پژوهش‌های علوم دامی
(دانش کشاورزی)

دانشگاه تبریز
دانشکده کشاورزی

مجله علمی - پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

شپا ۵۱۲۵-۲۰۰۸

شماره ۲ جلد ۲۱ — پاییز ۱۳۹۰

فهرست مطالب

فاطمه محمدی بسته بیک، نصراله پیرانی، جلیل شجاع و آرزو محمدهاشمی
تعیین توالی بخش HVS-I از ناحیه D-Loop ژنوم میتوکندری جمعیتی از مرغ بومی مرندی و ۱

سیدمحمد مهدی طباطبایی، بهروز نجف‌نژاد، پویا زمانی، احمد احمدی، اکبر تقی‌زاده و حسن علی عربی
بررسی ارزش غذایی دانه جو و دانه برخی حبوبات خام و برشته شده به روشهای *in vivo* و *in vitro* ۱۱

علی فرامرزی گرمرودی، محسن دانش مسکران و سید علیرضا وکیلی
تخمین فراسنجه های تجزیه پذیری شکمبه ای ماده خشک و دیواره سلولی و تولید گاز پوسته الیاف دار ۲۳

محمد علی اهنکرانی، محمد حسن فتحی نسری، همایون فرهنگ فر و آرش امیدی
تاثیر سن شروع تغذیه با یونجه خشک بر عملکرد و سن ازشیرگیری گوساله‌های هلشتاین ۳۵

سپهریوسف‌دوست، فیروز صمدی، غلامعلی مقدم، سعید حسنی و یوسف جعفری آهنگری
ارزیابی هورمون‌های استرادیول ۱۷ بتا، پروژسترون و نیتروژن اوره‌ای خون در گاوهای هلشتاین شیرده ۴۹

مسعود جعفری، یحیی ابراهیم نژاد، حسین جانمحمدی، کامبیز ناظر عدل و محبوب نعمتی
تعیین انواع انرژی قابل سوخت و ساز و قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه پودر ضایعات کشتارگاهی طیور ۵۷

احمد شاهمرادی، محمد خوروش، غلامرضا قربانی، سید محمود نصراللهی و امین الله وطن‌دوست
اثر تغذیه دو مرحله‌ای پروبیوتیک به جای مونسین بر عملکرد گاوهای پرتولید هلشتاین ۶۹

زهرا رسولی بیرامی، قادر دشتی و محمد قهرمانزاده
درآمدی بر ریشه واحد فصلی: کاربردی برای قیمت گوشت مرغ در ایران ۸۱

مسلم باشتنی، علیرضا فروغی، مهری حاجی شمسایی، حسین نعیمی پور و همایون فرهنگ فر
اثر شکل فیزیکی جیره های کاملا مخلوط بر برخی خصوصیات تخمیر شکمبه، تولید و ترکیبات ۹۱

پوریا دادور، امید دیانی و محمد رضا محمدآبادی
تعیین ارزش غذایی تفاله مرکبات (لیمو و پرتقال) عمل آوری شده با مخمر ساکارومایسز سرویسیا ۱۰۵

اکرم شبانی، بهروز دستار، مرتضی خمیری، بهاره شعبان پور سعید حسنی
کاهش اثرات سمی افلاتوکسین بر صفات تولیدی، غلظت پروتئین و لیپیدهای خون و جمعیت باکتریایی ۱۱۷

ابوالقاسم گلیان، محمد صدقی و عبدالله اکبریان
استفاده از ضایعات رسوبی میکروکریستالی نیروگاه برق مشهد به عنوان منبع کلسیمی در جیره مرغ‌های ۱۲۹

پژوهش‌های علوم دامی
Animal Science Researches

تخمین فراسنجه های تجزیه پذیری شکمبه ای ماده خشک و دیواره سلولی و تولید گاز پوسته الیاف دار دانه پنبه (شولوخه) عمل آوری شده با هیدروکسید سدیم

علی فرامرزی گرمرودی[1]، محسن دانش مسکران[2*] و سید علیرضا وکیلی[2]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲

۱-دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد
۲-به ترتیب استاد و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد
*-مسئول مکاتبه: E Mail: danesh@um.ac.ir

چکیده

هدف این پژوهش تعیین تأثیر عمل آوری پوسته الیاف دار دانه پنبه (شولوخه) با هیدروکسید سدیم بر ویژگی های گوارش پذیری در قالب طرح کاملا تصادفی بود. تیمارهای آزمایشی شامل نمونه های عمل آوری شده شولوخه با محلول های ۲ و ۴ درصد هیدروکسید سدیم هر کدام به مدت ۰/۵ و ۴۸ ساعت بود. در روش درون کیسه ای، پس از طی زمان های انکوباسیون (۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت)، میزان ناپدید شدن شکمبه ای ماده خشک و دیواره سلولی با استفاده از سه رأس گوسفند قیستوله دار با میانگین وزن ۵±۴۰ کیلوگرم محاسبه گردید. جیره پایه مورد استفاده شامل ۷۵٪ علوفه و ۲۵٪ کنسانتره بود. در روش تولید گاز، گاز تولید شده در هر سرنگ در هر کدام از زمان های انکوباسیون (۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت) ثبت شد. نتایج روش درون کیسه ای نشان داد که عمل آوری شولوخه با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ و ۴۸ ساعت و محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت سبب افزایش معنی دار ($P<0/05$) بخش سریع تجزیه (a) ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد. عمل آوری با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ و ۴۸ ساعت سبب افزایش معنی دار ($P<0/05$) فراسنجه های کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد. به طور کلی عمل آوری شولوخه با هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت سبب افزایش ناپدیدشدن ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در شرایط درون کیسه ای شد.

