

Effects of peat and bagasse processed with ammonia on chemical composition, digestibility, gas production parameters, and performance of fattening calves

Azadeh Mirshamsollahi^{1*}, Alireza Talebian Masoudi¹

¹ Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Research Center of Markazi Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran, Email: Iranmirshams@yahoo.com; A.mirshamsollahi@areo.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Full Paper	Background and Objectives: As the population increases, Food supply is considered as the biggest global crisis. Proper feeding with the cheapest price and the highest productivity is the most important factor in the economy of livestock breeding. The main limitation of agricultural residues and by-products in livestock feeding is the low protein content and digestibility due to the presence of complex lignocellulosic compounds in them, which limits the use of nutrients and their energy by livestock. Therefore, proper processing and utilization of these residues in ruminants feeding is essential to improve livestock production. Including sugarcane by-products is the pulp remaining from extraction and sugar extraction, which is known as peat and bagasse. This by-product has a low nutritional value and is difficult to store due to relatively high humidity. The conducted studies have shown that by using various processing methods, it can be enriched and in addition to raising the nutritional value, can also be preserved. So, this study was carried out in order to localize and develop the method of ammoniating the sugarcane factory by-products (bagasse and peat) with anhydrous ammonia (ammonia gas) in two stages.
Article history: Received: 07/13/2024 Revised: 09/28/2024 Accepted: 09/29/2024	Materials and Methods: At first, sugarcane peat and bagasse were ammoniated, using 3% (by weight) ammonia gas and moisture to at least 20%. Ammonia gas injection was done using pressurized capsule, connection hose and required connections inside the stack. The time required for ammoniated bagasse processing was considered about one month. Analysis of the chemical composition of the processed and original peat and bagasse samples was performed and the digestibility of dry matter and organic matter was determined by using the two-stage digestion method of Tilley and Terry, and the metabolizable energy of the samples was determined by the gas test method. subsequently, 30 fattening calves with an average weight of 242.53 ± 1.62 kg were divided into two groups. In the control and experimental groups were used ordinary peat and bagasse and ammoniated bagasse, respectively. Dry matter intake, daily weight gain and feed conversion ratio were compared between two groups.
Keywords: Anhydrous ammonia Fattening calf Peat and bagasse	Results: Ammonization of peat and bagasse increased crude protein content from 2.40% to 6.84% in ammoniated bagasse. The values of neutral detergent fibers, acid detergent fibers and hemicellulose decreased in ammoniated peat and bagasse (from 83.6 to 80.6 percent, from 53 to 51.2 percent, and from 30.6 to 29.40 percent, respectively). Ammonization of peat and bagasse improved the digestibility of dry matter (from 31.87 to 51.5%) and organic matter (from 31.34 to 51.48%). Replacing of ammoniated peat and bagasse in the fattening calves' diets increased the daily dry matter intake and improved daily weight gain and average weight

at the end of the period, and decreased food conversion ratio. Ammonization increased gas production and digestible organic matter content of bagasse (about 6%) compared to ordinary bagasse and subsequently, the amount of metabolizable energy increased from 4.26 to 5.11 MJ/kg DM in ammoniated bagasse. The daily weight gain and the average final weight of calves in the ammoniated sugarcane bagasse group were significantly higher than the unprocessed sugarcane bagasse group (1.437 versus 1.390 kg and 586.21 versus 558.06 kg, respectively).

Conclusion: Ammonization sugarcane by-products with ammonia gas is a simple and effective way to process and increase the nutritional value of these wastes, So, with this processing method, the amount of crude protein and digestibility of these wastes can be improved to a desirable extent. Using ammoniated peat and bagasse in the diet of fattening calves caused an increase in daily dry matter intake in the entire period, improvement in daily weight gain, average final weight of animals and reduction in feed conversion ratio.

Cite this article: Mirshamsollahi, A., Talebian Masoudi, A.R. (2025). In Effects of peat and bagasse processed with ammonia on chemical composition, digestibility, gas production parameters and performance of fattening calves. *Journal of Ruminant Research*, 13(2), 19-34.



© The Author(s)

DOI: 10.22069/ejrr.2024.22576.1964

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

اثرات استفاده از پیت و باگاس فرآوری شده با آمونیاک بر ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم، فراسنجه‌های تولید گاز و عملکرد گوساله‌های پرواری

آزاده میرشمس الهی^{۱*}، علیرضا طالبیان مسعودی^۱

^۱ استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران، رایانامه: A.mirshamsolahi@areo.ir; Iranmirshams@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۳ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۷/۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۸	سابقه و هدف: امروزه با افزایش جمعیت، تأمین غذا به‌عنوان بزرگ‌ترین بحران جهانی مطرح است. مهم‌ترین عامل در اقتصادی بودن پرورش دام، تغذیه مناسب دام با ارزان‌ترین قیمت و بالاترین بهره‌دهی در تولید می‌باشد. محدودیت اصلی استفاده از پس‌ماندها و تولیدات جانبی کشاورزی در تغذیه دام، مقدار پروتئین ناچیز و گوارش‌پذیری کم این مواد به‌خاطر وجود ترکیبات پیچیده لیگنوسلولزی در آنها می‌باشد که استفاده از مواد مغذی و انرژی آنها را توسط دام محدود می‌نماید. لذا فرآوری و بهره‌برداری مناسب از این پس‌ماندها در تغذیه نشخوارکنندگان، جهت بهبود تولیدات دامی امری اجتناب‌ناپذیر است. ازجمله فرآورده‌های فرعی نیشکر، تقاله باقی‌مانده از عصاره‌گیری و شکرگیری می‌باشد که به‌عنوان پیت و باگاس معروف شده است. این فرآورده فرعی دارای ارزش غذایی پایینی بوده و به دلیل رطوبت نسبتاً بالا، نگهداری آن مشکل است. مطالعات انجام‌شده نشان داده‌اند که با استفاده از انواع روش‌های فرآوری، می‌توان آن را غنی‌سازی کرده و ضمن بالا بردن ارزش غذایی، امکان ماندگاری آن را نیز فراهم نمود. لذا این پژوهش به-منظور بومی‌سازی و توسعه روش آمونیاکی کردن فرآورده‌های فرعی کارخانه نیشکر، با آمونیاک بدون آب (گاز آمونیاک)، طی دو مرحله اجرا شد.
واژه‌های کلیدی: آمونیاک بدون آب پیت و باگاس گوساله پرواری	مواد و روش‌ها: در ابتدا آمونیاکی کردن پیت و باگاس نیشکر با استفاده از ۳ درصد وزنی گاز آمونیاک و رطوبت به میزان حداقل ۲۰ درصد انجام شد. تزریق گاز آمونیاک با استفاده از کپسول تحت فشار، شیلنگ رابط و اتصالات موردنیاز به درون پشته انجام شد. زمان لازم برای فرآوری باگاس آمونیاکی شده، حدود یک ماه در نظر گرفته شد. نمونه فرآوری شده به همراه نمونه پیت و باگاس اولیه مورد تجزیه شیمیایی شامل اندازه‌گیری پروتئین خام، الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی قرارگرفته و گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی با استفاده از روش هضم دومرحله‌ای تلی‌وتری و انرژی قابل متابولیسم نمونه‌ها با آزمون تولید گاز تعیین شد. سپس ۳۰ رأس گوساله پرواری با میانگین وزنی $1/62 \pm 242/53$ به دو گروه تقسیم شدند. در گروه شاهد، از پیت و باگاس معمولی و در گروه آزمایشی از پیت و باگاس آمونیاکی استفاده شد. مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک، بین دو گروه مقایسه گردید.

