

بررسی ارزش تغذیه‌ای سیلاژ بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل‌آوری شده

با اوره و گاز آمونیاک در تغذیه نشخوارکنندگان

افروز شریفی (نویسنده مسئول)^۱، عزیز کردونی^۲، علیرضا آقاشاهی^۳، بهاره طاهری دزفولی^۱، مریم اثنی عشری^۴

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲- محقق بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۳- دانشیار بخش پژوهش‌های تغذیه دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۴- استادیار بخش تحقیقات بیوتکنولوژی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: مهر ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۰۱۹۶۴۴۳

Email: afrooz.sharifi@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2024.362072.2306

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی ارزش غذایی، فراسنجه‌های تولید گاز، تخمیر و گوارش‌پذیری مواد مغذی سیلاژ بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل‌آوری شده با اوره و گاز آمونیاک در تغذیه نشخوارکنندگان صورت گرفت. این مطالعه در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) جیره آزمایشی حاوی ۲۰ درصد سیلاژ بقایای نیشکر بدون مواد افزودنی (تیمار شاهد)، (۲) تیمار شاهد همراه با افزودن ۳ درصد اوره به کنسانتره (شاهد مثبت)، (۳) جیره حاوی سیلاژ بقایای نیشکر سیلو شده با ۵ درصد اوره پودر شده و (۴) جیره حاوی سیلاژ بقایای نیشکر سیلو شده با ۳ درصد گاز آمونیاک بودند. ابتدا تیمارها به صورت برون‌تنی انکوبه شدند و سپس در تغذیه میش مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج حاصل از آزمایشات برون‌تنی نشان داد با عمل‌آوری بقایای نیشکر با گاز آمونیاک، درصد ماده خشک، پروتئین خام و نیتروژن کل سیلاژها در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌دار افزایش یافت ($P < 0.05$). در همه زمان‌های انکوباسیون، با انکوباسیون بقایای نیشکر عمل‌آوری شده با گاز آمونیاک پتانسیل تولید گاز (b) به طور قابل توجهی بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). نتایج حاصل از آزمایش درون‌تنی نشان داد مصرف پروتئین خام با جیره حاوی سیلاژ بقایای نیشکر عمل‌آوری شده با گاز آمونیاک به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). غلظت فراسنجه‌های خونی شامل اوره، نیتروژن اوره‌ای و پروتئین تام در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت ($P < 0.05$). در کل، نتایج حاضر از مطالعه حاضر نشان داد سیلو کردن بقایای حاصل از برداشت نیشکر با ۳ درصد گاز آمونیاک در شرایط آزمایشگاهی و درون‌تنی، سبب بهبود فراسنجه‌های هضم و تخمیر شکمبه شد.

واژه‌های کلیدی: آمونیاک، اوره، بقایای حاصل از برداشت نیشکر، سیلاژ، نشخوارکنندگان.



Research Journal of Livestock Science No 148 pp: 59-76

Investigating nutritive value of sugarcane post-harvest wastes silage treated with urea and ammonia gas in ruminant feedingBy: Sharifi^{1*}, A., Kardooni², A., Aghashahi³, A., Taheri Dezfuli¹, B. and Asna Ashari⁴, M.

1- Assistant Professor, Animal Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

2- Animal Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

3-Associate professor, Department of Animal Nutrition, Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

4- Assistant Professor, Department of Biotechnology, Animal Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: May 2024**Accepted: October 2024**

This study was conducted to investigate the nutritional value, *in vitro* gas production and fermentation parameters and nutrient digestibility of sugarcane residues silage treated with urea and ammonia gas in ruminant feeding *in vitro* and *in vivo* in a completely randomized design. The experimental treatments included 1) diet containing 20% of sugarcane post-harvest wastes silage without additives (control treatment), 2) control treatment with the addition of 3% urea to the concentrate (positive control), 3) diet containing 20% of sugarcane post-harvest wastes ensiled with 5% urea powder and 4) diet containing 20% of sugarcane post-harvest wastes ensiled with 3% ammonia gas. Results of the *in vitro* experiment showed that the dry matter (DM), crude protein (CP) and total nitrogen content of silages increased significantly ($P<0.05$) by treating sugarcane residues with ammonia gas compared to the control. At all incubation times, highest potential of gas production (b) was obtained by incubation of sugarcane residues ensiled with ammonia compared to the control treatment ($P<0.05$). In term of *in vivo* study, CP intake was significantly increased in sheep fed diet containing silage processed with ammonia gas than the control treatment ($P<0.05$). The DM, organic matter (OM), CP and neutral detergent fiber (NDF) digestibility were increased in sheep fed diet containing sugarcane residues processed with ammonia gas than the control treatment ($P<0.05$). By processing sugarcane harvest residues with different sources of NPN (non-protein nitrogen), the concentration of blood parameters including urea, urea nitrogen and total protein increased compared to the control ($P<0.05$). In general, the results of *in vitro* and *in vivo* studies indicated that ensiling sugarcane residue with 3% ammonia gas improved ruminal digestion and fermentation parameters.

Key words: Ammonia, Urea, Sugarcane post-harvest waste, Silage, Ruminants**مقدمه**

صنعت‌ها سوزانده می‌شود. با توجه به کمبود مواد خوراکی مورد نیاز دام در کشور، بقایای پس از برداشت نیشکر با تولید سالانه بیش از ۲ میلیون تن می‌تواند بخشی از این کمبود را جبران کند (مشایخی، ۱۳۹۸). عمل سیلوسازی بقایای پس از برداشت نیشکر

نیشکر به‌طور وسیعی (با سطح زیر کشت ۱۲۰ هزار هکتار) در مناطق جنوبی کشور برای تولید شکر کشت می‌شود. سالانه حجم بسیار زیادی از بقایای حاصل از برداشت نیشکر (پس از برداشت محصول اصلی یعنی نی) به هدر می‌رود و یا توسط کشت و

در پژوهشی عنوان کردند آمونیاکی کردن کاه گندم با استفاده از آمونیاک بدون آب (گاز آمونیاک) روشی ساده، سریع و کاربردی برای افزایش گوارش پذیری و پروتئین خام کاه می باشد. آن ها میزان بهینه مصرف گاز آمونیاک را حدود ۲/۵ تا ۳ درصد ماده خشک کاه و رطوبت بهینه کاه گندم برای آمونیاکی کردن را ۲۵ تا ۳۰ درصد گزارش کردند. نتایج مطالعه آن ها نشان داد جایگزینی کاه آمونیاکی به جای کاه معمولی در جیره پروراری می تواند موجب کاهش قیمت خوراک و هزینه تولید گوشت در گوساله های پروراری شود.

در بسیاری از مطالعات گذشته روش های مختلف عمل آوری و استفاده از افزودنی های مختلف فقط روی سرشاخه نیشکر جهت افزایش ارزش غذایی آن صورت گرفته است. این در حالی است که مطالعات کمی روی کل بقایای پس از برداشت این محصول یعنی مجموع سرشاخه و برگ های جانبی آن انجام شده است که مدنظر مطالعه حاضر است. لذا هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی ارزش تغذیه ای، فراسنجه های تولید گاز، تخمیر و گوارش پذیری مواد مغذی سیلاژ بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل آوری شده با اوره و گاز آمونیاک در تغذیه نشخوارکنندگان در شرایط برون تنی و درون تنی بود.

