نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۳ شماره ۲/ سال۱۳۹۲

اثر قارچ نوروسپورا سیتوفیلا بر ترکیبات شیمیایی، خصوصیات فیزیکی و تجزیه پذیری سرشاخه خرما

امید دیانی[1*]، علی رضا رشیدیان[2] و رضا طهماسبی[1]

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/٤

[1]دانشیار و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه شهید باهنر کرمان

[2]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه شهید باهنر کرمان

[*] مسئول مکاتبه: Email: odayani@uk.ac.ir

چکیده

در این تحقیق ترکیبات شیمیایی سرشاخه خرمای عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا به روش تجزیه تقریبی انجام شد و تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به روش کیسه های نایلونی مورد مطالعه قرار گرفت. داده های بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل آماری شدند. مقادیر ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خاکستر خام برای سرشاخه خرمای عمل آوری نشده به ترتیب ۹٤، ۸۹/٦۲، ۵/۱، ۷۸/۹۸، ۷۷/۲۳ و ۱۰/۰۸ درصد و برای عمل آوری شده ۹۲/۱٦، ۸۸/۷٦، ۱۰، ۷۷/٤۵، ۷۵/۸۰ و ۱۱/۲۳ درصد بود. درصد پروتئین خام سرشاخه خرما پس از عمل آوری افزایش یافت (P<۰/۰۵)، در حالی که درصد ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کاهش یافت (P<۰/۰۵). خصوصیات فیزیکی از جمله ظرفیت نگه داری آب و ماده خشک محلول پس از عمل آوری کاهش و خاکستر محلول، دانسیته توده ای و جرم حجمی لحظه ای افزایش یافت (P<۰/۰۵). تجزیه پذیری موثر و شاخص ارزش غذایی ماده خشک و پروتئین خام و تجزیه پذیری موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای سرشاخه عمل آوری شده بیش از سرشاخه عمل آوری نشده بود (P<۰/۰۵). به طور کلی عمل آوری سرشاخه خرما با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا منجر به افزایش درصد پروتئین خام، تجزیه پذیری مؤثر و شاخص ارزش غذایی و بهبود خصوصیات فیزیکی گردید. در نتیجه سرشاخه خرمای عمل آوری شده می تواند به عنوان یک ماده غذایی با ارزش در تغذیه دام مورد استفاده قرارگیرد.

واژه های کلیدی: ترکیبات شیمیایی، خصوصیات فیزیکی، سرشاخه خرما، قارچ نوروسپورا سیتوفیلا

Effect of *Neurospora sitophila* on chemical compositions, physical characteristics and degradability of date palm fronds

O Dayani[1], A R Rashidian[2] and R Tahmasbi[1]

Received: October 17, 2012 Accepted: May 25, 2013
[1]Associate Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
[2]MSc Student of Animal Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
Corresponding author: E mail: odayani@uk.ac.ir

Abstract
Chemical compositions of treated date palm fronds with *Neurospora Sitophila* were determined by proximate analysis and dry matter (DM), crude protein (CP) and natural detergent fiber (NDF) degradabilities were studied by using *in situ* technique. The data were analyzed as completely randomized design. Mean values of DM, Organic Matter (OM), CP, NDF, acid detergent fiber (ADF) and ash for untreated date palm fronds were 94, 89.62, 5.1, 78.98, 77.23 and 10.08 percent, and for treated date palm fronds were 92.16, 88.76, 10, 77.45, 75.80 and 11.23 percent, respectively. After processing, CP of date palm fronds was increased ($P<0.05$), whereas the percentages of DM, NDF and ADF were decreased ($P<0.05$). Physical characteristics such as water-holding capacity and soluble DM were decreased, however, soluble ash, specific gravity and bulk density were increased by processing ($P<0.05$). Effective degradability and nutritive value index (NVI) of DM and CP, and NDF degradability for treated date palm fronds were higher than untreated ($P<0.05$). Generally, processing of date palm fronds by *Neurospora Sitophila* increased CP, effective degradability and NVI values and its physical characteristics was improved. Therefore, processed date palm fronds can be used as a valuable feed for animal consumption.

Key Words: Chemical composition, Date palm fronds, *Neurospora Sitophila*, Physical characteristics

مقدمه

یکی از عمده ترین مشکلات در صنعت دام و طیور کشور محدودیت منابع تامین خوراک دام است. لذا یکی از راه های جبران این کمبود، شناسایی و تعیین ارزش غذایی منابع خوراک دام، عمل آوری و بهبود ارزش غذایی بقایای کشاورزی می باشد (دیانی و همکاران ۱۳۸۸). استفاده موثر از محصولات فرعی کشاورزی به عنوان خوراک دام به برخی عوامل از جمله ترکیب مواد مغذی موجود در این محصولات بستگی دارد (شجاع الساداتی و همکاران ۱۹۹۹). سرشاخه خرما در مناطق مختلف کشور به مقدار زیادی به دست می آید. بسته به نوع رقم، سن درخت و شرایط محیطی، برگ های خرما ۳ تا ٦ متر و به طور متوسط ٤ متر طول دارند. تعداد برگ های یک نخل خرما بین ۳۰ تا۱٤۰ و حداکثر ۱۵۰ عدد است. به دنبال هرس سالیانه که پس از برداشت محصول، پس از گرده افشانی و هنگام آرایش خوشه ها صورت می گیرد برگ ها از فاصله ٤۰ سانتی متری تنه بریده می شوند. از هر درخت نخل به طور متوسط ۱۰ عدد برگ خشک و نیمه خشک هرس می شود که هر کدام به طور متوسط ۱۵ تا ۲۵ کیلوگرم وزن دارند. تعمیم این مقدار به ۳۲ تا ۳۵ میلیون اصل نخل موجود در کشور رقم قابل توجهی است. به طوری که در هر سال بیش از شش میلیون تن سرشاخه خشک در کشور تولید می شود. بنابراین شناخت مواد مغذی و ارزش