واژه های کلیدی: شولوخه، هیدروکسید سدیم، برون تنی، درون کیسه ای

In situ Ruminal Degradation of Dry matter and NDF and Gas Production Parameters of Cottonseed hulls Treated with Sodium Hydroxide

A Faramarzi Garmroodi[1], M Danesh Mesgaran[*2], and A R Vakili[2]

Received: April 05, 2010 Accepted: January 22, 2011
[1]Ph D Student, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2 Professor and assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[*]Corresponding author: E Mail: danesh@um.ac.ir

Abstract

The objective of this study was to determine the digestion and gas production potential of sodium hydroxide treated cottonseed hulls using in situ and in vitro procedures. Cottonseed hulls were treated using 2 and 4 percent solutions of sodium hydroxide and then kept for 0.5 and 48 h. For in situ procedure, 5 g of each sample was weighed into a polyester bag and incubated in the rumen of three ruminally fistulated sheep. After each time of incubation, bags were removed and rinsed with cold tap water. The residual of dry matter and neutral detergent fiber was determined. For the gas production technique (in vitro), approximately 0.3 g of each sample was placed in a 100 ml glass syringes then incubated into 40 ml of buffered rumen fluid (ratio of buffer to rumen fluid was 2:1). The amount of produced gas in each time of incubation in each syringe was accounted for determination of gas production parameters. Results of the in situ technique revealed that alkali treating of cottonseed hulls by a 4 percent solution for 0.5 and 48 h and a 2 percent solution for 48 h caused to a significant increase of the quickly degradable fraction (a) of dry matter (0.057, 0.090 and 0.080, respectively) and neutral detergent fiber (0.076, 0.105 and 0.056, respectively). Alkali treating of cottonseed hulls by a 2 percent solution for 0.5 and 48 h significantly ($P<0.05$) increased the slowly degradable fraction (b) and fractional constant rate (c) of neutral detergent fiber (0.673 and 0.887, respectively). Gas production parameters of cottonseed hulls did not alter when treated with different sodium hydroxide solutions.

Key words: Cottonseed hulls, Sodium hydroxide, In situ, In vitro

مقدمه

فرآورده های جنبی محصولاتی هستند که به عنوان خوراک دام ارزش غذایی داشته و در طی فرآیند جمع آوری یا عمل آوری محصولات اصلی کشاورزی و یا صنایع غذایی بدست می آیند. همان طور که نیاز به مصرف غلات و هزینه های فرآوری آن ها افزایش می یابد، اهمیت استفاده بهینه از فرآورده های جانبی الیاف دار در خوراک نشخوارکنندگان نیز افزایش می‌یابد (آرنت و ریچاردسون ۱۹۸۲). استفاده از فراورده های جنبی محصولات کشاورزی و کارخانه های فرآوری مواد غذایی در تغذیه نشخوارکنندگان، از گذشته وجود داشته است (بامپیدیس و همکاران،۲۰۰۶). بسیاری از فراورده های جنبی، دارای الیاف قابل تخمیر بالایی هستند (نوسک، ۱۹۸۸). پوسته الیاف دار دانه پنبه (شولوخه) از منابع غیر علوفه ای الیاف دار مهم در تغذیه گاوهای شیری بوده و در جیره های تولید شیر و پرواز مورد استفاده قرار می‌گیرد (هیل و همکاران ۱۹۶۷). شولوخه، حاوی مقادیر بالایی الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) است و به علت کوچک بودن اندازه ذرات و کیفیت الیاف باعث افزایش مصرف ماده خشک در نشخوارکنندگان می شود (ون هورن و همکاران، ۱۹۸۴). تا کنون نتایج قابل توجهی در

مخصوص عمل آوری منابع الیاف دار با هیدروکسید سدیم به لحاظ تأثیر مثبت آن بر افزایش قابلیت گوارش پذیری آن ها در تغذیه نشخوارکنندگان ارائه شده است (بهادری و میلر ۱۹۹۶). استفاده از جیره های حاوی شولوخه سبب افزایش pH شکمبه نیز می شود (سو و همکاران ۱۹۸۷). هر چند که، کاهش قابلیت هضم جیره های حاوی شولوخه به عنوان یکی از معایب استفاده از این فراورده جنبی گزارش شده است (آکینیود و همکاران، ۲۰۰۰). پامکوئیست (۱۹۹۵) نشان داد که عمل آوری الیاف پنبه با هیدروکسید سدیم تأثیری مثبت بر قابلیت هضم شکمبه ای آن دارد. هم چنین، آریلی و همکاران (۱۹۹۶) بیان کردند که عمل آوری دانه پنبه با هیدروکسید سدیم سبب افزایش ناپدید شدن ماده خشک آن در شکمبه و کل دستگاه گوارش می شود. آریلی (۱۹۹۸) بیان کرد که کاهش اندازه قطعات دانه پنبه و عمل آوری با هیدروکسید سدیم به طور کلی سبب بهبود قابلیت هضم دانه پنبه می شود که البته فواید چنین تیمارهایی در دانه های پنبه با الیاف کمتر مشخص تر است. هدف آزمایش حاضر تعیین تأثیر عمل آوری شولوخه با استفاده از محلول های ۲ و ۴ درصد هیدروکسید سدیم بر فراسنجه های تجزیه پذیری و تخمیر پذیری آن در شرایط درون کیسه ای و برون تنی بود.

مواد و روش ها

عمل آوری نمونه های شولوخه با محلول هیدروکسید سدیم

محلول های ۲ و ۴ درصد هیدروکسید سدیم (۲۰ و ۴۰ گرم هیدروکسید سدیم در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر) تهیه شدند (لیو و همکاران، ۲۰۰۲، کامیولات و همکاران، ۲۰۰۷). این محلول ها بر روی نمونه های شولوخه به گونه ای پاشیده شدند تا غلظت ۲ و ۴ گرم هیدروکسید سدیم به ازای ۱۰۰ گرم ماده خشک شولوخه به دست آمد. بخشی از نمونه ها به مدت نیم ساعت و بخشی دیگر به مدت ۴۸ ساعت در شرایط هوای آزاد نگهداری شدند. پس از آن، نمونه ها به آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد منتقل شدند و در طی مدت ۴۸ ساعت خشک گردیدند.

