نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۰۵، زمستان ۱۳۹۳
ص‌ص: ۸۱~۹۲

اثر کشت دو قارچ *Phanerochaete chrysosporium* و *Pleurotus ulmarius* بر ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری خاک اره توسکا به عنوان خوراک دام

- **مهناز بیات** (نویسنده مسئول)
کارشناس ارشد تغذیه دام، دانشکده علوم کشاورزی ، دانشگاه محقق اردبیلی ، ایران.
- **فرزاد میرزایی آقجه قشلاق**
استادیار گروه علوم دامی دانشکده علوم کشاورزی ، دانشگاه محقق اردبیلی ، ایران.
- **معراج شرری**
استادیار گروه علوم صنایع چ.ب و کاغذ دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی ، ایران.
- **جمال سیف دواتی**
استادیار گروه علوم دامی دانشکده علوم کشاورزی ، دانشگاه محقق اردبیلی ، ایران.
- **مهدی روحانی**
استادیار علوم و صنایع چوب و کاغذ، گروه سلولزی و بسته بندی، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران.

تاریخ دریافت : دی ۹۲ تاریخ پذیرش : بهمن ۹۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۳۶۴۹۱۳۲۶۹

Email: Bayat.mz@gmail.com

چکیده

در این پژوهش اثر کشت دو گونه قارچ *Phanerochaete chrysosporium* و *Pleurotus ulmarius* بر ترکیب شیمیایی و تجزیه پذیری خاک اره چوب توسکا مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها ی خاک اره پس از کشت با مایه قارچ به مدت ۷ و ۱۷ روز در ۱±۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ٪۵±۶۵ گرمخانه گذاری شدند. پس از آن، نمونه ها خشک گردیده و ترکیب شیمیایی آن ها تعیین شد. تجزیه‌پذیری با روش کیسه‌های نایلونی و با استفاده از دو رأس قوچ نژاد مغانی دارای فیستولای شکمبه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز، خاکستر، هم چنین تجزیه‌پذیری ماده خشک، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز و ماده آلی و فراسنجه های تجزیه پذیری شامل: بخش محلول (a)، بخش نامحلول(b)، نرخ ثابت تجزیه‌پذیری (c) و تجزیه‌پذیری موثر (ED) تحت تاثیر عمل آوری بیولوژیکی قرار گرفت (P<۰/۰۵). مقادیر ، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز کاهش و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و دیواره سلولی افزایش یافت (P<۰/۰۱). اثر مدت زمان (روز) بر فرآوری قارچی معنی دار بوده (P<۰/۰۵)، به طوری که بیشترین مقادیر بخش محلول و نامحلول ماده خشک در روز ۱۷ عمل‌آوری و کمترین مقادیر آن‌ها در نمونه شاهد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: خاک اره توسکا، عمل آوری بیولوژیکی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 105 pp: 81-92

Effect of two fungui (Phanerochaete chrysosporium and Pleurotus ulmarius) on chemical composition and Degradability of Alnus subcordata saw dust as ruminant feed

By: 1: Mahnaz bayat, Master of animal Nutrition of Department of Agricultural sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Islamic Republic of Iran ∗Corresponding author. , Bayat.mz@gmail.com,Tel.: +989388564360. 2: Farzad Mirzaei Aghjeh Gheshlagh, professor assistant of Department of animal science, Faculty of Agricultural sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Islamic Republic of Iran.3: Mearaj sharari, professor assistant of Department of Wood and Paper Scinces and Technologi, Faculty of Agricultural Technology and Natural Recourses, University of Mohaghegh Ardabili, Islamic Republic of Iran. 4: Jamal seifdavati, professor assistant of Department of animal science, Faculty of Agricultural sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Islamic Republic of Iran. 5: Mehdi Roohani, Assistant Professor, Department of Paper and Packaging, Faculty of Chemistry and Petrochemical Engineering, Standard Research Institute (SRI) , Karaj, Iran. **Received: January 2014** **Accepted: February 2014**

This study was carried out to determine the chemical composition and degradability parameters of DM, ADF and NDF in *Alnus subcordata* saw dust (SD) biodegraded by *Phanerochaete chrysosporium* and *Pleurotus ulmarius* fungi. The SD samples were incubated by the fungi at 30 ± 1˚C and 65 ± 5% relative humidity for 7 and 17 days. Biodegraded samples were sterilized to constant activity and oven dried for chemical composition and rumen degradability using of two ruminal cannulated Moghani male sheep, For this purpose. Results showed that, biological treatments decreased the NDF, ADF and Ash contents of the substrate. The rumen degradability of DM, ADF and NDF as well as soluble fraction (a), non soluble but degradable (b) fraction, degradability rate (C) and effective degradability (ED) in different times of biodegradation were increased (P<0.05) as a result of biological treatments. Period of biological treatment had significant effect on the biodegradability rate as the highest amount of biodegradability was found at 17 days of incubation where the lowest values were in control samples.

Key words: Sawdust of Alder, Biodegradability.

Archive

مقدمه

کاه غلات و ضایعات حاصل از صنایع چوب از مهمترین بیوماس در بین ترکیبات لیگنوسلولزی می باشند. لیکن استفاده از آنها به منظور خوراک دام به دلیل ارزش غذایی کم و میزان نیتروژن پایین آنها محدود می باشد (Adamovic et al., 1998 and Fazaeli et al., 2004). در حدود ۲۰درصد از چوب در صنایع چوب به ضایعاتی نظیر خاک اره تبدیل می شود. این ترکیبات منابعی غنی از هیدروکربن‌ها نظیر همی سلولز، سلولز در پیوند با لیگنین هستند (Adamovic et al., 1998 and Fazaeli et al., 2006). این پیوند قابلیت هضم و دسترسی به مواد مغذی آنها را کاهش داده است (فضایلی و همکاران ۱۳۸۷و بابایی و همکاران ۱۳۸۹).