یافته‌ها: آمونیاکی کردن پیت و باگاس، باعث افزایش مقدار پروتئین خام آن از ۲/۴۰ درصد به ۶/۸۴ درصد شد. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خشی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و همی سلولز در پیت و باگاس آمونیاکی کاهش یافت (به ترتیب از ۸۳/۶ به ۸۰/۶ درصد، از ۵۳ به ۵۱/۲ درصد و از ۳۰/۶ به ۲۹/۴۰ درصد). آمونیاکی کردن باعث بهبود گوارش پذیری ماده خشک (از ۳۱/۸۷ به ۵۱/۵ درصد) و ماده آلی باگاس (از ۳۱/۳۴ به ۵۱/۴۸ درصد) شد. آمونیاکی کردن باعث افزایش تولید گاز و افزایش میزان ماده آلی قابل هضم باگاس (به میزان حدود ۶ درصد) نسبت به باگاس معمولی شد و متعاقب آن میزان انرژی قابل متابولیسم از ۴/۲۶ به ۵/۱۱ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک در باگاس آمونیاکی افزایش پیدا کرد. افزایش وزن روزانه و میانگین وزن پایان دوره گوساله‌ها در گروه باگاس نیشکر آمونیاکی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه باگاس نیشکر غیر فرآوری شده بود (به‌ترتیب ۱/۴۳۷ در مقابل ۱/۳۹۰ کیلوگرم و ۵۸۶/۲۱ در مقابل ۵۵۸/۰۶ کیلوگرم).

نتیجه‌گیری: آمونیاکی کردن فرآورده‌های فرعی نیشکر با گاز آمونیاک روشی ساده و مؤثر برای فرآوری و افزایش ارزش غذایی این پس‌ماندها می‌باشد. به‌طوری‌که با انجام این روش فرآوری، می‌توان میزان پروتئین خام و گوارش‌پذیری این پس‌ماندها را به میزان مطلوبی بهبود بخشید. استفاده از پیت و باگاس آمونیاکی در جیره گوساله‌های پروراری به‌جای پیت و باگاس معمولی، سبب افزایش مصرف ماده خشک روزانه در کل دوره، بهبود افزایش وزن روزانه، میانگین وزن نهایی دام‌ها و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردید.

استاد: میرشمس الهی، آزاده؛ طالبیان مسعودی، علیرضا. (۱۴۰۴). اثرات استفاده از پیت و باگاس فرآوری شده با آمونیاک بر ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم، فراسنجه‌های تولید گاز و عملکرد گوساله‌های پروراری. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۳(۲)، ۱۹-۳۴.



© نویسندگان.

DOI: 10.22069/ejrr.2024.22576.1964

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت، تأمین غذا به عنوان بزرگ‌ترین بحران جهانی مطرح است. نیاز بیشتر به منابع خوراکی، به خصوص منابع پروتئینی، انسان را بر آن داشته تا با افزایش تولیدات کشاورزی و دامی، این مشکل مهم را حل نماید. مهم‌ترین عامل در اقتصادی بودن پرورش دام، تغذیه مناسب دام با ارزان‌ترین قیمت و بالاترین بهره‌دهی در تولید می‌باشد. رشد جمعیت و افزایش واحدهای دامی از یک سو و افزایش قیمت علوفه، غلات و منابع پروتئینی مورد استفاده در صنعت دام و طیور، تولیدکنندگان را ناگزیر به سمت استفاده از محصولات غیرمرسوم و پس‌ماندهای کشاورزی کشانده است (Hamedi و همکاران، ۲۰۱۶). محدودیت اصلی استفاده از پس‌ماندها و تولیدات جانبی کشاورزی در تغذیه دام، مقدار پروتئین ناچیز و گوارش‌پذیری کم این مواد به خاطر وجود ترکیبات پیچیده لیگنوسلولزی در آن‌ها است که استفاده از مواد مغذی و انرژی آن‌ها را توسط دام محدود می‌نماید. لذا فرآوری و بهره‌برداری مناسب از این پس‌ماندها در تغذیه نشخوارکنندگان، جهت بهبود تولیدات دامی امری اجتناب‌ناپذیر است (Ma و همکاران، ۲۰۲۰).

سطح زیر کشت نیشکر در کشور ۷۱۰۰۰ هکتار و میزان تولید این محصول ۵/۳۲ میلیون تن می‌باشد (Agricultural Statistics, ۲۰۲۲). از جمله فرآورده‌های فرعی نیشکر، تفاله باقی‌مانده از عصاره‌گیری و شکرگیری می‌باشد که به عنوان پیت و باگاس معروف شده است. با توجه به این که میزان پیت و باگاس حاصل از هر هکتار نیشکر، معادل حداقل ۱۵ تن ماده خشک (۳۵ تن باگاس تر) می‌باشد، میزان تولید سالانه این مواد در خوزستان بیش از یک میلیون تن (بر اساس ماده خشک) برآورد می‌شود. این فرآورده فرعی دارای ارزش غذایی پایینی بوده و به