تعیین فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با روش درون کیسه ای (Insitu)

به منظور تعیین فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک و NDF نمونه های عمل آوری نشده و عمل آوری شده شولوخه با هیدروکسید سدیم، از روش درون کیسه ای استفاده شد. برای این منظور از ۳ راس گوسفند نر نژاد بلوچی دارای فیستولای شکمبه ای استفاده شد. سن گوسفندان ۸ تا ۱۰ ماه و میانگین وزن آن ها ۴۰±۵ کیلوگرم بود. هر یک از گوسفندان به صورت انفرادی داخل قفس های انفرادی نگهداری و یک بار در روز (کوتونوف و همکاران،۲۰۰۳، ونزانت و همکاران، ۱۹۹۸) با علف خشک یونجه (۷۸۰ گرم ماده خشک)، جو (۱۲۵ گرم ماده خشک)، ذرت (۶۰ گرم ماده خشک)، کنجاله سویا (۳۵ گرم ماده خشک) و کنجاله دانه پنبه (۳۰ گرم ماده خشک) تغذیه شدند (کان و همکاران، ۲۰۰۹) (۱۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره :CP، ۹/۷ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک جیره :ME). مقدار ۵ گرم از هر نمونه مورد آزمایش به درون کیسه هایی از جنس پلی استر ریخته شد، سپس سر کیسه ها با نخ های مخصوص غیر قابل هضم بسته شد. وزن کیسه خالی، وزن نمونه و مجموع وزن کیسه و نمونه درون آن، اندازه گیری شد. ابعاد کیسه ها ۱۲×۱۷ سانتی متر و قطر منافذ آنها ۴۸ میکرومتر بود. برای هر نمونه مورد نظر تعداد چهار کیسه تهیه شد. زمان های انکوباسیون عبارت بودند از صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت. برای نمونه های مربوط به زمان های ۲، ۴، ۸ و ۱۲، قبل از قرار دادن کیسه ها در داخل شکمبه، کیسه ها در آب معمولی به مدت ۳۰ دقیقه خیسانده شدند (ونزانت و همکاران، ۱۹۹۸). کیسه های مربوط به زمان صفر، تنها با آب سرد شسته شدند، به گونه ای که آب خارج شده از آنها، کاملا زلال شد. پس از سپری شدن مدت زمان انکوباسیون شکمبه ای، کیسه ها بطور همزمان از شکمبه خارج شدند، سپس به طور کامل زیر آب جاری شسته شدند تا آب خارج شده از کیسه ها

کاملا زلال شد. کیسه ها پس از شست و شو به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند. کیسه ها پس از خروج از آون در دسیکاتور قرار داده شدند و پس از سرد شدن وزن آنها اندازه گیری شد. برای تعیین الیاف نا محلول در شوینده خنثی (NDF) نمونه های باقی مانده درروش درون کیسه ای از روش سنگر و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. ۳۵۰ میلی گرم از هر نمونه داخل فلاسک های شیشه ای ۱۰۰ میلی لیتری ریخته شد و مقدار ۶۰ میلی لیتر از محلول شوینده خنثی (AOAC، ۱۹۹۷) به آن ها اضافه شد. درب شیشه ها بسته شده و در داخل اتوکلاو در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۰ دقیقه قرار گرفتند. پس از سپری شدن مدت زمان اتوکلاو، شیشه ها خارج شده و محتویات آن ها با استفاده از پارچه پلی استر با منافذ ۴۸ میکرومتر صاف شدند. برای صاف کردن محتویات شیشه ها از آب مقطر و مقدار ۱۰ میلی لیتر استون استفاده شد. سپس نمونه های صاف شده در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند تا کاملا خشک شوند. پس از خروج از آون، نمونه ها توزین شده و در داخل کوره در دمای ۴۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت قرار گرفتند. سپس نمونه ها از داخل کوره خارج شده و در داخل دسیکاتور قرار گرفتند. پس از سرد شدن، نمونه ها توزین شده و اختلاف مقدار باقی مانده پس از قرار گرفتن در کوره و مقدار نمونه قبل از قرار گرفتن در کوره به عنوان محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی مد نظر قرار گرفت.

روش تولید گاز

تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی مطابق با روش ارائه شده توسط منک و استینگاس (۱۹۸۸) انجام شد. هر نمونه به وزن ۲۰۰ میلی گرم با ۳ تکرار به همراه ۴۰ میلی لیتر مایع شکمبه مخلوط شده با بزاق مصنوعی به نسبت ۱:۲ در داخل سرنگ های کالیبره شده شیشه ای ۱۰۰ میلی لیتری ریخته شد و سپس سر سرنگ ها با گیره های پلاستیکی بسته شد و در داخل حمام بن ماری با دمای ۳۹ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. سطح داخلی سرنگ ها قبل از پر شدن با وازلین آغشته شده بود. سه سرنگ فاقد نمونه برای تعیین تولید گاز محیط کشت در هر سری کشت جهت تصحیح داده ها در حمام بن ماری قرار گرفتند (اسوجی و همکاران ۱۹۹۳). محتویات شکمبه از دو رأس گوسفند فیستوله دار و تغذیه شده با جیره توضیح داده شده در بخش روش درون کیسه ای تهیه شد و محتویات شکمبه با استفاده از پارچه مدقال ۴ لایه صاف شد. بزاق مصنوعی شامل چهار بخش بود که عبارتند از محلول های ماکرومینرال، میکرومینرال، بافری، رزازورین. محلول های مورد استفاده تا ۳۸ درجه سانتی گراد گرم شدند و سپس محلول احیا به آن ها اضافه گردید. پس از آن، گاز دی اکسید کربن به صورت مداوم به داخل ظرف حاوی محلول فوق دمیده شد تا در نتیجه این عمل رنگ محلول به تدریج به صورتی کم رنگ تغییر یافت. در این مرحله، مایع شکمبه تهیه شده در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد به محلول بزاق مصنوعی با نسبت ۲:۱ اضافه شد. در حین پر کردن سرنگ ها نیز هم چنان گاز CO_2 به محلول میده شد. حجم اولیه مایع کشیده شده به داخل سرنگ ثبت گردید، سپس در زمان های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت انکوباسیون میزان تولید گاز ثبت شد (اسوجی و همکاران ۱۹۹۳).