محققین چوب را به عنوان غذای نشخوارکنندگان با ارزش تغذیه‌ای پایین ارزیابی کرده و اذعان داشته اند که با عمل آوری می‌توان ارزش غذایی آن را بهبود بخشید (Baertsche et al., 1986). نتایج امیدوارکننده‌ای توسط روش‌های زیستی عمل-آوری سلولز، بخصوص با استفاده از قارچ‌ها برای تجزیه لیگنین به‌دست آمده است (Fazaeli et al, 1999;2004;2006، حسین نیا و پازوکی ۱۳۸۷). در بین قارچ‌ها، گروه قارچ‌های پوسیدگی سفید متعلق به راسته بازیدیومیست‌ها[1]، دارای توانایی زیادی جهت تجزیه و مصرف لیگنین و ترکیب‌های دیواره سلولی هستند (Albores *et al*., 2006, Fazaeli *et al.*, 2006 and Kalmis et al., 2006).

اخیرا استفاده از این قارچ‌ها با توجه به توان لیگنین زدایی آن‌ها مورد توجه متخصصین تغذیه دام قرار گرفته است (Fazaeli et al.,1999;2004;2006, Akinfemi et al.,2009;2010 and Singh and Singh., 2005). اثر کشت قارچ *Phanerochaete chrysosporium* بر ارزش غذایی باگاس نیشکر توسط محققین بررسی و کاهش اجزای دیواره سلولی

گزارش گردیده است (فضائلی و همکاران ۱۳۹۱). بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی امکان بهبود بیولوژیکی ارزش غذایی ضایعات چوب به منظور استفاده در تغذیه دام در جهت کاهش هزینه های تولیدات دامی صورت گرفت.

مواد و روش کار

تهیه خاک اره

در این پژوهش، سوبسترای مورد آزمایش (خاک اره توسکا) از چوب بری‌های واقع در شهر اسالم استان گیلان تهیه گردید که پس از هوا دادن و خشک کردن در محیط آزمایشگاه و نیز غربال کردن با الک آزمایشگاهی با مش ۰/۸، نمونه مورد آزمایش به صورت همگن و یکنواخت از آن انتخاب شد. میسلیوم قارچ‌های پوسیدگی سفید *Phanerochaete chrysosporium* و *Pleurotus ulmarius* پس از تکثیر از طریق کشت مایع و اضافه شدن به خاک اره ، در طول دوره گرمخانه گذاری روی خاک اره‌ها رشد نموده و فرآورده حاصل جهت آزمایش های بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

کشت جامد قارچ

قارچ *Phanerochaete chrysosporium* از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران و قارچ *Pleurotus ulmarius* از آزمایشگاه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه گردید. به منظور تکثیر قارچ در شرایط کاملا استریل به هر کشت آگار دکستروز سیب زمینی Potato Dextro Agar (PDA)، یک لوپ میسلیوم قارچ تلقیح شد و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰روز قرار داده شد.

پس از آن کشت‌های تهیه شده جهت نگهداری و استفاده های بعدی در دمای ۴ درجه سانتیگراد درون یخچال قرار داده شدند. عمل کشت قارچ، زیر هود استریل کننده هوا (FASTER – BHA 48) انجام شده و پتری‌دیش‌ها تحت شرایط استریل نگهداری شده تا توده میسلیوم قارچ رشد کند (شرری و همکاران ۲۰۱۱).

کشت مایع قارچ و افزودنی های مغذی

از میسلیوم‌های ۱۰ روزه رشد کرده در محیط کشت جامد، در شرایط آزمایشگاهی کاملاً استریل برای تلقیح محیط‌های کشت مایع استفاده شد. برای دستیابی به حداکثر رشد و تکثیر قارچ*Phanerochaete chrysosporium*، از محیط کشت مایع حاوی افزودنی‌های زیر به ازای یک لیتر استفاده شد: پپتون ۵ گرم به عنوان منبع نیتروژن , گلوکز ۱۰ گرم به عنوان منبع کربن و مواد معدنی جهت رشد قارچ شامل،$MgSO_4.7H_2O$ ۰/۵ گرم، NH_4Cl ۰/۱ گرم، K_2HPO_4 ۰/۵ گرم ، $FeSO_4.7H_2O$ ۰/۰۵ گرم، $CaCl_2.2H_2O$ ۰/۱ گرم و KH_2PO_4 ۲ گرم. سپس ۵۰ میلی لیتر از این مایع را درون ارلن‌های ۵۰۰ ریخته و برای جلوگیری از رشد سایر میکروارگانیسم‌ها محلول فوق در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱۵ Psi به مدت ۱۵ دقیقه استریل گردید. درون هر ارلن یک لوپ میسلیوم تلقیح شد و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز در انکوباتور نگهداری شدند (شرری و همکاران ۲۰۱۱) و برای قارچ *Pleurotus ulmarius*، از محیط کشت مایع حاوی افزودنی‌های زیر به ازای یک لیتر استفاده شد: عصاره مخمر ۵ گرم به عنوان منبع نیتروژن , گلوکز ۱۰ گرم به عنوان منبع کربن و مواد معدنی جهت رشد قارچ شامل، $MgSO_4.7H_2O$ ۰/۱۵ گرم، KH_2PO_4 ۰/۰۲۵گرم، $CaCl_2$ ۰/۰۵ گرم، $(NH_4)_2HPO_4$ ۰/۲۵ گرم، $FeCl_3$ ۱٪ به میزان ۱/۳ میلی‌لیتر (صفره و بهنامیان ۱۳۹۰).

تلقیح قارچ و عمل‌آوری

نمونه های خاک اره در معرض هوا خشک شده و پس از توزین، درون کیسه‌های پلاستیکی مخصوص اتوکلاو قرار داده شده و پس از آغشته سازی با مایع مغذی، ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند. سپس در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱۵ Psi به مدت ۱۵ دقیقه استریل گردیدند. میسلیوم‌ها از محیط کشت مایع جمع‌آوری و مخلوط همگنی تهیه و روی خرده‌های چوب استریل، پاشیده شدند به طوری که خرده‌ها به خوبی آغشته شوند (مقدار میسلیوم نسبت به جمع خاک اره ٪۱). نمونه ها به مدت ۱۷ روز درون ژرمیناتور با دمای ۳۰ درجه و رطوبت ٪۶۵ قرار گرفته و

Archive of SID

در روز ۷ و ۱۷ جهت بررسی ترکیب شیمیایی برداشت و جهت توقف رشد قارچ پس از استریل سازی در یخچال ذخیره گردیدند. ماده خشک، چربی خام و خاکستر خام نمونه‌ها به روش (۲۰۰۰) AOAC و NDF و ADF (Van Soest و همکاران، ۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد.