مواد و روش ها

بقایای حاصل از برداشت نیشکر مورد نیاز برای انجام طرح از مزارع کشت و صنعت نیشکر استان خوزستان (کشت و صنعت دعبل خزائی) جمع آوری شد و گاز آمونیاک مورد استفاده از کارخانه یخ شهر اهواز تهیه گردید. این تحقیق در قالب دو آزمایش برون تنی و درون تنی انجام شد. آزمایش برون تنی روی سیلاژهای آزمایشی بقایای نیشکر صورت گرفت که در آن سه تیمار شامل (۱) سیلاژ بقایای نیشکر بدون افزودنی، (۲) مکمل شده با ۵ درصد اوره و (۳) مکمل شده با ۳ درصد گاز آمونیاک بودند. سپس در مرحله دامی سیلاژهای مذکور در جیره کامل مخلوط گنجانده شدند. تیمارهای آزمایشی مرحله دامی شامل: (۱) جیره آزمایشی حاوی ۲۰ درصد سیلاژ بقایای نیشکر بدون مواد افزودنی (تیمار شاهد؛ ۲) تیمار شاهد همراه با افزودن ۳ درصد اوره به

به نگهداری و استفاده از آن در تمام فصول سال کمک می نماید و از هدرروی آن در زمان برداشت نیز جلوگیری می کند و از طرفی، سبب خوشخوراکی آن و همچنین غنی تر شدن آن با استفاده از افزودنی ها می شود (عالمزاده، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه مقدار پروتئین خام هضم پذیر بقایای پس از برداشت نیشکر کم است، انتخاب یک منبع نیتروژنی مناسب که بتوان با آن ارزش غذایی سرشاخه را بهبود داد، بسیار حائز اهمیت است. در میان روش های گوناگون غنی سازی، استفاده از ترکیبات قلیایی از جمله اوره و آمونیاک رواج یافته است. اوره یک منبع مفید تولیدکننده آمونیاک برای غنی سازی مواد لیگنوسلولزی و افزایش ارزش غذایی آن هاست و در عین حال یک منبع معادل نیتروژن غیرپروتئینی در جیره نشخوارکنندگان است. مقدار اوره مورد نیاز جهت عمل آوری می تواند متغیر باشد. مقدار پیشنهادی ۴-۵ درصد اوره بر اساس ماده خشک، با توجه به تأثیر آمونیاکی کردن و کاهش هزینه ها در نظر گرفته شده است (Guo و همکاران، ۲۰۰۲). آمونیاک خشک به معنی آمونیاک بی آب است که محتوای نیتروژن آن ۸۲/۳ درصد است که در دما و فشار معمولی، آمونیاک خشک یک گاز است. مشخص شده آمونیاکی کردن ضایعات کشاورزی معمولاً گوارش پذیری ماده خشک را تا ۲۰ درصد و محتویات پروتئین خام را ۱-۲ برابر افزایش می دهد. همچنین خوش خوراکی و میزان مصرف را می تواند بهبود دهد (Guo و همکاران، ۲۰۰۲).

میزان ارزش غذایی بقایای لیگنوسلولزی عمل آوری شده با آمونیاک در مجموع می تواند دو برابر افزایش یابد و کاهش کپک زدگی، تخریب بذور علف های هرز و تخم انگل ها و باکتری ها در محصول را نیز به دنبال دارد (Guo و همکاران، ۲۰۰۲). در گزارش دیگری افزایش مقدار آمونیاک از ۱۰ تا ۲۵ گرم در کیلوگرم کاه سبب افزایش قابل توجه گوارش پذیری ماده آلی شد، اما افزایش بیشتر از ۲۵ تا ۴۰ گرم در کیلوگرم سبب بهبود جزئی شد و کاربرد بیش از ۴۰ گرم آمونیاک به ازای هر کیلوگرم ماده خشک کاه، اثر بیشتری را به دنبال نداشت (Sundstøl، ۱۹۸۴). اخیراً طالبیان مسعودی و همکاران (۱۴۰۲)

۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت پس از انکوباسیون توسط دستگاه فشارسنج دیجیتال ثبت شد. پارامترهای تولید گاز از معادله نمایی $P=b(1-e^{-ct})$ محاسبه شدند (Orskov و McDonald، ۱۹۷۹). در معادله مذکور b گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر (میلی‌لیتر)، c نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان انکوباسیون بر حسب ساعت و P میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان مورد نظر می‌باشد. به منظور تعیین فراسنجه‌های تخمیر (۵) تکرار در هر تیمار شامل گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی نمونه‌های آزمایشی و فراسنجه‌های تخمیر شامل pH، غلظت نیترژن آمونیاکی، سنتز پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر طراحی شد. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (Vercoe، ۲۰۱۰)، ابتدا میزان گاز تولیدی هر ویال ثبت گردید. سپس درب ویال‌ها باز و pH آن‌ها به وسیله دستگاه pH متر (مدل ۷۴۴؛ شرکت Metrohm سوئیس) ثبت گردید. محتوای هر ویال با ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. بقایای هر ویال جمع‌آوری شد و خشک گردید. میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از اختلاف وزن سوسترای اولیه و وزن بقایا پس از انکوباسیون محاسبه گردید (Azizi و همکاران، ۲۰۱۸). جهت تعیین غلظت نیترژن آمونیاکی، نمونه‌های سوپرناتانت (۵ میلی‌لیتر) سریعاً با یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی جیره‌های آزمایشی بر اساس معادله زیر تخمین زده شد (منکی و استینگس، ۱۹۸۸):

$$IVOMD \text{ (g/kg OM)} = 148.8 + 8.89 \text{ GAS} + 0.450 \text{ CP} + 0.65 \text{ XA}$$

که در این معادله IVOMD میزان گوارش‌پذیری ماده آلی؛ GAS میزان گاز خالص تولیدی برای ۲۰۰ میلی‌گرم سوستر پس از ۱۶ ساعت انکوباسیون (Menk و Stingess، ۱۹۸۸)؛ CP میزان پروتئین خام به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک؛ XA خاکستر خام به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و

کنسانتره (شاهد مثبت)؛ (۳) جیره حاوی بقایای نیشکر سیلوشده با ۵ درصد اوره پودر شده و (۴) جیره کامل مخلوط حاوی بقایای مزرعه نیشکر سیلوشده با ۳ درصد گاز آمونیاک بودند.

جهت تهیه سیلاژهای آزمایشی از کیسه‌های پلاستیکی کوچک با ابعاد ۴۵×۹۰ سانتی‌متر جهت سیلو کردن استفاده شد. در تیمار چهارم، جهت آمونیاکی کردن بقایا مقدار رطوبت بهینه ۳۰ درصد (طالبیان مسعودی، ۱۴۰۲) در نظر گرفته شد. به این صورت که ابتدا مقدار مشخصی بقایای پس از برداشت نیشکر در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و رطوبت بقایا پس از یک روز در معرض هوای آزاد قرار گرفتن به سطح مورد نظر رسید. عملیات تزریق گاز هر کیسه روی ترازوی دیجیتال صورت گرفت، به نحوی که وزن دقیق مقدار گاز تزریقی قابل کنترل بود. مقدار تزریق گاز با توجه به وزن هر پرس و ماده خشک آن و سطح در نظر گرفته شده صورت گرفت. پس از اتمام گازدهی، کیسه پلاستیکی از نازل جدا و محل ورود نازل به خوبی با چسب بسته و درزگیری شد. بعد از گذشت ۴۵ روز از زمان تهیه سیلاژها، اقدام به بازکردن آن‌ها شد و نمونه‌برداری صورت گرفت. میزان pH سیلاژهای آزمایشی، توسط دستگاه دیجیتالی رومیزی مدل جنوی تعیین گردید. جهت اندازه‌گیری غلظت نیترژن آمونیاکی سیلاژهای آزمایشی از روش Broderick و Kang (۱۹۸۰) استفاده گردید.

در آزمایش برون‌تنی که فقط روی سیلاژهای آزمایشی صورت گرفت، گوارش‌پذیری مواد مغذی، تولید گاز و تخمیر سیلاژهای آزمایشی (۳ تیمار آزمایشی، ۱۰ تکرار در هر تیمار و در سه ران مختلف) با استفاده از تکنیک تولید گاز تعیین شد. برای این منظور آزمون تولید گاز روی سیلاژهای آزمایشی بر اساس روش Marten و Barnes (۱۹۸۰) انجام شد. به این صورت که حدود ۲۵۰ میلی‌گرم سیلاژ خشک تهیه شد و پس از آسیاب کردن (اندازه ذرات ۱ میلی‌متری) در ویال‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری قرار داده شد. مایع شکمبه به میزان مورد نیاز توسط لوله مری از ۲ رأس میش بالغ گرفته شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. میزان گاز تولیدی در ویال‌ها (۵ تکرار در هر تیمار) در زمان‌های صفر، ۲،

میانگین وزن زنده $49/2 \pm 1/23$ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با ۴ جیره (تیمار) و ۳ تکرار صورت گرفت. شرایط تغذیه و مدیریت پرورش میش‌های انتخاب شده پیش از انجام آزمایش یکسان بود. اجزاء خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی تغذیه شده به میش‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. جیره‌های غذایی بر اساس جداول احتیاجات غذایی NRC (۲۰۰۷) تنظیم شدند. در تمام جیره‌های آزمایشی نسبت علوفه به کنسانتره ثابت بود و به ترتیب ۷۰ به ۳۰ تنظیم شد. از روز اول میش‌ها به صورت تصادفی در جایگاه جداگانه به ابعاد 2×2 و به ارتفاع ۱ متر نگهداری شدند. آزمایش به مدت ۲۱ روز (شامل ۱۴ روز دوره عادت‌پذیری به قفس‌ها و جیره‌های آزمایشی و ۷ روز نمونه‌گیری) به طول انجامید. جیره‌های غذایی ۲ بار در روز (صبح و ۱۶ عصر) و به صورت آزاد (*ad libitum*) در اختیار دام‌ها قرار گرفت، به طوری که روزانه ۵ درصد خوراک در آخور باقی بماند.

