برگ درخت خرما در هر کیسه ریخته و درب آن‌ها به‌وسیله طناب پلاستیکی بسته شد. کیسه‌های محتوی کلش گندم و برگ خرما به مدت یک شب در آب معمولی خیسانده شدند. در روز بعد کیسه‌ها به مدت ۱/۵ ساعت در مخزن آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (Grubice, Adamovic, Milenkovice, Jovanovice, Protice, Sretenovice and Stoicevic, 1998., Fazaeli *et al*, 2002a)سپس، گونی‌های محتوی کلش گندم و برگ درخت خرما به منظور خروج آب اضافی و سردشدن، به مدت یک شب در سالن کشت آویزان شدند. صبح روز بعد، مواد مزبور به کیسه‌های پلاستیکی (۹۰×۴۵ سانتی‌متری) منتقل و به نسبت ۵-۳ درصد وزن تر، با اسپان قارچ *پلوروتوس فلوریدا* تلقیح شدند (Singh, Rai, Flegal and Neelakantan, 1990) و پس از بستن درب کیسه‌ها، در سالن کشت که به ابعاد ۳×۳۰×۹ متر به منظور گذراندن دوره رشد قارچ آماده شد بود، آویزان شدند. هر کیسه پلاستیکی محتوی حدود ۱۲ کیلوگرم کلش گندم و ۱۰ کیلوگرم برگ درخت خرمای مرطوب بود. محیط سالن در دمای ۲±۲۳درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۵±۸۵ درصد، شرایط تهویه و نور متناسب با مراحل رشد قارچ، تنظیم شد (Zadrazil, Puniya and Singh, 1995). در روز سوم و هم‌چنین، دو هفته بعد از کشت، به دلیل نیاز به تهویه کافی برای رشد میسیلیوم[9] و تشکیل میوه قارچ، با استفاده از تیغ موکت‌بری، برش‌های ۲ سانتی‌متری اطراف کیسه‌های پلاستیکی ایجاد شد. دو هفته بعد از تلقیح اسپان قارچ (مرحله میسیلیوم‌دوانی کامل) تعدادی از کیسه‌های محتوی هر دو بستر، از سالن خارج شده و در معرض نور خورشید (فصل تابستان) خشک شدند. مابقی بسترهای باقی‌مانده، در هفته سوم (مرحله اول تولید قارچ) و هفته چهارم (مرحله دوم تولید قارچ) ، از سالن کشت خارج و در معرض نور

خورشید، خشک شده و در آزمایش بعدی مورد استفاده قرار گرفتند. واحد های آزمایشی حاوی محیط کشت برگ خرما بعد از برداشت چین اول محصول قارچ به دلیل عدم رشد بعدی حذف گردید.

تجزیه شیمیایی

نمونه‌های تهیه شده از کلش گندم و برگ درخت خرما قبل و بعد از عمل‌آوری (مرحله میسیلیوم‌دوانی و چین اول و دوم تولید قارچ) بر اساس روش‌های استاندارد مورد تجزیه آزمایشگاهی قرارگرفتند و غلظت ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر خام (AOAC, 1990)، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز، لیگنین و همی‌سلولز (Van Soest et al., 1991) در آن‌ها تعیین شد.

آزمایش روی حیوان

در این بخش از آزمایش، کلش گندم و برگ درخت خرمای عمل‌آوری‌شده و نشده در سه مقطع زمانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و چهار تکرار (حیوان) روی گوسفندان نر بالغ (۲ ساله) و هم‌وزن (۱/۵±۴۱/۵ کیلوگرم) از توده نژاد شال، که در قفس‌های متابولیکی به طور انفرادی نگه‌داری می‌شدند، مورد آزمایش قرار گرفتند.

تیمارها عبارت بودند از:

۱- کلش گندم عمل‌آوری‌نشده
۲- کلش گندم کشت‌داده‌شده پس از میسیلیوم‌دوانی‌قارچ
۳- کلش گندم کشت‌داده‌شده پس از برداشت چین اول قارچ
۴- کلش گندم کشت‌داده‌شده پس از برداشت چین دوم قارچ
۵- برگ درخت خرمای عمل‌آوری‌نشده
۶- برگ درخت خرمای کشت‌داده‌شده پس از میسیلیوم‌دوانی‌قارچ
۷- برگ درخت خرما ی کشت‌داده‌شده پس از برداشت چین اول قارچ

بعد از سپری‌شدن دوره عادت‌پذیری دام‌ها، هر یک از خوراک‌ها به مدت ۱۰ روز جهت تعیین مصرف اختیاری و ۱۰ روز نیز به منظور تعیین گوارش‌پذیری، مورد استفاده قرار گرفت (Jarrige, 1989., Schnider and Flatt, 1977).

خوراک روزانه در دو وعده، ساعت ۷ صبح و ۷ بعد از ظهر در اختیار دام ها قرار داده می‌شد. نحوه اندازه‌گیری مصرف اختیاری خوراک بدین‌صورت بود که باقی‌مانده خوراک هر روز صبح قبل از غذادادن، جمع‌آوری و توزین شده و مصرف خوراک روز بعد، با توجه به مقدار خوراک خورده‌شده، برآورد می‌شد. آب و نمک به طور آزاد در اختیار دام‌ها قرار داشت (Schnider and Flatt, 1977). در آب آشامیدنی دام‌ها به مقدار نیاز مکمل ویتامینی ـ معدنی اضافه شد. مصرف اختیاری ماده خشک با ضرب نمودن مصرف اختیاری خوراک در مقدار درصد ماده خشک خوراک محاسبه شد.