تعیین تجزیه پذیری شکمبه ای نمونه ها

این مرحله با استفاده از دو رأس گوسفند نر بالغ نژاد مغانی (با وزن بدن ۲ ± ۵۵ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای در ایستگاه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت . خوراک مصرفی حیوانات مورد آزمایش شامل یونجه خرد شده و دانه جو و مکمل معدنی- ویتامینه بود که طبق روش پیشنهادی AFRC (1992) بر اساس وزن متابولیکی و به میزان ۱۰ درصد بالاتر از حد نگهداری (روزانه، ۲۰ ± ۸۱۰ گرم به ازای هر راس) طی دو وعده صبح و عصر در اختیار حیوانات قرار می گرفت و آب نیز به صورت آزاد در دسترس حیوانات بود (AFRC,1992). از خاک اره فرآوری شده با قارچ (روزهای ۷ و ۱۷) ، مقدار ۳ گرم نمونه خشک عمل‌آوری شده در زمان‌های صفر، ۸، ۱۶ ،۲۴، ۴۸ ، ۷۲ و ۹۶ ساعت در سه تکرار (سه کیسه نایلونی با ابعاد ۱۰×۵ سانتی متر و با قطر منفذ ۴۵ تا ۵۰ میکرون) برای هر زمان، در شکمبه هر گوسفند انکوباسیون گردید. پس از طی زمان‌های انکوباسیون، کیسه‌های ، حاوی نمونه از شکمبه خارج و پس از شستشو در ماشین لباس‌شویی با آب سرد به مدت بیست دقیقه، در آون ۶۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیدند (Cottrill and Evans, 1984).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

میزان ناپدید شدن مواد در واحد زمان و همچنین فراسنجه‌های a، b، c و PD با استفاده از رابطه ۱ (رابطه غیرخطی Ørskov and McDonald,1997) و با استفاده از نرم افزار Fitcurve محاسبه گردید.

رابطه۱ $P= a+b(1-e^{ct})$

در این رابطه؛ a بخش تجزیه پذیر سریع (٪)، b بخش تجزیه پذیر آهسته (٪)، c نرخ تجزیه پذیری (درصد در ساعت) و Pتجزیه-پذیری در واحد زمان (t) می‌باشد. همچنین با بکاربردن رابطه ۲ میزان تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی‌سلولز و ماده آلی با نرخ عبورهای ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت محاسبه گردید.

رابطه۲ $ERD = a + bc/(c+k)$

تجزیه‌پذیری و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری برای ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز اندازه‌گیری شد. داده‌های بدست آمده به صورت فاکتوریل (۳×۲) شامل دو نوع قارچ و سه زمان عمل آوری و در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD)[۲] تجزیه و تحلیل گردید. تجزیه آماری بوسیله نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و با استفاده از رویه مدل عمومی خطی[۳] انجام شد. برای مقایسه میانگین از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT)[۴] در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. مدل آماری مورد استفاده به صورت:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + S_j + (L.S)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

بود که در این مدل؛ μ میانگین کل، Li اثر قارچ (i= ۱، ۲)، Sj اثر مدت زمان عمل‌آوری (j= ۱، ۲، ۳)، (L.S) ij اثر متقابل قارچ و عمل‌آوری، εijk عوامل کنترل نشده می‌باشد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک اره توسکا قبل و بعد از عمل‌آوری با دو قارچ *Phanerochaete chrysosporium* و *Pleurotus ulmarius* در جدول ۱ نشان داده شده است. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که عمل‌آوری با قارچ، درصد ماده خشک، دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز را به‌طور معنی‌داری کاهش و درصد خاکستر خام و چربی خام را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. بر اساس نتایج حاضر نوع قارچ اثر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی خاک اره توسکا نشان داد (P<۰/۰۱).

Archive of SID

جدول ۱- ترکیب شیمیایی خاک اره چوب توسکا قبل و بعد از عمل آوری (درصد)

نوع		DM	NDF	ADF	EE	ASH	OM
عمل آوری نشده با قارچ ۱	روز صفر	۹۵/۷۳^{a}	۹۱/۷۲^{a}	۷۲/۲۰^{a}	۰/۴۱^{c}	۰/۲۰^{d}	۹۹/۶۳^{a}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۷	۸۹/۶۸^{b}	۸۸/۱۹^{c}	۶۸/۹۶^{c}	۰/۵۱^{bc}	۰/۳۲^{b}	۹۹/۵۳^{b}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۱۷	۸۷/۶۷^{c}	۸۷/۷۲^{cd}	۶۷/۹۷^{cd}	۰/۵۶^{ab}	۰/۳۷^{a}	۹۹/۵۲^{b}
عمل آوری نشده با قارچ ۲	روز صفر	۹۵/۷۳^{a}	۹۱/۷۲^{a}	۷۲/۲۰^{a}	۰/۴۱^{c}	۰/۲۰^{d}	۹۹/۶۳^{a}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۷	۸۹/۴۹^{b}	۸۹/۴۷^{b}	۶۹/۵۷^{b}	۰/۶۳^{ab}	۰/۲۴^{cd}	۹۹/۵۷^{ab}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۱۷	۸۶/۵۸^{d}	۸۷/۳۸^{d}	۶۸/۰۵^{d}	۰/۶۷^{a}	۰/۲۷^{bc}	۹۹/۵۵^{ab}
خطای معیار		۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۵۳	۰/۰۰۹	۰/۰۳	۰/۰۳
معنی‌داری	قارچ	**	**	**	**	**	*
	زمان عمل‌آوری	**	**	*	**	*	n.s
	زمان عمل‌آوری × قارچ	n.s	**	n.s	n.s	n.s	n.s

DM: ماده خشک،NDF: دیواره سلولی،ADF: دیواره سلولی منهای همی‌سلولز،EE: عصاره اتری، ASH: خاکستر، OM: ماده آلی، قارچ۱: *Phanerochaete chrysosporium* قارچ ۲: *Pleurotus ulmarius* ، درج حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P <۰/۰۵).

* نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns بیانگر عدم معنی‌داری می‌باشد.

در جدول ۲ میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک خاک اره توسکا در زمان‌های مختلف انکوباسیون با استفاده از کیسه‌های نایلونی گزارش شده است. نتایج نشان داد با افزایش زمان عمل‌آوری خاک اره، تجزیه‌پذیری ماده خشک نیز افزایش یافت. بیشترین مقدار تجزیه‌پذیری در ساعات مختلف مربوط به قارچ *Phanerochaete chrysosporium* در روز ۱۷ کشت و کمترین میزان آن مربوط به خاک اره عمل‌آوری نشده (گروه شاهد) بود.

اثر قارچ و عمل‌آوری بر تجزیه‌پذیری ماده خشک معنی‌دار بود (P <۰/۰۱).

جدول ۲- تجزیه‌پذیری ماده خشک خاک اره توسکا در زمان‌های مختلف انکوباسیون با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی (درصد)

زمان‌های انکوباسیون در شکمبه (ساعت)		صفر	۲	۸	۱۶	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
عمل آوری نشده با قارچ ۱	روز صفر	۷/۹۰^{d}	۸/۲۹^{e}	۸/۷۹^{d}	۱۱/۶۱^{d}	۱۳/۱۶^{e}	۱۴/۳۰^{e}	۱۵/۱۸^{e}	۱۵/۵۲^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۷	۱۰/۰۷^{b}	۱۰/۳۵^{c}	۱۱/۵۸^{b}	۱۳/۲۲^{b}	۱۵/۰۰^{c}	۱۶/۵۰^{c}	۱۸/۱۰^{c}	۱۸/۵۹^{c}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۱۷	۱۱/۰۶^{a}	۱۱/۳۶^{a}	۱۲/۴۷^{a}	۱۴/۴۵^{a}	۱۸/۱۶^{a}	۲۰/۷۳^{a}	۲۲/۰۲^{a}	۲۲/۱۳^{a}
عمل آوری نشده با قارچ ۲	روز صفر	۷/۹۰^{d}	۸/۲۹^{e}	۸/۷۹^{d}	۱۱/۶۱^{d}	۱۳/۱۶^{e}	۱۴/۳۰^{e}	۱۵/۱۸^{e}	۱۵/۵۲^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۷	۹/۴۷^{c}	۹/۴۷^{c}	۹/۸۰^{d}	۱۱/۲۳^{c}	۱۲/۸۹^{c}	۱۴/۲۶^{d}	۱۵/۳۲^{d}	۱۶/۱۸^{d}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۱۷	۱۰/۷۱^{a}	۱۰/۷۱^{a}	۱۰/۹۶^{b}	۱۱/۷۰^{b}	۱۳/۳۵^{b}	۱۷/۲۶^{b}	۱۸/۳۷^{b}	۱۹/۲۷^{b}
خطای معیار		۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۳
معنی‌داری	قارچ	**	**	**	**	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری	**	**	**	**	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری × قارچ	n.s	*	*	**	n.s	**	**	**

قارچ ۱: *Phanerochaete chrysosporium* قارچ ۲: *Pleurotus ulmarius* ، درج حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P <۰/۰۵).

*نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns بیانگر عدم معنی‌داری می‌باشد.

Archive of SID

نتایج اثر قارچ و عمل‌آوری بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک خاک اره توسکا در جدول ۳ ارائه شده است.

به طور کلی با عمل‌آوری خاک اره روند افزایشی در بخش تجزیه‌پذیر سریع (a)، بخش تجزیه‌پذیر کند، پتانسیل تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر (ED) در نرخ‌های عبور مختلف مشاهده شد. بیشترین بخش تجزیه‌پذیر سریع و بخش تجزیه‌پذیر کند، متعلق به روز ۱۷ کشت قارچ *Phanerochaete chrysosporium* و کمترین میزان آن مربوط به خاک اره عمل‌آوری نشده بود. اثر قارچ و همچنین، اثر متقابل قارچ و عمل‌آوری بر کلیه فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). اثر عمل‌آوری نیز بر کلیه فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک معنی‌دار بود (P<۰/۰۵ و P<۰/۰۱).

جدول ۳-اثر قارچ و عمل‌آوری بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک خاک اره توسکا (درصد)

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری		a	b	c	PD	ED(0.02)	ED(0.05)	ED(0.08)
عمل آوری نشده با قارچ ۱	روز صفر	۷/۱۷^{e}	۸/۴۱^{d}	۰/۰۳۵^{d}	۱۵/۶۰^{e}	۱۲/۹۵^{e}	۱۱/۱۵^{e}	۱۰/۱۵^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۷	۹/۷۴^{b}	۹/۳۰^{c}	۰/۰۳۱^{e}	۱۹/۰۵^{c}	۱۵/۳۵^{c}	۱۳/۲۵^{c}	۱۲/۳۰^{c}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۱۷	۹/۸۸^{a}	۱۳/۰۷^{a}	۰/۰۴۴^{b}	۲۳/۰۰^{a}	۱۸/۲۰^{a}	۱۵/۳۰^{a}	۱۴/۰۰^{a}
عمل آوری نشده با قارچ ۲	روز صفر	۷/۱۷^{e}	۸/۴۱^{d}	۰/۰۳۵^{d}	۱۵/۶۰^{e}	۱۲/۹۵^{e}	۱۱/۱۵^{e}	۱۰/۱۵^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۷	۹/۰۸^{d}	۷/۲۳^{e}	۰/۰۴۸^{a}	۱۶/۳۰^{d}	۱۴/۲۰^{d}	۱۲/۶۰^{d}	۱۱/۸۰^{d}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۱۷	۹/۵۷^{c}	۱۰/۳۲^{b}	۰/۰۴۰^{c}	۱۹/۹۰^{b}	۱۶/۵۰^{b}	۱۴/۲۰^{b}	۱۳/۱۰^{b}
خطای معیار		۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲
معنی‌داری	قارچ	**	**	**	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری	**	**	*	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری × قارچ	**	**	**	**	**	**	**

