تعیین ارزش غذایی تفاله مرکبات (لیمو و پرتقال) عمل آوری شده با مخمر ساکارومایسز سرویسیا (*Saccharomyces cerevisiae*)

پوریا دادور[۱]، امید دیانی[۲*] و محمد رضا محمدآبادی[۲]

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم دامی، داشگاه شهید باهنر کرمان

۲-استادیار بخش علوم دامی، داشگاه شهید باهنر کرمان

*مسئول مکاتبه: *E mail: odayanii@yahoo.com*

چکیده

در این تحقیق ارزش غذایی تفاله های لیمو و پرتقال عمل آوری شده با مخمر ساکارومایسزسرویسیا از طریق تجزیه شیمیایی، ضرایب هضمی ماده خشک و ماده آلی به روش آزمایشگاهی، و تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی به روش کیسه های نایلونی در زمان های ۰، ۳، ٦، ۱۲، ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت بررسی شد. نتایج بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه آماری شدند. مقادیر پروتئین خام، خاکستر، ماده آلی، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز در تفاله لیمو عمل آوری نشده به ترتیب ۸/۳٦، ٦/۵۹، ۹۳/٤۱، ۱۸/۲۳ و ۱٤/٤۵، تفاله لیموی عمل آوری شده ۱٤/۳۱، ۱۸/۸۷، ۸۱/۱۲، ۲۸/٤۷ و ۲٤/۳٦، تفاله پرتقال عمل آوری نشده ۸/۰۳، ۳/۷، ۹٦/۳، ۱۷/۱۷ و ۱۵/۳۸ و تفاله پرتقال عمل آوری شده ۱٦/۵، ٦/۰۳، ۹۳/۹۷، ۲٦/۷۷ و ۲٤/٦۳ درصد بود. تفاوت در ترکیب شیمیایی بین تفاله های عمل آوری نشده و شده معنی دار ($P<۰/۰۵$) بود. ماده آلی قابل هضم در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم تفاله لیمو با عمل آوری کاهش ($P<۰/۰۵$) یافت. ضریب تجزیه پذیری دیواره سلولی تفاله لیمو با سرعت های عبور مختلف مواد خوراکی از شکمبه به روده (۲٪، ۵٪ و ۸٪ بر ساعت) با عمل آوری به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت. در مجموع، عمل آوری با مخمر ساکارومایسز سرویسیا باعث افزایش درصد پروتئین خام و درصد دیواره سلولی در تفاله مرکبات، و افزایش تجزیه پذیری دیواره سلولی در تفاله لیمو گردید.

واژه های کلیدی: تفاله مرکبات، مخمر ساکارومایسز سرویسیا، ارزش غذایی، پروتئین خام

Archive of SID

www.SID.ir

Determination of Nutritive Value of Treated Citrus Pulp (lemon and orange) with Saccharomyces cerevisiae

P Dadvar[1], O Dayani[2*], and M R Mohammadabadi[2]

Received: August 15, 2010 Accepted: June 12, 2011
[1] MSc of Animal Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
[2] Assistant Professor , Department of Animal Science, Shahid Bahonar University of Kerma, Iran
[*]Corresponding author: E mail: odayanii@yahoo.com

Abstract

In this study, nutritional values of lemon and orange pulps treated by Saccharomyces cerevisiae were investigated. Samples were analyzed for their chemical composition. Digestion coefficients of dry matter (DM) and organic matter (OM) were determined by an in vitro procedure. In situ degradability of dry matter, crude protein and NDF were also determined. The data were analyzed as completely randomized design. Mean values of the chemical analysis for crude protein, ash, organic matter, NDF and ADF for untreated lemon pulp were 8.36, 6.59, 93.41, 18.23 and 14.45; for treated lemon pulp 14.31, 18.87, 81.12, 28.47 and 24.36; for untreated orange pulp 8.03, .73, 96.3, 17.17 and 15.38; and for treated orange pulp 16.5, 6.03, 93.97, 26.77 and 24.63, respectively. The differences of chemical compositions of treated and untreated citrus pulp samples were significantly (P<0.05). Digestible organic matter in dry matter and metabolisable energy for the lemon pulp were decreased (P<0.05) by treatment. NDF degradability coefficient of lemonh pulp at different outflow rates (2%, 5% and 8%/h) was decreased significantly (P<0.05) in treated citrus pulp. In conclusion, treating citrus pulp with Saccharomyces cerevisiae increased percentage of CP and NDF for citrus pulp, and increased NDF degradability for lemon pulp.