تعیین گوارش‌پذیری

جهت تعیین گوارش‌پذیری، کل مدفوع هر گوسفند هر روز صبح قبل از خوراک‌دادن، اندازه‌گیری شد و از آن، نمونه‌برداری به‌عمل آمد. هم‌چنین، مقدار خوراک مصرفی روزانه تعیین و ثبت گردید و از خوراک مصرفی روزانه نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌های مدفوع جمع‌آوری‌شدهٔ هر گوسفند را درکیسه‌های فریزری قرار داده و تا پایان آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. در پایان دوره آزمایش، نمونه‌های خوراک هر حیوان با هم مخلوط و تبدیل به یک نمونه شدند. نمونه‌های مدفوع نیز به همین روش با هم مخلوط شده و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیدند (Mosavi, Gholami and Nikkhah, 1996). نمونه‌های خوراک و مدفوع خشک‌شده، با آسیاب مجهز به توری یک میلی‌متری آسیاب شده و ترکیب شیمیایی آن‌ها تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و ۴ تکرار انجام شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) و رویه عمومی مدل خطی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مدل آماری به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

که در این مدل، Y_{ij} اثر مشاهده، μ میانگین کل، A_i اثر تیمار و E_{ij} اثر اشتباه آزمایشی است. مقایسه میانگین‌ها، با آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی

اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی و اجزای دیواره سلولی کلش گندم و برگ درخت خرما، قبل و بعد از عمل‌آوری با قارچ *پلوروتوس فلوریدا* در جدول ۱، نشان داده شده است. افزایش میزان پروتئین خام در کلش گندم پس از میسیلیوم‌دوانی قارچ نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$) در حالی که این افزایش در برگ خرمای میسیلیوم‌دوانی‌شده نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). افزایش میزان پروتئین خام در مرحله میسیلیوم‌دوانی، می‌تواند به دلیل بالابودن میزان پروتئین در میسیلیوم قارچ و در نتیجهٔ گسترش میسیلیوم روی بستر باشد. هم‌چنین، آزادشدن پیوند پلی‌ساکاریدها و مصرف بخشی از آن‌ها توسط قارچ، توان جذب نیتروژن هوا توسط میسیلیوم قارچ طی فرآیند تخمیر هوازی و یا ترشح برخی آنزیم‌های خارج سلولی که دارای مواد پروتئینی هستند، طی تجزیه و تخمیر مواد بستر می تواند سبب بالارفتن غلظت پروتئین شود (Akinfemi, Adu and Doherty, 2010., Adenipekun, Okunlade and Ogunjobi, 2012). افزایش میزان پروتئین خام مواد بستر قارچ در مرحله میسیلیوم‌دوانی توسط دیگر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (Belewu, Afolabi, Musa and Aderolu, 2003.,. EL-Shafie, Mahrous and Abdel Khalek, 2007., Sallam, Nasser, EL-Waziry, Bueno and Abdalla, 2007., Akinfemi, Adu and Adebiyi, 2009b).

کاهش میزان پروتئین خام در کلش گندم در مرحله تولید میوه قارچ، نسبت به مرحله میسیلیوم‌دوانی‌شده و تیمار شاهد، معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) در حالی که این کاهش در برگ درخت خرما در مرحله تولید قارچ نسبت به تیمار میسیلیوم‌دوانی‌شده، معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). کاهش میزان پروتئین خام می‌تواند به دلیل طولانی‌ترشدن مدت تخمیر در مرحله تولید قارچ و نیز برداشت میوه قارچ باشد که منجر به مصرف‌شدن منابع بیشتر کربوهیدراتی بستر کشت به منظور تولید میوه قارچ می‌شود (Zadrazil, Kamra, Isikuemhen, Schuardt and Flachowsky, 1996).

میزان ماده آلی در کلش گندم و برگ درخت خرما در مراحل میسیلیوم‌دوانی و تولید قارچ نسبت به بسترهای عمل‌آوری‌نشده، کاهش معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). کاهش ماده آلی بسترهای عمل‌آوری‌شده با قارچ، می‌تواند به علت ساپروفیت‌بودن قارچ‌ها و تامین مواد غذایی مورد نیاز متابولیسم خود از ترکیبات موجود در بستر کشت و تبدیل بخشی از ماده آلی آن‌ها به دی‌اکسیدکربن، آزادشدن مقداری کربن به‌وسیله قارچ‌ها طی فرایند تخمیر و تجزیه بستر و هم‌چنین، کاهش میزان سلولز و همی‌سلولز و به تبع آن کاهش ماده آلی به دلیل ترشح زیاد آنزیم‌ها در طی دوره تخمیر باشد (Das and Mukherjee, 2007., Sanchez, 2009., Akinfemi, Babayemi and Jonathan, 2009., Jonathan, *et al*, 2010., Adenipekun, *et al*, 2012).

مقادیر اجزای دیواره سلولی شامل دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و لیگنین در مرحله میسیلیوم‌دوانی کلش گندم و برگ درخت خرما نسبت به کلش گندم و برگ درخت خرمای شاهد، افزایش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نشان داد. از نتایج گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی نمودارهای(۱ و ۲)، می‌توان نتیجه گرفت که در مرحله میسیلیوم‌دوانی و تولید قارچ، تجزیه ترکیبات دیواره سلولی انجام گرفته است اما این‌که مقدار ترکیبات دیواره سلولی در این مرحله افزایش یافته است ممکن است به این علت باشد که میسیلیوم قارچ‌های عالی دارای مقادیر قابل توجه‌ای کیتین[10] بوده چرا که کیتین نیز جزو ترکیبات دیواره سلولی اندازه‌گیری می‌شود (Martin, 2002) و از آن‌جا که رشد قارچ به‌وسیله ریسه‌های[11] میسیلیوم به درون سلول گیاهی صورت می‌گیرد و برخی از قارچ‌ها ریسه‌های خود را به درون تیغه‌های میانی و برخی به داخل دیواره ثانویه می‌فرستند (Villa-Boss, Espsito and Mitchel, 2002) و از طرف دیگر ثابت شده است که میسیلیوم قارچ به طور فیزیکی به لیگنین حمله

می‌کند (Karma and Zadrazil, 1988) بنابراین، در تجزیه ترکیبات شیمیایی، کیتین موجود در میسیلیوم قارچ جزو ترکیبات دیواره سلولی بستر محسوب شده و در نتیجه مقادیر ترکیبات دیواره سلولی را در مرحله میسیلیوم‌دوانی، بیشتر نشان می‌دهد.