a: بخش سریع تجزیه، b: بخش کند تجزیه، c: نرخ ثابت تجزیه در ساعت، PD: پتانسیل تجزیه‌پذیری، ED: تجزیه‌پذیری موثر در نرخ عبورهای مختلف،

قارچ ۱: *Phanerochaete chrysosporium* قارچ ۲: *Pleurotus ulmarius*، درج حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P <۰/۰۵).

*نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns بیانگر عدم معنی‌داری می‌باشد.

نتایج مربوط به اثر قارچ و عمل‌آوری بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز خاک اره توسکا، در جداول ۴ و ۵ گزارش شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، با افزایش زمان عمل‌آوری از ۷ به ۱۷ روز، بخش تجزیه‌پذیر سریع، پتانسیل تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر افزایش می‌یابد. اثر قارچ بر کلیه فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری دیواره سلولی معنی‌دار بود (P <۰/۰۱). زمان عمل‌آوری (به غیر از نرخ ثابت تجزیه پذیری) بر سایر فراسنجه‌های دیواره سلولی اثر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۱). همچنین مشخص گردید اثر متقابل عمل‌آوری و قارچ به غیر از بخش تجزیه‌پذیر کند و نرخ ثابت تجزیه در ساعت بر سایر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری دیواره سلولی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵ و P<۰/۰۱).

در مورد دیواره سلولی منهای همی سلولز نیز با پیشرفت عمل‌آوری خاک اره، روند افزایشی معنی‌داری در بخش تجزیه‌پذیر سریع، پتانسیل تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر مشاهده گردید. اثر قارچ و عمل‌آوری بر کلیه فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری دیواره سلولی منهای همی‌سلولز معنی‌دار بود (P <۰/۰۱). همچنن اثر متقابل عمل‌آوری و قارچ نیز به جز بخش تجزیه‌پذیر کند، بر سایر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ADF تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵ و P<۰/۰۱) را نشان داد.

Archive of SID

جدول ٤- اثر قارچ و عمل‌آوری بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری دیواره سلولی خاک اره توسکا (درصد)

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری		a	b	c	PD	ED(0.02)	ED(0.05)	ED(0.08)
عمل آوری نشده با قارچ ۱	روز صفر	۲/۸۱^{c}	۴/۸۶^{d}	۰/۰۳۷^{c}	۷/۷۰^{e}	۶/۶۰^{e}	۵/۸۰^{e}	۵/۳۰^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۷	۵/۷۳^{b}	۵/۸۵^{c}	۰/۰۳۸^{c}	۱۱/۶۰^{c}	۹/۶۰^{c}	۸/۴۰^{c}	۷/۸۰^{c}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۱۷	۷/۶۰^{a}	۱۰/۴۲^{a}	۰/۰۷۰^{a}	۱۸/۰۰^{a}	۱۴/۴۰^{a}	۱۲/۲۰^{a}	۱۱/۲۰^{a}
عمل آوری نشده با قارچ ۲	روز صفر	۲/۸۱^{c}	۴/۸۶^{d}	۰/۰۳۷^{c}	۷/۷۰^{e}	۶/۶۰^{e}	۵/۸۰^{e}	۵/۳۰^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۷	۵/۲۵^{b}	۴/۰۹^{e}	۰/۰۴۲^{bc}	۹/۳۵^{d}	۸/۱۰^{d}	۷/۳۰^{d}	۶/۹۰^{d}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۱۷	۵/۸۶^{b}	۸/۲۶^{b}	۰/۰۵۰^{b}	۱۴/۱۰^{b}	۱۱/۹۰^{b}	۱۰/۳۰^{b}	۹/۵۰^{b}
خطای معیار		۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۰۰۳	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴
معنی‌داری	قارچ	**	**	**	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری	**	**	n.s	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری × قارچ	*	n.s	n.s	**	**	**	**

a: بخش سریع تجزیه، b: بخش کند تجزیه، c: نرخ ثابت تجزیه در ساعت، PD: پتانسیل تجزیه‌پذیری، ED: تجزیه‌پذیری موثر در نرخ عبورهای مختلف،

قارچ ۱: *Phanerochaete chrysosporium* قارچ ۲: *Pleurotus ulmarius*، درج حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).

*نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns بیانگر عدم معنی‌داری می‌باشد.

جدول ٥- اثر قارچ و عمل‌آوری بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری دیواره سلولی منهای همی‌سلولز خاک اره توسکا (درصد)

