پژوهش‌های علوم دامی
Animal Science Research

مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۲ شماره ۱/ سال۱۴۰۱/ صفحات ۸۵ تا ۹۸

DOI: 10.22034/AS.2022.40277.1571

مطالعه تاثیر عمل آوری با بخار آب تحت فشار و آب اکسیژنه قلیایی بر ارزش تغذیه‌ای سرشاخه نیشکر برای بره‌های پرواری

وحید قاسمی[۱] و مرتضی چاجی[۲]*

تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۳

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

[۲] استاد گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

* مسئول مکاتبه: Email: chaji@asnrukh.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: بخش قابل توجهی از منابع خوراک دام در کشور ما را مواد خشبی تشکیل می‌دهند که پروتئین، مواد معدنی و انرژی قابل هضم آن‌ها کم است، اما در صورت عمل‌آوری، پتانسیل استفاده به‌عنوان یک خوراک انرژی‌زا را در جیره دام‌ها دارند. **هدف**: آزمایش حاضر با هدف بهبود ارزش تغذیه‌ای سرشاخه نیشکر برای بره‌های پرواری انجام شد. **روش کار**: از ۲٤ رأس بره نر عربی با میانگین وزن زنده ٥ ± ۳۰/٤ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۸ تکرار به مدت ۷۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد (سرشاخه عمل‌آوری نشده)، ۲- جیره حاوی سرشاخه نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب تحت فشار و ۳- جیره حاوی سرشاخه نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب و آب اکسیژنه قلیایی بود. **نتایج**: عمل‌آوری با بخار آب تحت فشار یا آب اکسیژنه قلیایی باعث کاهش درصد الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین سرشاخه نیشکر شد (P<۰/۰٥). در مقایسه با تیمار شاهد، میانگین مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی، وزن نهایی، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده خوراک بره‌ها، غلظت کل اسیدهای چرب فرار و پروپیونات شکمبه و غلظت گلوکز خون با تغذیه سرشاخه نیشکر عمل‌آوری شده افزایش یافت و تیمار ۳ (سرشاخه نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب و آب اکسیژنه قلیایی) بهترین نتایج را نشان داد (P<۰/۰٥). غلظت آنزیم کبدی آلانین ترانس آمیناز تحت تاثیر عمل‌آوری سرشاخه نیشکر کاهش یافت (P<۰/۰٥). غلظت نیتروژن آمونیاکی و pH شکمبه، آسپارتات ترانس آمیناز خون و صفات لاشه تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند. **نتیجه‌گیری نهایی**: با توجه به نتایج، عمل‌آوری با بخار آب تحت فشار یا آب اکسیژنه قلیایی باعث بهبود ارزش تغذیه‌ای سرشاخه نیشکر شد و استفاده توام از آنها (تیمار سوم) نتایج بهتری را نشان داد.

واژگان کلیدی: اسیدهای چرب فرار، آلانین ترانس آمیناز، پروپیونات، ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم، گلوکز خون

مقدمه

بخش قابل توجهی از منابع خوراک دام را مواد خشبی تشکیل می‌دهند که پروتئین، مواد معدنی و انرژی قابل هضم آن‌ها کم است، اما در صورت عمل‌آوری، پتانسیل استفاده به‌عنوان یک خوراک انرژی‌زا در جیره دام‌ها را دارند (آدسوگان و همکاران ۲۰۱۹).

در ا ستان خوز ستان ۱۰ شرکت تو سعه نی شکر وجود دارد که ۱۲۷۰۰۰ هکتار را زیر کشت نیشکر دارند و سطح زیر کشت نیشکر سالانه ۱۰۰۰۰۰ هکتار می‌با شد (فائو ستات ۲۰۱۳). نیشکر به دو روش سیاه (سوزاندن) و سبز (برداشت با دروگر) برداشت می شود. برداشت سبز توام با مشکلات خاصی نظیر کندی عملیات برداشت و اشکال در کار ماشین آلات می‌باشد (کینگستون و همکاران ۲۰۰۵؛ مرادی و همکاران ۲۰۱۹). حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد وزن نیشکر شامل برگ و سرشاخه می‌باشد. لذا، برداشت سبز باعث تولید حدود ۲۰ تن برگ و سرشاخه‌ی تازه در هر هکتار می‌شود (مرادی و همکاران ۲۰۱۹). با توجه به سطح زیر کشت نیشکر در ا ستان و رطوبت ۵۰ درصدی آن، سالانه حدود دو میلیون تن برگ و سرشاخه تولید می‌شود. در هنگام برداشت، این بخش‌ها روی زمین باقی می‌ماند و مشکلات خاصی برای عملیات داشت نیشکر ایجاد می‌کند. لذا، بقایای نیشکر در دو مرحله قبل از برداشت و پس از برداشت سوزانده می‌شود و باعث آلودگی محیط زیست و هوا می‌شود (کینگستون و همکاران ۲۰۰۵).

میانگین مقدار فاکتورهای منتشره حاصل از سوزاندن بقایای پس از برداشت نیشکر شامل: دی‌اکسید کربن، مونواکسید کربن، NOX (x ظرفیت‌های متفاوت اکسیژن)، کربوهیدارت‌های سوخته نشده، ذرات کم‌تر از ۲/۵ میکرومتر و هیدروکربن‌های پلی‌سیکلیک آروماتیک، به‌گونه‌ای ا ست که و ضع شهرهای احاطه شده تو سط مزارع نیشکر از نقطه نظر سرطان‌زایی نگران‌کننده ا ست (فرانکا و همکاران ۲۰۱۲).

در صورت عمل‌آوری، به‌دلیل کاهش لیگنین و شکستن ساختمان لیگنوسلولزی و افزایش دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه به مواد لیگنوسلولزی، می‌توان در عوض سوزا ندن، آن ها را به‌عنوان منبع علوفه‌ای در تغذیه دام استفاده کرد (کارپ و همکاران ۲۰۱۳). عمل‌آوری با بخار با یا بدون کاتالیزور (قلیا یا اسید) می‌تواند ساختار فیزیکی و شیمیایی زیست توده را تغییر دهد. به‌طور معمول طی عمل‌آوری زیست توده با بخار در دمای بالا و طی مرحله حذف ناگهانی فشار، تغییر فیزیکی-شیمیایی رخ می‌دهد که این فرایندها زیست توده را از هم پاشیده و باعث فیبر زدایی می‌شود، همه این تغییرات قابلیت آبکافت آنزیمی را افزایش می‌د هد (مزمل و همکاران ۲۰۱۶).