Key Words: *Citrus pulp, Saccharomyces cerevisiae, Nutritive value, Crude protein*

مقدمه

استفاده از باقیمانده های زراعی و باقیمانده های کارخانجات مواد غذایی در تغذیه دام به قدمت استفاده انسان از حیوانات می باشد. استفاده حیوانات از این باقیمانده ها سبب حذف استفاده آنها از دانه غلاتی می شود که قابل استفاده در انسان هستند. آمارهای گوناگون وضعیت تولیدی دام های کشور، نشان می دهد که خوراک های موجود از نظر کمی و کیفی حتی با وجود واردات در حد تامین نیازهای دام های کشور نمی باشد (دبیری ۱۳۸۷). یکی از راه های جبران کمبود مواد خوراکی در تغذیه دام، استفاده از ضایعات صنایع غذایی می باشد. بقایای مرکبات در برخی از نقاط ایران به میزان زیادی یافت می شود. این بقایا شامل ضایعات برداشت، حمل و نقل، نگهداری و صنایع تبدیلی می باشد که ضایعات تبدیل سالانه حدود ۹۰۰ هزار تن است (محمد پور ۱۳۷٦). ضایعات مرکبات محتوی انرژی بالا برای نشخوارکنندگان است، به نحوی که میزان انرژی قابل متابولیسم تفاله مرکبات به طور میانگین ۲/۹۸ مگاکالری در هر کیلوگرم ماده خشک بوده و می توانند به عنوان یک ماده خوراکی با انرژی بالا در تغذیه نشخوارکنندگان به

Archive of SID

www.SID.ir

کار روند (کایولی و استفان ۲۰۰۰). با این وجود استفاده از تفاله مرطوب مرکبات ممکن است مشکلاتی نظیر کپک زدگی و در نتیجه مسمومیت دام را سبب شود (گریفیتس و دان ۱۹۹۱). سیلو کردن تفاله های مرطوب یکی از راه های نگهداری آن ها می باشد. برای خشک کردن تفاله ها می توان از تابش آفتاب استفاده کرد. خشک کردن تفاله های مرطوب بوسیله دستگاه های خشک کن و در دماهای بالا مستلزم صرف هزینه زیاد بوده و ضمنا می تواند باعث بروز واکنش میلارد و کاهش کیفیت پروتئین شود (مکدونالد و همکاران ۱۹۹۵). استفاده موثر از محصولات فرعی صنایع غذایی به عنوان خوراک دام به برخی از عوامل از جمله ترکیب مواد مغذی محصول فرعی در مقایسه با نیازهای دام بستگی دارد. عامل مهم دیگر مقرون به صرفه بودن عمل آوری محصول فرعی برای استفاده از آن به عنوان خوراک دام است (آمرمن و هنری ۱۹۹۱). از آنجایی که ضایعات مرکبات از ارزش اقتصادی پایینی برخوردار بوده و دور ریختن آن باعث آلودگی محیط زیست می شود لذا می توان از آن ها در تغذیه دام استفاده نمود. عمل آوری این ضایعات در جهت افزایش محتوای پروتئین باعث افزایش کارایی آن ها در تغذیه دام می گردد. به منظور تولید مواد خوراکی پروتئینی از ضایعات مرکبات و افزایش محتوای مواد مغذی آن ها روش های مختلفی به کار گرفته شده است. افزودن موادی مثل اوره به ضایعات مرکبات (وینگ ۱۹۸۲)، سیلو کردن همراه با مواد با پروتئین بالا مثل سبوس گندم (ریحانی و همکاران ۱۹۹۳) و یا عمل آوری آن با استفاده از قارچ یا مخمر (شجاع ساداتی و همکاران ۱۹۹۹) از جمله این روش هاست. تحقیقات زیادی به منظور افزایش پروتئین خام تفاله مرکبات با استفاده از قارچ و مخمر صورت گرفته است (بارتودی منز و همکاران ۱۹۸۹، فوریج و ریچالتو ۱۹۷۹، گریوال و همکاران ۱۹۹۰، لابانیه و همکاران ۱۹۷۹ و لانزا ۱۹۸٤). نتایج این تحقیقات نشان داده که عمل آوری تفاله مرکبات با استفاده از قارچ و مخمر منجر به افزایش پروتئین خام در آن ها گردیده است. به منظور تعیین خصوصیات تفاله مرکبات عمل آوری نشده و عمل آوری شده با مخمر لازم است که ترکیب شیمیایی آن ها تعیین و کیفیت مواد غذایی موجود در آن ها بررسی شود. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر عمل آوری تفاله لیمو و پرتقال با استفاده از مخمر ساکارومایسز سرویسیا بر ارزش غذایی این خوراک ها بود.

مواد و روش ها

تجزیه شیمیای و عمل آوری نمونه ها

در ابتدا تفاله های لیمو و پرتقال جمع آوری، در برابر آفتاب خشک و یک نمونه از هر تفاله جهت تعیین ترکیب شیمیایی مورد آزمایش قرار گرفت. میزان پروتئین خام نمونه ها با استفاده از دستگاه کلدال و خاکستر خام با سوزاندن نمونه در کوره الکتریکی طبق روش های استاندارد (*AOAC 2006*) تعیین گردید. مقدار دیواره سلولی با استفاده از شوینده خنثی و دیواره سلولی بدون همی سلولز با استفاده از محلول شوینده اسیدی (ون سوست و همکاران ۱۹۹۱) تعیین گردید.