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری		a	b	c	PD	ED(0.02)	ED(0.05)	ED(0.08)
عمل آوری نشده با قارچ ۱	روز صفر	۰/۵۴^{d}	۶/۸۲^{c}	۰/۰۳۱^{c}	۷/۳۵^{d}	۵/۸۰^{e}	۴/۶۰^{e}	۴/۰۰^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۷	۵/۴۸^{b}	۷/۱۹^{c}	۰/۰۱۹^{d}	۱۲/۷۰^{b}	۸/۹۵^{c}	۷/۴۵^{c}	۶/۸۵^{d}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۱۷	۵/۴۰^{b}	۱۲/۱۴^{a}	۰/۰۵۸^{a}	۱۷/۵۰^{a}	۱۲/۹۰^{a}	۱۰/۴۰^{a}	۹/۳۰^{a}
عمل آوری نشده با قارچ ۲	روز صفر	۰/۵۴^{d}	۶/۸۲^{c}	۰/۰۳۱^{c}	۷/۳۵^{d}	۵/۸۰^{e}	۴/۶۰^{e}	۴/۰۰^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۷	۶/۴۰^{a}	۳/۷۱^{d}	۰/۰۱۶^{d}	۱۰/۱۵^{c}	۸/۰۵^{d}	۷/۲۵^{d}	۷/۰۵^{c}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۱۷	۴/۳۹^{c}	۸/۷۳^{b}	۰/۰۵۰^{b}	۱۳/۱۰^{b}	۱۰/۸۰^{b}	۹/۲۰^{b}	۸/۴۰^{b}
خطای معیار		۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۰۰۲	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
معنی‌داری	قارچ	**	**	**	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری	**	**	**	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری × قارچ	**	n.s	**	*	**	**	**

a: بخش سریع تجزیه، b: بخش کند تجزیه، c: نرخ ثابت تجزیه در ساعت، PD: پتانسیل تجزیه‌پذیری، ED: تجزیه‌پذیری موثر در نرخ عبورهای مختلف،

قارچ ۱: *Phanerochaete chrysosporium*، قارچ ۲: *Pleurotus ulmarius*، درج حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$).

*نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns بیانگر عدم معنی‌داری می‌باشد.

Archive of SID

نتایج مربوط به اثر قارچ و عمل‌آوری بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده آلی در جدول ۶ ارائه شده است. بر اساس نتایج جدول ذکر شده، با افزایش زمان عمل‌آوری خاک اره روند افزایشی در بخش تجزیه‌پذیر سریع، پتانسیل تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر مشاهده شد. اثر عمل‌آوری و قارچ بر کلیه فراسنجه‌های تجزیه-پذیری ماده آلی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). اثر متقابل عمل‌آوری و قارچ به جز بر فراسنجه بخش تجزیه‌پذیر سریع بر سایر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده آلی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$).

جدول ٦- اثر قارچ و عمل‌آوری بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده آلی خاک اره توسکا (درصد)

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری		a	b	c	PD	ED(0.02)	ED(0.05)	ED(0.08)
عمل آوری نشده با قارچ ۱	روز صفر	۴/۱۳^{e}	۱۱/۶۱^{c}	۰/۰۳۴^{e}	۱۵/۷۵^{e}	۱۳/۳۵^{e}	۱۱/۳۵^{e}	۱۰/۲۰^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۷	۸/۰۸^{c}	۱۱/۲۵^{d}	۰/۰۴۳^{c}	۱۹/۳۰^{c}	۱۵/۸۵^{c}	۱۳/۵۰^{c}	۱۲/۳۰^{c}
عمل آوری شده با قارچ ۱	روز ۱۷	۹/۹۱^{a}	۱۴/۵۳^{a}	۰/۰۷۰^{a}	۲۴/۴۵^{a}	۱۹/۱۰^{a}	۱۵/۹۰^{a}	۱۴/۳۵^{a}
عمل آوری نشده با قارچ ۲	روز صفر	۴/۱۳^{e}	۱۱/۶۱^{c}	۰/۰۳۴^{e}	۱۵/۷۵^{e}	۱۳/۳۵^{e}	۱۱/۳۵^{e}	۱۰/۲۰^{e}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۷	۷/۵۹^{d}	۹/۸۴^{e}	۰/۰۵۶^{b}	۱۷/۴۰^{d}	۱۴/۹۰^{d}	۱۳/۰۰^{d}	۱۱/۹۵^{d}
عمل آوری شده با قارچ ۲	روز ۱۷	۹/۳۸^{b}	۱۲/۳۰^{b}	۰/۰۳۹^{d}	۲۱/۶۵^{b}	۱۷/۵۰^{b}	۱۴/۹۰^{b}	۱۳/۶۰^{b}
خطای معیار		۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳
معنی‌داری	قارچ	**	**	**	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری	**	**	**	**	**	**	**
	زمان عمل‌آوری × قارچ	n.s	**	**	**	**	**	**

a: بخش سریع تجزیه، b: بخش کند تجزیه، c: نرخ ثابت تجزیه در ساعت، PD: پتانسیل تجزیه‌پذیری، ED: تجزیه‌پذیری موثر در نرخ عبورهای مختلف،

قارچ ۱: *Phanerochaete chrysosporium* قارچ ۲: *Pleurotus ulmarius*، درج حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P<۰/۰۵$).

*نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ** نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns بیانگر عدم معنی‌داری می‌باشد.

بحث

همانطور که در جدول ۱ دیده می‌شود، عمل‌آوری خاک اره توسکا با هر دو قارچ پوسیدگی سفید مورد مطالعه ، سبب کاهش درصد ADF و NDF گردید. درصد ADF وNDF در روز ۱۷ کمتر از روز ۷ بود.

عوامل احتمالی این کاهش را می‌توان بدین گونه تفسیر نمود که قارچ‌های پوسیدگی سفید به‌طور اختصاصی در تجزیه لیگنین فعال بوده و باعث تجزیه کامل لیگنین به فرم معدنی آن می‌شوند (Alexopouloes, 1996). همچنین، به علت استفاده قارچ از پلی‌سارکاریدهای دیواره سلولی و به تبع آن، تولید آنزیم‌های تجزیه‌گر لیگنین، میزان درصد اجزاء دیواره سلولی کاهش محسوسی را بعد از عمل‌آوری نشان داد. این یافته‌ها با نتایج دیگر محققان در بررسی مشابهی که به وسیله آنزیم استخراج شده از قارچ *Phanerochaete chrysosporium* برای عمل‌آوری کاه جو انجام داده بودند مطابقت می‌نماید (Khazaal et al., 1990). تخریب ترکیبات دیواره سلولی فرآیند پیچیده ای است که از طریق فعالیت سینرژیک تعدادی از آنزیمهای برون سلولی انجام می شود. در قارچ های رشته ای، این آنزیم ها شامل لیگنیناز، همی سلولاز، پکتیناز و سلولاز می باشد

Archive of SID

که با تخریب زیست پلیمرهای دیواره سلولی مواد مغذی مورد نیاز قارچ تامین می شود. در بین تمام آنزیم‌های همی‌سلولاز، زایلاناز بیشترین تحقیقات را به خود اختصاص داده است (Aro et al., 2005).