تحقیقات ذ شان داده مواد شیمیایی از جمله آب اکسیژنه می‌توانند آبکافت توده آلی را افزایش داده و حدود نیمی از لیگنین و بیشتر همی‌سلولز توده آلی را محلول کند. در واقع وجود لیگنین در توده آلی لیگنوسلولزی، قابلیت د سترسی سلولز را محدود و بعلاوه تبدیل زیستی توده آلی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (کارپ و همکاران ۲۰۱۳؛ الان و همکاران ۲۰۱۸). لذا، عمل‌آوری محصولات جانبی کشاورزی با محلول آب اکسیژنه قلیایی قابلیت هضم را افزایش می‌دهد. عمل‌آوری مواد لیگنوسلولزی با هیدروکسید سدیم رقیق، باعث متورم شدن، افزایش سطح بین سلولی، کاهش درجه پلی‌مریزاسیون، کاهش شاخص تبلور سلولز، جداسازی اتصالات ساختمانی بین لیگنین و کربوهیدرات‌ها و شکستن ساختمان لیگنین می شود (کارپ و همکاران ۲۰۱۳؛ الان و همکاران ۲۰۱۸). محققین ذ شان دادند که پیش عمل‌آوری با بخار آب و آب اکسیژنه قلیایی یک روش مناسب احتمالی، برای بهبود بازده استفاده از مواد لیگنوسلولزی می‌باشد (زینگ و همکاران ۲۰۱٤). با توجه به تولید بالای سرشاخه نیشکر در استان خوزستان، کمبود منابع خوراک دام، پایین بودن ارزش تغذیه‌ای آن، عمل‌آوری سرشاخه نیشکر ضرورت دارد. بنابراین، آزمایش حاضر به‌منظور بررسی ارزش تغذیه‌ای سرشاخه نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب تحت فشار بالا به‌تنهایی و یا با آب اکسیژنه قلیایی برای بره‌های پرواری انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوز ستان انجام شد. سر شاخه نیشکر ا ستفاده

شده در آزمایش حاضر، از نیشکرهای برداشت شده از واریته CP73 و CP57 شرکت کشت و صنعت امام خمینی (ره) شوشتر بود. پس از برداشت نیشکر، بقایای آن جمع‌آوری، خشک و با چاپر به قطعات ۲ تا ۳ سانتی‌متری خرد و برای عمل‌آوری با بخار آب تحت فشار بالا به شرکت خوراک دام شعیبیه منتقل شدند.

عمل‌آوری سر شاخه نیشکر با بخار آب تحت فشار بالا در شرکت تهیه و تولید خوراک دام شعیبیه شوشتر انجام شد. سر شاخه نیشکر با استفاده از رآکتورهای تولید بخار، در دمای ۱۸٤ درجه سلسیوس با فشاری معادل با ۱٦ تا ۱۸ اتمسفر (متوسط ۱۷ اتمسفر) به مدت ٤ دقیقه عمل‌آوری شد. پس از پایان زمان عمل‌آوری با بخار، نمونه‌ها از محفظه بخاردهی خارج شدند و در دمای محیط (میانگین ٤۰ درجه سلسیوس) خشک شدند. سپس، بقایای خام نیشکر (بخاردهی نشده) و بقایای عمل‌آوری شده با بخار آب تحت فشار بالا، با استفاده از محلول آب اکسیژنه (با خلوص ۳۵ درصد) قلیایی ۱ درصد (به‌ازای ماده خشک سرشاخه نیشکر) که با استفاده از محلول یک مولار هیدروکسید سدیم pH آن به ۱۱/۵ رسانده شده بود، عمل‌آوری شدند (پورفرزاد و همکاران ۲۰۱۳). بقایای عمل‌آوری شده پس از فشردن در نایلون‌های بزرگ در دمای محیط (میانگین ٤۰ درجه سلسیوس) به‌مدت ٤۸ ساعت نگهداری شدند.

در آزمایش حاضر تعداد ۲٤ رأس بره نر نژاد عربی زایش بهاره با میانگین سن ۱۵ ± ۹۰ روز و میانگین وزن ۵ ± ۳۰/٤ کیلوگرم انتخاب شدند. بره‌ها در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شدند. شرایط تغذیه و مدیریت پرورش بره‌های انتخاب شده قبل از انجام آزمایش یکسان بود و از داروهای آنتروتوکسمی و ضد انگل برای کنترل و از بین بردن انگل‌های داخلی استفاده شد. این بخش از آزمایش در مجتمع دامپروری نمونه ختن شعیبیه شوشتر انجام شد. بره‌ها به‌صورت تصادفی به ۳ گروه تیماری طوری تقسیم شدند که از لحاظ میانگین وزنی اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشته باشد. طول آزمایش ۷۰ روز شامل ۱٤ روز دوره عادت‌پذیری و ٥٦ روز دوره آزمایش و نمونه‌برداری بود. جیره بره‌ها در حد اشتها با نسبت ۵۰ درصد علوفه و ۵۰ درصد کنسانتره بود و بر اساس وزن دام‌ها طبق جداول احتیاجات غذایی استاندارد نشخوارکنندگان کوچک (NRC ۲۰۰۷) تنظیم شده بود (جدول ۱). جیره‌های مورد آزمایش دو بار در روز (۸ صبح و ۸ عصر) در اختیار دام‌ها قرار گرفت و قبل از خوراک‌دهی بعدی، باقیمانده‌های خوراک جمع‌آوری و توزین شدند و مقدار مصرف خوراک روزانه ثبت شد. آب تازه به‌طور مداوم در اختیار دام‌ها قرار داشت.

برای اندازه‌گیری قابلیت هضم مواد مغذی، طی مدت هفت روز، روزانه خوراک داده شده، باقیمانده خوراک و مقدار مدفوع وزن شدند و درصد ثابتی از باقیمانده و مدفوع آنها نگهداری شد. در پایان هفت روز نمونه‌های باقیمانده خوراک و مدفوع هر بره مخلوط شدند و یک نمونه شاخص برای تجزیه شیمیایی تهیه شد. قابلیت هضم با توجه به اختلاف غلظت مواد مغذی در خوراک، باقیمانده و مدفوع محاسبه شد.

برای بررسی روند رشد، وزن کشی بره‌ها در ابتدای آزمایش و سپس هر دو هفته یکبار قبل از تغذیه روزانه پس از ۱٦ ساعت گرسنگی تا انتهای دوره آزمایش انجام گرفت، اما تنها داده‌های مربوط به ابتدا و انتهای آزمایش گزارش شد (شریفی و چاجی ۲۰۱۹). برای بررسی اجزا و بازده لاشه بعد از اتمام دوره آزمایش با رعایت ۱٦ ساعت گرسنگی، تعداد ٤ راس بره از هر تیمار که دارای نزدیک‌ترین وزن به میانگین گروه خود بودند ذبح شدند و اجزای لاشه اندازه‌گیری شد (فیشر و بوئر ۱۹۹٤).