به منظور آماده سازی شرایط بهینه رشد مخمر ساکارومایسز سرویسیا، دما، رطوبت و اسیدیته تفاله لیمو و پرتقال تنظیم شد. تفاله ها پس از خشک شدن به نسبت ۱ (تفاله) به ۲ (آب) با آب مخلوط شدند تا رطوبت نسبی معادل ۸۵ درصد برای رشد مخمر فراهم گردد. *pH* تفاله لیمو برابر با ۳/٦ و پرتقال برابر با ٤/۸ اندازه گیری شد. از آنجا که *pH* مناسب برای رشد مخمر حدود ٦-٥ است، برای افزایش *pH* تفاله لیمو از ٦/٤ درصد جوش شیرین استفاده گردید تا *pH* به ٥ رسید. در نهایت

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه ها در آون ۳۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا مخمر رشد کند. برای تلقیح مخمر و عمل آوری تفاله ها، یک پیش آزمایش انجام گرفت که طی آن ساعت های مختلف عمل آوری و سطوح متفاوت مخمر مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج مربوط به تعیین مدت زمان و سطح استفاده از مخمر برای تولید بیشترین سطح پروتئین خام

نمونه	مدت زمان (ساعت)	مقدار مخمر (درصد)	پروتئین خام تفاله لیمو (درصد)	پروتئین خام تفاله پرتقال (درصد)
۱ (شاهد)	۰	۰	۸/۱۹	۷/۹۳
۲	٦	۱	۹/۲	۸/۱
۳	۱۲	۲	۱۰/۹	۹/٤
٤	۱۲	٤	۱۱/۳	۱۱/۰۰
٥	۲٤	٤	۱٤/۳۱	۱٦/٥

با توجه به این نتایج تصمیم گرفته شد که از نمونه شماره ٥ استفاده شود. بعد از عمل آوری، نمونه ها در آون خشک و ماده خشک آن ها تعیین گردید. بعد از آسیاب کردن نمونه های عمل آوری شده و عمل آوری نشده درصد ترکیبات شیمیایی و میزان قابلیت هضم تفاله ها در شرایط آزمایشگاهی تعیین گردید.

تعیین ضرایب هضمی در آزمایشگاه

تعیین قابلیت هضم ماده خشک (*DMD*)، ماده آلی (*ODM*) و میزان ماده آلی قابل هضم در ماده خشک (*DOMD*) با استفاده از روش دو مرحله ای تیلی و تری (۱۹٦۳) انجام پذیرفت. بدین ترتیب که با استفاده از محلول بزاق مصنوعی تهیه شده (محلول مک دوگال) و شیرابه شکمبه، در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد نمونه ها به مدت ٤۸ ساعت تحت انکوباسیون بی هوازی قرار گرفتند. در مرحله بعدی انکوباسیون بی هوازی نمونه ها با استفاده از محلول پپسین اسیدی به مدت ٤۸ ساعت و در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد انجام شد. بعد از انجام عمل انکوباسیون تفاله ها، انرژی قابل متابولیسم *(ME)* آن ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (*AFRC 1993*):

$$ME\ (MJ/kg\ DM) = 0.0157 \times DOMD\ (g/kg\ DM)$$

تعیین تجزیه پذیری با روش کیسه های نایلونی

تعیین میزان تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی نمونه ها با استفاده از روش کیسه های نایلونی انجام شد (*AFRC 1993*). بدین منظور از سه راس گوسفند نر سالم، مجهز به فیستوله شکمبه، نژاد کرمانی، هم سن، با وزن تقریباً برابر استفاده گردید. هفت زمان انکوباسیون ۰، ۳، ٦، ۱۲، ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت در نظر گرفته شد. پس از هر مرحله انکوباسیون کیسه ها خارج شده، با آب شتشو گردیده 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 (*AFRC 1993* و نوسیک ۱۹۸۸). در نهایت داده های بدست آمده از این روش بوسیله نرم افزار *Neway* به منظور برآورد مشخصه های تجزیه پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی مورد استفاده قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل آماری

اختلاف بین میانگین تیمارها، قبل و پس از عمل آوری، با استفاده از آزمون t مقایسه شد. مدل آماری مورد استفاده $Y_{ij}= \mu + T_i + e_{ij}$ بود که Y_{ij} مقدار عددی هر مشاهده، μ میانگین صفت اندازه گیری شده، T_i اثر تیمار و e_{ij} خطای آزمایشی بود. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SAS (۱۹۹۹) انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