دلیل رطوبت نسبتاً بالا، نگهداری آن مشکل است. مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که با استفاده از انواع روش‌های فرآوری، می‌توان آن را غنی‌سازی کرده و ضمن بالا بردن ارزش غذایی، امکان ماندگاری آن را نیز فراهم نمود (ASRI, ۲۰۱۴). یکی از عواملی که استفاده از باگاس نیشکر را برای تغذیه دام محدود می‌نماید، گوارش‌پذیری کم ماده خشک آن است که معمولاً کمتر از ۵۰ درصد می‌باشد. الیاف آن حاوی حدود ۴۰ درصد سلولز، ۳۵ درصد همی‌سلولز و ۱۵ درصد لیگنین است که دلیل امکان قابلیت کم استفاده از آن در تغذیه دام است (Alves da Costa و همکاران، ۲۰۱۵). مقدار پروتئین خام باگاس کم و تقریباً ۹۰ درصد نیتروژن آن همراه با الیاف است. همچنین مقدار الیاف محلول در شوینده اسیدی باگاس نیشکر بین ۵۸ تا ۶۲ درصد می‌باشد (Torres و همکاران، ۲۰۰۳). روش‌های متعددی نظیر روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، تاکنون برای شکستن ساختار لیگنوسلولز و افزایش مقدار پروتئین خام فرآورده‌های فرعی بخش کشاورزی و افزایش گوارش‌پذیری آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (Maski و Shrinivasa, ۲۰۱۷). با توجه به این که مقدار پروتئین هضم پذیر ضایعات کارخانجات نیشکر (پیت و باگاس) پایین است، انتخاب یک منبع نیتروژنی مناسب که بتوان با آن ارزش غذایی این پس‌ماندها را بهبود بخشید، بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Alves da Costa و همکاران، ۲۰۱۵). در میان انواع روش‌های غنی‌سازی، استفاده از ترکیبات قلیایی از جمله اوره و آمونیاک رواج یافته است. آمونیاکی کردن می‌تواند هر دو محدودیت استفاده از این فرآورده‌ها شامل کم بودن گوارش‌پذیری و مقدار پروتئین را برطرف کند. آمونیاکی کردن فرآورده‌های فرعی کشاورزی، علاوه بر افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک (تا ۲۰ درصد) و افزایش محتویات پروتئین خام (۲-۳ برابر) در این ضایعات، می‌تواند

خوش خوراکی و میزان مصرف آن‌ها را نیز بهبود بخشید (Shrinivasa و Maski, ۲۰۱۷). در تحقیقی، ترکیب شیمیایی فرآورده‌های فرعی نیشکر پس از فرآوری با سطوح صفر، یک، دو و چهار درصد آمونیاک بدون آب و اوره مورد مطالعه قرار گرفت. منابع آمونیاک، مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی باگاس را کاهش دادند. همچنین مقدار همی سلولز فرآورده‌های فرعی، پس از فرآوری با اوره و بسته به سطح آمونیاک کاهش یافت. مقدار سلولز باگاس به وسیله فرآوری با آمونیاک بدون آب کاهش یافت. انجام فرآوری، مقدار پروتئین خام هر دو فرآورده فرعی را با توجه به سطح آمونیاک افزایش داد (Gesualdi و همکاران، ۲۰۰۱). Samadi و همکاران (۲۰۱۶) کیفیت و گوارش پذیری آزمایشگاهی باگاس نیشکر آمونیاکی شده (با استفاده از ۴ درصد اوره) را پس از انکوباسیون در دمای اتاق (در شرایط هوازی) در مدت زمان‌های مختلف (۰، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ روز) ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که طول مدت انکوباسیون، تأثیر معنی داری بر میزان الیاف خام باگاس نداشت، اما تأثیر معنی داری بر میزان پروتئین خام تیمارهای فرآوری شده نسبت به گروه شاهد داشت. این پژوهش با هدف بررسی گوارش پذیری آزمایشگاهی ماده خشک و ماده آلی باگاس و پیت آمونیاکی شده و بررسی اثرات کاربرد آن در جیره بر عملکرد پروراری گوساله‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پروژه در دو مرحله اجرا شد. در مرحله نخست، مخلوط باگاس و پیت نیشکر، با روش پشته‌سازی با گاز آمونیاک به میزان ۳ درصد وزنی پیت باگاس فرآوری گردید. بدین صورت که پیت و باگاس تهیه شده از کشت و صنعت نیشکر خوزستان، روی پلاستیک عریض ریخته شد و پس از تنظیم رطوبت به میزان ۲۵ تا ۳۰ درصد، لبه‌های پلاستیک از

همه طرف روی هم قرار داده شده و درزگیری شد. به طوری که پشته با هوای بیرون ارتباط نداشت. تزریق از آمونیاک با استفاده از کپسول تحت فشار، شیلنگ رابط و اتصالات مورد نیاز به درون پشته انجام شد. زمان لازم برای فرآوری باگاس آمونیاکی شده، حدود یک ماه در نظر گرفته شد. پس از اتمام زمان لازم برای فرآوری، نمونه‌گیری از محصول آمونیاکی شده انجام شد و نمونه فرآوری شده به همراه نمونه پیت و باگاس اولیه مورد تجزیه شیمیایی شامل اندازه‌گیری پروتئین خام، الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی قرار گرفته و گوارش پذیری ماده خشک و ماده آلی با استفاده از روش هضم دمرحله‌ای Tilley و Terry (۱۹۶۳) و انرژی قابل متابولیسم نمونه‌ها با روش آزمون تولید گاز تست تعیین شد (Menke و Steingass, ۱۹۸۸). مقدار پروتئین خام نمونه‌ها مطابق با توصیه‌های انجمن رسمی شیمی دانان کشاورزی^۱ تعیین شد و میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نمونه‌ها با استفاده از روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱)، در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور تعیین شد.

در مرحله دوم، تعداد ۳۰ رأس گوساله پروراری دورگ سیمنتال ۶ تا ۸ ماهه با میانگین وزن اولیه ۱/۶۲ $\pm$ ۲۴۲/۵ کیلوگرم به طور تصادفی به دو گروه آزمایشی و شاهد (هر گروه ۱۵ رأس) تقسیم شدند و برای هر گروه آزمایشی، سه تکرار پنج رأسی در نظر گرفته شد که به طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند. گوساله‌های گروه شاهد با یک جیره غذایی پایه به همراه مخلوط باگاس و پیت خام (بدون فرآوری) و گوساله‌های گروه آزمایشی از جیره غذایی پایه به همراه مخلوط باگاس و پیت آمونیاکی شده، تغذیه شدند.

1. Association of official analytical chemists (AOAC)

اثرات استفاده از پیت و باگاس فرآوری شده... / آزاده میرشمس الهی و علیرضا طالبیان مسعودی

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی گوساله ۳۰۰ کیلوگرمی (بر اساس ۱۰۰ درصد ماده خشک)

Table 1- Ingredients and chemical composition of experimental diets on dry matter percentage (Calf weight: 300 kg)

