(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

بررسی اثرات افزودن اوره معمولی و اوره آهسته رهش نیتروزا به جیره‌های حاوی ملاس بر تخمیر میکروبی با روش تولید گاز

- **محمدرضا مشایخی***: بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران
- **محسن ساری**: گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
- **نعیم عرفانی‌مجد**: گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: مهر ١٣٩٨ تاریخ پذیرش: دی ١٣٩٨

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثرات نوع و سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی و نیز سطح ملاس افزوده شده به جیره‌های پُر کنسانتره بر فراسنجه‌های تولید گاز انجام شد. برای انجام آزمایش از طرح کاملاً تصادفی با الگوی فاکتوریل ۳×۲×۲ با ۱۲ تیمار و ۵ تکرار استفاده شد. فاکتورها شامل دو نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی (اوره معمولی و اوره آهسته رهش نیتروزا) و هر منبع در دو سطح (سطوح ۰/۸ و ۱/٦ درصد اوره معمولی و سطوح ۰/۹ و ۱/۸ درصد اوره آهسته رهش) و ملاس در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد) براساس ماده خشک جیره بودند. با افزایش سطح ملاس مقادیر گاز تولیدی تجمعی تا ساعت ٢٤ انکوباسیون، انرژی متابولیسمی، ماده آلی قابل هضم واقعی، درصد قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر افزایش یافت (P<۰/۰۵). اثرات نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی و سطح اوره معمولی و آهسته رهش، بر تولید گاز تجمعی، طی مدت انکوباسیون، معنی‌دار نبود. فراسنجه‌های تولید گاز تحت تاثیر نوع و سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی (اوره معمولی در مقایسه با اوره آهسته رهش نیتروزا) قرار نگرفت. ماده آلی قابل هضم واقعی در جیره‌های حاوی اوره آهسته رهش نسبت به اوره معمولی بالاتر بود (P<۰/۰۵) ولی در سایر فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده تفاوتی بین دو منبع نیتروژن غیرپروتئینی مشاهده نشد. به‌طورکلی نتایج نشان داد که به‌نظر نمی‌رسد از نظر سرعت آزادسازی آمونیاک در محیط کشت بین اوره معمولی و اوره آهسته رهش نیتروزا تفاوتی وجود داشته باشد، ولی افزودن ۲۰ درصد ملاس سبب بهبود فراسنجه‌های تولید گاز شد.