غذایی این محصول فرعی از اهمیت بالایی برخوردار است. سرشاخه های خرما از ارزش اقتصادی پایینی برخوردار بوده و دور ریختن آن ها باعث آلودگی محیط زیست می شود. لذا می توان با عمل آوری این محصول فرعی کشاورزی در جهت افزایش پروتئین خام و ارزش غذایی، از آن در تغذیه دام استفاده کرد. کبیری فرد و همکاران (۱۳۸۹) پروتئین خام و ارزش غذایی کلش گندم را بوسیله غنی سازی با قارچ پلوروتوس فلوریدا افزایش دادند. همچنین سالمی و همکاران (۱۳۷۹) با استفاده از سود توانستند قابلیت هضم سرشاخه خرما را افزایش دهند. در این تحقیق از روش بیولوژیکی، کشت قارچ نوروسپورا سیتوفیلا، برای عمل آوری سرشاخه خرما استفاده شد. مزیت استفاده از قارچ نوروسپورا سیتوفیلا (*Neurospora Sitophila*) در تخمیر حالت جامد رشد سریع آن است که حداکثر رشد تا ۰/٤ میلی متر در ساعت می باشد. سرعت رشد این قارچ کوتاه تر از رشد بعضی از باکتر ی ها و بسیار کوتاه تر از سایر قارچ ها می باشد (مویانگ و همکاران ۱۹۹۳). در تمامی تحقیقات انجام شده افزایش در غلظت پروتئین خام فرآورده های فرعی کشاورزی عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا گزارش شده است (دشتی ساریدرق و همکاران ۱۳۸۸؛ ناظم و همکاران ۱۳۸۷؛ زابلی و همکاران ۱۳۸٦؛ قیاسی ۱۳۸۹ و وهاب زاده ۱۳۹۰). هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر عمل آوری سرشاخه خرما با استفاده از قارچ نوروسپورا سیتوفیلا بر ارزش غذایی این ماده خوراکی بود.

مواد و روش ها

آماده سازی نمونه ها و تلقیح قارچ

ابتدا مقداری از سرشاخه خرما خشک شده در برابر آفتاب، در آزمایشگاه آسیاب و با الک های ۳۵ و ۱۰ مش الک گردید. سپس ٥ گرم از آن برای تعیین مقدار ماده خشک در داخل آون قرار داده شد. رطوبت آن حدود ٦ درصد بود. برای تهیه نمونه ابتدا pH سرشاخه خرما آسیاب شده تعیین گردید. به این منظور ٤٠ گرم از نمونه آسیاب شده درون یک ارلن ریخته شد و سپس ٤٠ میلی لیترآب مقطر به آن اضافه گردید و با استفاده از pH متر، pH آن تعیین شد. بهترین رطوبت برای رشد این قارچ ۷۵ درصد است. لذا، با دانستن درصد ماده خشک سرشاخه خرما (۹٤ درصد) و افزودن مقدار ۲۷٦ میلی لیتر آب مقطر به ۱۰۰ گرم از سرشاخه مذکور حد بهینه رطوبت مورد نیاز حاصل گردید. مقدار مایع تلقیحی استفاده شده ۱ میلی لیتر به ازاء هر ۱۰ گرم سرشاخه خشک بود. در چهار ارلن ۲۵۰ میلی لیتری در هر کدام ۲۰ گرم از سرشاخه خرما الک شده با الک ۳۵ مش و در دو ارلن ۲۵۰ میلی لیتری، در هر کدام ۲۰ گرم از سرشاخه الک شده با الک ۱۰ مش ریخته شد و سپس مقدار لازم از مخلوط آب و آمونیاک که ۵۳/۲ میلی لیتر برای هر کدام از ارلن ها بود به آن ها اضافه شد. برای مشاهده اثر حجم نمونه در ارلن بر افزایش درصد پروتئین، در یک ارلن هم مقدار ٤٠ گرم نمونه الک شده با الک ٤٠ مش و در دو ارلن هم در هر کدام مقدار ۱۰ گرم نمونه آسیاب شده، در یکی الک شده با الک ۱۰ مش و در دیگری الک شده با الک ۳۵ مش ریخته شد و مقادیر مناسب آب و آمونیاک برای رسیدن رطوبت به ۷۵ درصد و pH به ۵/۵ اضافه گردید. پس از استریل شدن ارلن ها و محتویات آن ها به ازای هر ۱۰ گرم از سرشاخه مقدار ۱ میلی لیتر از محیط کشت قارچ در زیر هود و در شرایط استریل تلقیح شد. سپس، ارلن ها به دستگاه انکوباتور منتقل شده و به مدت ۱۲۰ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از گذشت ۱۲۰ ساعت ارلن ها از انکوباتور خارج شده و نمونه های داخل ارلن ها به داخل تعدادی پتری دیش منتقل شدند. این نمونه ها در داخل آون در دمای ٥٠- ٤٥ درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. پس از خشک شدن کامل، نمونه ها با هم مخلوط

شده و آسیاب شدند و میزان پروتئین آن ها تعیین گردید (شجاع الساداتی و همکاران ۱۹۹۹).