Table 1- Feed ingredient and chemical composition of experimental diets fed to fattening lambs on DM basis

Feed ingredients (%DM)	Treatments[1]		
	1	2	3
Un-treated sugarcane top	40	0	0
Sugarcane top treated with steam	0.0	40	0
Sugarcane top treated with steam and alkaline hydrogen peroxide	0.0	0	40
Corn silage	10.0	10	10
Barley grain	8.0	8	8
Corn grain	11.8	11.8	11.8
Wheat bran	8.0	8	8
Soybean meal	17.0	17.0	17.0
Sugarcane molasses	3.0	3.0	3.0
Salt	0.2	0.2	0.2
Mineral and vitamin premix [2]	1.1	1.1	1.1
Limestone	0.5	0.5	0.5
Urea	0.5	0.5	0.5
Chemical composition (%DM)			
Crude protein	14.88	14.88	14.88
Ether extract	3.41	3.41	3.41
Calcium	0.54	0.54	0.54
Phosphor	0.49	0.49	0.49
ME[3] (Mcal/kg DM)	2.65	3.11	3.41

[1] 1- Control (diet containing un-treated sugarcane top), 2- diet containing sugarcane top treated with steam, 3- Diet containing sugarcane top treated with steam (184 °C, 17 atm.) and alkaline hydrogen peroxide 1%.
[2] Composition per kg of premix: 600000 IU vitamin A, 200000 IU vitamin D_3, 200 mg vitamin E, 2500 mg antioxidant, 195 g Ca, 80 g P, 21000 mg Mn, 2200 mg Mn, 3000 mg Fe, 300 mg Cu, 300 mg Zn, 100 mg Co, 12 mg I and 12 mg Se.
[3] ME= 0.04 + 0.1639 * (potential of gas production, ml/200 mg DM) + 0.0079 * Crude protein (g/kg DM) + 0.0239 * Ether extrac (g/kg DM)

ترکیبات شیمیایی سر شاخه نیشکر، خوراک، باقیمانده و مدفوع بره‌ها شامل پروتئین خام (روش کجلدال، Foss 2033، سوئد)، چربی خام (روش سوکسله)، ماده خشک، خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و انرژی خام (بمب کالریمتر، PARR 1266، آمریکا، آزمایشگاه معاونت بهبود تولیدات دامی، سازمان جهاد کشاورزی خوزستان) اندازه‌گیری شد (AOAC ۲۰۰۷). الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) بدون استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز و سولفیت سدیم و با حذف خاکستر اندازه‌گیری شد (وذسو ست و همکاران ۱۹۹۱). پتانسیل تولید گاز جیره‌های آزمایشی در آزمایشگاه تخمیر و کشت میکروبی شکمبه‌ی دانشگاه با روش استاندارد (منک و استینگز ۱۹۸۸) اندازه‌گیری شد و از آن برای محاسبه‌ی انرژی قابل متابولیسم جیره‌ها استفاده شد (جدول ۱).

نمونه‌گیری خون در پایان دوره آزمایش، ۳ تا ٤ ساعت بعد مصرف خوراک صبحگاهی از سیاهرگ گردنی تمام بره‌ها انجام شد. نمونه‌های خونی درون لوله‌های آغشته به ماده ضد انعقاد سانتریفیوژ شدند (دور ۳۰۰۰، به مدت ۱۵ دقیقه) و پلاسمای حاصل از آن‌ها جدا شد و غلظت گلوکز، کلسترول و نیتروژن اوره‌ای خون با استفاده از کیت تشخیص کمی شرکت پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر (Mindray BS-200, China) اندازه‌گیری شد.

به‌منظور تعیین غلظت نیتروژن آمونیاکی و pH شکمبه در روز ۷۰ آزمایش ۳ تا ٤ ساعت بعد از وعده خوراک صبحگاهی، از مایع شکمبه‌ی تمام بره‌ها توسط لوله معدی نمونه‌گیری انجام شد و بلافاصله pH با دستگاه pH متر (مدل WTW 3111، آلمان) ثبت شد. سپس مایع شکمبه با پارچه نخی چهار لایه صاف شد و با حجم مساوی از اسید کلریدریک ۰/۲ مولار مخلوط شد و برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از روش فنول-هیپوکلرایت، توسط دستگاه اسپکتوفتومتر استفاده شد (برودریک و کانگ ۱۹۸۰). مقدار ۱۰ میلی

لیتر از مایع شکمبه صاف شده با ۱ میلی لیتراسید متافسفریک ۲۵ درصد مخلوط شد و برای اندازه گیری غلظت اسیدهای چرب فرار با استفاده از سیستم گاز کروماتوگرافی استفاده شد (اوتنسن و بارتلی ۱۹۷۱). آنالیز اسیدهای چرب فرار در موسسه تحقیقات علوم دامی کشور انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۲) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی بقایای خام و عمل‌آوری شده نیشکر با بخار آب تحت فشار و آب اکسیژنه قلیایی در جدول ۲ نشان داده شده است. عمل‌آوری باعث کاهش معنی‌دار درصد NDF، ADF، فیبرخام، لیگنین و افزایش معنی‌داری انرژی خام سر شاخه نیشکر شد (P<۰/۰۵)، اما تاثیری بر پروتئین خام نداشت. در تایید نتایج آزمایش حاضر سایر پژوهشگران نیز کاهش در ماده خشک، NDF، ADF را با اعمال بخار آب تحت فشار گزارش کرد ند (چاجی و همکاران ۲۰۱۳). علت کاهش مواد مغذی به تجزیه تمام یا بخشی از همی سلولز نسبت داده شده ا ست (چاجی و همکاران ۲۰۱۳؛ لیو و همکاران ۱۹۹۹). دیگران نیز کاهش معنی‌دار دیواره‌ی سلولی (NDF یا ADF) سرشاخه‌ی خرما (زاهدی‌فر و همکاران ۲۰۱٤)، باگاس نیشکر (چاجی و همکاران ۲۰۱۳؛ کارپ و همکاران ۲۰۱۳)، کاه برنج (لیو و همکاران ۱۹۹۹) را بر اثر عمل آوری با بخار آب تحت فشار گزارش کرده‌اند. از طرفی عمل آوری پیت نیشکر با بخار آب تحت فشار بالا، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی را به طور معنی‌داری کاهش داد، اما بر الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی تاثیر معنی‌داری نداشت (چاجی و همکاران ۲۰۱۱؛ چاجی و همکاران ۲۰۱۳).

Table 2- Chemical composition of sugarcane top un-treated, and treated with steam or alkaline hydrogen peroxide (%DM)

	Treatment methods				
Chemical composition	1	2	3	SEM	P-value
Dry matter	98.46[a]	97.41[a]	91.74[b]	1.17	0.010
Crude protein	2.65	2.40	2.71	0.21	0.10
Neutral detergent fiber	57.21[a]	50.62[b]	48.98[b]	1.06	0.002
Acid detergent fiber	52.86[a]	47.42[b]	45.41[b]	1.35	0.03
Crude fiber	33.79[a]	31.62[ab]	31.01[b]	1.12	0.04
Lignin	14.46[a]	13.04[b]	6.72[c]	1.24	0.001
Gross energy (Mcal/kg DM)	3.96[b]	4.65[ab]	5.10[a]	0.27	0.003

[1]1- Control (un-treated sugarcane top), 2- Sugarcane top treated with steam, 3- Sugarcane top treated with steam (184 °C, 17 atm.) and alkaline hydrogen peroxide 1%.
SEM: standard error of the means.
Means in the same row with different superscript letters are different (P <0.05).