DOMD ماده آلی قابل هضم در ماده خشک می‌باشد. تولید پروتئین میکروبی (MPS) به صورت زیر محاسبه گردید (Blumel و همکاران، ۱۹۹۷):

$$MP \text{ (mg/g DM)} = \text{mg ADS} - (\text{ml gas} \times 2.2 \text{ mg/ml})$$

که ADS سوبسترای هضم شده ظاهری و $2/2$ عامل استوکیومتری بر حسب میلی گرم کربن، هیدروژن و اکسیژن مورد نیاز برای سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است. اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از معادله Getachew و همکاران (۲۰۰۲) به صورت زیر محاسبه شد:

$$SCFA \text{ (mmol/200 mg DM)} = 0.0222GP - 0.0042$$

لازم به ذکر است که جهت افزایش اعتبار داده‌های حاصله، در این مرحله آزمون تولید گاز در سه ران (Run) مجزا انجام شد.

در مرحله بعد، اثر جیره‌های آزمایشی در تغذیه میش داشتی (شرایط درون تنی) بر گوارش‌پذیری مواد مغذی، پارامترهای شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی بررسی شد. این آزمایش با ۱۲ رأس میش داشتی نژاد عربی ۳-۴ ساله (ماه اول و دوم آبستنی) با

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی کامل مخلوط حاوی سیلاژ بقایای حاصل از برداشت نیشکر
عمل آوری شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی

تیمارهای آزمایشی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)				اقلام خوراکی
سیلاژ بقایای نیشکر (شاهد)	سیلاژ بقایای نیشکر + خام + اوره در کنسانتره	سیلاژ بقایای نیشکر	سیلاژ بقایای نیشکر + گاز آمونیاک	
۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	یونجه خشک
۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	کاه گندم
۲۰۰	-	-	-	سیلاژ بقایای نیشکر خام
-	۱۹۲	-	-	سیلاژ بقایای نیشکر خام + اوره در کنسانتره
-	-	۲۰۰	-	سیلاژ بقایای نیشکر عمل آوری شده + اوره
-	-	-	۲۰۰	سیلاژ بقایای نیشکر عمل آوری شده + گاز آمونیاک
۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	دانه جو آسیاب شده
۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	سبوس گندم
-	۸/۰	-	-	اوره
۱۷/۰	۱۷/۰	۱۷/۰	۱۷/۰	پیش مخلوط ^۱
ترکیب شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک یا واحد بیان شده)				
۲/۰۲	۱/۹۸	۲/۰۱	۲/۰۱	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)
۸۹/۱	۱۱۱/۳	۱۱۱/۲	۱۱۱/۲	پروتئین خام
۷۷۳	۷۷۸	۷۷۳	۷۷۴	ماده خشک
۹۱۸	۸۸۲	۹۱۸	۹۱۷	ماده آلی
۵۸۶	۵۸۲	۵۸۳	۵۸۱	الیاف نامحلول در شوینده خنثی
۵۳۲	۵۳۱	۵۳۳	۵۳۰	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی
۲۴/۷	۲۴/۵	۲۴/۷	۲۴/۷	چربی خام
۸/۷۰	۷/۸۰	۸/۷۰	۸/۷۰	کلسیم
۳/۳۰	۳/۳۰	۳/۳۰	۳/۳۰	فسفر

۱- هر کیلوگرم از پیش مخلوط حاوی: ۲۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۱۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۲۵۰ میلی گرم منگنز، ۲۵۰۰ میلی گرم روی، ۳۷۵ میلی گرم مس، ۲۵ میلی گرم سلنیوم، ۱۴۰۰۰۰ میلی گرم کلسیم، ۲۵۰۰ میلی گرم فسفر، ۲۰ میلی گرم کبالت، ۲۵ میلی گرم ید، ۲۵۰۰۰ میلی گرم منیزیم، ۲۵۰۰۰ میلی گرم سدیم به صورت نمک، ۲۵۰۰۰ میلی گرم سدیم به صورت بیکربنات سدیم، ۱۰۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان بود.

جهت تعیین تغییرات وزن بدن، میش‌ها به صورت هفتگی توزین شدند. نمونه‌های مدفوع و خوراک در هفته آخر آزمایش به مدت ۷ روز از همه دام‌های تحت آزمایش جمع‌آوری شد. جهت تعیین گوارش‌پذیری مواد مغذی، از روز ۱۴ دوره آزمایش، به مدت یک هفته، هر روز پیش از خوراک‌دهی وعده صبح، کل مدفوع روزانه هر حیوان به صورت انفرادی جمع شد و پس از توزین، درصد ثابتی معادل حدود ۱۰۰ گرم از هر کدام اخذ شد و برای تجزیه شیمیایی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. به منظور بررسی اثر جیره‌های آزمایشی روی فراسنجه‌های شکمبه، در روز ۱۸ آزمایش، نمونه‌های شیرابه شکمبه از طریق لوله معدی در زمان ۳ ساعت پس از خوراک‌دهی (Dehority, ۲۰۰۳) وعده صبح گرفته شد و بلافاصله pH هر نمونه توسط pH متر سیار (مدل ۷۴۴؛ شرکت Metrohm سوئیس) تعیین گردید. شیرابه شکمبه توسط چهار لایه پارچه متقال صاف شد و به دو بخش تقسیم گردید. بخش اول حاوی ۵ میلی‌لیتر شیرابه بود که با ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شد و جهت اندازه‌گیری غلظت آمونیاک شیرابه شکمبه تا روز آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Kang و Broderick, ۱۹۸۰). بخش دیگر جهت اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه با نسبت ۴ به ۱ با محلول اسید اورتوفسفریک ۲۰ درصد مخلوط شد و در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا روز آنالیز نگهداری گردید. غلظت اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی گازی (Fisons Instruments, HRGC mega 2, Milan, Italy) تعیین شد. دمای تزریق‌کننده و تشخیص‌دهنده دستگاه به ترتیب ۱۱۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز ناقل در این دستگاه هلیوم و تشخیص‌دهنده آن از نوع شعله یونی بود. دمای ستون دستگاه در آغاز ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد بود که به مدت ۲ دقیقه در این دما نگه داشته شد و سپس در طول ۵ دقیقه به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و در این دما باقی ماند. ستون مورد استفاده از نوع موئینه به طول ۳۰ متر بود (Alltech Capillary Column, ECTM 1000, length 30 meters, inside diameter 0.53 mm, film

thicknes 1 micron). از ایزوکاپرویک اسید به عنوان استاندارد داخلی استفاده شد. غلظت هر یک از اسیدهای چرب فرار از تقسیم سطح زیر پیک آن اسید چرب بر سطح زیر پیک مجموع اسیدهای چرب محاسبه شد و به صورت درصدی از مجموع کل اسیدهای چرب فرار بیان گردید. نمونه‌های خون توسط لوله‌های ونوجکت حاوی هپارین از میش‌ها گرفته شد و پس از سانتریفیوژ (با دور ۱۵۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه)، پلاسما جدا گردید (Keithly و همکاران, ۲۰۱۱) و تا روز آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. جهت تعیین غلظت متابولیت‌های بیوشیمیایی خون از کیت‌های شیمیایی شرکت پارس آزمون و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Uvikon 940, Basel, Switzerland) استفاده شد.