تجزیه شیمیایی

نمونه های سرشاخه خرمای عمل آوری شده و نشده، در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی گراد خشک و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. میزان پروتئین خام نمونه ها با استفاده از دستگاه کلدال (شماره ۹۳۵/۱۱) و خاکستر خام با سوزاندن نمونه ها در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۸ ساعت (شماره ۹٤۲/۰۵) و بر طبق روش های استاندارد (۲۰۰۵AOAC) تعیین شدند. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بر اساس روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) تعیین گردید.

تعیین خصوصیات فیزیکی

برای اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب (WHC) و جرم حجمی توده ای ۵۰ و ۱۰۰ نمونه ها از روش گیگر- ریوردین (۲۰۰۰) استفاده گردید. جرم حجمی لحظه ای با استفاده از پیکنومتر ۵۰ میلی لیتری و در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد و ماده خشک محلول و خاکستر محلول به صورت گرم در گرم ماده خشک یا درصدی از وزن اولیه ترکیبات اندازه گیری شد (واتیاکس و همکاران ۱۹۹۲).

تعیین تجزیه پذیری با روش کیسه های نایلونی

تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به روش *in situ* بر روی سه راس گوسفند نر فیستوله گذاری شده بالغ در زمان های ۰، ۳، ٦، ۱۲، ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت مورد مطالعه قرار گرفت. گوسفندان دو بار در روز با جیره کاملاً مخلوط دارای ٦۰ درصد یونجه خشک و ٤۰ درصد کنسانتره تغذیه می شدند. کنسانتره از ۷۳ درصد دانه جو، ۲۵ درصد کنجاله سویا، ۰/٦ درصد کربنات کلسیم، ۱ درصد مکمل ویتامین و مواد معدنی و ۰/٤ درصد نمک تشکیل شده بود. جیره تغذیه شده دارای ۲ مگاکالری انرژی متابولیسمی بر کیلوگرم ماده خشک و ۱۲ درصد پروتئین خام بود. پس از هر مرحله انکوباسیون کیسه ها خارج، با آب شستشو و در آون خشک و توزین شدند. میزان ناپدید شدن نمونه ها در فواصل زمانی مختلف، به عنوان بخش تجزیه شده در نظر گرفته شد (AFRC۱۹۹۳؛ نوسیک ۱۹۸۸). در نهایت به منظور برآورد مشخصه های تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی از نرم افزار نووی (Neway) (چن ۱۹۹۷) استفاده شد. شاخص ارزش غذایی ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه ها با استفاده از فرمول پیشنهادی اورسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) محاسبه شد.

$$NVI = a + 0.4b + 200c$$

تجزیه و تحلیل آماری

اختلاف بین میانگین تیمارها، پیش و پس از عمل آوری، با استفاده از آزمون t مقایسه شد. مدل آماری مورد استفاده Yij= μ+ Ti+ eij= Yij بود. در این معادله Yij مقدار عددی هر مشاهده، μ میانگین صفت اندازه گیری شده، Ti اثر تیمار و eij اثرات باقیمانده بود. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SAS (۱۹۹۹) انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیبات شیمیایی سرشاخه خرمای عمل آوری شده و عمل آوری نشده در جدول ۱ آورده شده است. مقدار ماده خشک سرشاخه خرما پس از عمل آوری کاهش یافت (P<۰/۰۵) که ممکن است به دلیل استفاده قارچ از آن به عنوان خوراک و خروج مقداری کربن از طریق تنفس باشد (لنا و کواگلیا ۱۹۹۲). قارچ در زمان رشد بر سطح سوبسترا، انواع آنزیم های خارج سلولی ترشح کرده که سبب شکسته شدن پیوندهای هیدرو کربنی می گردد، بنابراین با شکسته شدن پیوند های فوق و تولید انرژی، قارچ ها رشد نموده و توده سلولی قارچ رشد

یافته و گاز دی اکسید کربن متصاعد می شود. به این ترتیب این پدیده باعث می شود که از وزن ماده خشک اولیه کاسته شود (شجاع الساداتی و همکاران ۱۹۹۹). دشتی و همکاران (۱۳۸۸) و ناظم و همکاران (۱۳۸۷) کاهش ماده خشک را در تفاله چغندر قند و تفاله مرکبات فرآوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا گزارش کردند.