با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۳)، بیشترین مصرف خوراک مربوط به تیمار ۲ (سر شاخه نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب) و کمترین مصرف خوراک مربوط به تیمار شاهد (سرشاخه عمل‌آوری نشده) می‌باشد (P<۰/۰۵). اختلاف بین تیمار ۲ و ۳ معنی‌دار نبود، اما هر دو نسبت به شاهد بیشتر بودند (P<۰/۰۵). اثر تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره بره‌های پرواری معنی‌دار شد و بیشترین درصد قابلیت هضم مواد مغذی در تیمار ۳ (سرشاخه نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب و آب اکسیژنه قلیایی) و کمترین درصد در تیمار شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵).

Table 3- The consumption (g) and nutrients digestibility of feed (%) in fattening lambs fed experimental treatments

	Treatments[1]				
	1	2	3	SEM	P-value
Dry matter intake[2] (g/day)	1150[b]	1218[a]	1218[a]	12.5	0.008
Digestibility (%)					
Dry matter	60.1[b]	60.4[b]	64.7[a]	1.07	0.042
Neutral detergent fiber	31.8[c]	34.3[b]	37.7[a]	3.96	0.029
Acid detergent fiber	50.0[c]	55.8[b]	60.5[a]	1.86	0.02

[1] 1- Control (diet containing un-treated sugarcane top), 2- diet containing sugarcane top treated with steam, 3- Diet containing sugarcane top treated with steam (184 °C, 17 atm.) and alkaline hydrogen peroxide 1%.
[2] Consumption of dry matter during digestion measurement (35 to 42 days).
SEM: standard error of the means.
Means in the same row with different superscript letters are different (P <0.05).

با توجه به جدول ۱، اجزای تشکیل دهنده جیره های آزمایشی در سه تیمار، یکسان می‌باشد و تنها اختلاف مربوط به نوع عمل‌آوری سر شاخه می‌باشد. لذا، شاید دلیل افزایش مصرف خوراک در تیمارهای حاوی سر شاخه نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب یا بخار و آب اکسیژنه قلیایی، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی‌آن باشد (جدول ۳)، زیرا افزایش قابلیت هضم باعث عبور سریع‌تر مواد از شکمبه و در نتیجه مصرف بیشتر خوراک خواهد شد (NRC ۲۰۰۷؛ پوند و همکاران ۲۰۰۵). در این راستا، سایر پژوهش‌ها نیز رابطه بین قابلیت هضم و مقدار ماده خشک مصرفی را نشان داده است، به‌طوری‌که خوراک های دارای NDF و ADF بالاتر به دلیل سرعت عبور کم‌تر قابلیت هضم کمتری دارند که موجب کاهش ماده خشک مصرفی می شوند (وندسوست و همکاران ۲۰۰۷). مواد قلیایی به داخل دیواره سلولی جذب می‌شوند، بدین ترتیب از نظر فیزیکی، ساختمان الیاف را متورم کرده و از نظر شیمیایی پیوند استری بین لیگنین-سلولز و لیگنین -همی سلولز را می شکنند (الان و همکاران ۲۰۱۸). این مراحل میکروارگانیسم‌های شکمبه را قادر به دسترسی آسان‌تر به ساختار کربوهیدارت‌های ساختمانی می سازند که پیامد آن افزایش قابلیت هضم و تجزیه پذیری می‌باشد و مصرف کاه را افزایش می‌دهد (محمدآبادی و همکاران ۲۰۱۲؛ الان و همکاران ۲۰۱۸)؛ لذا شاید همین عوامل باعث افزایش قابلیت هضم و مصرف خوراک شده باشد. افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار (جدول ۵) مؤید این موضوع است که با عمل‌آوری‌های انجام شده در آزمایش حاضر، قابلیت تجزیه و تخمیر در شکمبه افزایش یافته است (پوند و همکاران ۲۰۰۵). موافق با نتایج آزمایش حاضر، مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی کاه گندم، در گاوهایی که کاه عمل‌آوری شده با آب اکسیژنه را به‌جای کاه عمل آوری شده با سود یا کاه بدون عمل‌آوری دریافت کردند افزایش یافت (کامرون و همکاران ۱۹۹۰). برخلاف نتایج آزمایش حاضر، مصرف ماده خشک، ماده آلی و قابلیت هضم مواد مغذی گوسفندان در جیره حاوی کاه عمل‌آوری شده با آب اکسیژنه نسبت به جیره شاهد (کاه بدون عمل‌آوری) اختلافی نداشت (مدیک و همکاران ۱۹۹۳).

بخار آب تحت فشار، سبب کاهش درجه پلیمریزاسیون سلولز و انحلال سلولز و همی سلولز به سبب آزاد شدن آنها از بخش لیگنینی و سیلیکایی دیواره سلولی گیاهان می‌شود (لیو و همکاران ۱۹۹۹؛ چاجی و همکاران ۲۰۱۰؛ چاجی و همکاران ۲۰۱۱). در باگاس نیشکر عمل آوری شده با بخار آب تحت فشار، قسمت عمده بخش همی‌سلولزی هیدرولیز شده و به دنبال آن قابلیت دسترسی بخش سلولزی برای هیدرولیز آنزیمی افزایش می یابد. از این رو مقایسه ترکیبات شیمیایی پیت خام و پیت عمل آوری شده نشان می‌دهد که پیت عمل آوری شده با بخار آب تحت فشار به نسبت دارای همی سلولز و لیگنین کمتر و سلولز بیشتری است، اما در

مقایسه، قند محلول آن افزایش دارد که سبب افزایش هضم پذیری دیواره خواهد شد (چاجی و همکاران ۲۰۱۰؛ چاجی و همکاران ۲۰۱۱). عمل آوری پیت نیشکر با بخار آب در دمای پایین باعث افزایش تولید گاز و هضم پذیری ماده آلی شد (چاجی و همکاران ۲۰۱۰). عمل‌آوری پیت خام نیشکر با بخار آب تحت فشار بالا (دمای ۲۱۰ تا ۲۲۰ درجه سیلسیوس، ۱۹ بار فشار به مدت ۳ دقیقه با رطوبت ۷۰ درصد) سبب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی شد (چاجی و همکاران ۲۰۱۱؛ محمدآبادی و همکاران ۲۰۱۲).