مقادیر اجزای دیواره سلولی، در مراحل اول و دوم تولید قارچ نسبت به مرحله عمل‌آوری‌نشده، کاهش معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). دلیل کاهش این مقادیر در مراحل تولید قارچ می‌تواند مربوط به آنزیم‌های ترشح‌شده از میوه قارچ برای تجزیه ترکیبات دیواره سلولی باشد. با توجه به این‌که در این مرحله، رشد میسیلیوم به پایان رسیده و افزایش مواد کیتینی وجود نخواهد داشت بنابراین، مقادیر ترکیبات دیواره سلولی کاهش خواهند یافت (Kabirifard, 2004). بر اساس گزارش پژوهشگران،کاهش مقادیر اجزای دیواره سلولی در مراحل تولید قارچ می‌تواند ناشی از توانایی قارچ‌ها در ترشح آنزیم‌های هیدرولیزکننده و اکسیدکننده باشد که می‌توانند ترکیبات سخت پس‌ماندها را به ترکیبات قابل استفاده تبدیل کنند (Albores, Pianzzola, Soubes and Cerderias, 2006). هم‌چنین، کاهش مقادیر اجزای دیواره سلولی می‌تواند به دلیل تولید آنزیم‌های مختلف با خصوصیات تجزیه‌کنندگی لیگنوسلولز در طی فازهای رویشی و زایشی قارچ باشد (Tamara, Mike and Annele, 1996., Belewu and Belewa, 2005).

حلالیت لیگنین طی فاز رویشی اتفاق می‌افتد و آنزیم‌هایی مانند لاکیز[۱۲]، منگنز پراکسیداز و لیگنین پراکسیداز ترشح می‌شوند در حالی که آنزیم‌های تجزیه‌کننده سلولز طی فاز زایشی ترشح می‌شوند (Jonathan, *et al*, 2010., Akinfemi, *et al*, 2010) به علاوه، فعالیت این آنزیم‌ها ممکن است مسئول مصرف سلولز و همی سلولز بسترهای عمل‌آوری‌شده با قارچ باشد (Jonathan, *et al*, 2010). کاهش غلظت دیواره سلولی به دلیل مصرف زیاد همی‌سلولز به عنوان منبع انرژی برای تولید قارچ در دوره کشت می‌باشد (Akinemi, *et al*, 2009., Adenipekun, *et al*, 2012). کاهش مقدار لیگنین توسط قارچ‌ها ممکن است به توانایی آن‌ها برای تولید آنزیم‌هایی مانند لیگنین پراکسیداز و منگنز پراکسیداز مرتبط باشد (Jonathan, *et al*, 2008). نتایج پژوهش حاضر، با مشاهدات Akinfemi و همکاران (۲۰۰۹ و ۲۰۱۰)، مطابقت دارد.

جدول ۱- میانگین (± انحراف معیار) ترکیب شیمیایی و اجزای دیواره سلولی کلش گندم و برگ درخت خرما قبل و بعد از عمل‌آوری با قارچ *پلوروتوس فلوریدا*

ترکیب شیمیایی و اجزای دیواره سلولی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

ماده خوراکی	پروتئین خام	ماده آلی	دیواره سلولی	دیواره سلولی منهای همی‌سلولز	لیگنین	همی‌سلولز
کلش گندم عمل‌آوری‌نشده	۳۷±۲^{c}	۹۰۴ ± ۳^{d}	۶۵۰ ± ۸^{b}	۴۶۹ ±۹^{dc}	۵۶± ۵^{d}	۱۸۰± ۳^{a}
کلش گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده	۳۸±۰/۰^{bc}	۸۹۹±۲^{c}	۶۹۳±۱۷^{a}	۵۰۷±۱۳^{ab}	۶۳±۱^{c}	۱۸۶ ±۶^{a}
کلش گندم چین اول قارچ	۳۳±۱^{d}	۸۹۵±۳^{b}	۶۶۰±۱۷^{b}	۴۸۷±۲۱^{bc}	۶۳±۴^{c}	۱۷۳±۵^{ab}
کلش گندم چین دوم قارچ	۳۳±۰/۰^{d}	۸۸۰±۶^{a}	۶۲۴±۱۲^{c}	۴۶۹±۶^{dc}	۶۲±۵^{c}	۱۵۵±۹^{bc}
برگ خرمای عمل‌آوری‌نشده	۳۹±۱^{b}	۹۱۲±۱^{e}	۶۱۰±۲۴^{c}	۴۶۱±۳۴^{dc}	۱۱۳±۴^{b}	۱۴۹±۲^{c}
برگ خرمای میسیلیوم‌دوانی‌شده	۴۳±۱^{a}	۹۰۲±۳^{dc}	۶۴۷±۹^{b}	۵۳۰±۲۳^{a}	۱۳۲±۴^{a}	۱۱۷±۲^{d}
برگ خرما چین اول قارچ	۴۱±۰/۰^{a}	۸۹۳±۳^{b}	۵۸۸±۱۰^{d}	۴۴۶±۱۶^{d}	۱۲۶±۶^{a}	۱۴۱±۹^{c}

حروف غیر مشابه در یک ستون با هم اختلاف معنی‌داری دارند (P< ۰/۰۵).

مصرف اختیاری خوراک

اطلاعات ارائه‌شده در جدول ۲، نشان می‌دهد که میزان مصرف ماده آلی و ماده آلی قابل گوارش (گرم به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی بدن) در کلش گندم کشت شده با قارچ، در مرحله میسیلیوم‌دوانی نسبت به کلش گندم عمل‌آوری‌نشده، افزایش یافته است ($P<0/05$). مصرف ماده آلی قابل گوارش (گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی بدن) برگ درخت خرمای میسیلیوم‌دوانی‌شده نیز نسبت به برگ عمل‌آوری‌نشده، افزایش یافته است ($P<0/05$).

از عوامل اصلی مؤثر بر مقدار خوراک مصرفی، مدیریت تغذیه، نوع حیوان، سطح تولید و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خوراک می‌باشد (Mcdonald, Edwards, Greenhalgh and Morgan, 1995). با توجه به این که در این آزمایش، مدیریت تغذیه و عوامل حیوانی یکسان بود بنابراین، بالا رفتن مصرف ماده آلی قابل گوارش در کلش گندم و برگ درخت خرمای میسیلیوم‌دوانی‌شده نسبت به حالت عمل‌آوری‌نشده، مربوط به اختلاف در قابلیت دسترسی به مواد مغذی، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و خوش‌خوراکی می‌باشد.