محاسبه ها و تجزیه آماری

نسبت ناپدید شدن ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در شکمبه از طریق فرمول های زیر محاسبه شد:

$$\frac{\text{ماده خشک موجود در کیسه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای} - \text{ماده خشک موجود در کیسه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}}{\text{ماده خشک موجود در کیسه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}} = \text{نسبت ناپدید شدن ماده خشک در شکمبه}$$

$$\frac{\text{مقدار NDF موجود در کیسه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای} - \text{مقدار NDF موجود در کیسه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}}{\text{مقدار NDF موجود در کیسه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}} = \text{نسبت ناپدید شدن NDF در شکمبه}$$

برای تعیین فراسنجه های تجزیه پذیری (a, b, c) ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی از مدل نمایی ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد.

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

P= پتانسیل تجزیه پذیری

a= بخش تند تجزیه

b= بخش کند تجزیه

c= ثابت نرخ تجزیه پذیری

t= مدت زمان قرار دادن نمونه در شکمبه (ساعت)

تجزیه پذیری موثر (ED) ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه ها با استفاده از معادله ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) و با در نظر گرفتن نرخ خروج (K) برابر با ۰/۰۵ و ۰/۰۸ در ساعت، که نرخ خروج متداول در نشخوار کنندگان تغذیه شده با علوفه می باشد (ارسکوف و مکدونالد، ۱۹۷۹)، محاسبه شد.

$$ED = a + [b \times (c / c + k)]$$

در روش تولید گاز، داده ها در مدل نمایی ذیل قرار داده شدند و فرا سنجه های b و c آن تعیین شد (اسوجی و همکاران، ۱۹۹۳).

$$P = b(1 - e^{-ct})$$

P= پتانسیل حجم تولید گاز در زمان t به صورت تجمعی

b= گاز تولید شده از بخش قابل تخمیر

c= ثابت نرخ تولید گاز

t= مدت زمان انکوباسیون

برای مقایسه تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی از طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار استفاده شد. برای آنالیز از نرم افزار آماری SAS.9.1 و مدل آماری زیر استفاده گردید و مقایسه میانگین ها با روش توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد انجام شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_j + e_{ij}$$

در هر ۲ روش درون کیسه ای و تولید گاز، هرگاه میانگین± معیار خطای فراسنجه هر تیمار از میانگین ± معیار خطای فراسنجه تیمار دیگر بزرگتر یا کوچکتر بود، اختلاف بین آن ها به صورت معنی دار گزارش شد ($P<0/05$) (اسنکور و کوچران، ۱۹۸۶).

Y_{ij} = متغیر وابسته (مقدار مشاهده مورد نظر)

μ = میانگین کل مشاهدات

T_j = اثر تیمار

e_{ij} = خطای آزمایش

نتایج و بحث

فراسنجه های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک نمونه های عمل آوری شده شولوخه با هیدروکسید سدیم

فراسنجه های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک نمونه های مورد آزمایش عمل آوری شده با محلول هیدروکسید سدیم در جدول ۱ نشان داده شده است. فراسنجه های تند تجزیه (a) نمونه های عمل

آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ و ۴۸ ساعت و محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت با یکدیگر تفاوت معنی دار نداشتند، اما مقادیر آن ها به طور معنی داری (P<۰/۰۵) بیش از نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ درصد سود (به مدت ۰/۵ ساعت) و نمونه های شاهد (شولوخه عمل آوری نشده) بود. تفاوت معنی داری بین فراسنجه های کند تجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه پذیری (c) در بین نمونه ها مشاهده نشد. تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک (ED) در نرخ خروج شکمبه (K) برابر با ۰/۰۵ و ۰/۰۸ در ساعت برای نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ و ۴ درصد هیدروکسیدسدیم به مدت ۴۸ ساعت و ۴٪ به مدت ۰/۵ ساعت بیشتر از سایر تیمار ها بود (P<۰/۰۵).

جدول۱- فراسنجه های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر ماده خشک نمونه های عمل آوری شده شولوخه با محلول هیدروکسید سدیم

فراسنجه ها و تجزیه پذیری موثر	تیمارها*					SEM	P value
	بدون عمل آوری	۴٪، ۴۸	۴٪، ۰/۵	۲٪، ۴۸	۲٪، ۰/۵		
بخش تند تجزیه (a)	۰/۰۳±۰/۰۲bc	۰/۰۹±۰/۰۱۱a	۰/۰۵۷±۰/۰۱۵ac	۰/۰۸±۰/۰۱۴a	۰/۰۳±۰/۰۱b		<۰/۰۵
بخش کند تجزیه (b)	۰/۵ ±۰/۰۵	۰/۴۹ ±۰/۰۶	۰/۵ ±۰/۰۵	۰/۵ ±۰/۰۸	۰/۵ ±۰/۰۶		>۰/۰۵
ثابت نرخ تجزیه (c)	۰/۰۱۷±۰/۰۰۴	۰/۰۱۳±۰/۰۰۴	۰/۰۱۸ ±۰/۰۰۴	۰/۰۱۳±۰/۰۰۴	۰/۰۱۸ ±۰/۰۰۵		>۰/۰۵
تجزیه پذیری موثر در نرخ خروج ۲٪	۰/۲۶b	۰/۲۸a	۰/۲۵b	۰/۲۷a	۰/۲۶b	۰/۰۰۵	<۰/۰۵
تجزیه پذیری موثر در نرخ خروج ۴٪	۰/۱۸b	۰/۲۱a	۰/۱۸b	۰/۲۰a	۰/۱۸b	۰/۰۰۶	<۰/۰۵
تجزیه پذیری موثر در نرخ خروج ۶٪	۰/۱۴b	۰/۱۷a	۰/۱۴b	۰/۱۷a	۰/۱۴b	۰/۰۰۷	<۰/۰۵