جدول۱- ترکیبات شیمیایی سرشاخه خرمای عمل آوری نشده و عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا (درصد ماده خشک)

ترکیب شیمیایی	سرشاخه خرمای عمل آوری نشده	سرشاخه خرمای عمل آوری شده	SEM (n=5)	سطح معنی دار
ماده خشک	۹۴[a]	۹۲/۱۶[b]	۰/۳۲۲	۰/۰۲۵
پروتئین خام	۵/۱[b]	۱۰[a]	۰/۱۳۲	۰/۰۰۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۷۸/۹۸[a]	۷۷/۴۵[b]	۰/۳۱۱	۰/۰۴۰
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۷۷/۲۳[a]	۷۵/۸۰[b]	۰/۱۹۷	۰/۰۱۱۴
خاکستر خام	۱۰/۰۸	۱۱/۲۳	۰/۳۸۲	ns
ماده آلی	۸۹/۶۲	۸۸/۷۶	۰/۲۵۹	ns

حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت بین میانگین ها ($P<0/05$) می باشد. ns: عدم اختلاف آماری

اختلاف معنی دار ($P<0/05$) در غلظت پروتئین خام سرشاخه خرمای عمل آوری شده و عمل آوری نشده احتمالاً می تواند به دلیل رشد قارچ بر روی سرشاخه خرما پس از عمل آوری باشد. چون این قارچ دارای ٤٥ درصد پروتئین خام است (ماکار ۲۰۰۳). قارچ ها مواد سهل الهضم و لیگنوسلولزی موجود در سرشاخه را توسط آنزیم های خارج سلولی خود هضم کرده و انرژی، پروتئین و دی اکسید کربن تولید می کنند. قارچ نوروسپورا سیتوفیلا از سلولز به عنوان منبع کربن و از آمونیاک افزوده شده در مدت عمل آوری به عنوان منبع نیتروژن استفاده کرده و تکثیر پیدا می کند. در تمامی تحقیقات انجام شده افزایش در غلظت پروتئین خام فرآورده های فرعی کشاورزی عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا گزارش شده است (دشتی ساریدرق و همکاران ۱۳۸۸؛ ناظم و همکاران ۱۳۸۷؛ زابلی و همکاران ۱۳۸٦؛ قیاسی ۱۳۸۹ و وهاب زاده ۱۳۹۰).

در مطالعه حاضر عمل آوری سرشاخه خرما با قارچ نورسپورا سیتوفیلا باعث کاهش معنی دار مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی گردید ($P<0/05$). از آن جایی که کربوهیدرات های ساختمانی و غیر ساختمانی به عنوان منبع انرژی توسط قارچ ها استفاده می شوند، بنابراین در اثر شکستن و مصرف این مواد، میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در فرآورده تولیدی کاهش می یابد (شجاع الساداتی و همکاران ۱۹۹۹). دشتی و همکاران (۱۳۸۸) و ناظم و همکاران (۱۳۸۷) کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی را در تفاله چغندر قند و تفاله مرکبات عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا گزارش کردند. اما وهاب زاده (۱۳۹۰) نشان داد که با عمل آوری پوست پسته با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا میانگین الیاف نامحلول در شوینده اسیدی افزایش پیدا کرد. مقادیر ماده آلی و خاکستر خام سرشاخه خرما تحت تاثیر عمل آوری

قرار نگرفت که با نتایج دشتی و همکاران (۱۳۸۸) و ناظم و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت ندارد.

خصوصیات فیزیکی

خصوصیات فیزیکی سرشاخه خرمای عمل آوری نشده و سرشاخه خرمای عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا در جدول ۲ آورده شده است. میانگین ظرفیت نگهداری آب سرشاخه پس از عمل آوری با قارچ کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). این می تواند به دلیل رابطه معکوس بین ظرفیت نگهداری آب با میزان ترکیبات داخل سلولی مانند کربوهیدرات ها و پروتئین های ذخیره‌ای باشد (گیگر ریوردین ۲۰۰۰). قارچ در درجه اول از ترکیبات داخل سلولی سرشاخه به عنوان یک منبع غذایی استفاده می کند و پس از آن به وسیله آنزیم های خارج سلولی ترکیبات دیواره سلولی را تجزیه می کند، لذا با کاهش مقدار این ترکیبات ظرفیت نگهداری آب در سرشاخه کاهش می یابد. قیاسی (۱۳۸۹) میانگین ظرفیت نگهداری آب تفاله انگور فرآوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا را کمتر از تفاله انگور فرآوری نشده بیان کرد. چاجی و همکاران (۱۳۸۷) با فرآوری پیت نیشکر با بخار آب، کاهش ظرفیت نگه داری آب را در پیت نیشکر فرآوری شده گزارش کردند.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی سرشاخه خرمای عمل آوری نشده و عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا

خصوصیت فیزیکی	سرشاخه خرمای عمل آوری نشده	سرشاخه خرمای عمل آوری شده	SEM	سطح معنی دار
ظرفیت نگهداری آب (گرم آب در گرم ماده خشک)	۴/۴۱^{a}	۳/۵۹^{b}	۰/۱۸۱	۰/۰۴۹
ماده خشک محلول (درصد ماده خشک)	۱۴/۶۰^{a}	۱۲/۱۰^{b}	۰/۲۲۳	۰/۰۰۲
خاکستر محلول (درصد ماده خشک)	۱۴/۹۰^{b}	۱۶/۸۳^{a}	۰/۱۸۲	۰/۰۰۰۴
جرم حجمی لحظه ای (گرم در میلی لیتر)	۱/۴۴^{b}	۲/۵۶^{a}	۰/۱۴۱	۰/۰۰۸
دانسیته توده ای BD۵۰[۱] (گرم در میلی لیتر)	۰/۳۷^{b}	۰/۴۵^{a}	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۱۲
دانسیته توده ای BD۱۰۰[۲] (گرم در میلی لیتر)	۰/۳۲^{b}	۰/۴۲^{a}	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۰۴

[۱ و ۲] دانسیته توده ای که مطابق با روش گیگر – ریوردین (۲۰۰۰) با استفاده از استوانه ۵۰ و ۱۰۰ میلی لیتری اندازه گیری شده است.
حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت بین میانگین ها در سطح ($P<۰/۰۵$) می باشد.