با عمل آوری تفاله لیمو و پرتقال درصد ترکیبات شیمیایی آن ها دستخوش تغییراتی شد (جدول ۲)، به این صورت که پس از عمل آوری، مقدار ماده خشک نمونه ها به طور معنی داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). دلیل کاهش ماده خشک تفاله ها پس از عمل آوری، استفاده مخمر از ترکیبات موجود در تفاله ها به عنوان سوبسترا می باشد. همچنین به دنبال متابولیسم درونی مخمر و تنفس، مقداری از کربن موجود در تفاله به صورت دی اکسید کربن از تفاله ها خارج شده و از درصد ماده خشک تفاله عمل آوری شده کاسته می شود. شجاع ساداتی و همکاران (۱۹۹۹) نیز کاهش در ماده خشک تفاله عمل آوری شده را گزارش کردند. میزان پروتئین خام تفاله های لیمو و پرتقال پس از عمل آوری با مخمر، به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت. علت این افزایش را می توان رشد و تکثیر مخمر دانست که باعث افزایش بار پروتئینی تفاله ها شده است. قارچ ها و مخمر ها بیشتر مواد سهل الهضم و لیگنو سلولزی موجود در تفاله را توسط آنزیم های خارج سلولی تجزیه کرده و مورد مصرف قرار می دهند و به دنبال آن انرژی، پروتئین و دی اکسید کربن تولید می کنند (شجاع ساداتی و همکاران ۱۹۹۹). گابریل و همکاران (۱۹۸۱) گزارش کردند که قارچ ها و مخمر ها از سلولز موجود در تفاله مرکبات به عنوان منبع کربنی استفاده کرده و تولید پروتئین می کنند. درصد دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز در تفاله ها پس از عمل آوری با مخمر افزایش ($P<۰/۰۵$) یافت و این می تواند به علت عدم استفاده مخمر از کربوهیدرات های ساختمانی و استفاده از کربوهیدرات های سهل الهضم و غیر ساختمانی موجود در تفاله ها باشد. این نتایج با آزمایش اسکرا و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت داشت. آن ها گزارش کردند که درصد دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز پس از عمل آوری افزایش یافت در حالی که در تحقیق شجاع ساداتی و همکاران (۱۹۹۹) این نسبت ها کاهش یافت. علت این اختلافات در گزارش های مختلف می تواند به خاطر نوع قارچ یا مخمر استفاده شده برای عمل آوری باشد. میزان خاکستر خام تفاله ها با عمل آوری آن ها افزایش یافت که این به علت کاهش مواد آلی موجود در تفاله لیمو و پرتقال ($P<۰/۰۵$) عمل آوری شده می باشد. استفاده قارچ از مواد آلی و به خصوص دیواره سلولی و کربوهیدرات های محلول به عنوان سوبسترا موجب کاهش ماده آلی و درنتیجه افزایش میزان خاکستر خام در تفاله عمل آوری شده می شود (شجاع ساداتی و همکاران ۱۹۹۹). عصاره اتری تفاله ها با عمل آوری به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافت.

قابلیت هضم آزمایشگاهی

نتایج حاصل از قابلیت هضم تفاله های عمل آوری نشده و عمل آوری شده با مخمر ساکارومایسزسرویسیا مشخص کرد که با عمل آوری تفاله لیمو بوسیله مخمر، ماده آلی قابل هضم در ماده خشک به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافت (جدول۳)، در حالی که عمل آوری

Archive of SID

www.SID.ir

تأثیر معنی داری بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی تفاله ها نداشت. عدم تغییر در قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی تفاله ها با وجود افزایش دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز، می تواند افزایش مواد محلول، از جمله پروتئین خام باشد. طبق نظر اکثر پژوهشگران، اصولاً بین مقادیر دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز با قابلیت هضم یک ماده خوراکی رابطه معکوس وجود دارد. به عبارت دیگر، هرچقدر این ترکیبات در ماده خوراکی کاهش یابد، قابلیت هضم آن ماده خوراکی افزایش خواهد یافت (دوراند و چیرو ۱۹۸۸، ناظم و همکاران ۱۳۸۷).

انرژی قابل متابولیسم تفاله لیمو با عمل آوری به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافت (جدول ۳)، که علت آن کاهش ماده آلی قابل هضم در ماده خشک بود. استفاده مخمر از کربوهیدرات های سهل الهضم باعث کاهش ماده آلی و سوبسترای میکروب های شکمبه خواهد شد که به دنبال آن، میزان تخمیر کاسته شده و هضم کاهش می یابد. در بحث عمل آوری مواد خوراکی با میکروارگانیسم ها موضوعی که معمولاً مطرح می گردد، سمی بودن این موجودات یا فرآورده های آنهاست (مویانگ و همکاران ۱۹۹۳). نتایج آزمایش ضرایب هضمی نشان داد که مخمر ساکارومایسز سرویسیا هیچ گونه اثر سمیت زایی بر میکروارگانیسم های شکمبه نداشت.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی تفاله لیمو و پرتقال عمل آوری نشده و شده با مخمر ساکارومایسزسرویسیا

ترکیب شیمیایی (درصد)	تفاله لیمو			تفاله پرتقال		
	عمل آوری نشده	عمل آوری شده	*SEM*	عمل آوری نشده	عمل آوری شده	*SEM*
ماده خشک	۲۹/٦a	۱۹/٥b	۰/۸٥	۲۱a	۱٥/۱b	۰/۹۲
پروتئین خام	۸/۳٦^b	۱٤/۳۱^a	۰/۹٥۱	۸/۰۳^b	۱٦/٥^a	۰/۸۳٥
دیواره سلولی	۱۸/۲۳^b	۲۸/٤۷^a	۰/۹٤٤	۱۷/۱۷^b	۲٦/۷۷^a	۰/۸۲۹
دیواره سلولی بدون همی سلولز	۱٤/٤٥^b	۲٤/۳٦^a	۱/۰٦٥	۱٥/۳۸^b	۲٤/٦۳^a	۱/۰۱٦
خاکستر خام	٦/٥۹^b	۱۸/۸۷^a	۲/٥٤٤	۳/۷۰^b	٦/ ۰۳^a	۰/۱٤۳
ماده آلی	۹۳/٤۱^a	۸۱/۱۲^b	۲/٥٤٤	۹٦/۳^a	۹۳/۹۷^b	۰/۱٤۳
عصاره اتری	۷/۰٦^a	۳/٦۸^b	۰/٤۲٦	۸/۳٤^a	۳/۷۲^b	۰/۳٤٤

اعدادی که با حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار هستند ($P<۰/۰۵$).