کلمات کلیدی: اوره آهسته رهش، اوره معمولی، تولید گاز، ملاس

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mashayekhi2004@yahoo.com

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

مقدمه

اوره یک ترکیب نیتروژن غیرپروتئینی و یک منبع نیتروژن برای تولید پروتیین میکروبی در شکمبه است که استفاده از آن موجب صرفه‌جویی در هزینه‌ها در مقایسه با منابع پروتیین خوراکی حقیقی می‌شود(Taylor-Edwards و همکاران، ۲۰۰۹)، بااین‌حال مقدار استفاده از اوره در جیره به‌دلیل آبکافت سریع آن به آمونیاک در شکمبه محدود می‌باشد (Galo و همکاران، ۲۰۰۳). حفظ سطح بالای نیتروژن آمونیاکی و برقراری جریان یکنواخت آن در شکمبه، از طریق مصرف اوره آهسته رهش و هم‌چنین تامین اسیدآمینه‌های ضروری و کربوهیدرات‌های تجزیه پذیر در جیره می‌تواند راهبرد برقراری شرایط بهینه فعالیت شکمبه باشد (Galina و همکاران، ۲۰۰۰). یک روش جلوگیری از مشکلات مسمومیت‌زایی ناشی از آمونیاک جذب شده و بهبود بهره‌وری استفاده از آمونیاک توسط باکتری‌ها، آهسته کردن نرخ تبدیل اوره به آمونیاک از طریق پوشش دادن گرانول‌های اوره با موادی‌است که قادر به حفاظت آن از تجزیه سریع باشد (Cherdthong و Wanapat، ۲۰۱۰). توانایی این نوع محصولات در محافظت از تجزیه سریع اوره، عموماً از طریق انکوباسیون این محصولات در کیسه‌های نایلونی درون شکمبه بررسی می‌شود (Ceconi و همکاران، ۲۰۱۵). دراین‌نوع‌آزمایشات به دام‌های فیستوله‌گذاری شده و صرف هزینه‌های زیاد نیاز است. روش آزمایش تولید گاز یک تکنیک قابل قبول و کم هزینه با اندازه‌گیری‌های سریع و با تکرار زیاد است که در سطح بسیار وسیع در ارزیابی تغذیه‌ای خوراک‌های نشخوار کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Blummer. و Becker، ۱۹۹۷) آمونیاک آزاد شده ناشی از تخمیر، همراهی اندکی در تولید گاز دارد، زیرا بخشی از آن در خنثی‌سازی اسیدهای چرب فرار مصرف می‌شود. گزارش‌ها نشان داده‌اند که آمونیاک آزاد شده از ترکیبات نیتروژنی، تولید گاز را کاهش می‌دهند. این نتایج می‌تواند این فرض را مطرح کند که آزمایش تولید گاز می‌تواند یک روش مفید برای یافتن اختلافات در نرخ آزاد سازی اوره آهسته رهش براساس تراکم آزادسازی آمونیاک آن‌ها باشد (Cone و van Gelder، ۱۹۹۹). همراه کردن اوره با یک منبع کربوهیدرات قابل حل عامل مهمی در استفاده آمونیاک توسط میکروب‌های شکمبه است(Hristov و Ropp، ۲۰۰۳).خوراک‌های‌مایع‌حاوی قند (ساکاروز) مانند ملاس می‌توانند باعث افزایش تراکم انرژی جیره، تحریک مصرف ماده خشک و به‌عنوان حاملی برای چربی، نیتروژن غیرپروتئینی و سایر مواد مغذی باشند (DeFrain و همکاران، ۲۰۰۶). تلاش‌ها برای دستیابی به محصولات آهسته رهش آمونیاک از اوره، از نظر روش تهیه و تولید و نیز از نظر میزان موفقیت، بسیار متغیر بوده است (Highstreet و همکاران ۲۰۱۰).درگذشته‌منابع مختلفی از محصولات اوره آهسته رهش تولید و به بازار عرضه شده است. این محصولات وارداتی بوده و نیاز به تولید آن‌ها در داخل کشور وجود دارد. هدف از این مطالعه ارزیابی یک نوع اوره آهسته رهش جدید ساخت داخل کشور به نام تجاری نیتروزا در مقایسه با اوره معمولی در ترکیب با سطوح مختلف ملاس در جیره بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور مقایسه اثرات سطوح مختلف اوره معمولی، اوره آهسته رهش و ملاس بر تولید گاز انجام شد. برای انجام آزمایش تولید گاز از طرح کاملاً تصادفی با الگوی فاکتوریل ۳×۲×۲ با ۱۲ تیمار و ۵ تکرار استفاده شد. فاکتورها شامل دو نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی، اوره معمولی و اوره آهسته رهش (نیتروزا)، دو سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی (اوره معمولی ۰/۸ و ۱/۶ درصد و اوره آهسته رهش ۰/۹ و ۱/۸ درصد) و سه سطح ملاس (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد) براساس ماده خشک جیره غذایی بودند. ۱۲ جیره غذایی با نسبت علوفه به کنسانتره ۳۰ به ۷۰ براساس جداول احتاجات غذایی تنظیم شد (NRC، ۲۰۰۷) (جدول۱). مایع شکمبه از ۴ راس گوسفند فیستول‌دار جمع‌آوری و با عبور از پارچه متقال ۴ لایه صاف شده و در داخل فلاسک، آب گرم با دمای ۳۹ درجه قرار گرفته و به آزمایشگاه انتقال داده شد. آزمایش تولید گاز براساس روش Menke و همکاران، (۱۹۷۹) با استفاده از ویال‌های ۱۰۰میلی‌لیتری انجام شد. مقدار نمونه ۵۰۰ میلی‌گرم، حجم محیط کشت ۴۰ میلی‌لیتر و نسبت بافر به مایع شکمبه ۱:۲ بود.به‌منظور تصحیح‌گاز تولیدی ناشی از فعالیت میکروبی مایع شکمبه، ۶ ویال فاقد نمونه خوراکی، به‌عنوان بلانک درنظر گرفته شد. گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ پس از انکوباسیون با استفاده از دستگاه فشارسنج اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه Theodorou و همکاران(۱۹۹۴) حجم گاز تولیدی در هر زمان به‌دست آمد.داده‌های گاز تولیدی با استفاده ازمدل‌نمایی (رابطه ۱) با روش حداقل مربعات تکراری و استفاده از رویه NLIN نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳)(نسخه ۹/۱) تجزیه شده و فراسنجه‌های b و c به‌دست آمد (Orskov و McDonald، ۱۹۷۹). رابطه (۱) $P = b(1 - e^{-ct})$