پس از عمل آوری سرشاخه خرما با قارچ، میانگین ماده خشک محلول کاهش و خاکستر محلول افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). دلیل آن مصرف ترکیبات محلول داخل سلولی و دیواره سلولی توسط قارچ به عنوان یک منبع غذای می باشد. چاجی و همکاران (۱۳۸۷) با فرآوری پیت نیشکر با بخار آب و همچنین قیاسی (۱۳۸۹) با فرآوری تفاله انگور با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا کاهش در ماده خشک محلول را گزارش کردند. اما میزان خاکستر محلول در تفاله انگور فرآوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا تغییری نیافت (قیاسی، ۱۳۸۹).

در مطالعه حاضر جرم حجمی لحظه ای و دانسیته توده ای سرشاخه خرما پس از عمل آوری با قارچ افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). دلیل آن کم بودن ظرفیت نگهداری آب به علت بالا بودن لیگنین و عدم توانایی قارچ در استفاده از آن و مصرف ترکیبات داخل سلولی محلول می باشد. جرم حجمی لحظه ای با ظرفیت نگهداری آب رابطه عکس و با جرم حجمی توده ای و ماده خشک نامحلول رابطه مستقیم دارد. قارچ با استفاده از ترکیبات دیواره سلولی و تخریب فضاهای داخل سلولی سبب کاهش حجم و و از طرفی با بالا بردن درصد پروتئین خام و مواد محلول دیگر سبب افزایش نسبت جرم به حجم می

شود. چاجی و همکاران (۱۳۸۷) افزایش جرم حجمی لحظه ای را در پیت نیشکر فرآوری شده با بخار آب گزارش کردند. با فرآوری تفاله انگور با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا جرم حجمی لحظه ای افزایش و دانسیته توده ای کاهش یافت (قیاسی ۱۳۸۹).

تجزیه پذیری (به روش کیسه های نایلونی)

تجزیه پذیری ماده خشک

پس از عمل آوری سرشاخه خرما با قارچ، میزان مواد محلول در آب (a) به طور معنی داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت (جدول ۳). احتمالا قارچ با استفاده از آنزیم های خود، دیواره سلولی نامحلول در آب را تجزیه کرده و با تبدیل آن به ترکیبات ساده تر و محلول سبب افزایش این بخش شده است. بخش b ماده خشک سرشاخه که معرف بخش با تجزیه پذیری کند می باشد روندی مخالف با بخش a داشت و پس از عمل آوری کاهش یافت (P<۰/۰۵) که می تواند به خاطر استفاده قارچ از بخش دیواره سلولی سرشاخه باشد که تجزیه پذیری کند تری دارد. همچنین بین سرشاخه های عمل آوری نشده و عمل آوری شده، از نظر بخش c که معرف سرعت تجزیه پذیری بخش b است، تفاوت معنی داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). این مسئله نشان می دهد که با افزایش بخش محلول در نمونه های عمل آوری شده، بخش قابل تخمیر این نمونه ها با سرعت بیشتری نسبت به نمونه های عمل آوری نشده تجزیه شده است. در زمان عمل آوری مواد خوراکی با قارچ، سیستم آنزیمی این میکروارگانیسم ها سبب شکستن پیوندهای شیمیایی در کربوهیدرات های ساختمانی مواد خوراکی می گردد. لذا، از یک طرف تجزیه پذیری و از طرف دیگر شاخص ارزش غذایی نیز افزایش یافت. احتمالاً به دلیل افزایش مواد محلول در سرشاخه بوده که خود باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم های شکمبه و افزایش تجزیه پذیری ماده خشک گردیده است. دشتی و همکاران (۱۳۸۸) و ناظم و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند سرعت تجزیه پذیری تفاله چغندر قند و تفاله مرکبات فرآوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا افزایش می یابد. در حالی که قیاسی (۱۳۸۹) عکس این نتیجه را با تفاله انگور گزارش کرد. همچنین وهاب زاده (۱۳۹۰) دریافت که با فرآوری پوست پسته با قارچ، سرعت تجزیه پذیری ماده خشک افزایش یافت.

در این مطالعه با افزایش مقدار k از ۲ به ۸ درصد بر ساعت، درصد تجزیه پذیری موثر ماده خشک کاهش یافت. این نتیجه با نتایج دیگران (دشتی ساریدرق و همکاران ۱۳۸۸؛ ناظم و همکاران ۱۳۸۷؛ زابلی و همکاران ۱۳۸٦؛ قیاسی ۱۳۸۹؛ وهاب زاده ۱۳۹۰) ملابقت داشت. نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سطح نگه داری (k) تحت تاثیر مقدار خوراک مصرفی است. به طوری که با افزایش سطح مصرف خوراک در دام، این مقدار نیز افزایش می یابد. همچنین، افزایش مقدار k سبب می شود که مدت زمان دسترسی میکروارگانیسم های شکمبه به مواد خوراکی نیز کاهش یافته و در نتیجه میزان تجزیه پذیری موثر در مواد خوراکی کاهش می یابد (ارسکوف و مکدونالد ۱۹۷۹). میانگین شاخص ارزش غذایی ماده خشک سرشاخه خرما با فرآوری افزایش پیدا کرد (P<۰/۰۵) که مشابه نتایج دیگران بود (قیاسی ۱۳۸۹؛ وهاب زاده ۱۳۹۰).