پیت و باگاس نیشکر آمونیاکی Ammoniated peat and bagasse	شاهد (پیت و باگاس نیشکر) Control (peat and bagasse)	Feed ingredients	اجزاء خوراک
16.00	18.00	Alfalfa hay	یونجه خشک
-	18.00	Sugarcane peat and bagasse	پیت و باگاس نیشکر
20.00	-	Ammoniated Sugarcane peat and bagasse	پیت و باگاس نیشکر آمونیاکی
8.00	8.00	Corn silage	سیلاژ ذرت
22.00	22.00	Barley grain	دانه جو
12.00	12.00	Wheat bran	سبوس گندم
14.56	13.94	Corn grain	دانه ذرت
5.39	6.59	Soybean meal	کنجاله سویا
0.50	0.50	Calcium carbonate	کربنات کلسیم
0.80	0.50	Mineral and vitamin mix ¹	مکمل معدنی و ویتامینی
0.19	0.19	Salt	نمک
0.20	0.20	Sodium bicarbonate	بیکربنات سدیم
0.08	0.08	Antifungal	ضد قارچ
0.28	-	Simple superphosphate (SSP)	سوپر فسفات ساده
Chemical composition, % of DM			ترکیبات شیمیایی (بر اساس ماده خشک)
1.52	1.54	NE _m ²	انرژی خالص نگهداری (مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک)
0.94	0.95	NE _g ³	انرژی خالص رشد (مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک)
80.17	81.29	Dry matter	ماده خشک (درصد)
93.77	93.86	Organic matter	ماده آلی (درصد)
12.00	12.00	Crude protein	پروتئین خام (درصد)
0.66	0.68	Calcium	کلسیم (درصد)
0.48	0.44	Phosphorus	فسفر (درصد)
41.13	41.70	Neutral detergent fiber	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
26.33	25.85	Acid detergent fiber	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
6.23	6.14	Ash	خاکستر (درصد)
0.27	0.19	Sulphur	گوگرد (درصد)

۱. هر کیلوگرم مکمل شامل: ۶۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین آ، ۲۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین دی، ۲۰۰ میلی گرم ویتامین ای، ۲۵۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان، ۱۹۵ گرم کلسیم، ۸۰ گرم فسفر، ۲۱۰۰۰ میلی گرم منیزیم، ۲۲۰۰ میلی گرم منگنز، ۳۰۰۰ میلی گرم آهن، ۳۰۰ میلی گرم مس، ۱۰۰ میلی گرم کبالت، ۱۲۰ میلی گرم ید و ۱/۱ میلی گرم سلنیم.

۱. Composition: 600,000 IU/kg of vitamin A, 200,000 IU/kg of vitamin D, 200 mg/kg of vitamin E, 2500 mg/kg antioxidant, 195 g/kg of Ca, 80 g/kg of P, 21000 mg/kg Mg, 2200 mg/kg of Mn, 3000 mg/kg of Fe, 300 mg/kg of Zn, 300 mg/kg of Cu, 100 mg/kg of Co, 120 mg/kg of I and 1/1 mg/kg of Se.

۲. Net energy for maintenance

۳. Net Energy for gain

برای هر سه تکرار، یک سرنگ شاهد (حاوی تنها ۳۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) در نظر گرفته شد و بر اساس آن، گاز تولیدی سرنگ‌های حاوی نمونه تصحیح گردید. در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از قرار دادن سرنگ‌ها در انکوباتور، گاز تولیدی قرائت و ثبت گردید. ماده آلی قابل هضم^۵ و انرژی قابل متابولیسم^۶ با استفاده از معادلات زیر محاسبه شد (۲۱).

$$\begin{aligned} & 9 + (TA) \times 0.0181 + (CP) \times 0.0595 + (GP) \times 0.9991 = \\ & OMD(\%) \\ & 1.06 + (TA) \times 0.0081 - (EE) \times 0.022 + (CP) \times 0.0084 = \\ & ME(MJ/Kg DM) = 0.157 (GP) \end{aligned}$$

در این معادلات، GP تولید گاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه) پس از ۲۴ ساعت، CP مقدار پروتئین خام (درصد ماده خشک)، EE میزان عصاره اتری و TA مقدار خاکستر کل (درصد ماده خشک) می‌باشد. داده‌ها با استفاده از رویه مدل‌های آمیخته^۶ در نرم‌افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۲، سال ۲۰۰۳) و با در نظر گرفتن تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه دام‌ها به‌عنوان متغیر کمکی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مدل آماری به‌صورت زیر می‌باشد:

$y_{ij} = \mu + b_{iw} + T_i + e_{ij}$ که در این مدل y_{ij} مقدار هر مشاهده μ ؛ میانگین کل b_{iw} ؛ ضریب کوواریت T_i ؛ اثر تیمار و e_{ij} ؛ اثر خطای آزمایشی بود. تجزیه داده‌های مربوط به مصرف خوراک و افزایش وزن دام‌ها به‌صورت اندازه‌گیری‌های تکرار شده در زمان و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

جیره غذایی دام‌های هر دو گروه با استفاده از NRC (۲۰۰۰) گاوهای گوشتی و نرم‌افزار جیره نویسی^۱ LRNS با توجه به میزان رشد و احتیاجات غذایی گوساله‌ها در هر مرحله وزنی به‌گونه‌ای تنظیم شدند که از نظر انرژی و پروتئین یکسان باشند. برای عادت‌پذیری گوساله‌ها، دو هفته دوره عادت‌پذیری در نظر گرفته شد. اجزاء و ترکیب جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. خوراک به‌صورت کاملاً مخلوط^۲ و در حد اشتها^۳ دو نوبت در روز در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت و مقدار خوراک مصرفی به‌گونه‌ای تنظیم شد که در پایان ۲۴ ساعت، آخور گوساله‌ها حدود ۵ درصد باقیمانده خوراک داشته باشد. گوساله‌ها در تمام مدت شبانه‌روز به آب تازه و سنگ نمک دسترسی داشتند. طول دوره آزمایشی ۸ ماه بود. برای اندازه‌گیری مقدار خوراک مصرفی گوساله‌ها، مقدار خوراک داده شده و باقی‌مانده آن در آخور گوساله‌ها به‌طور روزانه ثبت گردید. جهت تعیین تغییرات وزن بدن گوساله‌ها در طی مدت آزمایش، گوساله‌ها در شروع آزمایش و سپس ماهیانه یکبار با رعایت ۱۴ تا ۱۶ ساعت گرسنگی و قبل از تغذیه وعده صبح، وزن‌کشی می‌شدند.

آزمون تولید گاز و تعیین فراسنجه‌های تخمینی: برای اندازه‌گیری میزان تولید گاز، روش Menke و همکاران (۱۹۷۹) مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه آسیاب شده در داخل سرنگ‌های مربوطه قرار داده شد. برای هر نمونه سه تکرار در نظر گرفته شد. مایع شکمبه صاف‌شده و تازه و بزاق مصنوعی به‌نسبت یک به دو مخلوط و مقدار ۳۰ میلی‌لیتر از این مخلوط به سرنگ حاوی نمونه اضافه‌شده سپس سرنگ‌ها در دستگاه انکوباتور 39 ± 1 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

4. Organic Matter Digestibility (OMD)
5. Metabolizable Energy (ME)
6. Mixed model

1. Large Ruminant Nutrition System
2. Total Mixed Ration
3. Ad libitum

اثر آمونیاکی کردن بر ترکیب شیمیایی پیت و باگاس نیشکر و گوارش پذیری آن، در جدول ۲ آمده است. پروتئین خام پیت و باگاس نیشکر در نتیجه آمونیاکی کردن، ۲/۸۵ برابر افزایش یافت. به طوری که میزان پروتئین خام در پیت و باگاس اولیه ۲/۴ درصد و در پیت و باگاس فرآوری شده با آمونیاک به ۶/۸۴ درصد افزایش یافت.