به عبارت دیگر، این افزایش مصرف می‌تواند به دلیل تغییرات فیزیکی و شیمیایی کلش گندم و برگ درخت خرما در نتیجه‌ی فرآیند تخمیر به‌وسیله میسیلیوم قارچ بوده باشد (Fazaeli, Fazaeli *et al* 2002b., 2001).

هم‌چنین، از آن‌جا که قابلیت دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه به کربوهیدارت‌ها در تیمارهای میسیلیوم‌دوانی‌شده افزایش یافته است در نتیجه، تجزیه و سرعت عبور مواد خوراکی از دستگاه گوارش، بالا رفته و در نهایت مصرف خوراک افزایش یافته است (Azizi, Fazaeli and Nikkhah, 1998., Calazada, Deleon, Arriola and Rolze, 1987). بر اساس گزارش Fazaeli (۲۰۰۱)، عمل‌آوری کاه گندم با قارچ *پلوروتوس استراتوس* سبب بالارفتن مصرف ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی قابل گوارش (در گاو) در کاه گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده نسبت به کاه گندم شاهد شد ($P<0/05$). هم‌چنین، گزارش Yamakama و همکاران (۱۹۹۲) در مورد افزایش مصرف ماده خشک کاه برنج عمل‌آوری‌نشده در گوسفندان از ۱۳-۱۲ به حدود ۲۰ گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی بدن در کاه برنج عمل‌آوری‌شده با قارچ *پلوروتوس استراتوس*، نتایج این آزمایش را تأئید می‌کند.

مصرف ماده خشک و ماده آلی (گرم در روز یا گرم به ازای کیلو گرم وزن متابولیکی بدن) کلش گندم و برگ درخت خرما بعد از اولین برداشت محصول قارچ نسبت به تیمارهای عمل‌آوری‌نشده و میسیلیوم‌دوانی‌شده، افزایش معنی‌داری ($P>0/05$) را نشان نداد (جدول ۲). Calzada و همکاران (۱۹۸۷) کاه گندم عمل‌آوری‌شده با قارچ *پلوروتوس ساجورکاجو* را بعد از برداشت میوه قارچ در تغذیه بره‌ها استفاده کرده و گزارش دادند که در مقایسه با کاه گندم عمل‌آوری‌نشده از نظر مصرف ماده خشک تفاوتی مشاهده نشد.

Dhanda و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که کاه برنج عمل‌آوری‌شده با قارچ *پلوروتوس ساجورکاجو* بعد از برداشت میوه قارچ، در مقایسه با کاه برنج عمل‌آوری‌نشده، بر مصرف خوراک گاومیش ها تأثیری نداشت. Rai و همکاران (۱۹۸۹) کاه برنج را با قارچ *کوپرینوس فیمتاریوس*[۱۳] عمل‌آوری نموده و در تغذیه بز مورد آزمایش قرار داده و گزارش دادند که میزان مصرف ماده خشک کاه عمل‌آوری‌نشده، بهبود نیافت ($P>0/05$).

مصرف ماده آلی قابل گوارش (گرم در روز یا گرم به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی بدن) کلش گندم بعد از دومین برداشت محصول قارچ نسبت به کلش گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده کاهش معنی‌داری ($P<0/05$) را نشان داد (جدول ۲).

این کاهش مصرف، به خاطر طولانی‌تربودن مدت تخمیر در مرحله برداشت دوم قارچ نسبت به مرحله میسیلیوم‌دوانی می‌باشد که منجر به مصرف بیشتر منابع کربوهیدراتی بسترهای کشت به منظور تولید میوه قارچ می‌شود (Kabirifard, 2004).

جدول ۲- میانگین (± انحراف معیار) مصرف اختیاری ماده خشک و ماده آلی کلش گندم و برگ درخت خرما قبل و بعد از عمل‌آوری با قارچ *پلوروتوس فلوریدا*

ماده خوراکی	مصرف[1] ماده خشک	مصرف[1] ماده آلی	مصرف‌ماده[1] آلی قابل گوارش	مصرف ماده[2] خشک	مصرف ماده[2] آلی	مصرف‌ماده[2] آلی قابل گوارش
	مصرف ماده آلی و ماده خشک					
کاه گندم عمل‌آوری‌نشده	۵۵۶±۶۰^{ab}	۳۹۰±۴۲^{b}	۱۲۸±۱۴^{c}	۳۳±۵^{bc}	۲۳±۴^{c}	۷/۵±۱^{c}
کاه گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده	۶۰۴±۴۷^{ab}	۵۶۶±۴۴^{ab}	۲۱۷±۱۵^{ab}	۳۶±۴^{bc}	۳۴±۳^{ab}	۱۳±۱^{b}
کاه گندم چین اول قارچ	۵۳۹±۴۵^{ab}	۴۹۸±۴۲^{ab}	۱۸۱±۲۰^{bc}	۳۵±۴^{bc}	۳۱±۳^{dc}	۱۱±۱^{b}
کاه گندم چین دوم قارچ	۴۸۳±۴۴^{b}	۴۳۶±۴۰^{b}	۱۳۵±۱۹^{c}	۳۰±۳^{c}	۲۷±۳^{bc}	۸±۱^{c}
برگ خرمای عمل‌آوری‌نشده	۷۴۷±۵۷^{ab}	۶۸۱±۵۲^{a}	۲۱۷±۱۷^{ab}	۴۶±۶^{a}	۴۲±۶^{a}	۱۳/۵±۲^{b}
برگ خرمای میسیلیوم‌دوانی‌شده	۷۹۱±۵۱^{a}	۷۱۴±۴۵^{a}	۲۵۹±۲۶^{a}	۴۸±۶^{a}	۴۳±۶^{a}	۱۶±۱^{a}
برگ خرما چین اول قارچ	۷۹۹±۶۶^{a}	۷۱۵±۵۷^{a}	۲۱۲±۳۲^{ab}	۴۰/۵±۶^{ab}	۴۱±۹^{a}	۱۲±۲^{b}

حروف غیر مشابه در یک ستون با هم اختلاف معنی داری دارند ($P< ۰/۰۵$).