تجزیه شیمیایی نمونه‌های آزمایشی

تجزیه شیمیایی تیمارهای آزمایشی بر اساس روش‌های استاندارد انجام گرفت (AOAC, ۱۹۹۰). میزان ماده خشک نمونه‌ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت تعیین گردید. مقدار خاکستر خام نمونه‌ها و الیاف نامحلول در شوینده-اسیدی (ADF) طبق روش AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. محتوای پروتئین خام با دستگاه کج‌دال (AOAC, ۱۹۹۰) و الیاف نامحلول در شوینده‌خنی (NDF) بدون استفاده از آل‌فامیلاز مقاوم به حرارت طبق روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) تعیین گردید. گوارش‌پذیری مواد مغذی در مرحله دامی از اختلاف مقدار جیره آزمایشی خورده شده با مقدار دفع شده آن از طریق مدفوع به دست آمد (Givens و همکاران, ۲۰۰۰).

آنالیز آماری

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به آزمایشات برون‌تنی (تولید گاز، گوارش‌پذیری مواد مغذی و فراسنجه‌های تخمیر) با استفاده از رویه MIXED و توسط نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۱) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. مدل آماری طرح آزمایشی به صورت مدل زیر بود.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + Run_j + e_{ijk}$$

در این مدل Y_{ijk} , μ , T_i , Run_j و e_{ijk} به ترتیب مقدار عددی هر

بود. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی اولیه بقایای حاصل از برداشت نیشکر در جدول ۲ گزارش شده است. بقایای پس از برداشت نیشکر مورد استفاده در این آزمایش (جدول ۲) حاوی ۳/۵۵ درصد پروتئین خام بود که کمتر از مقدار پروتئین خام سرشاخه نیشکر (۵/۶ درصد) می‌باشد (مشایخی، ۱۳۹۰). همچنین، مقدار پروتئین خام بقایای پس از برداشت نیشکر از میزان پروتئین خام کاه گندم (۲/۶ درصد) بیشتر بود (جانمحمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

مشاهده، میانگین کل، اثر تیمار آزمایشی λ_m ، اثر تصادفی دوره λ_m و اثر خطای آزمایشی بود.

تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از خصوصیات سیلاژها و نیز داده‌های فاز سوم یعنی مرحله دامی در قالب طرح کاملاً تصادفی و به‌صورت زیر بود.

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

در این مدل Y_{ij} ، μ ، T_i و e_{ij} به‌ترتیب مقدار عددی مشاهده، میانگین کل، اثر ثابت تیمار آزمایشی λ_m و اثر خطای آزمایشی

جدول ۲- ترکیب شیمیایی اولیه بقایای حاصل از برداشت نیشکر (بر حسب درصد ماده خشک)

ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	الیاف نامحلول در شوینده خنثی	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی
۴۹/۵	۹۲/۲	۳/۵۵	۷۲/۵	۶۰/۶

آمونیاک این افزایش طبیعی به‌نظر می‌رسد. عمل‌آوری بقایای نیشکر سبب افزایش معنی‌دار مقدار پروتئین خام و نیتروژن کل در مقایسه با تیمار شاهد شد و عمل‌آوری با گاز آمونیاک بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. یکی از اهداف فرایند آمونیاکی کردن، افزایش مقدار پروتئین خام محصولات فیبری است که توسط مطالعات مختلفی گزارش شده است (Schneider و Flachowski، ۱۹۹۰). مهدی‌خوانی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند عمل‌آوری کاه گندم با اوره، درصد پروتئین خام کاه را از ۳/۴ به ۷/۵ افزایش داد.

اثر عمل‌آوری با اوره و گاز آمونیاک بر ترکیب شیمیایی بقایای حاصل از برداشت نیشکر در جدول ۳ ارائه شده است. تیمارهای عمل‌آوری شده تأثیری بر pH نهایی سیلاژها نداشتند، اما بقایای نیشکر عمل‌آوری شده با اوره یا آمونیاک سبب افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی سیلاژ در مقایسه با تیمار شاهد شدند ($P < 0.05$). با عمل‌آوری بقایای نیشکر با اوره و گاز آمونیاک، درصد ماده خشک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$)، که با توجه به افزایش محتوای ماده خشک بقایای نیشکر از ۴۹/۵ درصد در بقایای اولیه به ۷۰ درصد جهت عمل‌آوری با اوره و گاز

جدول ۳- ترکیب شیمیایی سیلاژ بقایای حاصل از برداشت نیشکر (درصد ماده خشک یا واحد ذکر شده)
عمل آوری با اوره و گاز آمونیاک

پارامتر	تیمارهای آزمایشی				SEM	سطح معنی داری
	بقایای نیشکر شاهد	بقایای نیشکر+اوره	بقایای نیشکر+آمونیاک	بقایای نیشکر+آمونیاک		
pH	۶/۸۵	۶/۷۱	۶/۶۳	۶/۶۳	۰/۱۱۶	۰/۴۳
نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم در دسی لیتر)	۶/۶۴ ^b	۱۲/۹ ^a	۱۲/۴ ^a	۱۲/۴ ^a	۰/۵۹۲	<۰/۰۱
ماده خشک	۴۹/۱ ^b	۶۹/۷ ^a	۶۹/۴ ^a	۶۹/۴ ^a	۰/۷۹۱	<۰/۰۱
ماده آلی	۹۱/۷	/۵	۹۲/۳	۹۲/۳	۰/۵۸۹	۰/۶۰۱
پروتئین خام	۳/۴۱ ^b	۱۴/۷ ^a	۱۵/۰ ^a	۱۵/۰ ^a	۰/۳۰۱	<۰/۰۱
نیتروژن کل (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۵/۴۶ ^b	۲۳/۵ ^a	۲۴/۱ ^a	۲۴/۱ ^a	۰/۴۸۲	<۰/۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۷۱/۴ ^a	۷۱/۱ ^a	۶۸/۲ ^b	۶۸/۲ ^b	۰/۷۵۸	۰/۰۳
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۵۹/۵	۵۹/۱	۵۸/۸	۵۸/۸	۰/۸۵۶	۰/۸۴

SEM: خطای استاندارد میانگین ها. a-b: در هر ردیف میانگین های دارای حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

گزارش شده آمونیاکی کردن کاه (۳۰ گرم آمونیاک به ازای هر کیلوگرم ماده خشک)، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی را از ۸۳۴ به ۷۷۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک کاهش می دهد، درحالی که مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تقریباً ثابت ماند و کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی به دنبال آمونیاکی کردن، یکی از دلایل افزایش مصرف آن توسط نشخوارکنندگان ذکر شده است (Schneider و Flachowski، ۱۹۹۰). در برخی گزارشات نیز آمونیاکی کردن سبب کاهش ADF و یا عدم تغییر در آن شده است (طالبیان مسعودی، ۱۴۰۲). در ارتباط با میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، در مطالعه ما بین تیمارهای آزمایشی تفاوتی وجود نداشت. این در حالی است که در یک تحقیق گزارش شد مقدار همی سلولز در کاه آمونیاکی- شده از ۲۸۲ به ۱۵۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک کاهش یافت و مشخص شد همی سلولز بخشی است که بیشترین تأثیر را از آمونیاکی شدن می پذیرد. به طوری که به خاطر افزایش گروه های کربوکسیل آزاد به دنبال شکافتن پیوندهای استری اسیدهای اورونیک در همی سلولز، بخشی از آن محلول می شود (Schneider و Flachowski، ۱۹۹۰).

افزایش مقدار پروتئین خام از ۲/۴۵ به ۱۰/۶۳ درصد ماده خشک در کاه جو (Dryden و Kempton، ۱۹۸۳)، افزایش پروتئین خام از ۳/۷۱ به ۱۱/۲۱ درصد در کاه گندم (صادقی و همکاران، ۱۳۹۴) و افزایش نیتروژن از ۶ گرم در کیلوگرم در کاه معمولی به ۲۹/۱ گرم در کیلوگرم کاه آمونیاکی (Schneider و Flachowski، ۱۹۹۰) گزارش شده است و مقدار این افزایش بسته به مقدار مورد استفاده از منابع آمونیاکی کردن و شرایط هر آزمایش، متغیر می باشد. گزارش شده افزایش مقدار آمونیاک از صفر تا ۴۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک کاه، سبب افزایش غیر خطی نیتروژن کاه می شود و با افزایش مقدار آمونیاک، این اثر به- ویژه در کاه خشک، تمایل به کاهش نشان می دهد. همچنین، مقدار ابقای نیتروژن به کار گرفته برای آمونیاکی کردن کاه، به- ترتیب ۸۹، ۶۷ و ۵۱ درصد هنگام استفاده از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ گرم آمونیاک به ازای هر کیلوگرم ماده خشک کاه گزارش شده است (Schneider و Flachowski، ۱۹۹۰). عمل آوری بقایای نیشکر با گاز آمونیاک سبب کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P < 0.05$)، هرچند تفاوتی با تیمار حاوی سرشاخه عمل آوری شده با اوره نداشت.