در

Table 4- **Growth performance in finishing lambs fed experimental treatments**

Item	Treatments1			SEM	P-value
	1	2	3		
Initial body weight (kg)	30.6	30.9	29.6	1.83	0.86
Final body weight (kg)	36.3c	37.9b	38.2a	0.14	0.007
Total weight gain (kg)	5.65c	6.97b	8.65a	0.41	0.0002
Average daily gain (kg/d)	100.0c	124.5b	154.5a	0.41	0.0002
Feed conversion ratio	10.9a	9.3b	7.4c	0.5	0.0003
Feed efficiency	0.092c	0.107b	0.135a	0.005	0.002
Dry matter intake2 (g/day)	1109c	1162a	1135b	6.36	0.005

[11]- Control (diet containing un-treated sugarcane top), 2- diet containing sugarcane top treated with steam, 3- Diet containing sugarcane top treated with steam (184 °C, 17 atm.) and alkaline hydrogen peroxide 1%.

[2] Consumption of dry matter during the whole of the experimental period (0 to 56 days).

SEM: standard error of the means.

Means in the same row with different superscript letters are different (P <0.05).

٤، داده های مربوط به تاثیر تیمارهای آزمایشی بر بازده رشد وزن بره‌های پرواری ارائه شده است. اختلاف معنی‌داری بین وزن نهایی، افزایش وزن کل دوره، میانگین افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل و بازده خوراک مشاهده شد (P<۰/۰۵). بیشترین وزن نهایی، افزایش وزن کل دوره، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده خوراک و بهترین ضریب تبدیل مربوط به تیمار سوم (سرشاخه نیشکر عمل‌آوری شده با بخار آب و آب اکسیژنه قلیایی) بود و کمترین مقادیر در تیمار شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵). اختلاف تیمار سوم با دوم و تیمار دوم با شاهد نیز برای همه فراسنجه‌ها عملکردی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). افزایش وزن بیشتر و بهبود ضریب تبدیل بره‌ها، در حین عمل‌آوری سرشاخه نیشکر با بخار آب تحت فشار به تنهایی یا همراه با آب اکسیژنه قلیایی را شاید بتوان به افزایش مصرف خوراک و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی در این جیره‌ها در مقایسه با شاهد نسبت داد (جدول ۳). زیرا مصرف بیشتر و هضم بالاتر خوراک منجر به بهبود رشد خواهد شد (پوند و همکاران ۲۰۰۵). دیگران نیز بهبود قابلیت هضم مواد مغذی را در حین استفاده از بخار آب تحت فشار گزارش کرده‌اند (لیو و همکاران ۱۹۹۹؛ چاجی و همکاران ۲۰۱۰؛ چاجی و همکاران ۲۰۱۳؛ کارپ و همکاران ۲۰۱۳؛ زاهدی‌فر و همکاران ۲۰۱٤). میانگین افزایش وزن روزانه‌ی گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌ی حاوی کاه عمل‌آوری شده با آب اکسیژنه قلیایی نسبت به گوساله‌هایی که با جیره حاوی سیلاژ ذرت تغذیه شده بودند اختلاف معنی‌داری نداشت (لویس و همکاران ۱۹۸۷).

Table 4- Growth performance in finishing lambs fed experimental treatments

Item	Treatments[1] 1	2	3	SEM	P-value
Initial body weight (kg)	30.6	30.9	29.6	1.83	0.86
Final body weight (kg)	36.3^{c}	37.9^{b}	38.2^{a}	0.14	0.007
Total weight gain (kg)	5.65^{c}	6.97^{b}	8.65^{a}	0.41	0.0002
Average daily gain (kg/d)	100.0^{c}	124.5^{b}	154.5^{a}	0.41	0.0002
Feed conversion ratio	10.9^{a}	9.3^{b}	7.4^{c}	0.5	0.0003
Feed efficiency	0.092^{c}	0.107^{b}	0.135^{a}	0.005	0.002
Dry matter intake[2] (g/day)	1109^{c}	1162^{a}	1135^{b}	6.36	0.005

[1]1- Control (diet containing un-treated sugarcane top), 2- diet containing sugarcane top treated with steam, 3- Diet containing sugarcane top treated with steam (184 °C, 17 atm.) and alkaline hydrogen peroxide 1%.
[2] Consumption of dry matter during the whole of the experimental period (0 to 56 days).
SEM: standard error of the means.
Means in the same row with different superscript letters are different (P <0.05).

غلظت اسیدهای چرب فرار، pH و نیترون آمونیاکی شکمبه برههای پرواری تغذیه شده با جیرههای آزمایشی در جدول ۵ نشان داده شده است. غلظت نیترون آمونیاکی و pH شکمبه تحت تاثیر جیرههای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). غلظت پروپیونات تحت تاثیر عملآوری سرشاخه نیشکر با بخار آب و آب اکسیژنه قلیایی نسبت به شاهد افزایش معنیدار داشت (P<۰/۰۵) و در تیمار سوم بالاترین غلظت را داشت، هرچند که اختلاف آن با تیمار دوم عددی بود (P>۰/۰۵). افزایش غلظت کل اسیدهای چرب، پروپیونات، بوتیرات، کاهش نسبت استات به پروپیونات (P<۰/۰۵)، استات (P>۰/۰۵) نشان دهنده بهبود قابلیت هضم (جدول ۳) و ارزش غذایی سرشاخه نیشکر در اثر عملآوری با بخار آب و آب اکسیژنه قلیایی است. افزایش قابلیت هضم به مفهوم دسترسی بیشتر میکروارگانیسمهای شکمبه به سلولز و همیسلولز و افزایش تخمیر در شکمبه است که نتیجه آن، افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار میباشد (پوند و همکاران ۲۰۰۵).

Table 5- Rumen parameters of fattening lambs fed with experimental treatments

	Treatment[1] 1	2	3	SEM	P-value
pH	7.03	6.89	6.70	0.19	0.17
Ammonia-N, mg/100 ml	18.68	18.69	20.14	1.002	0.25
Total volatile fatty acids (mmol)	74.78^{b}	85.74^{ab}	93.05^{a}	7.11	0.54
Acetate (mmol/100 mmol)	51.84	55.48	56.07	3.45	0.65
Propionate (mmol/100 mmol)	14.78^{b}	17.99^{ab}	21.59^{a}	2.45	0.029
Butyrate, mmol/100 mmol	6.11^{b}	10.64^{ab}	13.31^{a}	3.89	0.50
Isobutyrate, mmol/100 mmol	0.54	0.36	0.55	0.13	0.58
Valerate, mmol/100 mmol	0.59	0.77	1.01	0.25	0.56
Isovalerate, mmol/100 mmol	0.92	0.50	0.52	0.09	0.08
Acetate: propionate	3.51^{a}	3.08^{ab}	2.60^{b}	0.31	0.67

[1]1- Control (diet containing un-treated sugarcane top), 2- diet containing sugarcane top treated with steam, 3- Diet containing sugarcane top treated with steam (184 °C, 17 atm.) and alkaline hydrogen peroxide 1%.
SEM: standard error of the means.
Means in the same row with different superscript letters are different (P <0.05).

تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجههای خونی معنیدار شد (**Error! Reference source not found.**). غلظت گلوکز خون در جیرههای حاوی سرشاخه نیشکر عملآوری شده نسبت به شاهد افزایش معنیداری داشت (P<۰/۰۵). غلظت گلوکز خون در تیمار سوم نسبت به دو تیمار دیگر بیشترین مقدار بود (P<۰/۰۵) و کمترین

غلظت مربوط به تیمار شـــاهد بود. مقدار آنزیم SGOT (آسـپارتات ترانس آمیناز، AST) تحت تاثیر اسـتفاده از آب اکســیژنه قلیایی قرار نگرفت و غلظت SGPT (آلانین ترانس‌آمیناز، ALT) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و بیشـــترین غلظت در تیمار شـــاهد بود. دامنه SGOT و SGPT در حیوانات اهلی به ترتیب در دامنه ١٤ تا ١٢٣ و ١٤ تا ٤٤ واحد در لیتر گزارش شـــده اســـت (پوند و همکاران ۲۰۰۵؛ داس و همکاران ۲۰۱۷). غلظت SGPT، SGOT در گوســـفندان محلی آســـام به ترتیب ١/٦٧± ٢٠/٦٧ و ٣/٩٦± ١٧٠ واحد در لیتر گزارش شـــد (داس و همکاران ۲۰۱۷). در بره های یودا نیجر یه‌ای نیز غلظت SGPT، SGOT بـه ترتیـب ٠/٦٥± ١٦/٦٤ و ٤/٥٤± ٥٥/٧٧ گزارش شـــده اســـت (آروایو و همکاران ۲۰۱۱). زمانی که به قلب یا کبد آســـیبی وارد شـــود غلظت این آنزیم‌ها در خون افزایش می‌یابد (پوند و همکاران ۲۰۰۵؛ داس و همکاران ۲۰۱۷)، بنابراین عدم تغییر آن نشـــان دهنده سلامت کبد و قلب در حین استفاده از آب اکسیژنه به عنوان یک افزودنی اســـت. غلظت ALP (آلکالین فسـفاتاز) با عمل‌آوری سـرشـاخه نیشـکر افزایش یافت (P<۰/۰۵)، اما بین تیمار دوم و سـوم (حاوی سـرشـاخه نیشکر عمل‌آوری شده) تفاوتی وجود نداشت (آروایو و همکاران ۲۰۱۱).

غلظت طبیعی گلوکز خون گوســـفند، ۵۰-۳۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر گزارش شـــده اســـت (پوند و همکاران ۲۰۰۵). کربوهیدرات‌های جیره در شکمبه نشخوارکنندگان تخمیر شده و به اسیدهای چرب فرار تبدیل می‌شوند. ۸۵ درصد گلوکز خون نشـــخوارکنندگان در طی عمل گلوکونئوژنز در کبد و ۱۵ در صد آن در کلیه‌ها تولید می شود. یکی از علل افزایش گلوکز خون در نشـــخوارکنندگان می‌تواند ناشی از افزایش تولید پروپیونات در شکمبه باشد (پوند و همکاران ۲۰۰۵). همچنین یکی از دلایل افزایش گلوکز در جیره‌های ۲ و ۳ مربوط به ترکیب شـــیمیایی جیره و افزایش قابلیت هضـم مواد مغذی به ویژه NDF و ADF می‌باشـد، به‌علت اینکه مواد مغذی بیشـتری در دسـترس میکروارگانیســم‌های شـــکمبه قرار می‌دهد. مقدار مواد مغذی بیشـتر سـبب افزایش تولید پروپیونات و در نتیجه افزایش قند خون می‌شـــود (پوند و همکاران ۲۰۰۵). هر دوی پروپیونات (جدول ۵) و قابلیت هضـــم مواد مغذی (جدول ۳) در اثر عمل‌آوری ســـرشـــاخه نیشـــکر افزایش یافتند که ممکن است از دلایل افزایش گلوکز خون در این تیمارها باشد.

Table 6- Concentration of blood metabolites in lambs fed experimental treatments

	Treatments[1]				
	1	2	3	SEM	P-value
Glucose, mg/100 ml	34.5^{c}	42.63^{b}	49.63^{a}	2.29	0.0001
Aspartate transaminase (SGOT), IU/L	73.50	72.38	68.25	3.50	0.16
Alanine transaminase (SGPT), IU/L	15.25^{a}	12.63^{b}	13.25^{b}	0.57	0.0001

[1]1- Control (diet containing un-treated sugarcane top), 2- diet containing sugarcane top treated with steam, 3- Diet containing sugarcane top treated with steam (184 ^{o}C, 17 atm.) and alkaline hydrogen peroxide 1%.
SEM: standard error of the means.
Means in the same row with different superscript letters are different (P <0.05).

در **Error! Reference source not found.** اثـر جیره‌های آزمایشـــی بر صـــفات لاشـــه بره‌های پرواری نشـــان داده شـــده اســـت. از نظر آماری، اثر تیمارها بر صـفاتی نظیر وزن زنده، وزن پس از کشـتار، وزن چهار قلم، وزن جگر، وزن قلب، وزن کلیه، وزن پر و خالی دسـتگاه گوارش، وزن ران، وزن سـردسـت، وزن دنبه، وزن گردن، وزن راسته و فیله کمری، وزن قفسه سینه، وزن طحال ، وزن بیضـــه ها و وزن چربی احشـــایی، معنی‌داری نبود (P>۰/۰۵). تیمارها بر وزن پوســـت و وزن شـــش‌ها (جگر ســـفید) تاثیر معنی‌داری داشـــتند

(P<۰/۰۵)، بطوری‌که بیشترین وزن جگر سفید مربوط به تیمار شـــاهد و کمترین وزن مربوط به تیمارهای ۲ و ۳ بود، تیمارهای ۱ و ۳ بیشـــترین و تیمار ۲ کمترین وزن پوســـت را به خود اختصـــاص داده بود. عدم تاثیر بر صـــفات لاشـــه به ویژه وزن اندام‌های احشـــایی از نکات مثبت آزمایش حا ضر می‌با شد. زیرا در حین ا ستفاده از آب اکسیژنه قلیایی توجه به عدم تاثیر منفی آن بر سلامت اندام های احشایی به ویژه کبد دارای اهمیت است (آروایو و همکاران ۲۰۱۱). شـاید افزایش وزن شـش‌ها با افزایش وزن و رشـــد بیشـــتر (جدول ٤) بره‌های تغذیه شـــده با جیره‌های حاوی بقایای سرشاخه عمل‌آوری شده که نیاز اکســـیژن بیشـــتری دارند مرتبط باشـــد (پوند و همکاران ۲۰۰۵). ا ستفاده از هسته‌ی خرمای عمل‌آوری شده با ۱ و ۲ درصد آب اکسیژنه قلیایی تاثیر معنی‌داری بر صفات لاشـــه بره‌های پرواری نداشـــت (خنیفر ۲۰۱۹) که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد.