تجزیه پذیری (به روش کیسه های نایلونی)

تجزیه پذیری ماده خشک

پس از عمل آوری تفاله ها با مخمر، میزان مواد محلول در آب (a) به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) در تفاله لیمو افزایش ولی در تفاله پرتقال کاهش یافت (جدول ٤). دلیل افزایش بخش a در تفاله لیمو این است که احتمالا مخمر با استفاده از آنزیم های خود، دیواره سلولی تفاله خام را که در آب نامحلول است تجزیه کرده و با تبدیل آن به ترکیبات ساده تر و قابل حل در آب سبب افزایش این بخش شده است، درحالی که کاهش بخش a تفاله پرتقال عمل آوری شده می تواند به علت استفاده بیشتر مخمر از بخش محلول در آب تفاله خام به منظور تامین انرژی خود

Archive of SID

www.SID.ir

باشد. احتمالا اختلافات گونه ای و نوع ساختار ترکیبات در تفاله های لیمو و پرتقال سبب استفاده مخمر از بخش های متفاوت کربوهیدراتی شده است. بخش b که معرف بخش با تجزیه پذیری کند می باشد روندی مخالف با بخش a را نشان داد. به این صورت که بخش b در تفاله لیمو پس از عمل آوری کاهش، ولی در تفاله پرتقال افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). دلیل این کاهش و افزایش احتمالا به خاطر استفاده مخمر از بخش دیواره سلولی تفاله لیمو که تجزیه پذیری کند تری دارد و همچنین استفاده کمتر مخمر از این بخش در تفاله پرتقال است. همچنین بین نمونه های عمل اوری نشده و عمل آوری شده از نظر بخش c که معرف سرعت تجزیه پذیری بخش b است تفاوت معنی داری مشاهده نشد. این مسئله نشان می دهد که علیرغم کاهش یا افزایش مواد محلول در آب در نمونه های عمل آوری شده بخش قابل تخمیر این نمونه ها با سرعت مشابه با نمونه های عمل آوری نشده تجزیه شده است. اختلافات زیادی بین بخش محلول در آب و بخش قابل تخمیر در شکمبه در نمونه های مختلف مرکبات و همچنین عمل آوری با قارچ ها و مخمرهای مختلف گزارش شده است (*AFRC* ۱۹۹۳). در موقع عمل آوری مواد خوراکی با قارچ و مخمر، سیستم آنزیمی این میکروارگانیسم ها سبب شکستن پیوند های شیمیایی در مواد کربوهیدراتی ساختمانی مواد خوراکی می گردد. لذا، از یکطرف مقدار الیاف خام در مواد خوراکی عمل آوری شده کاهش می یابد، اما از طرف دیگر، وجود دیواره سلولی قارچ ها و مخمرها احتمالاً سبب می شود که در موقع تخمیر این مواد در شکمبه، مقدار b تا حدودی افزایش یابد (ارسکوف ۱۹۹۲).

جدول ۳ – قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، ماده آلی قابل هضم در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم

	تفاله لیمو			تفاله پرتقال		
	عمل آوری نشده	عمل آوری شده	*SEM*	عمل آوری نشده	عمل آوری شده	*SEM*
قابلیت هضم ماده خشک (درصد)	٦٤/١٤	٥٢/٣٧	٦/١١	٦٣/٤١	٤٨/٤٦	٨/١١
قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	٥٧/٤٢	٥٠/٠٠	٤/٠٧	٦١/٦٦	٦٠/٩٤	٧/٢٨
ماده آلی قابل هضم در ماده خشک (درصد)	٥٤/٩٥^a	٣٧/١٧^b	٣/٤٩	٥٩/٢	٥٨/٧٦	٦/٩
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)	٨/٤٣^a	٥/٩٣^b	٠/٥٥	٩/٣٩	٨/٩٦	١/٠٨

اعدادی که با حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار هستند ($P<۰/۰۵$).

ضریب تجزیه پذیری موثر ماده خشک تفاله ها تحت تاثیر عمل آوری قرار نگرفت. نرخ عبور مواد از شکمبه (k) تحت تاثیر مقدار خوراک مصرفی است، به طوری که با افزایش سطح مصرف خوراک، 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 ماده خشک در مواد خوراکی کاهش یابد (ارسکوف ۱۹۹۲). همان طور که در جدول ٤ ملاحضه می گردد، با افزایش مقدار k از ۲٪ به ۸٪ بر ساعت درصد تجزیه

Archive of SID

www.SID.ir

پذیری ماده خشک کاهش یافته است. وجود مقدار بیشتر دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز در تفاله های عمل آوری شده، و از سوی دیگر، افزایش مقدار پروتئین خام پس از عمل آوری سبب شد که درصد تجزیه پذیری موثر ماده خشک پس از عمل آوری تفاله ها تغییر نکند. به عبارت دیگر، کربوهیدرات های ساختمانی و غیر محلول موجود در تفاله ها در حین فرایند تخمیر به وسیله مخمر مورد استفاده قرار نگرفته و لذا مقدار این ترکیبات پس از فرآیند تخمیر در فرآورده تولید شده افزایش و به تبع آن درصد تجزیه پذیری موثر ماده خشک تغییری نکرده است. نتایج به دست آمده در این پژوهش با مقادیر گزارش شده توسط ناظم و همکاران (۱۳۸۷) برای تفاله مرکبات عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا هماهنگی نداشت.