افزایش پروتئین خام یکی از شناخته شده ترین نتایج و از اهداف فرآیند آمونیاکی کردن ضایعات کشاورزی است، اگرچه مقدار افزایش بسته به عوامل متعددی نظیر منبع و سطح آمونیاک مورد استفاده، رطوبت، دما و نوع پسماند متغیر می باشد (Schneider و Flachowsky، ۱۹۹۰؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۴). در تحقیق Ahmed و همکاران (۲۰۱۳) نیز بررسی ترکیب شیمیایی باگاس نیشکر خام و تیمار شده نشان داد که فرآوری با اوره، میزان نیتروژن مواد لیگنوسلولزی را افزایش داد و با افزایش مدت نگهداری، این افزایش معنی دار بود. این یافته شبیه به یافته های Atta Elmnan و همکاران (۲۰۰۷) و Hassoun و همکاران (۱۹۹۰) بود. نیتروژن اضافه شده ابتدا به شکل اوره وجود داشته و به دنبال آن آمونیاک آزاد می شود. Talebian Masoudi و Mirshamsollahi (۲۰۲۴) نیز افزایش مقدار پروتئین خام کاه گندم از ۴/۷۸ درصد به حداقل ۸/۹۵ و حداکثر ۱۳/۰۳ درصد در کاه آمونیاکی که با سطوح مختلف گاز و رطوبت فرآوری شده بود را گزارش دادند.

آمونیاکی کردن پیت و باگاس نیشکر باعث کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی، همی سلولز و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شد (جدول ۲). Ahmed و همکاران (۲۰۱۳) نیز مشاهده کردند که فرآوری باگاس نیشکر با اوره، باعث کاهش اجزای دیواره سلولی شامل الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، لیگنین و همی

سلولز شد. Atta Elmnan و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که فرآوری محصولات جانبی کشاورزی توسط اوره، باعث آزاد شدن آمونیاک شده و با مواد لیگنوسلولزی واکنش داده و ارزش تغذیه ای آن ها را بهبود می بخشد. میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی باگاس نیشکر فرآوری شده با اوره، با افزایش دوره تیمار کاهش یافت. این کاهش عمدتاً به دلیل تخریب همی سلولز توسط آمونیاک و در نتیجه کاهش مقدار آن بود. بخش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نیز از طریق فرآوری باگاس نیشکر با اوره به طور معنی داری کاهش یافت (Van Soest و همکاران، ۱۹۸۴). Theander و Aman (۱۹۸۴) بیان کردند که دمای بالا و شرایط قلیایی، باعث ایجاد شکاف در لیگنین و ایجاد پیوندهای دیگر بین واحدهای فنیل پروپان و گروه های فنلی آزاد می شود و در نتیجه کاهش وزن مولکولی و شکاف اتصالات به همی سلولز، حلالیت لیگنین در محلول قلیایی افزایش می یابد.

کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و همی سلولز به واسطه آمونیاکی کردن کاه با گاز آمونیاک در گزارش های متعدد مشاهده می شود (Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۴؛ Talebian Masoudi و Mirshamsollahi، ۲۰۲۴؛ Saenger و همکاران، ۱۹۸۳). گزارش شده است که کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی به دنبال آمونیاکی کردن، یکی از دلایل افزایش مصرف کاه آمونیاکی توسط نشخوارکنندگان می باشد (Brand و همکاران، ۱۹۹۱). گزارش شده که آمونیاکی کردن کاه گندم و کاه برنج، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را کاهش داده است (Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۴؛ Ma و همکاران، ۲۰۲۰).

Dehghani و همکاران (۲۰۲۱) اثر فرآوری کاه گندم و باگاس نیشکر را با اوره (۵ درصد) بر

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی، به روش کیسه‌های نایلونی موردبررسی قرار دادند. پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده ختنی هر دو ماده آزمایشی کاه گندم و باگاس نیشکر بعد از عمل‌آوری با اوره افزایش یافت. تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده ختنی کاه گندم پس از عمل‌آوری با اوره از ۳۵/۶۹ و ۲۱/۶۹ درصد به ۴۴/۰۴ و ۲۹/۱۲ و در باگاس نیشکر به ترتیب از ۱۸/۸۸ و ۱۵/۶۵ درصد به ۲۳/۹۲ و ۱۹/۵۲ درصد افزایش یافت. بیان‌شده که همی سلولز بیشترین تأثیر را در آمونیاکی شدن می‌پذیرد و بخشی از آن، محلول می‌شود که به علت افزایش گروه‌های کربوکسیل آزاد به دنبال شکافتن پیوندهای استری اسیدهای اورونیک در همی سلولز است و از دست رفتن گروه‌های استیل، نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی اتفاق افتاده در بخش همی سلولز می‌باشد (Schneider و Flachowsky، ۱۹۹۰).

همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، آمونیاکی کردن، باعث افزایش ۲۰ درصدی گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی پیت و باگاس نیشکر نسبت به نمونه خام اولیه شد؛ به‌طوری‌که گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی باگاس خام و باگاس فرآوری شده، به ترتیب حدود ۳۱ و ۵۱ درصد بود. مطابق با نتایج این تحقیق، نتایج حاصل از فرآوری سرشاخه‌های نیشکر با محلول ۵ درصد اوره و استفاده از آن در تغذیه بز، حاکی از افزایش مقدار پروتئین خام از ۲/۷۶ درصد به ۱۱/۸۳ درصد و بهبود