Table 7-Carcass characteristics of fattening lambs fed experimental treatments (kg)

	Treatment[1]				
	1	2	3	SEM	P-value
Live weight, kg	38.0	38.5	38.5	1.46	0.96
Warm carcass weight, kg	17.4	18.3	18.7	0.95	0.64
Skin weight (kg)	4.73[a]	4.30[b]	4.82[a]	0.02	0.039
Four pens weight (kg)	0.990	0.878	1.06	0.05	0.19
Liver weight (kg)	0.463	0.543	0.540	0.04	0.38
Lung weight (kg)	0.358[b]	0.478[a]	0.548[a]	0.02	0.016
Heart weight (kg)	0.110	0.120	0.138	0.008	0.18
Kidneys weight (kg)	0.085	0.095	0.095	0.007	0.57
Gastro intestinal track-fill weight (kg)	9.10	7.60	7.98	0.59	0.31
Gastro intestinal track-empty weight (kg)	2.88	2.89	3.18	0.16	0.44
Thigh weight (kg)	5.43	5.68	6.00	0.36	0.59
Wristband weight (kg)	2.97	3.05	3.03	0.10	0.84
Fatty tail weight (kg)	2.19	2.63	2.58	0.19	0.33
Neck weight (kg)	1.58	1.71	1.71	0.18	0.84
Order weight (kg)	0.833	0.830	0.883	0.045	0.68
Thorax weight (kg)	4.38	4.43	4.51	0.102	0.69
Spleen weight (kg)	0.083	0.085	0.088	0.008	0.91
Testes weight (kg)	0.172	0.195	0.210	0.035	0.76
Visceral Fat weight (kg)	0.650	0.675	0.725	0.054	0.65
Carcass yield (%)	45.79[b]	47.53[a]	48.57[a]	0.45	0.003

[1]1- Control (diet containing un-treated sugarcane top), 2- diet containing sugarcane top treated with steam, 3- Diet containing sugarcane top treated with steam (184 °C, 17 atm.) and alkaline hydrogen peroxide 1%.
SEM: standard error of the means.
Means in the same row with different superscript letters are different (P <0.05).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حا ضر نشان داد که عمل‌آوری سر شاخه نیشـــکر با بخار آب تحت فشـــار به تنهایی یا همراه با آب اکسیژنه قلیایی یک در صد، باعث کاهش NDF، ADF و الیاف خام سر شاخه نیشکر، افزایش مـصرف خوراک و قابلیت هضـــم مواد مغذی و بهبود عملکرد رشـــد بره‌های

پرواری شد. عمل‌آوری اثر منفی بر شاخصه‌های اندازه‌گیری شده سلامت کبد و قلب نداشت. برخی داده‌های این آزمایش، بویژه نتایج عملکرد رشد، برتری روش عمل‌آوری استفاده توام از بخار آب تحت فشار و آب اکسیژنه قلیایی را نسبت به تیمار بخار به تنهایی نشان داد. شاید بر اساس نتایج آزمایش حاضر بتوان هر دو روش را برای عمل‌آوری سرشاخه نیشکر توصیه کرد. اما، برای انتخاب بین این دو روش، توصیه می‌شود به فراهمی شرایط برای عمل‌آوری (بویژه با بخار آب تحت فشار) و مقرون به صرفه بودن آنها از نظر اقتصادی توجه شود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر حاصل پایان‌نامه دانشجویی می‌باشد و از مسئولین محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، شرکت تهیه و تولید خوراک دام شعیبیه شوشتر و مجتمع دامپروری نمونه ختن شعیبیه شوشتر، بابت همه پشتیبانی‌ها سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

AOAC. Official methods of analysis, 2005. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

Adesogan AT, Arriola KG, Jiang Y, Oyebade A, Paula EM, Pech-Cervantes AA, Romero JJ, Ferraretto LF and Vyas D, 2019. Symposium review: Technologies for improving fiber utilization. Journal of Dairy Science 102: 5726–5755.

Aruwayo A, Maigandi SA, Malami BS and Daneji AI, 2011. Haematological and biochemical parameters of Uda lambs fed graded levels of alkali -treated Neem kernel cake. Nigerian Journal of Basic and Applied Science 19: 277-284.

Broderick GA and Kang JH, 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science 63: 64-75.

Cameron MG, Fahey Jr GC, Clark JH, Merchen NR and Berger LL. 1990. Effects of feeding alkaline hydrogen pemxide-treated wheat straw-based diets on digestion and production by *dairy* cows. Journal of Dairy Science 73:3544.

Chaji M, Mohammadabadi T and Aghaei A. 2011. Fermenting cell walls of processed sugarcane pith by ruminal bacteria, protozoa and fungi. International Journal of Agriculture & Biology 13: 283–286.

Chaji M, Naserian A,Valizadeh R and Mohammadabadi T. 2013. Physicochemical properties of steam treated sugarcane pith and some roughages and their role in ruminants nutrition. Iranian Journal of Animal Science Research 4(4): 298-309.

Chaji M, Naserian AA, Valizadeh R, Mohammadabadi T and Mirzadeh Kh. 2010. Potential use of high-temperature and low temperature steam treatment, sodium hydroxide and an enzyme mixture for improving the nutritional value of sugarcane pith. South African Journal of Animal Sciences 40: 22–31.

Das H, Ali MA, Devi LI, Kirthika P, Gali JMR and Behera P. 2017. Studies on some important enzymes of non-descript sheep of Assam. Journal of Livestock Science 8: 59-62

FAOSTAT. 2013. World agricultural data, http://apps.fao.org/faostat/.

Fisher AV and Boer Hde. 1994. The EAAP standard method of sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures report of the EAAP working group on carcass evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronomico Mediterraneo of Zaragoza and the CEC Directorate General for Agriculture in Brussels. Livestock Production Science 38: 149-159.

França DA, Longo KM, Turibio Gomes SN, Santo JC, Saulo R, Freitas Bernardo FT, Rudorff EVCEA and Andrade Carvalho Jr. 2012. Pre-harvest sugarcane burning: determination of emission factors through laboratory measurements atmosphere 3: 164-180.

Karp SG, Adenise Lorenci Woiciechowski AL, Soccol VT and Soccol CR. 2013. Pretreatment strategies for delignification of sugarcane bagasse: A Review. Brazilian Archives of Biology and Technology 56: 679-689.

Khanifer H. 2019. The effect of alkaline hydrogen peroxide treatment on nutritional value of palm kernel powder in fattening lambs. MSc Dissertation Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani-Ahvaz.

Kingston G, Donzelli JL, Meyer JH, Richard EP, Seeruttun S, Torres J and Van R. 2005. Impact of the green-cane harvest production system on the agronomy of sugarcane. Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists 15: 521-533.

Lewis SM, Kerley MS, Fahey GC, Berger Jr LL and Gould JM. 1987. Use of alkaline hydrogen peroxide treated wheat straw as an energy source for the growing ruminant. Nutrition Reports International 35:1093.

Liu JX, Orskov ER and Chen XB. 1999. Optimization of steam as method for upgrading rice straw as feeds. Animal Feed Science and Technology 76: 345-35.