تجزیه پذیری پروتئین خام

تجزیه پذیری پروتئین خام تفاله های لیمو و پرتقال تحت تاثیر عمل آوری قرار نگرفت (جدول ۵). بدین معنی که در طی عمل آوری تفاله ها با مخمر ساکارومایسز سرویسیا پروتئینی تولید شده است که قابلیت دسترسی و هضم مساوی با پروتئین موجود در تفاله های خام برای استفاده میکروارگانیسم ها داشته است. همچنین در راندمان میکروارگانیسم های شکمبه در تفاله عمل آوری نشده و شده تغییری به وجود نیامده است. این نتایج با یافته های گابریل و همکاران (۱۹۸۱) مغایرت داشت. آن ها بیان کردند که تجزیه دیواره سلولی تفاله ها توسط مخمر و قارچ سبب افزایش بخش محلول می شود. افزایش میزان مواد محلول در آب منجر به تامین انرژی اولیه بیشتری برای میکروارگانیسم های شکمبه شده و از این طریق موجب تجزیه بیشتر پروتئین خام خوراک موجود در شکمبه می شود. همچنین گزارش شده است که کاهش دیواره سلولی که در طی عمل آوری رخ می دهد منجر به دسترسی بیشتر میکروارگانیسم ها به پروتئین می شود (ناظم و همکاران ۱۳۸۷).

تجزیه پذیری موثر پروتئین خام در تفاله ها تحت تاثیر عمل آوری قرار نگرفت. ناظم و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که با عمل آوری تفاله مرکبات با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا تجزیه پذیری موثر پروتئین خام افزایش یافت. آن ها علت این امر را از یک طرف به خاطر 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 بیان کردند. آن ها همچنین پیشنهاد کردند 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 پروتئین دارد (ارسکوف ۱۹۹۲). در این بررسی، با وجود این که درصد پروتئین خام در تفاله های عمل آوری شده بالاتر بود، اما مقدار ضریب تجزیه پذیری موثر پروتئین خام پس از عمل آوری تحت تاثیر قرار نگرفت. که دلیل آن می تواند افزایش دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز در تفاله ها پس از عمل آوری باشد. به عبارت دیگر، وجود دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز بیشتر در ساختمان تفاله های عمل آوری شده، مانع از تجزیه پذیری پروتئین می شود. همچنین، وقتی سرعت عبور مواد از شکمبه افزایش می یابد، چون مواد خوراکی درون شکمبه فرصت کافی برای تجزیه شدن ندارند، لذا درصد تجزیه پذیری و مقدار ضریب تجزیه پذیری موثر پروتئین در شکمبه نیز در آن خوراک کاهش می یابد. به طور کلی، مقدار ضریب تجزیه پذیری موثر پروتئین در شکمبه در هر نمونه خوراک با

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش درصد پروتئین خام، کاهش درصد تجزیه پذیری پروتئین و نیز افزایش سطح تغذیه کمتر خواهد شد (ارسکوف ۱۹۹۲).

تجزیه پذیری دیواره سلولی

ضریب تجزیه پذیری دیواره سلولی تفاله لیمو پس از عمل آوری با مخمر به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت (جدول ٦). بخش محلول در آب دیواره سلولی (a) تفاله پرتقال عمل آوری شده نسبت به عمل آوری نشده به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت، که این افزایش می تواند به علت افزایش در مقدار دیواره سلولی در طی فرایند عمل آوری با مخمر باشد. علت افزایش بخش a این است که تفاله پرتقال حاوی مقدار قابل توجهی دیواره سلولی و ترکیبات غیر محلول است که در حین فرآیند عمل آوری با مخمر، این ترکیبات تحت تاثیر سیستم آنزیمی مخمر تجزیه شده و به مواد قابل حل تبدیل

می گردند و لذا این بخش پس از عمل آوری افزایش می یابد. ضریب تجزیه پذیری موثر دیواره سلولی تفاله ها تحت تاثیر عمل آوری با مخمر قرار نگرفت. گزارشات کمی در زمینه تعیین ضرایب و مشخصه های تجزیه پذیری دیواره سلولی تفاله مرکبات عمل آوری شده با مخمر و قارچ وجود دارد.