تجزیه شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی آن به دنبال فرآوری با اوره بود و ارزش غذایی آن توسط فرآوری با اوره افزایش یافت (Ali و همکاران، ۲۰۱۵). گزارش شده است که فرآوری با اوره، باعث از بین رفتن نسی پیوند بین لیگنین و سایر اجزای دیواره سلولی می‌شود که باعث می‌شود باکتری‌های شکمبه مواد الیافی را تجزیه کنند (Ngyuen و همکاران، ۲۰۰۲). محققین دیگر اظهار داشتند که تیمار آمونیاکی علوفه ممکن است بر خود لیگنین یا پیوند آن تأثیر بگذارد که ممکن است تخریب دیواره سلولی را افزایش دهد. تغییر مهم در طی تیمار قلیایی، تورم دیواره سلولی گیاه و پارگی آن می‌باشد که به میکروب‌های شکمبه اجازه دسترسی بهتر به کربوهیدرات‌های ساختمانی و در نتیجه، افزایش گوارش‌پذیری را می‌دهد (Mason و همکاران، ۱۹۹۰). Masoudi Talebian و Mirshamsollahi (۲۰۲۴) در آزمایش مشابه، افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی کاه را به ترتیب از ۴۷/۵ و ۴۴/۰۴ درصد، به حداقل ۵۱/۶۳ و ۵۵/۵۵ و حداکثر ۶۸/۷۸ و ۶۸/۹۷ درصد در کاه آمونیاکی بسته به سطح گاز و رطوبت مورد استفاده گزارش کرده‌اند. نتایج پژوهش‌های دیگر نشان داده است که با توجه به محلول شدن بخشی از همی سلولز در پی آمونیاکی کردن کاه، سوبسترای بیشتری در دسترس باکتری‌های شکمبه قرار می‌گیرد و باعث افزایش گوارش‌پذیری محصول آمونیاکی می‌شود (Schneider و Flachowsky، ۱۹۹۰؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی و گوارش پذیری پیت و باگاس اولیه و پیت و باگاس آمونیاکی

Table 2- Chemical composition and digestibility of primary and ammoniated Sugarcane peat and bagasse

P-value	SEM	پیت و باگاس آمونیاکی Ammoniated peat and bagasse	شاهد Control	ترکیب شیمیایی و گوارش پذیری (درصد ماده خشک) Chemical composition and Digestibility
0.06	0.35	95.85	93.95	ماده آلی Organic matter
0.001	1.65	6.84	2.40	پروتئین خام Crude protein
0.01	2.02	80.60	83.60	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF
0.05	3.01	51.20	53.00	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF
0.07	1.89	29.40	30.60	همی سلولز Hemicellulose
0.0001	3.67	51.50	31.87	گوارش پذیری ماده خشک (درصد) Dry matter digestibility
0.0001	4.01	51.48	31.34	گوارش پذیری ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility

همبستگی منفی با میزان اجزای دیواره سلولی دارد، بیشتر بودن الیاف نامحلول در شوینده خنثی و کمتر بودن کربوهیدرات های غیرساختمانی در کاه عمل آوری نشده، باعث کاهش تولید گاز می شود (De Boever و همکاران، ۲۰۰۵).

در تحقیقی، اثر عمل آوری کاه گندم با اوره و آمونیاک بر گوارش پذیری کاه در گوسفند نر موردبررسی قرار گرفت. در تجزیه پذیری شکمبه، بخش b تحت تأثیر عمل آوری قرار گرفت اما بالاترین میزان تجزیه در کاه عمل آوری شده با آمونیاک مشاهده گردید. در فراسنجه های تولید گاز، بیشترین تولید گاز را در مقایسه با شاهد، کاه عمل- آوری شده با اوره و آمونیاک داشتند، اما بالاترین نرخ تولید گاز را کاه عمل آوری شده با آمونیاک داشت. گزارش شده است که افزایش گاز تولیدی نشان دهنده بیشتر بودن انرژی قابل متابولیسم، نیتروژن قابل تخمیر و دیگر مواد مغذی موردنیاز فعالیت میکروارگانیسم های شکمبه است (Singh و Datt، ۱۹۹۵).

اثرات آمونیاکی کردن بر تولید گاز و خصوصیات تخمیر شکمبه ای پیت و باگاس نیشکر: جدول ۳
میزان تولید گاز در باگاس عمل آوری نشده و باگاس آمونیاکی در زمان های مختلف انکوباسیون (تا ۹۶ ساعت) را به ازای ۲۰۰ میلی گرم نمونه نشان می دهد. با افزایش زمان انکوباسیون، مقدار تولید گاز به طور تدریجی در باگاس معمولی و باگاس آمونیاکی افزایش یافت، اما برای باگاس آمونیاکی از میزان بیشتری برخوردار بود، به طوری که مقدار تولید گاز در پایان انکوباسیون در محصول آمونیاکی بیشتر بود. این جدول همچنین ماده آلی قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم تخمین زده شده (Steingass و Menke، ۱۹۸۸) را نشان می دهد. همان گونه که ملاحظه می گردد، آمونیاکی کردن باعث افزایش تولید گاز و افزایش میزان ماده آلی قابل هضم باگاس (به میزان حدود ۶ درصد) نسبت به باگاس معمولی شد و متعاقب آن میزان انرژی قابل متابولیسم از ۴/۲۶ به ۵/۱۱ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک در باگاس آمونیاکی افزایش پیدا کرد. با توجه با این که تولید گاز

جدول ۳- میزان تولید گاز و تخمین انرژی قابل متابولیسم در پیت و باگاس نیشکر اولیه و پیت و باگاس نیشکر آمونیاکی
Table 3- Gas production and estimation of metabolizable energy in primary and ammoniated Sugarcane peat and bagasse
پارامترهای تولید گاز

Gas production parameters						گروه‌های آزمایشی Experimental group
انرژی قابل متابولیسم Metabolizable energy (MJ/kg DM)	ماده آلی قابل هضم Digestible organic matter (%)	اسیدهای چرب زنجیر کوتاه (میلی مول) SCFA (mmol)	ثابت نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت) c (ml/h)	پتانسیل تولید گاز (میلی لیتر) b (ml)	تولید گاز در ۲۴ ساعت Gas production in 24 h (mL/g DM)	
4.26	29.65	0.451	0.02	68.63	20.53	شاهد Control
5.11	35.04	0.565	0.02	71.02	25.66	پیت و باگاس آمونیاکی Ammoniated peat and bagasse
0.65	2.10	0.02	0.0001	2.20	1.95	SEM
0.001	0.001	0.05	0.1	0.03	0.001	P-value

و میزان مصرف آن‌ها را نیز بهبود بخشید (Shrinivasa و Maski، ۲۰۱۷).

Gunun و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تأثیر تغذیه باگاس نیشکر فرآوری شده با اوره (۴ درصد) و/یا هیدروکسید کلسیم (۲ درصد اوره + ۲ درصد هیدروکسید کلسیم) بر مصرف خوراک، گوارش پذیری و تخمیر شکمبه گوساله‌های گوشتی، نشان دادند که گاوهای تغذیه شده با تیمار باگاس + اوره و تیمار باگاس + اوره + هیدروکسید کلسیم، مصرف خوراک بالاتر و گوارش پذیری ظاهری بالاتری نسبت به گروه شاهد داشتند. تغذیه با این دو تیمار منجر به افزایش اسید پروپیونیک و کاهش اسیداستیک، کاهش نسبت اسیداستیک به اسید پروپیونیک و کاهش تولید متان شد. این محققین اذعان داشتند که ارزش غذایی باگاس نیشکر فرآوری شده (با اوره و/یا هیدروکسید کلسیم) بهبود یافته و تغذیه گوساله‌های گوشتی با آن می‌تواند مصرف خوراک، گوارش پذیری و تخمیر شکمبه را افزایش دهد.