تجزیه پذیری پروتئین

پس از عمل آوری با قارچ فراسنجه های تجزیه پذیری a و c پروتئین خام و تجزیه پذیری موثر پروتئین خام سرشاخه خرما به طور معنی داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت (جدول٤). گبریل و همکاران (۱۹۸۱) بیان کردند که تجزیه دیواره سلولی توسط قارچ سبب افزایش بخش محلول می شود. افزایش میزان مواد محلول منجر به تامین انرژی اولیه بیشتر برای میکروارگانیسم های شکمبه شده و از این طریق موجب تجزیه بیشتر پروتئین خام خوراک در شکمبه می شود. همچنین گزارش شده است که در نتیجه عمل آوری با قارچ، الیاف نامحلول در شوینده خنثی کاهش می یابد و دسترسی میکروارگانیسم ها به پروتئین بیشتر می شود

(ناظم و همکاران ۱۳۸۷). در نتیجه عمل آوری فرآورده های فرعی کشاورزی از جمله تفاله چغندر قند (دشتی ساریدرق و همکاران ۱۳۸۸)، تفاله مرکبات (ناظم و همکاران ۱۳۸۷)، سبوس گندم (زابلی و همکاران ۱۳۸٦)، تفاله انگور (قیاسی ۱۳۸۹) و پوست پسته (وهاب زاده ۱۳۹۰) با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا تجزیه پذیری موثر پروتئین خام افزایش پیدا کرده است. احتمالاً به دلیل افزایش درصد پروتئین خام نمونه ها پس از عمل آوری و از طرف دیگر افزایش میزان مواد محلول در آب (بخش a) و به دنبال آن افزایش فعالیت میکروارگانیسم های شکمبه و تجزیه بیشتر پروتئین می باشد.

جدول ۳- فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک (بر حسب درصد)، تجزیه پذیری موثر ماده خشک (ED) و شاخص ارزش غذایی (NVI) سرشاخه خرمای عمل آوری نشده و عمل آوری شده با قارچ نورسپورا سیتوفیلا.

	سرشاخه خرمای عمل آوری نشده	سرشاخه خرمای عمل آوری شده	SEM	سطح معنی دار
فراسنجه های تجزیه پذیری (درصد)				
a	۱۴/۳ ^{b}	۲۰/۲۱ ^{a}	۰/۹۷۶	۰/۰۰۰۱
b	۲۹/۰۹ ^{a}	۱۵/۱۹ ^{b}	۱/۲۵۹	۰/۰۰۰۱
a+b	۴۳/۳۹ ^{a}	۳۵/۴۰ ^{b}	۱/۲۵۹	۰/۰۰۰۳
c (h^{-1})	۰/۰۳۰۹ ^{b}	۰/۰۵۲۶ ^{a}	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۷۵
ضریب تجزیه پذیری موثر (ED)				
k= ٪ ۲	۲۹/۷۳	۳۰/۵۸	۰/۷۲۵	ns
k= ٪ ۴	۲۵/۰۳ ^{b}	۲۷/۱۱ ^{a}	۰/۵۷	۰/۰۱۰۱
k= ٪ ۶	۲۲/۰۸ ^{b}	۲۵/۰۳ ^{a}	۰/۵۳۵	۰/۰۰۰۸
k= ٪ ۸	۲۰/۱۵ ^{b}	۲۳/۹۵ ^{a}	۰/۷	۰/۰۰۰۹
شاخص ارزش غذایی (NVI)	۳۲/۱۳ ^{b}	۳۶/۸۱ ^{a}	۱/۰۲۵	۰/۰۰۲۷

a: بخش با تجزیه پذیری سریع؛ b: بخش با تجزیه پذیری کند؛ a+b: بخش با پتانسیل تجزیه پذیری؛ ED: تجزیه پذیری مؤثرماده خشک محاسبه شده با نرخ عبور ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد در ساعت؛ NVI: شاخص ارزش غذایی.

حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت بین میانگین ها در سطح ($P<۰/۰۵$) می باشد. ns: عدم اختلاف آماری

در مطالعه حاضر با افزایش نرخ عبور (k) تجزیه پذیری پروتئین خام سرشاخه خرمای عمل آوری شده و عمل آوری نشده کاهش یافت. اعتقاد بر این است که با افزایش عبور مواد از شکمبه میزان تجزیه پذیری موثر پروتئین کاهش می یابد، زیرا با افزایش سرعت عبور دسترسی میکروارگانیسم های شکمبه به مواد خوراکی کاهش می یابد. مقدار ضریب تجزیه پذیری موثر پروتئین در شکمبه بستگی به درصد پروتئین خام و درصد تجزیه پذیری آن دارد (ارسکوف ۱۹۹۲). شاخص ارزش غذایی پروتئین خام در سرشاخه خرما با عمل آوری توسط قارچ به طور معنی داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). دلیل آن می تواند افزایش پروتئین خام و مواد محلول در نمونه ها باشد. قیاسی (۱۳۸۹)، وهاب زاده (۱۳۹۰) و دشتی و همکاران (۱۳۸۸) طی تحقیقاتی به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ۴- فراسنجه های تجزیه پذیری پروتئین خام (درصد)، تجزیه پذیری موثر پروتئین خام (ED) و شاخص ارزش غذایی (NVI) سرشاخه خرمای عمل آوری نشده و عمل آوری شده با قارچ نورسپورا سیتوفیلا