۱: گرم در روز ؛ ۲: گرم در کیلوگرم وزن متابولیکی بدن

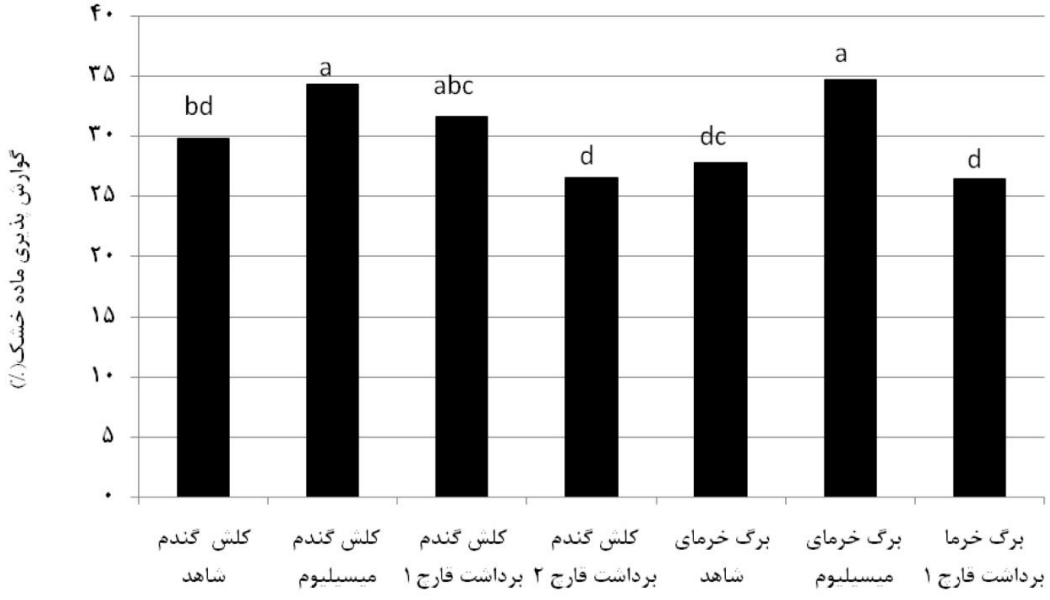
گوارش‌پذیری

نمودارهای ۱ و ۲، گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی کلش گندم و برگ درخت خرما را قبل و بعد از عمل‌آوری با قارچ *پلوروتوس فلوریدا* نشان می‌دهند. گوارش‌پذیری ماده خشک (۳۴/۷٪) و ماده آلی (۳۷/۲٪) برگ خرمای میسیلیوم‌دوانی‌شده نسبت به تیمارشاهد (۲۷/۸ و ۳۱/۸٪)، افزایش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) را نشان داد. هم‌چنین، گوارش‌پذیری ماده آلی (۳۸/۴٪) کلش گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده نسبت به تیمار شاهد (۳۲/۷٪)، افزایش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) داشت. افزایش گوارش‌پذیری مواد خشبی طی فرآیند تخمیر در نتیجه کشت قارچ های عالی، به عواملی مانند گونه قارچ، نوع بستر، مدت زمان کشت، دما و دیگر عوامل بستگی دارد (Zadarazil, 1984). گوارش‌پذیری کاه گندم تحت تاثیر نسبت ساقه به برگ قرار می گیرد (Fazaeli, 2001). کلش گندمی که در این آزمایش استفاده شد نسبت ساقه به برگ بالایی داشت. طی چند روز اول پس از کشت قارچ روی مواد لیگنوسلولزی، گوارش‌پذیری ماده خشک کاهش می یابد که دلیل آن را می توان به مصرف کربوهیدرات‌های محلول قابل گوارش به‌وسیله قارچ، مربوط دانست اما با گذشت زمان وکامل‌شدن مرحله میسیلیوم‌دوانی قارچ، به دلیل آزادشدن قندها و ترکیبات پلیمری بستر، گوارش‌پذیری افزایش می‌یابد (Rajarothnam and Bano, 1989., Zadrazil, 1997). بیشتربودن گوارش‌پذیری کلش گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده به این دلیل است که میکرواورگانیسم‌های شکمبه به خاطر حلالیت بیشتر پلیمرهای ساختمانی بعد از کشت قارچ، به کربوهیدرات‌های ساختمانی بیشتری دسترسی خواهند داشت. به عبارت دیگر، این امر در اثر تجزیه لیگنین و شکسته‌شدن پیوندهای بین کربوهیدارت‌های ساختمانی و لیگنین (در اثر معدنی‌شدن[14]) به‌وسیله آنزیم‌های ترشح‌شده (به‌ویژه لاکیزها) در مرحله میسیلیوم‌دوانی می‌باشد (Arora and Mukerji, 1991). هم‌چنین، میزان بلورینی‌شدن[15] سلولز مواد خشبی، تجزیه آن را به وسیله میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌دهد. ترشح آنزیم سلولاز به‌وسیله میسیلیوم قارچ، سبب کاهش میزان بلورینی‌شدن (کاهش تعداد واحد بتا – گلوکز زنجیره سلولز) گردیده و در نتیجه سرعت و میزان تجزیه سلولز به وسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه افزایش یافته و در نهایت باعث افزایش گوارش‌پذیری بستر