اثرات تغذیه با پیت و باگاس آمونیاکی بر عملکرد گوساله‌های پرواری: جدول ۴ اثر استفاده از باگاس نیشکر و باگاس نیشکر آمونیاکی شده را در جیره غذایی گوساله‌های پرواری بر عملکرد و صفات پروار گوساله‌ها در کل دوره نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مصرف ماده خشک روزانه دو گروه شاهد و آزمایشی در کل دوره، تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). در پژوهش انجام شده توسط Talebian Masoudi و Mirshamsollahi (۲۰۲۴) نیز استفاده از گاه آمونیاکی به جای گاه معمولی در جیره گوساله‌های پرواری، باعث افزایش میانگین مصرف ماده خشک روزانه از ۹/۵۳ کیلوگرم در روز به ۹/۹۶ کیلوگرم شد. از بین روش‌های شیمیایی فرآوری، استفاده از اوره و آمونیاک مورد توجه زیادی قرار گرفته است زیرا با محلول‌سازی همی سلولز، باعث افزایش خوش خوراکی و بهبود گوارش پذیری و مصرف اختیاری می‌شوند. مشخص شده است که آمونیاکی کردن ضایعات کشاورزی، علاوه بر افزایش گوارش پذیری ماده خشک و افزایش محتویات پروتئین خام در این ضایعات، می‌تواند خوش خوراکی

جدول ۴- اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد و صفات پرواری گوساله‌ها

Table 4- The effect of experimental diets on performance and fattening traits of calves

P-Value	گروه‌های آزمایشی experimental groups			
	SEM	پیت و باگاس نیشکر آمونیاکی	شاهد	
		Ammoniated Sugarcane peat and bagasse	Control	
0.04	0.54	8.64	8.26	ماده خشک مصرفی (kg) Dry matter intake (kg)
0.08	1.62	241.33	243.73	وزن اولیه (kg) Initial weight (kg)
0.01	0.038	1.44	1.31	افزایش وزن روزانه (kg) Daily weight gain (kg)
0.007	3.45	586.21	558.06	میانگین وزن نهایی (kg) Average final weight (kg)
0.01	0.3	6.1	6.26	ضریب تبدیل غذایی FCR

مصرف‌کننده کاه آمونیاکی را ناشی از بهبود گوارش‌پذیری آن و افزایش مصرف مواد مغذی قابل هضم در جیره حاوی آن بیان کردند. همچنین جایگزینی کاه آمونیاکی با کاه معمولی در جیره گوساله‌های هلشتاین، ضریب تبدیل غذایی را به شکل معنی‌داری بهبود بخشید (Talebian Masoudi و Mirshamsollahi، ۲۰۲۴).

نتیجه‌گیری کلی

آمونیاکی کردن فرآورده‌های فرعی نیشکر (پیت و باگاس نیشکر) با گاز آمونیاک روشی ساده و مؤثر برای فرآوری و افزایش ارزش غذایی این پسماندها می‌باشد. به‌طوری‌که با انجام این روش فرآوری، می‌توان میزان پروتئین خام و گوارش‌پذیری این پسماندها را به میزان مطلوبی بهبود بخشید. سطح بهینه مصرف گاز آمونیاک برای فرآوری پیت و باگاس نیشکر، ۲/۵ تا ۳ درصد وزنی پسماندها و رطوبت مناسب این فرآورده‌های فرعی برای آمونیاکی کردن، ۲۵ تا ۳۰ درصد می‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش، استفاده از پیت و باگاس آمونیاکی در جیره گوساله‌های پرواری به جای پیت و باگاس معمولی،

افزایش وزن روزانه و میانگین وزن پایان دوره گوساله‌ها در گروه باگاس نیشکر آمونیاکی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه باگاس نیشکر غیر فرآوری شده بود ($P \leq 0.01$) (جدول ۴). Flachowsky و همکاران (۱۹۹۹) در تحقیق خود دلایل بهبود افزایش وزن دام‌ها را در زمان مصرف کاه آمونیاکی، به افزایش مصرف اختیاری کاه آمونیاکی و بهبود گوارش‌پذیری آن در مقایسه با کاه عمل‌آوری نشده نسبت دادند. همچنین، لیگنین‌زدایی و حذف منومرهای لیگنین که فعالیت میکروبی در شکمبه را مهار می‌کنند، از دلایل آن ذکر شده است. افزایش وزن روزانه در جیره‌های حاوی کاه آمونیاکی جایگزین شده با کاه معمولی به دنبال افزایش مصرف و بهبود گوارش‌پذیری آن گزارش شده است (Talebian Masoudi و Mirshamsollahi، ۲۰۲۴؛ Faulkner و همکاران، ۱۹۸۵).

همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، ضریب تبدیل غذایی در کل دوره پروار به شکل معنی‌داری در گروه باگاس آمونیاکی شده بهبود نشان داد. Yiqiang و Qingxiang (۱۹۹۳) در پژوهش خود، بهبود ضریب تبدیل غذایی در دام‌های

سبب افزایش مصرف ماده خشک روزانه در کل دوره، بهبود افزایش وزن روزانه، میانگین وزن نهایی دامها و کاهش ضریب تبدیل غذایی می شود. با عمل آوری و افزایش ارزش غذایی فرآورده های فرعی نیشکر که دارای میزان پروتئین خام و گوارش پذیری پایینی می باشند، می توان میزان بیشتری از آنها را جایگزین اقلامی چون یونجه، سیلوی ذرت و انواع کنجاله ها در جیره غذایی دامها نمود و به دنبال آن با کاهش هزینه تمام شده جیره ها، هزینه تولید گوشت کاهش یافته و سود بیشتری عاید دامدار خواهد شد.