	سرشاخه خرما عمل آوری نشده	سرشاخه خرما عمل آوری شده	SEM	سطح معنی دار
فراسنجه های تجزیه پذیری (درصد)				
a	۲۳/۱۹^{b}	۲۷/۴۳^{a}	۱/۰۲	۰/۰۰۰۱
b	۳۰/۲۸^{a}	۲۴/۰۴^{b}	۱/۱۵۰	۰/۰۰۰۸
a+b	۵۳/۴۷	۵۱/۴۷	۱/۱۵۰	Ns
c (h^{-1})	۰/۰۳۱۰^{b}	۰/۰۶۲^{a}	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰۱
ضریب تجزیه پذیری موثر (ED)				
k= ٪ ۲	۳۹/۳۶^{b}	۴۳/۶۸^{a}	۰/۴۴۳	۰/۰۰۰۱
k= ٪ ۴	۳۳/۰۸^{b}	۳۹/۵۰^{a}	۰/۴۶۰	۰/۰۰۰۱
k= ٪ ۶	۲۹/۹۱^{b}	۳۶/۳۸^{a}	۰/۳۷۴	۰/۰۰۰۱
k= ٪ ۸	۲۷/۹^{b}	۳۴/۴۱^{a}	۰/۳۵۶	۰/۰۰۰۱
شاخص ارزش غذایی (NVI)	۴۱/۵۱^{b}	۴۹/۴۹^{a}	۰/۷۵۹	۰/۰۰۰۱

a: بخش با تجزیه پذیری سریع؛ b: بخش با تجزیه پذیری کند؛ a+b: بخش با پتانسیل تجزیه پذیری؛ ED: تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام محاسبه شده با نرخ عبور ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد در ساعت؛ NVI: شاخص ارزش غذایی.

حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت بین میانگین ها در سطح ($P<۰/۰۵$) می باشد. ns: عدم اختلاف آماری

جدول ۵- فراسنجه های تجزیه پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)، تجزیه پذیری موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی (ED) و شاخص ارزش غذایی (NVI) سرشاخه خرما ی عمل آوری نشده و عمل آوری شده با قارچ نورسپورا سیتوفیلا

	سرشاخه خرما عمل آوری نشده	سرشاخه خرما عمل آوری شده	SEM	سطح معنی دار
فراسنجه های تجزیه پذیری (درصد)				
a	۱۵/۵۰^{b}	۱۹/۶۰^{a}	۱/۱۲	۰/۰۰۰۱
b	۲۴/۰۲^{a}	۱۵/۹۳^{b}	۱/۳۰۰	۰/۰۰۰۱
a+b	۳۹/۵۲^{a}	۳۵/۵۳^{b}	۲/۲۱۵	۰/۰۰۰۶
c (h^{-1})	۰/۰۳۷	۰/۰۵	۰/۰۱۰۳	Ns
ضریب تجزیه پذیری موثر (ED)				
k= ٪ ۲	۳۰/۸۵	۳۲/۹۰	۱/۳۵	Ns
k= ٪ ۴	۲۶/۷۵	۲۷/۲۱	۰/۰۴	ns
k= ٪ ۶	۲۴^{b}	۲۵/۷۵^{a}	۰/۵۴	۰/۰۱۰
k= ٪ ۸	۲۲/۰۵^{b}	۲۴/۱۱^{a}	۰/۶۲	۰/۰۲۴
شاخص ارزش غذایی (NVI)	۳۰/۶۳	۳۴/۴۰	۱/۸۰۵	Ns

a: بخش با تجزیه پذیری سریع ؛ b: بخش با تجزیه پذیری کند؛ a+b: بخش با پتانسیل تجزیه پذیری؛ ED: تجزیه پذیری مؤثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی محاسبه شده با نرخ عبور ۲، ۴، ۶ و ۸ درصد در ساعت؛ NVI: شاخص ارزش غذایی.

حروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت بین میانگین ها در سطح ($P<۰/۰۵$) می باشد. ns: عدم اختلاف آماری

ضریب تجزیه پذیری موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی سرشاخه تحت تاثیر عمل آوری با قارچ افزایش یافت (P<۰/۰۵). این افزایش می تواند به دلیل فراهمی بیشتر انرژی برای میکروارگانیسم های شکمبه باشد که باعث افزایش فعالیت آن ها می شود. شاخص ارزش غذایی الیاف نامحلول در شوینده خنثی سرشاخه خرما تحت تاثیر عمل آوری با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا قرار نگرفت. قیاسی (۱۳۸۹)، وهاب زاده (۱۳۹۰) و دشتی و همکاران (۱۳۸۸) طی تحقیقاتی به نتایج یکسان دست یافتند. میانگین شاخص ارزش غذایی الیاف نامحلول در شوینده خنثی بین پوست گردوی فرآوری نشده و فرآوری شده متفاوت نبود.