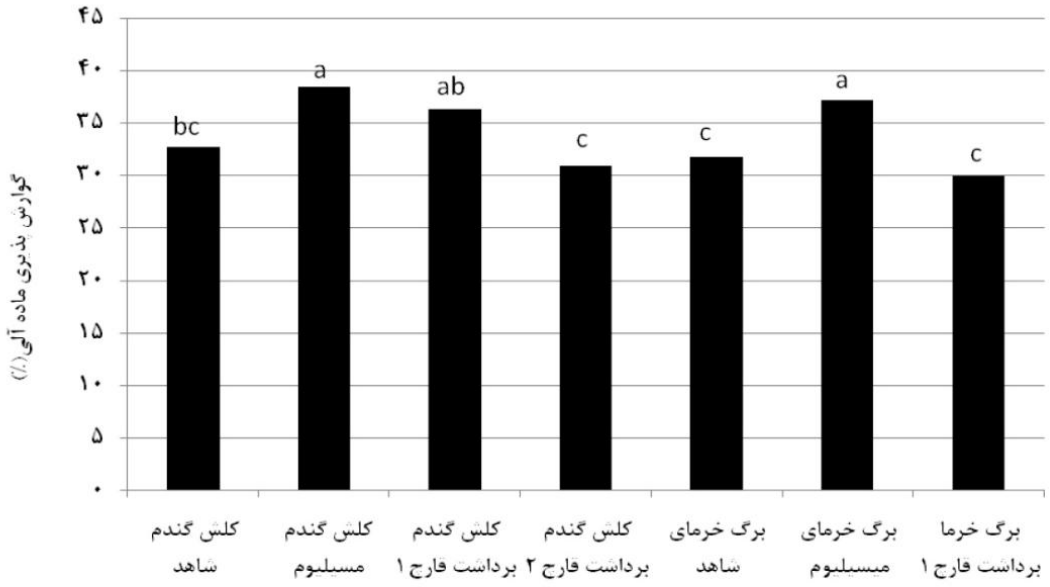
میسیلیوم‌دوانی‌شده می‌گردد. هم‌چنین، ترشح آنزیم‌های همی‌سلولاز و پکتیناز به وسیله میسیلیوم قارچ سبب افزایش سرعت و میزان گوارش همی‌سلولز و پکتین در شکمبه می‌شود (Coll, Tabernero, Santamria and Perez, 1993., Thayumanavan, 1992). از طرف دیگر، افزایش پروتئین خام بستر و باقی‌ماندن برخی ویتامین‌ها در میسیلیوم قارچ، دلیلی برای رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه و افزایش سرعت تجزیه پلی‌ساکاریدهای ساختمانی می‌باشد که این خود باعث افزایش گوارش‌پذیری می‌گردد (Leng, 1991). بهبود ارزش غذایی بستر میسیلیوم‌دوانی‌شده نه تنها به دلیل افزایش گوارش‌پذیری می‌باشد، بلکه بستگی به میزان باقی‌ماندن پلی‌ساکاریدها به عنوان منبع انرژی هم بستگی دارد. زیرا کشت حالت جامد با قارچ‌های عالی، باعث جداشدن پیوندهای لیگنین از کمپلکس لیگنوسلولزی شده و بخش سلولز به عنوان منبع انرژی آزاد می‌شود که این، بر گوارش‌پذیری تأثیر مثبتی دارد (Quimino, 1988). Jonathan و همکاران (۲۰۱۲)، کاه برنج و ساقه سورگوم را با قارچ *پلوروتوس فلوریدا* عمل‌آوری کرده و نشان دادند که گوارش‌پذیری ماده آلی طی دوره کشت ۴۰-۳۰ روزگی، نسبت به مواد عمل‌آوری‌نشده، افزایش معنی‌داری نشان داد ($p<۰/۰۵$). Akinfemi (۲۰۱۲) کاه گیاه آچا را با سه گونه قارچ *پلوروتوس توبرر گیوم، پلوروتوس پولمونا ریوس و پلوروتوس استراتوس*، عمل‌آوری کرده و نشان داد که درصد گوارش‌پذیری ماده آلی کاه آچای عمل‌آوری‌شده نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۵$) در حالی‌که عمل‌آوری با قارچ *پلوروتوس استراتوس* افزایش معنی‌داری را نشان نداد. نتایج پژوهش Jonathan و همکاران (۲۰۱۲) نیز حاکی از آن است که عمل آوری کاه ذرت با قارچ های *پلوروتوس توبرر گیوم و لنتینوس سابنودوس* سبب افزایش گوارش‌پذیری آزمایشگاهی شد. گوارش‌پذیری ماده خشک (۲۶/۵٪) و ماده آلی (۳۰٪) برگ خرما بعد از برداشت اول قارچ نسبت به برگ خرمای میسیلیوم‌دوانی‌شده کاهش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) را نشان داد، اما این کاهش نسبت به برگ خرمای شاهد، معنی‌دار نبود. گوارش‌پذیری ماده خشک (۲۶/۶٪) و ماده آلی (۳۰/۹٪) کلش گندم بعد از برداشت دوم قارچ نیز نسبت به کلش گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده (۳۴/۳ و۳۸/۴٪) و برداشت اول قارچ کاهش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) را نشان داد. کاهش گوارش‌پذیری کلش گندم و برگ خرما در مراحل تولید میوه قارچ به این دلیل است که بخشی از کربوهیدارت‌های بسترها در مرحله تولید میوه قارچ به مصرف اندام باردهی می‌رسد و در نتیجه، میزان کربوهیدارت‌های قابل دسترس برای میکروارگانیسم‌های شکمبه کاهش می‌یابد (Rajarothnam and Bano, 1989., Zadrazil, 1997). هم‌چنین، به دلیل تخریب فیزیکی بیشتر مواد بستر، عبور مواد خشبی از شکمبه افزایش یافته که این، گوارش‌پذیری را کاهش می‌دهد (Arora and Mukerji, 1991). گزارش Fazaeli (۲۰۰۱) نیز حاکی از کاهش گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی کاه گندم عمل‌آوری‌شده با قارچ *پلوروتوس استراتوس* در مرحله تولید میوه قارچ نسبت به کاه گندم در مرحله میسیلیوم‌دوانی قارچ، می‌باشد. Azizi و همکاران (۱۹۹۸) کاه گندم را با قارچ *پلوروتوس ساجور کاجو* عمل‌آوری کرده و گزارش دادند که گوارش‌پذیری آزمایشگاهی ماده خشک و ماده آلی کاه گندم در مرحله تولید میوه قارچ نسبت به کاه گندم میسیلیوم‌دوانی‌شده، کاهش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) داشت. Kakar و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که کاه گندم بعد از عمل‌آوری با قارچ *پلوروتوس فلوریدا* (در مرحله تولید میوه قارچ) یک ارزش غذایی یکسانی با کاه گندم عمل‌آوری‌نشده، داشت.

نتیجه‌گیری

توانایی قارچ‌های عالی در بهبود گوارش‌پذیری مواد لیگنوسلولزی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه بسیار متفاوت می‌باشد. فرآیند کشت حالت جامد مواد لیگنوسلولزی با استفاده از قارچ‌های صدفی در مراحلی از تخمیر، سبب کاهش گوارش‌پذیری و در برخی مراحل سبب افزایش گوارش‌پذیری می‌شود. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف اختیاری خوراک و گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی کلش گندم و برگ درخت خرما در نتیجه کشت قارچ بر روی آن‌ها در پایان مرحله میسیلیوم دوانی، بهبود می‌یابد.