در این معادله P، نشان‌دهنده پتانسیل تولید گاز، b، نشان‌دهنده تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی‌لیتر)، c، بیانگر نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت)، t، نشان‌دهنده زمان و e، عدد نپری می‌باشند.

جهت برآورد عامل تفکیک (PF= Partitioning Factor)، پس از پایان ساعت ۲۴ انکوباسیون، محتوای ویال‌ها به‌طور کامل به یک ظرف منتقل و با ۲۰ سی‌سی محلول شوینده خنثی مخلوط شده و به‌مدت یک‌ساعت‌جوشانده شد.بعد از این‌زمان‌نمونه‌ها صاف‌گشته‌و باقی‌مانده به بوته‌های از قبل وزن شده، ریخته شدند. بوته‌ها درآون (دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، ۲۴ ساعت) خشک شده و پس از خنک شدن در

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

دسیکاتور توزین شدند. سپس بوته‌های حاوی باقی‌مانده در کوره الکتریکی (۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳/۵ ساعت) قرار داده شد و پس از خنک شدن در دسیکاتور به دقت وزن شدند. در نهایت PF با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد.

رابطه (۲) خاکستر-باقی‌مانده-مقدار اولیه=ماده آلی حقیقی هضم شده (میلی‌گرم)

رابطه (۳) میلی‌لیتر گاز تولید شده/میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده= PF

برآورد اسیدهای چرب کوتاه زنجیر نیز با استفاده از رابطه ۴ به‌دست آمد (Getachew و همکاران، ۲۰۰۲).

رابطه (۴) $SCFA\ (mmol/200\ mg\ DM)=0/0222GP-0/00425$

GP: گاز تولیدی در طی ۲۴ ساعت به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه، CP: پروتئین خام ماده انکوبه شده (گرم در کیلوگرم)، Ash: خاکستر ماده انکوبه شده (گرم در کیلوگرم)، EE: چربی خام ماده انکوبه شده (گرم در کیلوگرم)

جدول ۱: مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی(بر اساس ماده خشک)

مورد / تیمارها[1]	S1U1 M0	S1U1 M10	S1U1 M20	S1U2 M0	S1U2 M10	S1U2 M20	S2N1 M0	S2N1 M10	S2N1 M20	S2N2 M0	S2N2 M10	S2N2 M20
اجزای جیره‌های آزمایشی (درصد)												
سرشاخه نیشکر	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
دانه ذرت	۳۴/۲	۲۳/۲	۲۰/۲	۴۴	۳۴	۲۴	۳۴/۱	۲۳/۱	۲۰/۱	۴۴	۳۴	۲۴
سبوس گندم	۲۴	۲۳	۱۳	۱۷/۴	۱۶/۲	۱۵	۲۴	۲۳	۱۳	۱۷/۲	۱۶/۲	۱۴/۸
کنجاله سویا	۹	۱۱	۱۴	۵	۶/۲	۷/۴	۹	۱۱	۱۴	۵	۶	۷/۴
ملاس نیشکر	۰	۱۰	۲۰	۰	۱۰	۲۰	۰	۱۰	۲۰	۰	۱۰	۲۰
اوره	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اوره آهسته رهش (نیتروزا)[2]	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱/۸	۱/۸	۱/۸
کربنات کلسیم	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴
سولفات سدیم	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶
نمک	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
مکمل مواد معدنی و ویتامینی[3]	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
ترکیبات مواد مغذی جیره‌ها												
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)[4]	۲/۶۰	۲/۵۶	۲/۵۶	۲/۵۵	۲/۴۹	۲/۴۳	۲/۶۱	۲/۵۶	۲/۵۶	۲/۶۳	۲/۵۷	۲/۵۱
پروتیین خام (درصد)	۱۵/۱۲	۱۵/۲۲	۱۵/۱۷	۱۵/۱۱	۱۵/۰۶	۱۵/۰۱	۱۵/۰۶	۱۵/۳۱	۱۵/۱۷	۱۵/۱۴	۱۵/۰۳	۱۵/۰۴
پروتیین قابل تجزیه در شکمبه (درصد)[5]	۵۷/۲	۵۷/۶	۵۷/۲	۶۲/۸	۶۳/۱	۶۳/۴	۵۷/۲	۵۷/۶	۵۷/۳	۶۲/۸	۶۳/۲	۶۳/۵
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۳۸/۲	۳۷/۳	۳۳/۴	۳۵/۹	۳۳/۸	۳۲/۷	۳۸/۲	۳۷/۳	۳۳/۵	۳۴/۸	۳۳/۸	۳۲/۶
عصاره اتری (درصد)	۳/۵۲	۲/۹۹	۲/۴۳	۳/۶۰	۳/۱۰	۲/۶۰	۳/۵۱	۲/۹۹	۲/۴۲	۳/۵۹	۳/۱۰	۲/۵۹
کلسیم (درصد)	۰/۷۱	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۷۰	۰/۸۱	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۷۱	۰/۸۰	۰/۹۰
فسفر (درصد)	۰/۵۳	۰/۵۰	۰/۴۸	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۵۴	۰/۵۰	۰/۴۸	۰/۵۴	۰/۴۹	۰/۴۶