بر اساس نتایج جدول ۴، در تمام زمان‌های انکوباسیون (۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت)، بیشترین میزان تولید گاز با جیره حاوی بقایای نیشکر عمل‌آوری‌شده با آمونیاک در مقایسه با تیمار شاهد به‌دست آمد، اما با سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P < 0.05$). پتانسیل تولید گاز (b)، با انکوباسیون بقایای نیشکر عمل‌آوری‌شده با گاز آمونیاک به‌طور قابل توجهی بیشتر از تیمار شاهد بود، اما با سایر تیمارهای آزمایشی تفاوتی نداشت ($P < 0.05$). کم بودن میزان گاز تولیدی در بقایای نیشکر بدون عمل‌آوری احتمالاً به دلیل زیاد بودن ترکیبات دیواره سلولی بود. در واقع، ترکیبات دیواره سلولی دارای همبستگی منفی با تولید گاز هستند (De Boever و همکاران، ۲۰۰۵). این موضوع ممکن است منجر به کاهش فعالیت میکروبی در طول افزایش شرایط محیطی ناسازگار در فرایند زمان انکوباسیون شود. آمونیاک با افزایش شکنندگی دیواره سلولی سبب افزایش گوارش‌پذیری توده لیگنوسلولزی می‌شود. افزایش حجم گاز تولیدی با انکوباسیون بقایای نیشکر عمل‌آوری‌شده با اوره و آمونیاک نسبت به تیمار شاهد احتمالاً به دلیل محتوای پروتئین خام بیشتر آن بوده است که سبب بهبود شرایط هضم و تخمیر مواد مغذی شده است. در پژوهشی، گزارش شد تولید زیاد گاز نشان-

دهنده‌ی افزایش انرژی قابل‌متابولیسم، نیتروژن قابل‌تخمیر (نیتروژن قابل‌تجزیه در شکمبه) و دیگر مواد مغذی مورد نیاز برای فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای است (Tavendale و همکاران، ۲۰۰۵). همان‌طوری که در جدول ۴ نشان داده شده است، پتانسیل تولید گاز (b)، ناپدیدشدن ماده خشک و ماده آلی و سنتز پروتئین میکروبی با انکوباسیون بقایای نیشکر عمل‌آوری‌شده با گاز آمونیاک به‌طور قابل توجهی بیشتر از تیمار شاهد بود اما با تیمار عمل‌آوری‌شده با اوره تفاوتی نداشت. افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی مطابق با داده‌های گاز تولیدی است. گوارش-پذیری ماده خشک و ماده آلی اغلب تحت تاثیر ویژگی‌هایی مانند ترکیب شیمیایی و ساختار دیواره سلولی مواد خوراکی قرار می‌گیرد (Givens و همکاران، ۲۰۰۰). در مطالعه‌ای، آمونیاکی کردن کاه گندم در تمام سطوح گاز آمونیاک تا سطح ۳ درصد ماده خشک و سطوح مختلف رطوبت مورد استفاده، سبب بهبود گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی آن شد و بیشترین میزان گوارش‌پذیری ماده خشک، در تیمار حاوی کاه آمونیاکی‌شده به-میزان ۳ درصد و با رطوبت ۳۰ درصد بود و کمترین میزان در گروه آمونیاکی هم متعلق به کاه بدون رطوبت بود (طالبیان-مسعودی و همکاران، ۱۴۰۲).

جدول ۴- فراسنجه‌های تولید گاز (میلی لیتر در ۲۵۰ میلی گرم سوبسترا یا واحد بیان‌شده) جیره‌های کامل مخلوط حاوی بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل‌آوری‌شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی در شرایط برون‌تنی

پارامتر	تیمارهای آزمایشی				
	بقایای نیشکر شاهد	بقایای نیشکر+اوره در کنسانتره	بقایای نیشکر+اوره	بقایای نیشکر+گاز آمونیاک	SEM
گاز تولیدی ۱۶ ساعته	۲۳/۳ ^b	۲۶/۲ ^a	۲۷/۳ ^a	۲۸/۲ ^a	۰/۸۶۳
گاز تولیدی ۲۴ ساعته	۳۱/۸ ^b	۳۵/۲ ^a	۳۶/۷ ^a	۳۷/۸ ^a	۱/۰۲
گاز تولیدی ۴۸ ساعته	۳۹/۷ ^b	/۸	۴۵/۸ ^a	۴۷/۲ ^a	۱/۳۳
گاز تولیدی ۷۲ ساعته	۴۶/۴ ^b	۵۱/۴ ^a	۵۳/۸ ^a	۵۵/۹ ^a	۱/۵۷
گاز تولیدی ۹۶ ساعته	۵۲/۱ ^c	۵۷/۴ ^b	۶۰/۵ ^a	۶۳/۸ ^a	۱/۵۵
کل گاز تولیدی (۱۲۰ ساعته)	۵۶/۵ ^c	۶۲/۴ ^b	۶۶/۲ ^{ab}	۶۹/۹ ^a	۱/۶۳
پتانسیل تولید گاز (ضریب b)	۵۷/۳ ^c	۶۳/۱ ^b	۶۶/۹ ^{ab}	۷۱/۱ ^a	۱/۶۵
نرخ تولید گاز (ضریب C، درصد در ساعت)	۰/۰۴۹	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۵۷	۰/۰۰۴

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها. a-c: در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

بر اساس گزارش Hoffman و همکاران (۱۹۹۳) بین تجزیه-پذیری ماده خشک با الیاف نامحلول در شوینده خنثی ارتباط منفی

ماده خشک می شود به گونه ای که همگام با کاهش غلظت بخش همی سلولز، تجزیه پذیری ماده خشک افزایش پیدا می کند. در مطالعه دیگر، Mason و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند افزایش تجزیه پذیری ماده خشک در اثر عمل آوری آمونیاکی می تواند به واسطه اثر آن بر لیگنین و پیوندهایش باشد. نتایج مربوط به اثر جیره های کامل مخلوط حاوی بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل آوری شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی بر فراسنجه های تخمیر در جدول ۵ نشان داده شده است.

وجود دارد و تنوع در تجزیه پذیری مشاهده شده در خوراک های مختلف می تواند در نتیجه تفاوت در میزان فیبر آن ها باشد. کاهش در میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی بقایا در اثر عمل آوری می تواند یکی از دلایل افزایش تجزیه پذیری شکمبه ای و افزایش مصرف توسط نشخوارکنندگان باشد. همگام با افزایش پروتئین خام بقایا، تجزیه پذیری ماده خشک نیز افزایش پیدا می کند (Schneider و Flachowski، ۱۹۹۰). Mason و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند عمل آوری کاه با آمونیاک، از طریق کاهش بخش همی سلولز سبب افزایش تجزیه پذیری شکمبه ای

جدول ۵- فراسنجه های تخمیر جیره های کامل مخلوط حاوی بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل آوری شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی در شرایط برون تنی