از آنجا که پلیمر لیگنین گسترده و بسیار شاخه‌دار می‌باشد، تخریب آن برون سلولی و منحصر به فرد می‌باشد. به دلیل وجود اتصالات اتری و کربن-کربن در لیگنین، نیاز به آنزیم‌های اکسیدکننده به جای آنزیم‌های هیدرولیز کننده جهت تخریب آن ضروری می‌باشد. یکی از آنزیم‌های اصلی لیگنولیتیکی برون سلولی قارچ *P.chrysosporium*، لیگنین پراکسیداز می‌باشد (Turpeinen, 2007). لیگنین پراکسیداز قارچ *P.chrysosporium* در مرحله دوم رشد، تحت تاثیر مقدار محدود مواد غذایی و فشار شدید اکسیژن تولید شده و در صورت عدم تولید آن، تخریب لیگنین بسیار کم اتفاق می‌افتد. لیگنین پراکسیداز، هسته آروماتیکی غیرفنولی مولکول لیگنین را با یک الکترون اکسید کرده و ترکیبات آروماتیک و غیرآروماتیک تولید شده و توسط قارچ استفاده می شوند(Mullai and vishali, 2007). عمل‌آوری خاک اره توسکا با هر دو قارچ سبب افزایش درصد خاکستر خام گردید و این با نتایج دیگر محققین از جمله Akinfemiو همکاران (۲۰۰۹ ، ۲۰۱۰) مطابقت دارد. این مسئله به دلیل مورد استفاده قرار گرفتن بخشی از ماده آلی موجود در بستر کشت (سلولز و همی سلولز دیواره سلولی) و احتمالاً مصرف بیشتر مواد آلی و باقی ماندن زیادتر مواد معدنی در واحد وزن و نهایتاً افزایش نسبت خاکستر است (Shoukry and Hamissa, 1985). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در ساعات مختلف انکوباسیون شکمبه‌ای، روند رو به افزایش تجزیه‌پذیری ماده خشک نمونه‌های مورد آزمایش، دیده شد. همانگونه که ذکر شد، با عمل‌آوری توسط قارچ، مقدار NDF و ADF کاهش یافت. NDF تاثیر قابل ملاحظه‌ای در گوارش پذیری دارد، بنابراین هر عملی که باعث کاهش این مقدار شود باعث بهبود گوارش پذیری خواهد شد. همچنین از آنجاکه غلظت لیگنین چوب از جمله عوامل اصلی در تعیین مقدار هضم در شکمبه می‌باشد بنابراین بایستی چوب خام به اندازه کافی عمل‌آوری شود تا لیگنین و سایر بازدارنده‌ها از بین برود و انرژی خالص آن برای نشخوارکنندگان شبیه نشاسته گردد (بابایی و همکاران ۱۳۸۹). طبق جدول ۳ فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری DM (a, b, c, PD) به‌طور معنی‌داری در خاک اره توسکا عمل‌آوری شده بیشتر بود که این ممکن است به دلیل کاهش NDF باشد. عمل‌آوری خاک اره توسکا با قارچ‌های پوسیدگی سفید ترکیب‌های دیواره سلولی را کاهش داده و میزان کربوهیدرات‌های محلول را در نتیجه تجزیه آنزیمی افزایش می‌دهد (Gutierrez et al., 1996). اختلافات در فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری می‌تواند به دلیل تفاوت در گونه قارچ، سیستم عمل‌آوری و نوع آنزیم‌های تولید شده به‌وسیله قارچ باشد. دلیل بیشتر بودن تجزیه‌پذیری دیواره سلولی در خاک اره عمل‌آوری شده، کمتر بودن میزان لیگنین و بیشتر بودن کربوهیدرات‌های محلول آن بوده که در نتیجه تجزیه پذیری آن‌ها را افزایش داد. همان طور که در جداول ٤، ٥ و ٦ مشاهده می‌شود خاک اره عمل‌آوری شده، از تجزیه پذیری (ناپدید شدن) ماده خشک، ماده آلی وNDF و ADF بالاتری برخوردار است. میزان ناپدید شدن شاخصی از تجزیه پذیری است (بابایی و همکاران، ۱۳۸۹).

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش تاثیر مثبت عمل‌آوری چوب با قارچ را نشان داد. لذا به نظر می‌رسد که با توجه به تولید قابل توجه بقایای صنایع چوب به عنوان یک محصول فرعی حاصل از

Archive of SID

کارخانجات، می توان با عمل‌آوری بیولوژیکی، از آن در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده نمود که البته نیاز به پژوهش‌های بیشتری در این زمینه خواهد بود.

پاورقی‌ها

1. Basidiomycetes
2 .Completely Randomized Design
3. General Liner Model
4 .Duncans Multiple Range ANOVA

منابع

۱- بابایی، الف.، پیرمحمدی، ر. و عزیزی، س. (۱۳۸۹) مطالعه ترکیب‌های شیمیایی و تجزیه پذیری چوب صنوبر شیرین و انگور خام و عمل‌آوری شده با سود، مجله پژوهش‌های علوم دامی، شماره ۱، جلد ۴. ص ۸۸-۷۹.

۲- حسین نیا، الف. و پازوکی، م. (۱۳۸۷) تجزیه بیولوژیکی لیگنین به وسیله قارچ *White Rot*. پژوهشگاه مواد و انرژی. ص۸-۱.

۳- صفره، م. و بهنامیان، م. (۱۳۹۰) بررسی اثر برخی از ضایعات صنایع تبدیلی کشاورزی بر پاره ای از خصوصیات رشد قارچ خوراکی صدفی *pleurotus ulmarius*. مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی محیط زیست، ۱۷ خرداد ۱۳۹۰. دانشگاه تهران.