نتیجه گیری کلی

براساس نتایج به دست آمده عمل آوری سرشاخه خرما با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا غلظت پروتئین خام را تا دو برابر افزایش داد، علاوه بر این خصوصیات فیزیکی، تجزیه پذیری و ارزش غذایی این فرآورده فرعی بهبود یافت. در نتیجه ارزش تغذیه ای آن باید بر روی حیوان بررسی شود. در نهایت توصیه می شود در تحقیقات آینده با برآورد هزینه تمام شده برای عمل آوری سرشاخه خرما مقرون به صرفه بودن آن و تاثیر بر عملکرد دام مورد بررسی و مطالعه بیشتر قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

چاجی م، ناصریان ع، ولی زاده ر و افتخاری شاهرودی ف، ۱۳۸۷. مطالعه خصوصیات فیزیکی پیت نیشکر عمل آوری شده با بخار آب تحت فشار و اهمیت آنها در تغذیه نشخوارکنندگان. مجموعه مقالات سومین کنگره علوم دامی کشور، مشهد.

دشتی ساریدرق م، روزبهان ی و شجاع الساداتی س ع، ۱۳۸۸. اثر قارچ نوروسپورا سیتوفیلا بر ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم و تجزیه پذیری تفاله چغندر قند. مجله علوم دامی ایران. شماره٤. (۱۲-۱).

دیانی ا، شریفی م و محبی ا. ۱۳۸۸. استفاده از باقی مانده های زراعی فیبری در تغذیه نشخوارکنندگان. انتشارات خدمات فرهنگی کرمان.

زابلی خ، روزبهان ی، و شجاع الساداتی س ع، ۱۳۸٦. بررسی تغییر ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم سبوس گندم پس از عمل آوری بیولوژیکی با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا. مجموعه مقالات دومین کنگره علوم دامی و آبزیان.

سالمی ح، میر هادی س ا، نوروزیان ح و خورشیدیان ک. ۱۳۷۹. تاثیر استفاده از سرشاخه غنی شده درخت خرما در جیره های غذایی بزغاله های پرواری استان بوشهر. پژوهش و سازندگی. شماره ٤۷ صفحات ۸۹-۷۸.

قیاسی ا، ۱۳۸۹. تعیین میزان قابلیت هضم و تجزیه پذیری تفاله انگور عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا با استفاده از روش های *in vitro* و *in situ*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

کبیری فرد ع، فضائلی ح، کفیل زاده ف، دشتی زاده م، صادقی س، صادقی م و کمالی ا. ۱۳۸۷. تعیین قابلیت هضم کلش گندم عمل آوری شده با قارچ پلوروتوس فلوریدا در گوسفند. مجموعه مقالات سومین کنگره علوم دامی کشور، مشهد.

ناظم ک، روزبهان ی و شجاع الساداتی ع، ۱۳۸۷. ارزش غذایی تفاله مرکبات عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا. علوم و فنون کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ٤۳ (ب).

وهاب زاده م، ۱۳۹۰. تعیین میزان قابلیت هضم و تجزیه پذیری پوست پسته عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا با استفاده از روش های in vitro و in situ. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی ساوه.

AFRC, 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC International, Maryland, USA.

Chen, X.B., 1997. Neway excel, a utility for processing data of feed degradability and in vitro gas production'. ((Rowett Research Institute): Aberdeen, U.K.

Gibriel AY, Mahmoud RM, Goma M and Abou-Zeid M, 1981. Production of single cell protein from cereal by-products. Agricultural Wastes 3: 229-240.

Giger-Reverdin S, 2000. Characterization of feedstuffs for ruminants using some physical parameters. Anim Feed Sci Technol 86:53-69.

Lena G and Quaglia G B, 1992. Sacharification and protein enrichment of sugar beet pulp by *Pleurotus florida*. Biotech Technol 6: 571-574.

Makkar HPS, 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animal adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effect of feeding tannin-rich feed. A review. Small Rumin Res 49:241-256.

Moo-Young M, Chisti Y, and Vlach D, 1993. Fermentation of cellulosic materials to mycoprotein foods. Biotechnology Advances 11: 469-479.

Nocek JE, 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A Review. J Dairy Sci 77: 2051- 2069.

Orskov ER, 1992. Protein Nutrition in Ruminants (1st Ed.). United State: Academic Press, INC, San Diego.Orskov, ER and McDonald P, 1979. The estimation of protein digestibility in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. J Agric Sci Cam 92: 499-503.

SAS Institute: 1999. SAS / STAT User's Guide: Statistics for Windows Company. Release 6. 12. 0. 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Shojaosadati SA, Faraidouni R, Madadi-Nouei A and Mohamadpour I, 1999. Protein enrichment of lignocellulosic substrates by solid state fermentation using *Neurospora sitophila*. Resources, Conservation and Recycling. 27:73-87.

Wattiaux MA, Satter LD, and Mertens DR. 1992. Effect of microbial fermentation on functional specific gravity of small forage particles. J Anim Sci 70:1262–1270.

Van Soest PJ, Robertson JB, and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 74:3583-3597.