پارامتر	تیمارهای آزمایشی					SEM	سطح معنی داری
	بقایای نیشکر شاهد	بقایای نیشکر+اوره در کنسانتره	بقایای نیشکر+اوره	بقایای نیشکر+گاز آمونیاک			
کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول در کیلوگرم ماده خشک)	۳/۵۱ ^b	۳/۸۹	۴/۰۵ ^a	۴/۱۷ ^a	۰/۱۱۴		<۰/۰۱
ناپدید شدن ماده خشک (درصد)	۵۳/۴ ^b	۵۵/۶ ^{ab}	۵۷/۱ ^a	۵۷/۸ ^a	۱/۱۳		۰/۰۴
ناپدید شدن ماده آلی (درصد)	۵۲/۴ ^b	۵۷/۱ ^a	۵۷/۶ ^a	۵۸/۷ ^a	۰/۹۱۱		<۰/۰۱
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۱/۹۱ ^b	۲/۰۲ ^a	۲/۰۷ ^a	۲/۱۱ ^a	۰/۱۳۹		<۰/۰۱
pH	۶/۸۱	۶/۳۱	۶/۳۶	۶/۰۸	۰/۲۱۲		۱/۶
نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۳/۱ ^b	۱۶/۴ ^a	۱۵/۸ ^a	۱۶/۱ ^a	۰/۴۸۹		<۰/۰۱
سنتز پروتئین میکروبی (میلی گرم در ۲۵۰ میلی گرم سوبسترا)	۶۰/۹ ^b	۶۲/۲ ^{ab}	۶۵/۶ ^{ab}	۶۶/۴ ^a	۱/۶۱		۰/۰۴

SEM: خطای استاندارد میانگین ها. a-b: در هر ردیف میانگین های دارای حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

نداشت ($P < 0.05$). هرچند، میزان pH شکمبه تحت تأثیر نوع تیمار آزمایشی قرار نگرفت. افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار، گوارش پذیری ماده خشک و ماده آلی، تخمین انرژی قابل-متابولیسم، نیتروژن آمونیاکی و سنتز پروتئین میکروبی مطابق با داده های گاز تولیدی و نتایج حاصل از آزمایشات برون تنی است.

غلظت کل اسیدهای چرب فرار، ناپدید شدن ماده خشک و ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم، غلظت نیتروژن آمونیاکی و سنتز پروتئین میکروبی با انکوباسیون جیره حاوی بقایای نیشکر عمل آوری شده با گاز آمونیاک به طور قابل توجهی بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$)، اما با سایر تیمارهای آزمایشی تفاوتی

محققان متعددی گزارش شده است (Sundstøl، ۱۹۸۴؛ Kraiem و همکاران، ۱۹۹۱) که در مطالعه حاضر اینگونه نبود. گوارش پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره حاوی بقایای نیشکر عمل آوری- شده با گاز آمونیاک به طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). هرچند، گوارش پذیری ADF تحت تأثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفت. عمل آوری بقایای نیشکر با اوره و گاز آمونیاک سبب کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شد که نتایج مربوط به آن در جدول ۲ آورده شده است. بنابراین، افزایش گوارش پذیری پارامترهای مذکور طبیعی به نظر می رسد. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، Brown و Adjet (۱۹۹۵) دریافتند که عمل آوری قلیایی با هیدروکسید آمونیوم یا آمونیاک بدون آب سبب بهبود گوارش پذیری علوفه از طریق کاهش غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه با محلول نمودن بخش همی سلولز آن شد. افزایش گوارش پذیری به روش آزمایشگاهی و کاهش محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی به علت عمل آوری با اوره نیز در پژوهش دیگری گزارش شده است (Joy و همکاران، ۱۹۹۲). طی تحقیقی، Llamas-Lamas و Combs (۱۹۹۰) دریافتند آمونیاکی کردن کاه گندم سبب کاهش غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی از ۸۶/۹ به ۸۰/۶ درصد و افزایش محتوای پروتئین خام از ۳/۶ به ۱۱/۱ درصد می شود.

در آزمایشی، Vadiveloo و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند با عمل آوری کاه برنج با اوره، گوارش پذیری آن از ۴۵ به ۵۵ درصد افزایش یافت.

نتایج مربوط به اثر جیره های کامل مخلوط حاوی بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل آوری شده با منابع مختلف نیتروژن غیرپروتئینی بر تغییرات وزن زنده، مصرف خوراک و گوارش پذیری مواد مغذی میش های عربی در کل طول دوره آزمایش در جدول ۶ نشان داده شده است. تغییرات وزن زنده، مصرف ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و چربی خام تحت تأثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفت. مصرف پروتئین خام با جیره حاوی سیلاژ عمل آوری شده با گاز آمونیاک به طور معنی داری بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$)، که با توجه به بیشتر بودن غلظت پروتئین خام در در جیره حاوی بقایای نیشکر عمل آوری شده با گاز آمونیاک (جدول ۲) این افزایش طبیعی به نظر می رسد. برخلاف نتایج تحقیق حاضر، در پژوهشی گزارش شد استفاده از کاه آمونیاکی به همراه یونجه، مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه در گاوهای گوشتی را افزایش می دهد و کاه آمونیاکی شده سبب افزایش مصرف خوراک و بهبود گوارش پذیری آن در بره ها شد (Faulkner و همکاران، ۱۹۸۴). افزایش مصرف کاه عمل آوری شده با اوره یا آمونیاک در مقایسه با کاه معمولی توسط

جدول ۶- تغییرات وزن زنده، مصرف مواد مغذی و گوارش پذیری جیره های کامل مخلوط حاوی بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل آوری شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی در میش های عربی

تیمارهای آزمایشی						
پارامتر	SEM	بقایای	بقایای	بقایای	بقایای	داری
		نیشکر+گاز	نیشکر+اوره	نیشکر+اوره در	نیشکر شاهد	
		آمونیاک		کنسانتره		
تغییرات وزن (کیلوگرم)						
وزن اولیه	۱/۲۳	/۴	/۸	۴۸/۷	۴۹/۹	۰/۹۲
وزن نهایی	۱/۰۳	۵۱/۳	۵۰/۵	۵۰/۴	۵۱/۱	۰/۷۶
تغییرات وزن زنده	۰/۴۵۹	۱/۸۷	۱/۷۵	۱/۷۲	۱/۴۳	۰/۷۵
مصرف مواد مغذی (گرم در روز)						
ماده خشک	۴۷/۴	۱۸۸۶	۱۸۶۹	۱۸۳۹	۱۷۶۸	۰/۳۴
ماده آلی	۴۲/۹	۱۷۲۹	۱۷۱۹	۱۶۱۸	۱۶۲۲	۰/۱۹
پروتئین خام	۵/۰۷	۲۱۰ ^a	۲۰۸ ^a	۲۰۴ ^a	۱۵۷ ^b	<۰/۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۲۷/۵	۱۰۹۴	۱۰۸۴	۱۰۶۶	۱۰۲۵	۰/۳۴
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۲۵/۱	۹۹۹	۹۹۰	۹۷۵	۹۳۷	۰/۳۴
چربی خام	۱/۱۴	/۳	۴۴/۸	۴۴/۲	۴۲/۴	۰/۳۵
گوارش پذیری مواد مغذی (گرم در روز)						
ماده خشک	۰/۹۷۲	۶۲/۴ ^a	۶۱/۴ ^{ab}	۶۰/۶ ^{ab}	۵۸/۲ ^b	۰/۰۳
ماده آلی	۰/۸۶۶	۶۲/۶ ^a	۶۰/۶ ^a	۶۰/۱ ^a	۵۷/۱ ^b	<۰/۰۱
پروتئین خام	۰/۸۵۶	۶۴/۴ ^a	۶۳/۴ ^a	۶۲/۶ ^a	۵۹/۳ ^b	<۰/۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۱/۰۳	۵۵/۹ ^a	۵۴/۲ ^{ab}	۵۳/۷ ^{ab}	۵۱/۶ ^b	۰/۰۴
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۱/۱۹	/۲	۵۲/۷	/۱	۵۰/۶	۰/۴۶

SEM: خطای استاندارد میانگین ها. a-b: در هر ردیف میانگین های دارای حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

آمد ($P < 0.05$). اما غلظت سایر اسیدهای چرب فرار شامل پروپیونات، بوتیرات، والرات و ایزووالرات تحت تأثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفت. این نتایج مطابق با نتایج حاصل از انکوباسیون تیمارهای آزمایشی در شرایط برون تنی است. افزایش محتوای پروتئین خام تیمارهای فرآوری شده با گاز آمونیاک و اوره در مقایسه با تیمار شاهد احتمالاً دلیل بهبود فراسنجه های هضم و تخمیر و افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار در شکمبه بوده است.