نمودار ۱- گوارش پذیری ماده خشک کلش گندم و برگ درخت خرما قبل و بعد از عمل آوری با قارچ



نمودار۲- گوارش پذیری ماده آلی کلش گندم و برگ درخت خرما قبل و بعد از عمل آوری با قارچ

پاورقی‌ها

1- *Pleurotus florida*
2- Acha plant
3- *Pleurotus tuber- regium*
4- *Pleurotus pulmonarius*
5- *Pleurotus ostreatus*
6- *Lentinus subnudus*
7- *Pleurorus sajor-caju*
8- White rot fungi
9- Myselium
10- Chitin
11- Haphae
12- Laccase
13- *Coprinus fimetarius*
14- Miniralization
15- Crystallization

منابع مورد استفاده

Adamovic, M., Grubice, G., Milenkovice, I., Jovanovice, R., Protice, R., Sretenovice, L., and Stoicevic, L. (1998). The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 71, 357-362.

Adenipekun, C. O., Okunlade, O. A., and Ogunjobi, A. A. (2012). Effect of *Pleurotus tuber-regiu*m Singer on degradation of rattan wood and maize Stover's. *Journal of Applied Biosciences*. 51, 3633-3641.

Akinfemi, A., Babayemi, O. J., and Jonathan, S. G. (2009a). Bioconversion of maize husk into value added ruminant feed by using white rot fungus. *Revista Cientifica UDO Agricola*, 9(4), 972-978.

Akinfemi, A., Adu, O. A., and Adebiyi, O. A. (2009b). Use of white rot fungi in upgrading maize straw and the resulting impact on chemical composition and in vitro digestibility. *Livestock Research for Rural Development*, 21 (10), pp. 162.

Akinfemi, A., Adu, O. A., and Doherty, F. (2010). Conversion of sorghum Stover into annual feed with rot fungi: *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius*. *African Journal of Biotechnology*, 9(11), 1706-1712.

Akinfemi, A. (2012). Chemical composition and nutritive value of fungi treated ache straw. *Agricultural Science and technology*, 4(2), 120-124.

Albores, S., Pianzzola, M. J., Soubes, M., and Cerdevias, M, P. (2006). Biodegradation of agro-industrial wastes by *pleurotus spp* for its use as ruminant feed. *Electronic Journal of Biotechnology*, 9(3), 1-5.

AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Communities.* Official Method of Analysis. 18th ed, Washington DC: USA.

Arora, D. K., and Mukerji, K. G. (1991). *Handbook of applied mycology: foods and Feeds*. Marcel Dekker Publisher, USA.

Azizi, A., Fazaeli, H., and Nikkhah, A. (1998). *Using of the fungal (pleurotus sajor-caju) treated wheat straw in the performance of lambs rations and digestibility determination by in vivo and in vitro methods*. Proceedings of the Intertional Agricultural Engineering Conference, Bangkok, Thailand, pp. 441-449.

Belewu, M. A., Afolabi, O. A., Musa, A. K., and Aderola, A. Z. (2003). Chemical composition and biodegradability of corn cobs and *Gmelina arborea* saw dust colonized by edible mushroom. Proceeding of the 28th Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production. pp. 261-263.

Belewu, M. A., and Belewa, K. Y. (2005). Cultivation of mushrooms (*Volvariella vovacea*) on banana leaves. *African Journal of Biotechnology*, 4(12), 1401-1403.

Calazada, J. F., Deleon, R., Arriola, M. C. D., and Rolze, C. (1987). Growth of mushroom on wheat straw and coffee pulp: Strain selection. *Biological Wastes*, 20, 217-226.

Coll, P. M., Tabernero, C., Santamria, R., and Perez, P. (1993). Characterization and structural analysis of the laccase I gene from the newly isolated ligninolytic basidiomycete PMI (ECT 2971). *Applied and Environmental Microbiology*, 59, 4129-4135.

Das, N., and Mukherjee, M. (2007). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants. *Bioresearch Technology*, 98, 2723-2726.

Dhanda, S., Kakkar, V. K., Garcha, H. S., and Makkar, G. S. (1994). Biological treatment of paddy straw and its evaluation through ruminant feeding. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 11(2), 73-79.

El-Shafie, M. H., Mahrous, A. A., and Abdel Khalek, T. M. (2007). Effect of biological treatment of wheat straw on performance of small ruminant. *Egyptian Journal of Nutritional Feeds*, 10, 635-648.

Fazaeli, H. (2001). *Effect of fungal treatment on the nutritive value of wheat straw and its use in the diet of dairy cattle*. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy in the Faculty of Agriculture, University of Putra Malaysia.

Fazaeli, H., Azizi, A., Jelan, Z. A., and Mirhadi, S. A. (2003). *Effect of fungal treatment on the chemical composition In vitro digestibility and In sacco degradability of wheat straw*. Proceedings of the Biritish Society of Animal Sciences, pp. 166.

Fazaeli, H., Jelan, Z. A., Mahmoudzadeh, H., Liang, J. B., Azizi, A., and Osman, A. (2002a). Effect of fungal treated wheat straw on the diet of lactating cows. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences*, 15(11), 1573-1578.

Fazeali, H., Jelan, Z. A., Liang, J. B., Mahmoudzadeh, H., Azizi, A., and Osman, A. (2002b). Effects of fungal treatment on the nutritive value of wheat straw. *Malaysian Journal of Animal Sciences*, 7(2), 39-48.

Gbolagade, J. S. (2006). Bacteria associated with compost used for cuttivation of Nigerian edible mushrooms: *Pleurotus tuber-regium* (fr.) Singer, and *Lentinus squarrosulus* (Berk.). *African Journal of Biotechnology*, 5(4), 338-342.

Jarrige, R. (1989). *Ruminant nutrition*. INRA, Paris, France.

Jonathan, S. G., Fasidi, I. O., Ajayi, A. O., and Adegeye, A. (2008). Biodegradation of Nigeria wood waste by *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer. *Bioresource and Technology*, 99, 807-899.