۱- S = دو سطح منبع نیتروژن غیر پروتیینی (S1= اوره معمولی و S2= اوره اهسته رهش)، U= اوره معمولی در دو سطح ۰/۸ و ۱/۶ درصد بر اساس ماده خشک جیره و N= اوره آهسته رهش (نیتروزا) در دو سطح ۰/۹ و ۱/۸ درصد بر اساس ماده خشک جیره و M= ملاس در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد بر اساس ماده خشک جیره

۲- اوره آهسته رهش حاوی ۴۰ درصد نیتروژن و معادل ۲۵۰ درصد پروتیین خام، با نام تجاری نیتروزا، ساخته شده توسط شرکت دانش بهاور شایا.

۳-ساخته شده توسط شرکت ساینس، تهران، ایران. مکمل (در هر کیلوگرم) حاوی ۶۰ گرم سدیم، ۹۰ گرم پتاسیم، ۱۸۰ گرم کلسیم، ۲۰ گرم منیزیم، ۳ گرم آهن،۳ گرم روی، ۲ گرم منگنز،۱ میلی‌گرم سلنیم،۳۰۰میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۵۰۰۰۰۰۰ واحد ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد ویتامین D_3 می‌باشد.۴-محاسبه شده بر اساس تراکم انرژی در مواد خوراکی. ۵- بر اساس درصد از پروتیین خام

آنالیز آماری: از رویه‌خطی عمومی(GLM) نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱، ۲۰۰۳) برای تجزیه آماری و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. مدل آماری استفاده شده:

$Yijkl = \mu + Sj + Uk + Ml + SjUk + SjMl + UkMl + SjUkMl + \varepsilon ijkl$

اجزاء مدل شامل: Yijkl=مقدار مشاهده‌شده مربوط به فراسنجه مربوطه، μ= میانگین کل، Sj= شامل دو نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی (اوره معمولی و اوره آهسته رهش)، Uk= شامل دو سطح نیتروژن غیرپروتئینی (سطوح ۰/۸ و ۱/۶ درصد برای اوره معمولی و سطوح ۰/۹ و ۱/۸ درصد برای اوره آهسته رهش براساس ماده خشک جیره)، Ml= شامل ملاس در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد براساس ماده خشک جیره)، SjUk = اثر متقابل نوع در سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی، SjMl= اثر متقابل نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی در سطح ملاس، UkMl= اثر متقابل سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی در

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

سطح ملاس، SjUkMl= اثر متقابل نوع در سطح منبع نیتروژن غیر پروتئینی درسطح ملاس، εijkl= اثر اشتباه آزمایشی.