نتایج مربوط به اثر جیره های حاوی بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل آوری شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی بر فراسنجه های تخمیر شکمبه در جدول ۷ نشان داده شده است. میزان pH شکمبه تحت تأثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفت، اما با استفاده از منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی در جیره، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت ($P < 0.05$). بیشترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار و استات با جیره حاوی بقایای نیشکر عمل آوری شده با آمونیاک به دست

جدول ۷- فراسنجه‌های تخمیر شکمبه در میش‌های عربی تغذیه‌شده با جیره‌های کامل مخلوط حاوی بقایای حاصل از برداشت سرشاخه نیشکر عمل‌آوری شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی

پارامتر	تیمارهای آزمایشی					SEM	سطح معنی‌داری
	بقایای نیشکر شاهد	بقایای نیشکر+اوره در کنسانتره	بقایای نیشکر+اوره	بقایای نیشکر+گاز	بقایای آمونیاک		
pH	۶/۴۳	۶/۳۰	۶/۱۸	۶/۱۵	۰/۹۸	۰/۲۳	
نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم در دسی‌لیتر)	۱۶/۲ ^b	۱۸/۲ ^a	۱۷/۹ ^{ab}	۱۸/۴ ^a	۰/۵۶۶	۰/۰۴	
کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول در لیتر)	۸۷/۱ ^b	۹۳/۵ ^{ab}	۹۵/۹ ^a	۹۶/۴ ^a	۲/۵۶	۰/۰۴	
استات (میلی مول در لیتر)	۵۲/۹ ^b	۵۶/۱ ^{ab}	۵۸/۱ ^a	۵۹/۵ ^a	۱/۵۵	۰/۰۵	
پروپیونات (میلی مول در لیتر)	۱۹/۱	۱۹/۸	/۱	۱۹/۶	۰/۸۰۹	۰/۷۵	
بوتیرات (میلی مول در لیتر)	۱۲/۶	/۳	/۶	/۱	۰/۷۲۶	۰/۵۶	
والرات (میلی مول در لیتر)	۱/۴۷	۱/۳۶	۱/۴۵	۱/۳۸	۰/۰۹	۰/۷۸	
ایزوالرات (میلی مول در لیتر)	۱/۰۷	۱/۱۱	۱/۰۹	۱/۱۲	۰/۰۶۳	۰/۵۹	
نسبت استات به پروپیونات	۲/۷۹	۲/۸۵	۲/۸۹	۳/۰۴	۰/۰۹۷	۰/۲۸	

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها. a-b: در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

از برداشت نیشکر توسط منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی سبب افزایش غلظت اوره، نیتروژن اوره‌ای و پروتئین تام خون در مقایسه با تیمار شاهد شد و تیمار عمل‌آوری‌شده با آمونیاک بیشترین مقدار را در مقایسه با سایر تیمارها به‌خود اختصاص داد ($P < 0.05$). هر چند، سایر فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز و آلبومین تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. باید به این نکته اشاره کرد که افزایش غلظت اوره، نیتروژن اوره‌ای و پروتئین تام خون با تغذیه جیره‌های حاوی بقایای نیشکر ممکن است به دلیل درصد بیشتر پروتئین خام تیمارهای مذکور باشد و روش فرآوری اعمال‌شده تأثیری بر آن نداشته است. مهدی‌خوانی بازه‌حوض و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای اثرات کاه گندم آمونیاکی‌شده به‌میزان صفر، ۹، ۱۸ و ۲۷ درصد جایگزین کاه گندم معمولی در جیره بره‌های پرواری را بررسی کردند. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد تیمارهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر غلظت گلوکز خون بره‌ها در هیچ از دوره‌های نمونه‌گیری نداشته است. با استفاده از کاه گندم غنی‌سازی‌شده با اوره و ملاس سطح نیتروژن اوره‌ای خون دام‌های آزمایشی به‌طور معنی‌داری

همان‌طوری که در جدول ۳ نشان داده شده است، عمل‌آوری بقایای نیشکر سبب کاهش محتوای فیبر آن‌ها در مقایسه با تیمار شاهد شد که انتظار بر این بود هرچه سوبسترای فیبری در شکمبه کمتر باشد، تولید استات کاهش یابد، که این فرآیند رخ نداده است. دلیل این امر احتمالاً افزایش غلظت پروتئین خام مواد لیگنوسلولزی به‌دلیل مکمل کردن با منابع نیتروژن غیر پروتئینی بوده است که ممکن است با بهبود شرایط هضم و تخمیر فیبر در شکمبه سبب تولید بیشتر استات شده باشد. افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار و استات و نسبت استات به پروپیونات با جیره حاوی بقایای نیشکر عمل‌آوری‌شده احتمالاً دیگر دلیل دسترسی بیشتر میکروب‌های شکمبه به کربوهیدرات‌های ساختمانی به‌واسطه تأثیر عمل‌آوری بر لیگنین و پیوندهای آن با سلولز و همی سلولز در توده لیگنوسلولزی بوده است (Loor و همکاران، ۲۰۱۶).

نتایج مربوط به اثر جیره‌های حاوی بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل‌آوری‌شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی بر فراسنجه‌های خونی میش‌ها در جدول ۸ نشان داده شده است. مکمل کردن جیره کامل مخلوط با بقایای عمل‌آوری‌شده حاصل

گندم غنی شده با اوره و اسید هیدروکلریک (گروه سوم) بودند. غلظت گلوکز خون در کاه آمونیاکی شده با اوره نسبت به کاه معمولی و کاه غنی شده با اوره و اسید هیدروکلریک بیشتر بود. غلظت اوره سرم خون در گروه سوم نسبت به گروه های اول و دوم به طور معنی داری بیشتر بود. در کل، در تحقیق آن ها تمامی فراسنجه های خونی در دامنه طبیعی بود و نتیجه گیری شد کاه گندم آمونیاکی شده همراه اسید هیدروکلریک یا بدون آن، تأثیر منفی بر فراسنجه های بیوشیمیایی خونی گاومیش ها نداشت.

افزایش یافت. در آزمایشی، Currier و همکاران (۲۰۰۴) اوره و بیورت را به عنوان مکمل در جیره بره ها بررسی و دریافتند غلظت نیتروژن اوره ای خون بره های تغذیه شده با مکمل بیشتر بود و غلظت نیتروژن اوره ای پلاسمای در بره های تغذیه شده با اوره ۳۲ درصد بیشتر از بره های تغذیه شده با بیورت بود. همچنین، با کاهش سطح مکمل، غلظت نیتروژن اوره ای پلاسمای کاهش پیدا کرد. در تحقیقی، Mehra و همکاران (۲۰۰۵) از سه گروه گاومیش و سه نوع کاه در جیره استفاده کردند. کاه ها شامل کاه گندم معمولی (گروه اول)، کاه گندم آمونیاکی شده با اوره (گروه دوم) و کاه

جدول ۸- غلظت متابولیت های خون میش های عربی تغذیه شده با جیره های کامل مخلوط حاوی بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل آوری شده با منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی

پارامتر	تیمارهای آزمایشی				SEM	سطح معنی داری
	بقایای نیشکر شاهد	بقایای نیشکر+اوره در کنسانتره	بقایای نیشکر+اوره	بقایای نیشکر+گاز آمونیاک		
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	۶۳/۹	۶۴/۳	۸	۴	۱/۸۰	۰/۷۸
اوره (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۹/۱ ^b	۲۳/۱ ^a	۲۳/۹ ^a	۲۳/۶ ^a	۰/۷۸۹	۰/۰۱
نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم در دسی لیتر)	۸/۷۹ ^b	۱۰/۶	۱۰/۹ ^a	۱۰/۸ ^a	۰/۳۶۳	۰/۰۱
پروتئین تام (میلی گرم در دسی لیتر)	۶/۶۱ ^b	۷/۲۳	۷/۳۸ ^a	۷/۵۸ ^a	۰/۱۸۳	۰/۰۲
آلبومین (میلی گرم در دسی لیتر)	۳/۳۸	۳/۵۸	۳/۶۵	۳/۷۸	۰/۱۵۱	۰/۳۴

SEM: خطای استاندارد میانگین ها. a-b: در هر ردیف میانگین های دارای حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند.

نتیجه گیری

نتایج کلی به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد از بین تیمارهای مورد آزمایش، تیمار بقایای حاصل از برداشت نیشکر عمل آوری شده با ۳ درصد گاز آمونیاک در شرایط درون تنی و آزمایشگاهی، از طریق کاهش محتوای الیاف نامحلول در شوینده-خشی و افزایش محتوای پروتئین خام توده لیگنوسلولزی، سبب بهبود فراسنجه های هضم و تخمیر شکمبه شد.