٤- فضائلی ح. (۱۳۸۷) قابلیت هضم و مصرف اختیاری کاه گندم عمل‌آوری شده با قارچ صدفی در گوسفند وگاو. مجله علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی - جلد ۱۲ شماره ۴۳ صفحات ۵۲۳-۵۳۱.

۵- فضائلی، ح.، خان والی، ح الف.، بنکدارپور، ب. و وهاب زاده، ف. (۱۳۹۱) بررسی اثر کشت قارچ فانوریکیت کریزوسپوریوم بر ارزش غذایی باگاس نیشکر. مجموعه مقالات پنجمین کنگره علوم دامی ایران، ۸ شهریور ۱۳۹۱.دانشگاه صنعتی اصفهان.

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

7- Agricultural and Food Research Council, (AFRC), (1992). Nutrient Requirements of Ruminants. Technical Committee on Responses to Nutrients. Report no: 10, Nutrient Abstract & Review Series B, 62:2:787- 835.

8- Akinfemi, A., Adu, O.A. and Adebiyi, O.A. (2009). Use of white rot fungi in upgrading maize straw and the resulting impact on chemical composition and *in-vitro* digestibility. *Journal of Animal Science, Vol*, 21, No, 10.pp: 213-220.

9- Akinfemi, A., Adu, O.A. and Doherty, F. (2010). Conversion of Sorghum Stover into animal feed with White-rot fungi: *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius*. *African Journal of Biotechnology, Vol*, 9. No, 11.pp: 1706-1712.

10- Albores, S., Pianzzola, M.J., Soubes, M. and Cerdeiras, M.P. (2006). Biodegradation of agroindustrial wastes by Pleurotus Spp for its use as ruminant feed. *Electronic Journal of Biotechnology, Vol*, 9, No, 3.pp: 216-220.

11- Alexopouloes, C.Y. (1996). Introductory mycology. John whey of sons. USA.

Archive of SID

12- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg. M, D.

13- Aro, N., Pakula, T. and Penttilä, M. (2005). Transcriptional regulation of plant cell wall degradation by filamentous fungi. FEMS *Microbiology Reviews*, vol, 29, pp: 719–739.

14- Baertsche S.R., Yokoyama M.T. and Hanover J.W. (1986). Short rotation, hardwood tree biomass as potential ruminant feed chemical composition, nylon bag ruminal degradation and ensilement of selected species. *Journal* of *Animal Science*, *Vol*, 63.pp:2028 – 2043.

15- Cottrill, B.R and Evans, P. J. (1984). Estimation of Protein Degradability, Interdepartmental Protein Working Party. ARC Technical Review, Farnham Royal, Berks, UK: Agricultural Research Council, Commonwealth Agricultural Bureaux.

16- Fazaeli H., Jelan. Z.A., Azizi. A, Liang. J.B, Mahmoudzadeh. H and Osman. A. (1999). Biodegradation of wheat straw by *Pleurotus* fungi for improved digestibility: Comparison of the mycelial running rate of six cultures. Malaysian Journal of Animal Science, 5 (182):59-66.

17- Fazaeli H., Mahmodzadeh H., Azizi A., Jelan Z. A., Liang. J. B., Rouzbehan. Y and Osman. A. (2004). Nutritive value of wheat straw treated with *Pleurotus*fungi.Asian-Australian Journal of Animal Science, 17 (12): 1681-1688.

18- Fazaeli H., Azizi A and Ameli M. (2006). Nutritive value index of treated wheat straw with *Pleurotus* fungi fed to sheep. Pakistan Journal of Biological Science, 9(13): 2444-2449.

19- Gutierrez, A., Prieto, A. and Martinez, A.T. (1996). Structure characterization of extracellultar polysaccharides produced by fungi from the genus *Pleurotus*. *Carbohydrate Research. Vol*, 281.pp:143-154.

20- Kalmis, E., Azbar, N., Yildiz, H., Kalyoncu, F. (2006). Feasibility of using olive mill effluent (OME) as a wetting agent during the cultivation of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on wheat straw. *Bioresource Technology*, *Vol*, 98.pp: 2512-2518.

21- Khazaal, K.A., Dodson Harvey and Palmer, P. (1990). A preliminary study of the treatment of barley straw with ligninase enzyme: effect on in-vitro digestibility and chemical composition. *Biological Wastes*, *Vol*, 33.pp: 53-62.

22- Mullai, P. and Vishali, S. (2007). Biodegradation of penicillin-G wastewater using Phanerochaete chrysosporium – An equilibrium and kinetic modeling. *African Journal of Biotechnology*, Vol, 6, N.12, pp: 1450-1454.

23- Ørskov, E.R. and McDonald, I. (1997). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Sciences*, Cambridge, *Vol*, 92. pp: 499-503.

24- Sharari, M., Jahan Latibari, A., Guillet, A.,

Archive of SID

Aurousseau, M., Mouhamadou, B., Rafeiee, Gh., Mirshokraei, A. and Parsapaghouh, D. (2011). Application of the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* in biotreatment of bagasse effluent. *Springer Science and Business, Vol*, 22.pp: 421- 430.

25- Shoukry, M.M. and Hamissa, F.A. (1985). Nutritive improvement of some low quality roghages for ruminants. I. Effect of different microbial and chemical treatments on the quality of sugar canebagasse. Egypt. *Journal* of *Animal Production*, *Vol*, 25, No, 2.pp: 329-342.2.

26- Singh, D. and Singh, S.P. (2005). Modern mushroom cultivation. Updesh Purohit for Agrobios. Reprint, xvi, 229 p, pp: 86-93.

27- Turpeinen. (2007). *Lignocellulose degradation and humus modification by the fungus Paecilomyces inflatus*, Division of Microbiology Department of Applied Chemistry and Microbiology, University of Helsinki.

28- Van Soest, P.J., Roberson, J.B. and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, *Vol*, 74, pp: 3583-3597.

. . . . . .

Archive of SID