*۴٪(۴۸): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت
۴٪(۰/۵): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۴ در هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت
۲٪(۴۸): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت
۲٪(۰/۵): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت
a,b,c: در هر ردیف، اعداد با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند (P<۰/۰۵).
SEM: معیار خطای میانگین

نتایج این تحقیق نشان داد که عمل آوری با هیدروکسید سدیم به میزان ۲ و ۴ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک به مدت ۴۸ ساعت سبب افزایش بخش سریع تجزیه ماده خشک شولوخه می شود. این نتیجه احتمالا به این دلیل است که هیدروکسید سدیم سبب افزایش محلول سازی لیگنین و سلولز شده و هضم پذیری ماده خوراکی توسط میکروارگانیسم های شکمبه را افزایش می دهد (فیست و همکاران، ۱۹۸۴). اومارا و همکاران (۱۹۹۷) کاهش نرخ تجزیه پذیری ماده خشک را برای کاه گندم عمل آوری شده با محلول ۳ درصد هیدروکسید سدیم

مشاهده کردند. آریلی و همکاران (۱۹۹۶) تأثیر عمل آوری با مواد قلیایی را بر قابلیت هضم دانه پنبه با استفاده از روش درون کیسه ای بررسی کردند. عمل آوری دانه پنبه با هیدروکسید سدیم سبب افزایش ناپدید شدن ماده خشک دانه پنبه در شکمبه و کل دستگاه گوارش شد. آن ها بیان کردند که این افزایش احتمالا به علت تضعیف پوسته الیاف دار دانه پنبه است. افزایش بخش کند تجزیه ماده خشک توسط کاناله و همکاران (۱۹۹۰) برای علوفه عمل آوری شده با ۲، ۴، ۶ و ۸ گرم سود در ۱۰۰ گرم ماده خشک مشاهده شد. آرنت و همکاران (۱۹۸۲) پوسته الیاف دار دانه پنبه را با محلول ۴٪ هیدروکسید سدیم عمل آوری کردند و نشان دادند که قابلیت هضم کل خوراک به علت عمل آوری با هیدروکسید سدیم افزایش یافت و عملکرد بره های پرواری نیز بهتر شد. افزایش هضم پذیری ماده خشک در تخم پنبه عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم توسط سولومون و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش شد. کاهش نرخ تجزیه پذیری ماده خشک به دلیل استفاده از هیدروکسید سدیم برای عمل آوری کنجاله سویا گزارش شده است (نیشینو و همکاران ۱۹۹۵). به نظر می رسد اگر ماده خشک محلول با استفاده از هیدروکسید سدیم شسته شود، میزان الیاف افزایش یافته و باقی مانده بخش ماده خشک کندتر هضم خواهد شد (کاناله و همکاران ۱۹۹۰).

فراسنجه‌های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری مؤثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه‌های شولوخه عمل آوری شده با هیدروکسید سدیم

فراسنجه های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری مؤثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه های شولوخه عمل اوری شده با هیدروکسید سدیم در جدول ۲ نشان داده شده است. فراسنجه سریع تجزیه (a) نمونه عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت بیش از ۳ برابر مقادیر آن برای نمونه عمل آوری شده با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت و نمونه عمل آوری نشده بود و به ترتیب ۳۸ و ۸۷ درصد بیش از فراسنجه های سریع تجزیه نمونه های عمل آوری شده با محلول های ۴ و ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ و ۴۸ ساعت بود ($P<0/05$). اما بین نمونه های عمل آوری شده با محلول های ۲و ۴ درصد (به ترتیب به مدت ۰/۵ و ۴۸ ساعت) تفاوت معنی داری مشاهده نشد و مقادیر آن ها به طور معنی داری ($P<0/05$) بیش از نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ درصد سود (به مدت ۰/۵ ساعت) و نمونه عمل آوری نشده بود.فراسنجه های کند تجزیه (b) نمونه های عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم (۰/۵ و ۴۸ ساعت) به ترتیب در حدود ۷۰ و ۲۸ درصد بیش از سایر نمونه ها بود ($P<0/05$) ولی در بین سایر نمونه های عمل آوری شده و عمل آوری نشده تفاوت معنی دار مشاهده نشد. ثابت نرخ تجزیه شدن (c) برای نمونه های عمل آوری شده با محلول های ۲ و ۴ درصد هیدروکسید سدیم (۴۸ ساعت) (۰/۰۱۱ و ۰/۰۱۲) و محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم (۰/۵ ساعت) (۰/۰۰۸) در حدود نصف ثابت نرخ تجزیه شدن برای نمونه عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم (۰/۵ ساعت) (۰/۰۲) بود ($P<0/05$).