نتایج

تولید گاز تجمعی و فراسنجه‌های پتانسیل و نرخ تولید گاز: مقایسه میانگین‌های اثرات نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی (اوره معمولی و اوره آهسته رهش)،سطح‌منبع‌نیتروژن‌غیرپروتئینی (سطوح اوره معمولی ۰/۸ و ۱/۶ درصد و سطوح اوره آهسته رهش ۰/۹ و ۱/۸ درصد)و سطوح ملاس(صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد) افزوده شده به جیره بر تولید گاز تجمعی و فراسنجه‌های پتانسیل و نرخ تولید گاز در جدول ۲ آمده است. اثرات معنی‌داری ناشی از اثر جیره‌های غذایی بر مقادیر تولید گاز تجمعی تا ساعت ۲۴ انکوباسیون مشاهده شد (P<۰/۰۵). ولی در ساعت‌های بعدی تا آخر دوره (ساعت ۹۶) این اثرات معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). با افزایش سطح ملاس از صفر به ۲۰ درصد مقدار گاز تولیدی تجمعی تا ساعت ۲۴ انکوباسیون افزایش یافت (P<۰/۰۵). در مقابل اثرات نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی و سطح اوره معمولی و اوره آهسته‌رهش، هم‌چنین اثرات متقابل عوامل مورد مطالعه بر تولید گاز تجمعی،طی مدت انکوباسیون، معنی‌دار نبود(P>۰/۰۵)(جدول ۲). با افزایش‌سطح ملاس ازصفر به ۲۰ درصد درجیره‌های‌غذایی پتانسیل تولید گاز کاهش و نرخ تولید گاز افزایش نشان داد (P<۰/۰۵). اثرات نوع و سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی بر پتانسیل تولید گاز و نرخ تولید گاز معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲: اثرات نوع و سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی و ملاس در جیره غذایی بر تولید گاز تجمعی و فراسنجه‌های تولید گاز

تیمار (جیره غذایی)[۲]	ساعات انکوباسیون								فراسنجه‌ها[۴]	
	۲	۴	۶	۸	۱۲	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶	پتانسیل تولید گاز	نرخ تولید گاز
سطح ملاس											
M0	۴/۹۵^{c}	۱۳/۵^{c}	۱۹/۴^{c}	۴۰/۰^{c}	۴۹/۵^{c}	۹۰/۳^{c}	۱۲۲/۱	۱۳۵/۳	۱۴۴/۰	۱۵۱/۷^{a}	۰/۰۳۳^{c}
M10	۷/۸۷^{b}	۱۹/۰^{b}	۲۶/۴^{b}	۴۰/۱^{b}	۵۶/۵^{b}	۹۲/۲^{ab}	۱۲۲/۷	۱۳۶/۱	۱۴۵/۰	۱۴۷/۲^{ab}	۰/۰۳۹^{b}
M20	۱۱/۳^{a}	۲۳/۹^{a}	۳۴/۴^{a}	۵۰/۲^{a}	۶۴/۶^{a}	۹۴/۴^{a}	۱۲۲/۷	۱۳۶/۶	۱۴۶/۶	۱۴۳/۱^{b}	۰/۰۴۷^{a}
نوع منبع نیتروژن غیر پروتیینی											
S1	۷/۶۲	۱۸/۷	۲۶/۴	۴۰/۳	۵۶/۶	۹۲/۲	۱۲۲/۲	۱۳۵/۱	۱۴۵/۵	۱۴۸/۱	۰/۰۳۹
S2	۸/۴۸	۱۸/۸	۲۶/۸	۴۰/۶	۵۷/۲	۹۲/۴	۱۲۳/۴	۱۳۶/۹	۱۴۴/۸	۱۴۶/۶	۰/۰۴۰
سطح منبع نیتروژن غیر پروتیینی											
U۱	۸/۲۶	۱۹/۱	۲۶/۹	۴۰/۶	۵۷/۱	۹۲/۷	۱۲۳/۰	۱۳۶/۰	۱۴۵/۵	۱۴۷/۵	۰/۰۴۰
U2	۷/۸۴	۱۸/۴	۲۶/۳	۴۰/۲	۵۶/۷	۹۱/۹	۱۲۲/۶	۱۳۵/۹	۱۴۴/۸	۱۴۱/۱	۰/۰۳۹
SEM[۵]	۰/۴۲۶	۰/۶۶۹	۰/۸۸۶	۱/۱۱۴	۰/۹۷۸	۰/۶۴۳	۰/۸۴۳	۰/۱۳۱	۰/۸۹۰	۰/۱۰۶	۰/۰۰۱
P-value	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۶۰۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۵	۰/۹۹۳	۰/۱۴۳	<۰/۰۰۱
S*U[۶]	۰/۹۱۶	۰/۸۵۵	۰/۹۵۹	۰/۹۸۰	۰/۶۹۰	۰/۶۸۱	۰/۶۸۱	۰/۸۶۳	۰/۸۷۹	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
S*M[۷]	۰/۶۴۸	۰/۵۷۷	۰/۵۷۹	۰/۹۲۳	۰/۸۷۵	۰/۹۱۵	۰/۹۱۵	۰/۹۸۸	۰/۸۸۹	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲
M*U[۸]	۰/۷۵۲	۰/۹۵۱	۰/۹۷۴	۰/۹۷۰	۰/۷۵۳	۰/۹۰۶	۰/۹۰۶	۰/۸۹۰	۰/۹۶۸	۰/۵۸۸	۰/۵۸۸