Meeske R, Meissner HH and Pienaar JP. 1993. The upgrading of wheat straw by alkaline hydrogen peroxide treatment: The effect of NaOH and H_2O_2 on the site and extent of digestion in sheep. Animal Feed Science and Technology 40. (2–3): 121-133.

Menke KH and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research and Development 28: 6-55.

Mohammadabadi T, Chaji M and Bojarpour M. 2012. The effect of processing of sugarcane pith with steam on gas production parameters by using isolated rumen microbiota. Iranian Journal of Animal Science Research 4: 240-246. (Farsi).

Moradi R, Siadat SAA, Siahpoosh AR, Bakhshandeh AM and Moraditalavat MR. 2019. Comparison of quantity and quality indices in green and burnt harvesting sugarcane cultivars. Journal of Crop Production 12: 99-110.

Muzamal M, Baath JA, Olsson L and Rasmuson A. 2016. Contribution of structural modification to enhanced enzymatic hydrolysis and 3-D structural analysis of steam-exploded wood using X-Ray tomography. BioResources 11: 8509-8521.

NRC. 2007. Nutritional requirements of small ruminants. National Academy Press, Washington, D.C., USA.

Ottenstein D and Bartley D. 1971. Improved gas chromatography separation of free acids C2-C5 in dilute solution. Analytical Chemistry 43: 952-955.

Pond WG, Church DC, Pond KR and Schoknecht PA. 2005. Basic Animal nutrition and feeding. 5th ed. Wiley International. Whasington DC, USA.

Pourfarzad A, Mahdavian-Mehr H and Sedaghat N. 2013. Coffee silverskin as a source of dietary fiber in bread-making: Optimization of chemical treatment using response surface methodology. LWT - Food Science and Technology 50: 599-606.doi:10.1016/j.lwt.2012.08.001

Sharifi A and Chaji M. 2019. Effects of processed recycled poultry bedding with tannins extracted from pomegranate peel on the nutrient digestibility and growth performance of lambs. South African Journal of Animal Science 49: 290-300.

UlAin HB, Saeed F, Arshad MU, Ahmad N, Nasir MA, Amir RM, Kausar R and Niaz B. 2018. Modification of barley dietary fiber through chemical treatments in combination with thermal treatment to improve its bioactive properties. International Journal of Food Properties 21: 2491–2499.

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.

Xing Y, Su Z, Wang K, Deng L and Jiang J. 2014. Combination of low-pressure steam explosion and alkaline peroxide pretreatment for separation of hemicellulose, BioResources 9: 3384-3395.

Zahedifar M, Karimi N, Fazaeli H and Mirhadi SA. 2014. Optimization of steam treatment conditions for improving the nutritive value of date leaves. Journal of Agricultural Science and Technology 16: 811-825.

Effect of steam and alkaline hydrogen peroxide treatment on nutritional value of sugarcane top in finishing lambs

V Ghasemi[1] and M Chaji[2*]

Received: June 13, 2020 Accepted: March 3, 2021

[1] Graduate student, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran
[2]Professor, Department of Animal Science, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran
[*] Corresponding author: Email: chaji@asnrukh.ac.ir

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research

Journal of Animal Science/vol.31 No.4/ 2022/pp 85-98

https://animalscience.tabrizu.ac.ir

OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/AS.2022.40277.1571

Introduction: A significant portion of livestock feed resources in Iran are roughage and fibrous which are low in protein, minerals, and digestible energy. However, treated roughage and fibrous have the potential to be used as an energy source in livestock diets (Adesogan et al. 2019). There are 10 sugarcane development companies in Khuzestan province, which have 127,000 hectares under sugarcane cultivation and the area under sugarcane cultivation is 100,000 hectares per year (FAOSTAT 2013). Sugarcane is harvested in two ways: black (burning) and green (harvesting with a harvester). About 15 to 25 percent of the weight of sugarcane includes leaves and branches named sugarcane top, so the green harvesting produces about 20,000 kg of wet biomass per hectare (Moradi et al. 2019). Due to the area under sugarcane cultivation in the Khuzestan province, and its 50% humidity, about two million tons of sugarcane top are produced each year. The sugarcane residues remain on the ground during harvesting and a maintenance operation (burning the residue before and after harvesting) must be performed which pollutes the air and the environment (Kingston et al. 2005). Nonetheless, the sugarcane top residues can be treated to breakdown the lignocellulose structure and degrade lignin increasing access of ruminal microorganisms to lignocellulose. In this study, we evaluated the effects of steam and alkaline hydrogen peroxide treatment in improving the nutritional value of sugarcane top for fattening lambs.

Material and methods: The present experiment was performed in Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. The sugarcane top used in the present experiment was from variety of CP73 and CP57 harvested from Imam Khomeini agro-industry company of Shushtar. Sugarcane was dried and chopped into 2 to 3 cm pieces with a chopper and transferred to the Shoaibiyeh livestock feed company for steam treatment after harvest. Steaming was conducted at 184°C for 4 minutes; the equal pressure was 16 to 18 atm. (average 17 atm.). The sugarcane top was treated using a solution of 1% hydrogen peroxide (pH adjusted to 11.5 using a solution of sodium hydroxide (alkaline hydrogen peroxide). Twenty-four Arabi male lambs with average live weight of 30.4 ± 5 kg were used in a completely randomized design with 3 treatments and 8 replicates for a period of 70 days. Experimental treatments were: 1- control (untreated sugarcane top), 2- diet containing steam treated sugarcane top, and 3- diet containing steam and alkaline hydrogen peroxide treated sugarcane top.

Results and discussion: Treatment with steam and alkaline hydrogen peroxide significantly reduced the percentage of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), crude fiber, lignin, and

increased the significance of the gross energy of sugarcane (P <0.05) yet had insignificant effect on crude protein. Consistent with our results, others have reported a decrease in dry matter, NDF, and ADF by applying water vapor under pressure. The decrease of these nutrients has been attributed to the fragmentation or hydrolysis of all or part of the hemicellulose. Compared to control, average feed intake, digestibility of nutrients, final weight, average daily gain, feed efficiency of lambs, rumen propionate and total volatile fatty acids, and blood glucose were higher in treated sugarcane top fed animals, treatment 3 having the highest values (P<0.05). The components of the experimental diets are the same, and the only difference was in the type of treatments. Therefore, perhaps the reason for the increase in feed consumption in steam- and/or steam-alkaline hydrogen peroxide treated sugarcane top containing treatments is the improved digestibility. Increasing digestibility will cause the material to pass through the rumen faster and thus animals consume more feed. The concentration of alanine transaminase was lower because of the processing of sugarcane top (P<0.05). The concentration of rumen ammonia nitrogen and pH, blood aspartate transaminase, and carcass traits were not affected by the treatments. Therefore, treatment by steam and alkaline hydrogen peroxide caused to improve the nutritional value of sugarcane top, and their combined use (third treatment) showed greatest results.

Keywords: Alanine transaminase, Blood glucose, Chemical composition, Digestibility, Propionate, Volatile fatty acids