جدول۲- فراسنجه های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی نمونه های عمل آوری شده شولوخه با محلول هیدروکسید سدیم

فراسنجه های تجزیه پذیری موثر	تیمارها					SEM	P value
	بدون عمل آوری	۴۸ ساعت/۴٪	۰/۵ ساعت/۴٪	۴۸ ساعت/۲٪	۰/۵ ساعت/۲٪		
بخش تند تجزیه (a)	۰/۰۳۴±۰/۰۱a	۰/۱۰۵±۰/۰۱۲b	±۰/۰۱۶c ۰/۰۷۶	۰/۰۵۶±۰/۰۱۲c	۰/۰۳۳±۰/۰۱۳a		<۰/۰۵
بخش کند تجزیه (b)	۰/۵۲۳±۰/۰۳۴a	۰/۵۱۲±۰/۰۶۸a	۰/۵۳±۰/۰۲۲a	۰/۶۷۳±۰/۰۸۸b	۰/۸۸۷±۰/۱۷۶b		<۰/۰۵
ثابت نرخ تجزیه (c)	۰/۰۰۶±۰/۰۰۲a	۰/۰۱۲±۰/۰۰۳b	۰/۰۲±۰/۰۰۴c	۰/۰۱۱±۰/۰۰۲b	۰/۰۰۸±۰/۰۰۲ab		<۰/۰۵
تجزیه پذیری موثر در نرخ خروج ۲٪	۰/۱۵a	۰/۲۹b	۰/۳۴c	۰/۲۹b	۰/۲۸b	۰/۰۰۷	<۰/۰۵
تجزیه پذیری موثر در نرخ خروج ۴٪	۰/۱۰a	۰/۲۲d	۰/۲۵c	۰/۲۰c	۰/۱۸b	۰/۰۰۶	<۰/۰۵
تجزیه پذیری موثر در نرخ خروج ۶٪	۰/۰۸a	۰/۱۹b	۰/۲۰b	۰/۱۶c	۰/۱۳d	۰/۰۰۵	<۰/۰۵

۴٪(۴۸): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت*
۴٪(۰/۵): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۴ در هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت
۲٪(۴۸): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت
۲٪(۰/۵): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت
a,b,c: در هر ردیف، اعداد با حروف متفاوت اختلاف معنی دار دارند (P<۰/۰۵).
SEM: معیار خطای میانگین

تجزیه پذیری مؤثر الیاف نا محلول در شوینده خنثی در نرخ خروج شکمبه (K) برابر ۰/۰۵ در ساعت برای نمونه عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت به طور معنی داری بیش از سایر تیمارها بود(P<۰/۰۵). تجزیه پذیری مؤثر الیاف نا محلول در شوینده خنثی در نرخ خروج شکمبه (K) برابر ۰/۰۸ برای نمونه های عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم (۰/۵ و ۴۸ ساعت) به ترتیب ۰/۱۸ و ۰/۱۷ بود که با سایر نمونه های عمل آوری شده و نمونه شاهد اختلاف معنی دار داشت (P<۰/۰۵).

نتایج تحقیقات کاناله و همکاران (۱۹۹۲) نشان داد که غنی کردن علف چمنی ارچارد با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم می تواند باعث افزایش تجزیه پذیری و پتانسیل ناپدید شدن الیاف نامحلول در شوینده خنثی شود، اما تاثیری بر لیگنین و نرخ ناپدید شدن آن نداشت. نتایج این محققان نشان داد که هیدروکسید سدیم باعث کاهش ثابت نرخ ناپدید شدن و افزایش بخش کند تجزیه الیاف نامحلول در شوینده خنثی در یونجه می شود. افزایش ناپدید شدن الیاف احتمالاً به دلیل محلول شدن همی سلولز و تخریب پلند های

استری بین همی سلولز و لیگنین است، بنابراین محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم نقش مهمی در افزایش تجزیه پذیری کاه گندم به دلیل تغییر در مقدار لیگنین داشت (کاناله و همکاران ۱۹۹۲). کاناله و همکاران (۱۹۸۸) نیز نشان دادند که عمل آوری یونجه با محلول ۴درصد هیدروکسید سدیم باعث افزایش گوارش پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین و افزایش بخش کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد. سولومون و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند عمل آوری دانه پنبه با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم، تجزیه پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی را افزایش داد. لی و همکاران (۲۰۰۱) از پوسته الیاف دار دانه پنبه عمل آوری شده با هیدروکسید کلسیم به میزان ۳٪ برای پرورش قارچ *P. ostreatus* استفاده کردند. نتایج آزمایش های برون تنی نشان داد که استفاده از هیدروکسید کلسیم سبب افزایش قابلیت هضم الیاف پوسته الیاف دار دانه پنبه می شود. لیندبرگ و همکاران (۱۹۸۴) افزایش نرخ تجزیه لیگنین کاه گندم را با محلول های قلیایی مشاهده کردند و دلیل آن را کاهش وزن ملکولی و تجزیه پیوند با پلی ساکاریدها، حل شدن لیگنین در مایع قلیایی، تجزیه تعدادی از پیوند های استری بین واحدهای فنیل پروپان و تشکیل گروه های فنولی آزاد بیان کردند. کاناله و همکاران (۱۹۸۴) نتیجه گرفتند وقتی همی سلولز از لیگنین و دیگر مواد مداخله کننده آزاد می شود، ممکن است توسط میکروارگانیسم های شکمبه هضم پذیری بالایی داشته باشد. لیگنین تا حدودی مسئول تغییرات هضم پذیری همی سلولز است. چون لیگنین زدایی اکسیداتیو غیر هیدرولیتیک منجر به محلول شدن و هضم پذیری مقادیر زیادی همی سلولز می شود.

فراسنجه های تولید گاز نمونه های عمل آوری شده شولوخه با هیدروکسید سدیم با استفاده از مخلوط میکروبی شکمبه

فراسنجه های تولید گاز انواع نمونه های عمل آوری شده شولوخه با استفاده از مخلوط میکروبی شکمبه در جدول ۳ نشان داده شده است. فراسنجه b (گاز تولید شده از بخش قابل تخمیر) در بین تیمار های عمل آوری شده با هیدروکسید سدیم و نیز تیمار شاهد هیچ گونه اختلاف معنی داری نداشت. همچنین ثابت نرخ تولید گاز (c) در بین تیمارها اختلاف معنی داری نشان نداد.