References

- Agricultural Statistics. (2022). Agricultural Statistics (Crop Year 2020-2021) Volume One: Crop Products. First edition, Ministry of Jihad-e Keshavarzi, Deputy for Planning and Economic Affairs, Information and Communication Technology Center. (In Persian).
- Ahmed, M.H., Babiker, S.A., Fadel Elseed, A. E. M. A. & Mohammed, A. M. (2013). Effect of Urea-treatment on Nutritive value of Sugarcane Bagasse. *ARPN Journal of Science and Technology*, 3 (8).
- Animal Science Research Institute of Iran (ASRI). (2014). Introducing technologies for extracting five million tons of agricultural waste in the animal husbandry industry. Agricultural Research, Education and Extension organization. (In Persian).
- Ali, H. A. M., Abubakr, O. I. & Sulieman, Y. R. (2015). Evaluation and improvement of the nutritive value of sugar cane tops fed as sole diet to goats or supplemented with groundnut cake or sorghum grain. *Journal of Natural Resource and Environment Studies*, 3: 29-35.
- Alves da Costa, D. A., de Souza, C. L., Saliba, E. D. O. S. & Carneiro, J. D. (2015). By-products of sugar cane industry in ruminant nutrition. *International Journal of Advance Agriculture Resource*, 3: 1-9.
- Atta Elmnan, B. A., Fadel Elseed, A. M. A. & Salih, A. M. (2007). Effect of ammonia and urea treatments on the chemical composition and rumen degradability of bagasse. *Journal of Applied Science Research*, 3(11): 1359-1362.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*. Vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Brand, A.A., Cloete, S.W.P. & Franck, F. (1991). The effect of supplementing untreated, urea-supplemented and urea-ammoniated wheat-straw with maize-meal and/or fish-meal in sheep. *South African Journal of Animal Science*, 21(1): 48-54.
- Datt, C. & Singh, G. (1995). Effect of protein supplementation on *in vitro* digestibility and gas production of wheat straw. *Indian Journal of Dairy Science*, 48: 357-361.
- De Boever, J. L., Aerts, J. M., Vanacker, J. M. & De Brabander, D. L. (2005). Evaluation of the nutritive value of maize silages using a gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*, 123: 255-265.
- Dehghani, M., Afzalzadeh, A. & Norouziyan, M.A. (2021). The study of chemical composition and ruminal degradability parameters of urea treatment of wheat straw and sugarcane bagasse. *Animal Production*, 23 (2): 191-200. (In Persian).
- Faulkner, D. B., Llamas, G. L., Ward, J. K. & Klopfenstein, T. J. (1985). Improving the intake and nutritive value of wheat straw for beef cows. *Animal Feed Science and Technology*, 12(2): 125-132.
- Flachowsky, G., Kamra, D.N. & Zadrazil, F. (1999). Cereal straws as animal feed-possibilities and limitations. *Journal of Applied Animal Research*, 16(2): 105-118.
- Gesualdi, A. C. L. D. S., Silva, J. F. C. D., Vasquez, H. M. & Erbesdobler, E. D. (2001). Effect of ammoniation on the composition, retention and conservation of sugar cane bagasse and tops. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(2): 508-517.
- Gunun, N., Wanapat, M., Gunun, P., Cherdthong, A., Khejornsart, P. & Kang, S. (2016). Effect of treating sugarcane bagasse with urea and calcium hydroxide on feed intake, digestibility, and rumen fermentation in beef cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 48: 1123-1128.

- Hamedi, M., Chashani Del, Y. & Timuri Yansari, A. (2017). Effect of different levels of wastage malt on the performance of fattening male lambs. The first national conference on agriculture, natural resources and veterinary medicine. Ardakan, Iran. (In Persian).
- Hassoun, P., Geoffroy, F., Saminadin, G., Prior, P. & Beramis, M. (1990). Studies on the ammoniation of sugar-cane bagasse by urea. Effects of moisture, urea levels, urease source and treatment periods on composition, *in vitro* dry matter digestibility and evolution of ureolytic bacteria. *Animal Feed Science and Technology*, 29: 113-129.
- Ma, Yulin, Xu Chen, Muhammad Zahoor Khan, Jianxin Xiao, Shuai Liu, Jingjun Wang, Zhiyuan He, Congcong Li, & Zhijun Cao. (2020). The impact of ammoniation treatment on the chemical composition and *in vitro* digestibility of rice straw in chinese holsteins. *Animals*, 10: 1854.
- Mason, V. C., Cook, J. E., Dhanoa, M. S., Keene, A. S., Hoadley, C. J. & Hartley, R.D. (1990). Chemical composition, digestibility *in vitro* and bio degradability of grass hay oven-treated with different amounts of ammonia. *Animal Feed Science and Technology*, 29: 237-249.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1): 217-222.
- Menke, K.H. & 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: 7-55.
- Ngyuen, X. T., Dan, C. X., Ly, L.V. & Sandsle, F. (2002). Effect of urea concentration, moisture content and duration of treatment on chemical composition of alkali treated rice straw. *Livestock Research for Rural Development*, 10 (1): 74-78.
- Qingxiang, M. & Yiqiang, X. (1993). Effects of weat straw ammoniation and concentrate supplementation on lamb performance. *Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 1.
- Sadeghi, S., Valizadeh, R., Naserian, A. & Tahmasabi, A. (2014). Nutritive value of wheat straw treated with gaseous or liquid ammonia trough nylon bag and *in vitro* gas production techniques. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 7 (3): 257-266. (In Persian).
- Saenger, P. F., Lemenager, R. P. & Hendrix, K. S. (1983). Effects of anhydrous ammonia treatment of wheat straw upon *in vitro* digestion, performance and intake by beef cattle. *Journal of Animal Science*, 56(1): 15-20.
- Samadi, S., Wajizah, S., Usman, Y., Riayatsyah, D. & Al-Firdausyi, Z. (2016). Improving Sugarcane Bagasse as Animal Feed by Ammoniation and Followed by Fermentation with *Trichoderma harzianum* (*In vitro* Study). *Animal Production*, 18(1): 14-21.
- Schneider, M. & Flachowsky, G. (1990). Studies on ammonia treatment of wheat straw: Effects of level of ammonia, moisture content, treatment time and temperature on straw composition and degradation in the rumen of sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 29(3-4): 251-264.
- Shrinivasa, D. J. & Maski, D. (2017). Opportunities and Challenges for Straw Fortification for Livestock Feed: Scope for Mechanization. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 6(9): 1661-1670.
- Talebian Masoudi, A. & Mirshamsollahi, A. (2024). Effects of wheat straw processed with ammonia on chemical composition, digestibility, gas production parameters and performance of fattening calves. *Animal Production Research*. (In Persian).
- Theander, O. & Aman, P. (1984). In: F. Sundstol and E. Owen (Editors) Straw and other by-products as feed. Elsevier, Amsterdam. Pp. 45.
- Tilley, J.M.A. & Terry, R.A. (1963). A two-stage technique for the indigestion of forage crops. *Journal British Grassland Society*, 18: 104-111.
- Torres, L.B., Ferreira, M.D.A., Vêras, A.S.C., Melo, A.A.S.D. & Andrade, D.K.B.D. (2003). Sugar cane bagasse and urea as replacement of soybean meal in the growing dairy cattle diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(3): 760-767.

- Van Soest, P. J., Mascarenhas Ferreira, A. & Hartley, R. D. (1984). Chemical properties of fiber in relation to nutritive quality of ammonia-treated forages. *Animal Feed Science and Technology*, 10: 155-164.
- Van Soest, P.J., Robertson, G.B. & Lewis, B.A. (1991). Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.