جدول ۴- مشخصه های تجزیه پذیری، شاخص ارزش غذایی و تجزیه پذیری موثر ماده خشک

	تفاله لیمو			تفاله پرتقال		
	عمل آوری نشده	عمل آوری شده	*SEM*	عمل آوری نشده	عمل آوری شده	*SEM*
مشخصه های تجزیه پذیری						
a	۳۲/۳^{b}	٤٦^{a}	۰/۵۵	٤٦/۹۱^{a}	۳۰/۸۳^{b}	۰/۵۲
b	٦۷/۰۱^{a}	۵۲/۳۳^{b}	۰/۹۹	٤۹/۸۲^{b}	٦٦/۷۸^{a}	۰/۵۸
c	۰/۰۵۷	۰/۰۵٤	۰/۰۰٤	۰/۱۱٤	۰/۱۲۹٦	۰/۰۱
NIV	۷۰/۵۸	۷۳/۷۷	۱/۱۱	۸۹/۷۲	۸۳/٤٦	۲/۰۰
ضریب تجزیه پذیری مؤثر						
٪۲[۱]	۸۱/٦۸	۸٤/۱۸	۱/۱۷	۸۹/۱٤	۸۸/۵۷	۰/۲۸
٪۵[۲]	٦۷/۸۱	۷۳/۱۷	۱/۵۵	۸۱/۳٤	۷۸/۸۵	۰/۷۰
٪۸[۳]	٦۰/۰۵	٦۷/۰۹	۱/۵٦	۷۵/۹۹	۷۱/۹۵	۰/۹۲

a: بخش با تجزیه پذیری سریع (درصد ماده خشک)، *b*: بخش با تجزیه پذیری آهسته (بخش/ساعت)، *c*: سرعت تجزیه بخش *b* (در ساعت)

NIV: شاخص ارزش غذایی $NIV= a+ 0.4b+ 200c$

۱- نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سطح نگهداری (بخش/ساعت)

۲- نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در دو برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت)

۳- نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سه برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت)

اعدادی که با حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار هستند ($P<۰/۰۵$).

جدول ۵- تجزیه پذیری و مشخصه های تجزیه پذیری پروتئین خام

	تفاله لیمو			تفاله پرتقال		
	عمل آوری	عمل آوری	*SEM*	عمل آوری	عمل آوری	*SEM*

Archive of SID

www.SID.ir

	نشده	شده		نشده	شده	
ضریب تجزیه پذیری						
٪۲[۱]	۸٦/۷	۸۳/۵۵	۱/۲۱	۹۳/۷	۹۱/۹٦	۰/٦٦
٪۵[۲]	۷۷/۹٤	۷۵/۱	۲/۵٤	۸۸/۸	۸۵/۲٦	۱/۱۹
٪۸[۳]	۷٤/۸	٦۸/۵۲	۳/٦۵	۸۵/۱۳	۸۱/۲۵	۱/۱۷
مشخصه های تجزیه پذیری						
a	٤۳/۰۹	٤۷/٤۳	٦/۱۲	۵۸/٦۹	۵٤/۰۷	۱/۸۷
b	۵۲/۵۲	٤۸/۸۷	٦/۱۱	۳۹/۳۸	٤۲/۰۲	۱/۵٦
c	۰/۰٤۷	۰/۰۵۲	۰/۰۰۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۳
NIV	۷۳/٦۱	۷۷/۵۵	٤/٤۸	۱۰٦/۳۱	۹۸/٦۵	۷/۵۳
ضریب تجزیه پذیری مؤثر						
٪۲[۱]	۸۰	۸۲/۸٤	۳/۸٦	۹۳/۳۱	۹۰/۲۳	۲/۰۹
٪۵[۲]	٦۸/٦۲	۷۲/۵	٤/۲۲	۸۸/۱۲	۸٤/۰۹	۲/٦۳
٪۸[۳]	٦۲/٦۱	٦٦/۸٤	٤/۵۹	۸٤/۳٤	۷۹/۸۱	۲/۹٦

۱- نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سطح نگهداری (بخش/ساعت)۲ - نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در دو برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت)۳- نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سه برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت) *a*: بخش با تجزیه پذیری سریع (درصد ماده خشک)، *b*: بخش با تجزیه پذیری آهسته (بخش/ساعت)، *c*: سرعت تجزیه بخش *b* (در ساعت) *NIV*: شاخص ارزش غذایی

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

نتیجه گیری کلی

به طور کلی، عمل آوری تفاله مرکبات با مخمر ساکارومایسز سرویسیا باعث بهبود غلظت پروتئین خام و افزایش درصد دیواره سلولی تفاله مرکبات و افزایش تجزیه پذیری دیواره سلولی در تفاله لیمو گردید، در نتیجه پیشنهاد می شود اثر تفاله مرکبات عمل آوری شده بر عملکرد دام بررسی شود.

جدول ۶- تجزیه پذیری و مشخصه های تجزیه پذیری دیواره سلولی

	تفاله لیمو			تفاله پرتقال		
	عمل آوری نشده	عمل آوری شده	*SEM*	عمل آوری نشده	عمل آوری شده	*SEM*
ضریب تجزیه پذیری						
٪۲[۱]	۷۰/٤۳^{b}	۷۵/٦٦^{a}	۰/۹۷	۷۸	۷۹/۰۳	۱/٤۳
٪۵[۲]	۵۰/۹^{b}	۵۷/۸۳^{a}	۱/۰۱	٦۲/٤۳	٦۲/۵۳	۳/۰۹
٪۸[۳]	٤۰/٤٦^{b}	۵۰/۱۳^{a}	۱/۰۱	۵۲	۵۲/۳۳	۳/۵٦
مشخصه های تجزیه پذیری						
a	۲۱/۳۰	۲۳/۹٦	۰/۷۲	۱۷/۳۱^{b}	۲۵/۹۲^{a}	۰/۷۳
b	۷۵/۵۵	۷٤/٤۲	۲/۲۱	۷٦/۱۸	۷۰/۸٦	۱/۸۱
c	۰/۰۵۹	۰/۰۵۷	۰/۰۰۲	۰/۱٤۰۵	۰/۱۰۱۲	۰/۰۳
NIV	٦۳/۳٦	٦۵/۱۳	۱/۰۰	۷۵/۸۸	۷٤/۵۲	٦/۲۱
ضریب تجزیه پذیری مؤثر						