لیو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که عمل آوری کاه برنج با هیدروکسید سدیم، تولید گاز را در ۴۸ ساعت انکوباسیون افزایش داده و نرخ تولید گاز کاه برنج را از ۰/۶۴ به ۱/۵۱ میلی لیتر در ساعت رساند. نتایج برخی از پژوهش ها نشان داد که عمل آوری منابع الیافی غیر علوفه ای با هیدروکسید سدیم جمعیت باکتری ها و قارچ های فاز جامد و مایع شکمبه و رومینوکوکوس فلاوفاسینز و فیبروباکتر سوکسینوژنز همراه با بخش مایع را زیاد کرد (چن و همکاران، ۲۰۰۷). آزاد شدن همی سلولز با هیدروکسید سدیم باعث قابل دسترس تر شدن آن برای آنزیم ها و در نتیجه افزایش راندمان بهره وری انرژی آن می شود (ون سوست و همکاران ۱۹۸۴)؛ از سوی دیگر، با کاهش یافتن همی سلولز به لیگنین، و هم چنین سلولز، در دسترس قرار گرفتن این مواد برای آنزیم های میکروارگانیسم های شکمبه و آنزیم های آزاد افزایش می یابد. باید توجه داشت که خصوصیات ذاتی و داخلی سلولز به تنهایی عامل محدود کننده دسترسی به آن برای آنزیم ها نیست. وجود ترکیبات خارجی از جمله ساختار لیگنین – همی سلولز که بسیار با سلولز نزدیک و همراه هستند، نیز می توانند نقش مهمی را در تعیین مقدار قابلیت دسترسی به سلولز توسط عواملی مانند آنزیم ها و میکروارگانیسم ها داشته باشند. چودری (۲۰۰۰) بیان کرد که کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی با هیدروکسید سدیم به دلیل کاهش همی سلولز، نقش مهمی در افزایش هضم پذیری و تولید گاز دارد. تیمارهای قلیایی باعث افزایش بخش محلول در حلال های آلی، کاهش میزان لیگنین و الیاف نامحلول در شوینده خنثی شده، همچنین این مواد آرابینوزایلان را بیش از سلولز حل کرده و باعث افزایش نرخ تجزیه ماده خشک می شوند (لیندبرگ و همکاران ۱۹۸۴ و رودریگز و همکاران ۲۰۰۹).

جدول۳- فراسنجه های تولید گاز انواع نمونه های عمل آوری شده شولوخه با محلول هیدروکسید سدیم با استفاده از مایع شکمبه حاوی مخلوط میکروبی

پارامترها	تیمارها					P value
	شاهد	۴٪ (۴۸)	۴٪ (۰/۵)	۲٪ (۴۸)	۲٪ (۰/۵)	
گاز تولید شده از بخش قابل تخمیر (b)	۲۶۱ ±۱۱۴	۲۷۱ ±۱۱۳	۲۵۴ ±۱۶۸	۲۲۴ ±۱۰۰	۶۴۷ ±۹۲۸	>۰/۰۵
ثابت نرخ تولید گاز (c)	۰/۰۰۶ ±۰/۰۰۳	±۰/۰۰۳	±۰/۰۰۴	±۰/۰۰۳	±۰/۰۰۳	>۰/۰۵
		۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	

*۴٪(۴۸): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت

۴٪(۰/۵): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۴ در هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت

۲٪(۴۸): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت

۲٪(۰/۵): نمونه های عمل آوری شده با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که عمل آوری شولوخه با محلول ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ و ۴۸ ساعت و محلول ۲ درصد به مدت ۴۸ ساعت سبب افزایش بخش تند تجزیه (a) ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی می شود، ولی عمل آوری با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ ساعت تأثیری بر بخش تند تجزیه ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی ندارد. عمل آوری شولوخه با محلول ۲ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۰/۵ و ۴۸ ساعت سبب افزایش فراسنجه های کند تجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه شدن (c) الیاف نامحلول در شوینده خنثی می شود. عمل آوری شولوخه با محلول های ۲ و ۴ درصد هیدروکسید سدیم به مدت ۴۸ ساعت سبب افزایش تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و الیاف نا محلول در شوینده خنثی شد. عمل آوری شیمیایی شولوخه تأثیر معنی داری بر فراسنجه های b و c تولید گاز با استفاده از کشت مخلوط میکروبی شکمبه نداشت.

منابع مورد استفاده

Agricultural and Food Research Council (AFRC). 1998. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.

Akinyode AM, Hall MB, Staples CR, Head HH and Kunkle WE. 2000. Effects of cottonseed hulls in the diets of dairy cows. J Dairy Sci 83 (Suppl. 1):296. (Abstr.).

AOAC. 1997. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, vol. 16, 3rd revision, Gaithersburg, MD.

Arieli A, 1998. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. Anim Feed Sci Technol 72:97-110.Arieli A, Aharoni Y, Tagari H, Mabjeesh S, Zamwel S, 1996. The effect of heating and NaOH treatment of non-linted whole cottonseeds on their nutritive value. Anim Feed Sci Technol 5: 215–223.

Arndt DL and Richardson CR, 1982. Digestibility by Lambs and Performance of Lambs and Steers Fed Sodium Hydroxide-Treated Cotton Plant by –Product. J Anim Sci 57:377-383.

Bampidis VA and Robinson PH, 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. Anim Feed Sci Technol 128:175–217.

Bowman JM, Grieve DJ, Bouchanan-smith JG, and Mcleod GK, 1988. Response of dairy cows in early lactation to sodium hydroxide treated soybean meal. J Dairy Sci 71:982-989.