Jonathan, S. G., Akinfemi, A., and Jato, J. Y. (2010). Treatment of maize Stover with white rot fungi (*Pleurotus tuber-regium* and *Lentinus subnudus*) and their effect on *In vitro* digestibility. *World Applied Sciences Journal*, 9(10), 1201-1205.

Jonathan, S. G., Lowal M. M., and Oyetunji, O. J. (2011). Effect of spent mushroom compost of *Pleurotus pulmonarius* on growth performance of four Nigerian vegetables, *Mycobiology*, 39(3), 164-169.

Jonathan, S. G., Okorie, A. N., Babayemi, O. J., Oyelakin, A. O., and Akinfemi, A. (2012). Biodegradation of agricultural wastes (rice straw and sorghum stalk) into substrates of utilizable products using white rot fungus (*Pleurotus florida*). *Nature and Science*, 10(9), 134-137.

Kabirifard, A. M. (2004). *Growth comparison of four Pleurotus florida fungi species and effect of florida species on nutritive value of wheat stubble and date palm leaf.* Thesis for the Degree of MSc, The Faculty of Agriculture, University of Razi, Iran, 146 pp.

Kakkar, V. K., Garcha, H. S., Dhanda, S., and Makkar, G. S. (1990). Mushroom harvested spent straw as feed for buffaloes. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 7(4), 267-272.

Karma, D. N., and Zadrazial, F. (1988). Microbiological improvement of lignocellulosics in animal feed production (review). In: *Degradation of Lignocellulosics in Ruminants and Industrial Processes*. Vander Meer, J. M., Rijkens, B. A., and Ferranti, M. F. (Eds). Elsevier Applied Science, London, pp. 56-63

Leng, R. A. (1991). *Application of biotechnology to nutrition of animal in developing countries*. Animal Production and Health Paper 90. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy, pp, 32-93.

Lyayi, E. A., and Adeolu, Z. A. (2004). Enhancement of the feeding value of some agro-industrial by-products for laying hens after their solid state fermentation with *Trichoderma viride*. *African Journal of Biotechnology*, 3(3), 182-185.

Martin, S. 2002. Tropical topics. *An interpretive newsletter for the tourism industry*. No. 72.

Mcdonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., and Morgan, C. A. (1995). *Animal nutrition (Fifth Edition).* Longman Publisher, 607p.

Mosavi, M., Gholami, H., and Nikkhah, A. (1996). *The survey of determination method of digestibility of feeds on animal*. Proceedings of the 1th Research conference of Animal Nutrition in Iran, Held between 20-21th October, 1996, pp. 23-27.

Quimino, T. H. (1988). Continuous recycling of rice straw in mushrooms cultivation for animal feed. *Recent Advances in Biotechnology and Applied Biology, Proceedings of 8th International Conference on Global Impacts of Applied Biology and Biotechnology, 1-5 August, Hung Kong*, pp, 595-601.

Rai, S. N., Walli, T. K., and Gupta, B. N. (1989). The chemical composition and nutritive value of rice straw after treatment with urea or *Coprinus fimetarius* in a solid state fermentation system. *Animal Feed Science and Technology*, 26(1-2), 81-92.

Rajarothnam, S., and Bano, Z. (1989). *Pleurotus* mushrooms. Part III. Biotransformation of natural lignocellulosic wastes: Commercial applications and implications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(1), 31-108.

Sallam, S. M. A., Nasser, M. E. A., El-Waziry, A. M, Bueno, F. C. S., and Abdallah, A. L. (2007). Use of yam *In vitro* rumen gas production technique to evaluate some ruminant feedstuffs. *Journal of Applied Science Researches*, 3(1), 34-41.

Sanches, C. (2009). Lignocelluloses residues: biodegradation by fungi. *Biotechnology Advances*, 27, 185- 194.

SAS Institute, (2003) *SAS/STAT User's guide, revised* 9.1, Statistical Analyses System Instituite Inc., Cary, NC.

Schnider, B. H., and Flatt, W. P. (1977). *The evaluation of feeds through digestibility experiments*. Academic Press, New York.

Singh, K., Rai, S. N., Flegal, T. W., and Neelakantan, S. (1990). Solid substrate fermentation of ground and un-ground wheat straw with *pleurotus ostreatus*. *Indian Journal of Animal Sciences*, 60(10), 1230-1234.

Tamara, V., Mika, K., Annele, H. (1996). Lignin peroxidases, manganese proxidases and other lignolytic enzymes produced by phlebia radiate during solid state fermentation of wheal straw. *Applied Environmental Microbial*, pp, 3515-3520.

Thayumanavan, B. (1992). Extracellular cellulose and laccase enzymes from *pleurotus sajor- caju. Madras Agricultural Journal*, 69, 132-134.

Van Soest, P. J., Robertson, J. D. and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fibre, eutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animals nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

Villas-Boas, S. G., Esposito, E., and Mitchel, D. A., 2002. Microbial conversion of lignocellulosic residues for production of animal feeds (review). *Animal Feed Science and Technology*, 98(1), 1-12.

Yamakawa, M., Abe, H., and Okamoto, M. (1992). Effect of incubation with edible mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on voluntary feed intake and digestibility of rice straw by sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 63, 133-138.

Zadarazil, F. (1984). Microbial conversion of lignocellulose into feed. In: *Straw and other Fibrous By – Product as Feed*. Sundstol, F., and Owen, E. eds, pp, 276-292. Elsevier.

Zadrazil, F., Puniya, A. K., and Singh, K. (1995). Pilot scale reactor for biological treatment of lignocellulosics for animal feed production. *Indian Journal of Dairy Science*, 48 (2), 110 – 117.

Zadrazil, F. (1997). Changes in *In vitro* digestibility of wheat straw during fungal growth and after harvest of oyster mushrooms (*pleurotus spp.)* on laboratory and industrial scale. *Journal of Applied Animal Researches*, 11, 37-48.

Zadrazil, F., Kamran, D. N, Isikuemhen, O. S, Schuardt, F., and Flachowsky, G. (1996). Bioconversion of lignocellulose into ruminant feed with white rot fungi (review). *Journal of Applied Animal Researches*, 10, 105-124.