Archive of SID

www.SID.ir

٪۲[۱]	۷۷/۷۱	۷۸/۹۸	۱/۵۵	۸۲/۶۳	۸٤/٤۷	۰/۹۹
٪۵[۲]	٦۲/۱٦	٦۳/۵۳	۱/۲۲	۷۱/٤٤	۷۲/۵۳	۲/٦۵
٪۸[۳]	۵۳/۳۷	۵٤/۸٦	۱/۰۸	٦۳/۷	٦٤/۷۲	۳/۳۹

۱- نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سطح نگهداری (بخش/ساعت)

۲- نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در دو برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت)

۳- نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سه برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت)

a: بخش با تجزیه پذیری سریع (درصد ماده خشک)، *b*: بخش با تجزیه پذیری آهسته (بخش/ساعت)، *c*: سرعت تجزیه بخش *b* (در ساعت)

NIV: شاخص ارزش غذایی $NIV= a+ 0.4b+ 200\ c$

اعدادی که با حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان داده شده اند دارای اختلاف معنی دار هستند ($P<۰/۰۵$).

منابع مورد استفاده

دبیری ن، ۱۳۸۷. راهکار توسعه تولیدات دامی با استفاده از بقایای زراعی و محصولات فرعی کارخانجات صنایع کشاورزی. کارگاه آموزشی روش های نوین بهبود کیفیت فرآورده های جانبی کشاورزی و صنایع غذایی. دانشگاه فردوسی 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).

محمدپور ا، ۱۳۷٦. غنی سازی پروتئین تفاله مرکبات به روش تخمیر حالت جامد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

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

Ammerman CB, and Henry PR, 1991. Citrus and vegetable products for ruminant animals. In: Proceedings, Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle, St Louis, MO.

AOAC, 2006. Official methods of analysis (18th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. USA, Washington, DC.

Barreto de Menezes TJ, De JG, Salva T, Baldini VL, Papini RS and Sales AM, 1989. Protein enrichment of citrus wastes by solid substrate fermentation. Process Biochem 23: 167-171

Durand A, and Chereau D, 1988. A new pilot reactor for solid state fermentation: Application to the protein enrichment of sugar beet pulp. Biotechnology and Bioengineering 13: 467-486

Forage AJ, and Richelato RC, 1979. Microbial Biomass. Academic Press, London.

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

Grewal HS, Kalra KL and Kahlon SS, 1990. Citrus (Kinnow-mandarin) residue as potential substrate for single cell protein. Journal. Research. Punjab Agricultural University 27:90-96

Griffiths B and Done SH, 1991. Citrinin as a possible cause of the pruritis, pyrexia, haemorrhagic syndrome in cattle. Veterinary Record 129: 113-117

Kayouli C, and Stephen L, 2000. Silage from by-products for small holders. In: Silage Making in the Tropics with Particular Emphasis on Small holders. FAO Plant Production and Protection. Paper 161

Archive of SID

www.SID.ir

Labaneiah MEO, Abou-Donia SA, Mohamed MS, and EL-Zalaki EM, 1979. Utilization of citrus wastes for the production of fungal protein. Journal of Food Technology 14: 95-100

Lanza A, 1984. Dried citrus pulp in animal feeding. In: Hollo, J. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Food Industries and the Environment. Budapest, Hungary. Elsevier Pulishers, New York, NY, USA, pp. 189–198.

McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, and Morgan CA, 1995. Animal Nutrition. Addison Wesley Longman.

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. Journal of Dairy Science 77: 2051- 2069

Orskov ER, 1992. Protein Nutrition in Ruminants (1st Ed.). United State: Academic Press, INC, San Diego.

Raihani N, Garrett WN, and Zinn RA, 1993. Effects of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp based diets by sheep. Journal of Animal Science 71: 2310-21

SAS Institute, Inc. 1999. SAS Procedure Guide. Version 8. SAS Institute, Inc., Cary, NC, 1643 pp.

Scerra V, Caridi A, Foti F, Sinatra MC, and Caparra P, 2000. Changes in chemical composition during the colonization of citrus pulps by a dairy Penicillium roquefortii strain. Bioresource Technology 72:197-198

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

Tilley, JM and Terry RA, 1963. A two-stage technique for the in–vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18: 104-111

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. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.

Wing JM, 1982. Citrus feedstuffs for dairy cattle. Florida Agricultural Express State Bull. pp. 829.

Archive of SID

www.SID.ir