Brown WH, Whting FM, Daboll BS, Turner RJ and Schuh JD, 1976. Pelleted and Nonpelleted Cottonseed Hulls for Lactating Dairy Cows. J Dairy Sci Vol. 60, No. 6.

Brown WH, Halbach GD, Stull JW and Whiting FM, 1979. Utilization of Cotton Gin Trash by Lactating Dairy Cows. J Dairy Sci 62:793-796.

Canale CJ, Glenn BP and Reeves JB, 1992. Chemically Treated Alfalfa: Lignin Composition and in Situ Disappearance of Neutral Detergent Fiber Components. J Dairy Sci 75:1543-1554.

Canale CJ, Abrams SM, Varga GA and Muller LD, 1990. Alkali-treated orchardgrass and alfalfa: Composition and in situ digestion of dry matter and cell wall component. J Dairy Sci 73:2404-2412.

Canale CJ, Abrams SM, Muller LD, Kjelgaard WL, Anderson PM and Harpster HW, 1988. Alkali-treated forage for early lactation dairy cows: effect on lactation performance and nutrient digestibility. J Dairy Sci 71:2166-2174.

Chaudhry AS, 2000. Rumen degradation in sacco in sheep of wheat straw treated with calcium oxide, sodium hydroxide and sodium hydroxide plus hydrogen peroxide. Anim Feed Sci Technol 83:313-323.

Chaudhry AS, Miller EL, 1996. The effect of sodium hydroxide and alkaline hydrogen peroxide on chemical composition of wheat straw and voluntary intake, growth and digesta kinetics in store lambs. Anim Feed Sci Technol 60:69-86.

Chen XL, Wang JK, Wu YM and Liu JX, 2007. Effects of chemical treatments of rice straw on rumen fermentation characteristics, fibrolytic enzyme activities and populations of liquid-and solid-associated ruminal microbes in vitro. Anim Feed Sci Technol 141:1-14.

Cone JW, Rodriguez MAM, Guedez CM and Blok MC, 2009. Comparison of protein fermentation characteristics in rumen fluid determined with the gas production technique and the nylon bag technique. Anim Feed Sci Technol 153:28-38.

Fadel JG, 1999. Quantitative analyses of selected plant by-product feedstuffs, a global perspective. Anim Feed Sci Technol 79:255-268.

Hale WH, Lambeth C, Theurer B and Ray DE, 1967. Digestibility and utilization of cottonseed hulls by cattle. University of Arizona, Tuscon.

Hsu JT, Faulkner DB, Garleb KA, Barclay RA, Fashey GC Jr and Berger LL, 1987. Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls, oat hulls and soybean hulls as roughage sources for ruminants. J Dairy Sci 65:244-255.

Li XJ, Pang Y and Zhang R, 2001. Compositional changes of cottonseed hull substrate during *P. ostreatus* growth and the effects on the feeding value of the spent substrate. Anim Feed Sci Technol 80:157-161.

Lindberg EJ, Ternrud EI and Theander O, 1984. Degradation rate and chemical composition of different types of alkali-treated straws during rumen digestion. J Sci Food Agric 35:500-506.

Liu JX, Susenbeth A and Sudekum KH, 2002. In vitro gas production measurements to evaluate interactions between untreated and chemically treated rice straws, grass hay, and mulberry leaves. J Anim Sci 80:517-524.

Menke KH and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim Res Develop 28: 7-55.

Nishino N, Uchida S and Ohshima M, 1995. Formation of lysoalanine following alkaline processing of soya bean meal in relation to the degradability of protein in the rumen. J Sci Food Agric 68:59-64.

Nocek JE, 1988. Manipulation of non-structural and structural carbohydrates in rations for dairy cows. In: Proc. Maryland Nutrition Conf on Feed Manufacture 53-61.

O'mara FP, Murphy JJ and Rath M, 1997. The effect of replacing dietary beet pulp with wheat treated with sodium hydroxide, ground wheat, or ground corn in lactating cows. J Dairy Sci 80:530-540.

Ørskov ER and McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agric Sci Cambridge 92:499-503.

Osuji PO, Nsahlai IV and Khalili H, 1993. Feed evaluation. ILCA Manual 5, ILCA (International Livestock Centre for Africa), Addis Ababa, Ethiopia, 40 pp. ISBN: 92:9053-278-5.

Palmquist DL, 1995. Digestibility of cotton lint fiber and whole oilseeds by ruminal microorganisms. Anim Feed Sci Technol 56:231–242.

Rodriguez MAM, Cone JW, Ferreira LMM, Blok MC and Guedes CVM, 2009. Relationship between *in situ* degradation kinetics and *in vitro* gas production fermentation using different mathematical models. Anim Feed Sci Technol 151:86-96.

Senger CCD, Kozloski GV, Bonnecarrere Sanchez LM, Mesquita FR, Alvez TP and Castagnino DS, 2008. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. Anim Feed Sci Technol 146:169-174.

Snedecor GW and Cochran WG, 1967. Statistical methods. 6th Ed. Iowa State University Press.

Solomon RG, Adin SJ, Mabjeesh M, niknachat E, Ben-Ghedalia YD and Miron. J, 2005. Digestibility in lactating cows of diets containing whole pima treated with sodium hydroxide versus akala or pima cottonseed. J Dairy Sci 88:1745-1751.

Van Horn HH, Harris B, Taylor MJ, Bachman KC and Wilcox CJ, 1984. By-product feeds for lactating dairy cows: effects of cottonseed hulls, sunflower hulls, corrugated paper, peanut hulls, sugarcane bagasse and whole cottonseed with additives of fat, sodium bicarbonate and aspergillus oryzae product on milk production. J Dairy Sci 67:2922–2938.

Vanzant ES, Cochran RC and Titgemeyer EC, 1998. Standardization of in situ teqniques for ruminant feedstuff evaluation. J Anim Sci 76:2717-2729.