منابع

جانمحمدی، ح.، تقی زاده، ا.، یاسان، پ.، شجاع، ج. و نیکخواه، ع. (۱۳۹۲). تعیین ارزش غذایی کاه گندم و علف خشک یونجه

استان آذربایجان شرقی. نشریه پژوهش های علوم دامی ایران. ۶ (۱): ۴۵-۵۳.

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. (۱۳۹۴). معرفی فناوری های استحصال ۵ میلیون تن پسماندهای کشاورزی در صنعت دامپروری.

صادقی، ص.، ولی زاده، ر.، ناصریان، ع. ع. و طهماسبی، ع. م. (۱۳۹۴). تعیین ارزش غذایی کاه گندم عمل آوری شده با سطوح متفاوت گاز و مایع آمونیاک با استفاده از روش های تولید گاز و کیسه های نایلونی. نشریه پژوهش های علوم دامی ایران. ۷ (۳): ۲۵۷-۲۶۶.

- DOI: 10.2527/1995.73103085x
- Currier, T.A., Bohnert, D.W., Falck, S.J. and Bartle, S.J. (2004). Daily and alternate day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: I. Effects on cow performance and the efficiency of nitrogen use in wethers. *Journal of Animal Science*. 82: 1508-1517. DOI: 10.2527/2004.8251508x
- De Boever, J.L., Aerts, J.M., Vanacker, J.M. and De Brabander, D.L. (2005). Evaluation of the nutritive value of maize silage using a gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*. 123: 255-265. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2005.04.019
- Dehority, B.A. (2003). Rumen microbiology. Academic Press, London.
- Dryden, G.M. and Kempton, T.J. (1983). Digestion of organic matter and nitrogen in ammoniated barley straw. *Animal Feed Science and Technology*. 10(1): 65-75. DOI:10.1016/0377-8401(83)90006-8.
- Getachew, G., Blummel, M., Makkar, H.P.S. and Becker, K. (1998). *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*. 72: 261-281. DOI:10.1016/S0377-8401(97)00189-2
- Givens, D.I., Owen, E.A., Ford, R.F.E. and Omend, H.M. (2000). Forage evaluation in ruminant nutrition, CABI Publishing.
- Guo, T., Sanchez, M.D. and Guo, P. (Eds.). (2002). Animal production based on crop residues: Chinese experiences Food and Agriculture Organization (No. 149).
- Hoffman, P.C., Sievert, S.J., Shver, R.D., Welch, D.A. and Combs, D.K. (1993). *In situ* dry matter, protein and fiber degradation of perennial forage. *Journal of Dairy Science*. 76: 2632-2643. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(93)77599-2
- Joy, M., Alibés, X. and Muñoz, F. (1992). Chemical treatment of lignocelluloses residues with urea. *Animal Feed Science and Technology*. 38: 319-333. DOI:10.1016/0377-8401(92)90022-X
- طالبیان، ع. ر.، میرشمس الهی، آ.، میرعبدالحق، ا. (۱۴۰۲). اثرات عمل آوری کاه با آمونیاک بدون آب (گاز آمونیاک) بر عملکرد گوساله‌های پرواری در استان مرکزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی.
- عالم‌زاده، ب. (۱۳۸۸). روش مناسب سیلوسازی سرشاخه نیشکر و استفاده آن در تغذیه دام. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.
- مشایخی، م. (۱۳۹۸). استفاده از علوفه و بقایای نیشکر در تغذیه دام. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر نشر آموزش کشاورزی.
- مشایخی، م. ر. (۱۳۹۰). استفاده از سرشاخه‌های نیشکر در تغذیه دام. مدیریت هماهنگی ترویجی کشاورزی.
- مهدی‌خوانی بازه حوض، ج.، یزدانی، ا. ح.، تربتی‌نژاد، ن. م. و قربانی، ب. (۱۳۸۸). بررسی اثرات غنی‌سازی کاه گندم با استفاده از اووه و ملاس بر محتوی پروتئین خام، فیبر خام کاه غنی‌شده و فراسنجه‌های خونی بره‌های نر پرواری نژاد دالاق. نشریه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۶(۲): ۳۳۳-۳۳۷.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition Arlington, VA.
- Azizi, A., Maia, M.R.G., Fonseca, A.J.M. Sharifi, A., Fazaeli, H. and Cabrita, A.R.J. (2018). Rumen fermentation of lignocellulosic biomass from wheat straw and date leaf inoculated with bacteria isolated from termite gut. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 27: 211-218. DOI:10.22358/jafs/92423/2018.
- Broderick, G.A. and Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*. 54: 1176-1183. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8.
- Brown, F.W. and Adjet, M.B. (1995). Urea ammoniating effects on the feeding value of Guinea grass (*Panicum maximum*) hay. *Journal of Animal Science*. 73: 3085-3093.

- Keithly, J.I., Kott, R.W., Berardinelli, J.G., Moreaux, S. and Hatfield, P.G. (2011). Thermogenesis, blood metabolites and hormones, and growth of lambs born to ewes supplemented with algae-derived docosahexaenoic acid. *Journal of Animal Science*. 89: 4305-4313. DOI:10.2527/jas.2010-3391.
- Kraiem, K., Abdouli, H. and Goodrich, R.D. (1991). Comparison of the effects of urea and ammonia treatments of wheat straw on intake, digestibility and performance of sheep. *Livestock Production Science*. 29 (4), 311-321. DOI:10.1016/0301-6226 (91)90106-Z.
- Llamas-Lamas, G. and Combs, D.K. (1990). Effects of environmental temperature and ammoniation on utilization of straw by sheep. *Journal of Animal Science*, 68: 1719-1725.
- Loor, J.J., Elolimy, A.A. and McCann, J.C. (2016). Dietary impacts on rumen microbiota in beef and dairy production. *Animal Frontiers*. 6: 22-29. DOI: 10.2527/1990.6861719x
- Marten, G.C. and Barnes, R.F. (1980). Prediction of energy digestibility of forages within vitro rumen fermentation and fungal enzymes systems. In: Pidgen, W.J., Balch, C.C. & Graham, M. (Eds), Standardization of analytical methodology for feeds. *International Development Research Center*. Ottawa. 61-71.
- Mason, V.C., Cook J.E., Dhanoa, M.S., Keene A.S., Hoadley, C.J. and 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. DOI:10.1016/0377-8401(90)90030-C.
- Mason, V.C., Hartley, R.D., Keene, A.S. and Cobby, J.M. (1988). The effect of ammoniation on the nutritive value of wheat, barley and oat straws. I. Changes in chemical composition in relation to degradability in vitro and cell wall degradability. *Animal Feed Science and Technology*. 80: 159-171. DOI:10.1016/0377-8401(88)90064-8
- Mehra, R.U., Sahu, D.S., Naik, P.K., Dass, R.S. and Verma, A.K. (2005). Effect of long term feeding of ammoniated wheat straw treated with or without HCl on blood biochemical parameters in growing male buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *Reproduction Nutrition Development*. 45: 163-173. DOI: 10.1051/rnd:2005009
- NRC. (2007). National Research Council: Nutrient Requirements of Small Ruminants, Sheep, Goats, Cervide and New York Camelids. National Academy of Science, Washington, DC.
- Orskov, E.R. and McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science*. 92: 499-503. DOI:10.1017/S0021859600063048
- Schneider, M. and Flachowski, 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: 251-264. DOI:10.1016/0377-8401(90)90031-3
- Singh, B. and Doel, S.G. (1985). Effect of locality and diameter class on chemical composition of *Quercus leucotrichophora* A. Camus ex Bahadur Seeds. *Indian Journal*. 5: 301-304. DOI:10.22124/AR.2017.2235
- Sundstøl, F. (1984). Ammonia treatment of straw: methods for treatment and feeding experience in Norway. *Animal Feed Science and Technology*. 10(2-3): 173-187. DOI:10.1016/0377-8401(84)90007-5
- Tavendale, M.H., Meagher, L.P., Pacheco, D., Walker, N., Attwood, G. and Sivakumaram, S. (2005). Methane production from *in vitro* rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Animal Feed Science and Technology*. 123-124: 403-419. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2005.04.037

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides

in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 4: 3583-3597. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2