۱- میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵).

۲- سطح ملاس شامل سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد براساس ماده خشک جیره، نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی شامل S1، اوره معمولی و S2، اوره آهسته رهش، سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی شامل U1، اوره معمولی در سطح ۰/۸ و اوره آهسته رهش در سطح ۰/۹ درصد براساس ماده خشک و U2، اوره معمولی در سطح ۱/۶ و اوره آهسته رهش در سطح ۱/۸ درصد براساس ماده خشک.

۳- بر اساس میلی‌لیتر گاز تولیدی به‌ازای ۵۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه. ۴-پتانسیل تولید گاز براساس میلی‌لیتر و نرخ تولید گاز براساس میلی‌لیتر در ساعت.

۵- خطای استاندارد میانگین‌ها. ۶-اثر متقابل نوع با سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی. ۷-اثر متقابل منبع نیتروژن غیرپروتئینی با سطح ملاس. ۸- اثر متقابل سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی با سطح ملاس.

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای: همان‌گونه که در جدول ۳ آمده است با افزایش سطح ملاس از صفر به ۲۰ درصد مقادیر انرژی متابولیسمی، ماده آلی قابل هضم واقعی، درصد قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر افزایش یافت (P<۰/۰۵). ولی مقادیر فراسنجه‌های عامل تفکیک، توده میکروبی و بازده توده میکروبی تولید شده تحت تاثیر سطح ملاس افزوده شده به جیره غذایی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). ماده آلی قابل هضم واقعی در جیره‌های حاوی اوره آهسته رهش نسبت به اوره معمولی بالاتر بود (P<۰/۰۵)، ولی از نظر سایر

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

فراسنجه‌های اندازه‌گیری‌شده تفاوتی بین دو منبع نیتروژن غیرپروتئینی (اوره معمولی و اوره آهسته رهش) مشاهده نشد (P>۰/۰۵). مقادیر فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده، تحت تاثیر سطح منبع نیتروژن غیر پروتئینی (سطوح اوره معمولی ۰/۸ و ۱/۶ درصد و سطوح اوره آهسته رهش ۰/۹ و ۱/۸ درصد) استفاده‌شده در جیره‌های غذایی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). اثرات متقابل عوامل مورد مطالعه بر فراسنجه‌های مقدار انرژی متابولیسمی، ماده آلی قابل هضم واقعی، درصد قابلیت هضم ماده آلی، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، عامل تفکیک، توده میکروبی و بازده توده میکروبی تولید شده، معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)(جدول ۳).

جدول ۳: اثرات نوع و سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی و ملاس در جیره غذایی بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه

تیمار (جیره غذایی)[۲]	ME (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)	TOMD (میلی‌گرم)	IVOMD (درصد)	PF (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	MB (میلی‌گرم)	EMB	SCFA (میلی‌مول)
سطح ملاس							
M0	۷/۹۸^{b}	۱۳۰/۷^{b}	۵۴/۲^{b}	۳/۶۳	۵۱/۲	۳۹/۲	۰/۷۹۸^{b}
M10	۸/۰۸^{ab}	۱۲۹/۷^{b}	۵۵/۰^{ab}	۳/۵۲	۴۸/۶	۳۷/۴	۰/۸۱۴^{ab}
M20	۸/۱۹^{a}	۱۳۲/۶^{a}	۵۵/۸^{a}	۳/۵۳	۴۹/۶	۳۷/۳	۰/۸۳۳^{a}
نوع منبع نیتروژن غیر پروتیینی							
S1	۸/۰۹	۱۳۰/۴^{b}	۵۵/۰	۳/۵۴	۴۹/۱	۳۷/۶	۰/۸۱۶
S2	۸/۰۸	۱۳۱/۶^{a}	۵۴/۹	۳/۵۸	۵۰/۵	۳۸/۳	۰/۸۱۴
سطح منبع نیتروژن غیر پروتیینی							
U1	۸/۱۱	۱۲۹/۷^{b}	۳/۵۱	۵۵/۲	۴۸/۱	۳۷/۱	۰/۸۱۹
U2	۸/۰۶	۱۳۲/۳^{a}	۳/۶۱	۵۴/۸	۵۱/۵	۳۸/۹	۰/۸۱۲
SEM[۴]	۰/۰۳۴	۰/۳۸۷	۰/۲۳۱	۰/۰۲۸	۰/۷۲۹	۰/۴۸۹	۰/۰۰۶
P-value	۰/۶۰۵	<۰/۰۰۱	۰/۴۷۴	۰/۴۸۴	۰/۲۷۶	۰/۵۰۵	۰/۶۰۹
S*U[۵]	۰/۶۸۰	۰/۰۷۵	۰/۶۷۹	۰/۳۸۳	۰/۲۸۶	۰/۳۷۹	۰/۶۸۱
S*M[۶]	۰/۹۱۳	۰/۱۸۵	۰/۹۱۳	۰/۷۹۶	۰/۶۸۰	۰/۷۹۹	۰/۹۱۵
M*U[۷]	۰/۸۷۴	۰/۱۳۸	۰/۸۷۰	۰/۷۹۱	۰/۶۸۹	۰/۷۹۶	۰/۹۰۶

۱- میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵).

۲- سطح ملاس شامل سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد بر اساس ماده خشک جیره، نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی شامل S1، اوره معمولی و S2، اوره آهسته رهش، سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی شامل U1، اوره معمولی در سطح ۰/۸ و اوره آهسته رهش در سطح ۰/۹ درصد براساس ماده خشک جیره و U2، اوره معمولی در سطح ۱/۶ و اوره آهسته رهش در سطح ۱/۸ درصد براساس ماده خشک جیره.

۳- برآورد فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای براساس ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه، ME، انرژی متابولیسمی (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)، TOMD، ماده آلی قابل هضم واقعی (میلی‌گرم). IVOMD، ماده الی قابل هضم (درصد). PF ، عامل تفکیک (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر). MB، توده میکروبی تولیده شده (میلی‌گرم). EMB، بازده توده میکروبی تولید شده. SCFA، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول).

۴- خطای استاندارد میانگین‌ها. ۵-اثر متقابل نوع با سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی.۶-اثر متقابل نوع منبع نیتروژن غیرپروتئینی با سطح ملاس. ۷- اثر متقابل سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی با سطح ملاس.

بحث

تولید گاز تجمعی و فراسنجه‌های پتانسیل و نرخ تولید

گاز: ملاس محصول تصفیه نیشکر یا چغندر قند و حاوی قند زیاد (حدود ۵۰ درصد) می‌باشد که غالب آن را ساکاروز تشکیل می‌دهد. تخمیر قندها، در شکمبه، سریع‌تر از نشاسته اتفاق می‌افتد (Firkins و همکاران، ۲۰۰۸). مقادیر بالاتر تولید گاز در ساعات اولیه انکوباسیون و نرخ تولید گاز می‌تواند به‌دلیل مقادیر بالاتر کربوهیدرات‌های محلول در ملاس باشد. با توجه به محتوای بیش‌تر کربوهیدرات محلول موجود در ملاس، در آزمایش حاضر احتمالاً میکرواورگانیسم‌های شکمبه در ساعات اولیه انکوباسیون از آن به‌عنوان منبع انرژی استفاده کرده‌اند. در آزمایش حاضر از ساعت ۱۲ انکوباسیون به بعد، با افزایش تولید گاز در جیره‌های حاوی سطوح پایین‌تر ملاس، میانگین‌های تولید گاز تجمعی طی ساعات ۴۸، ۷۲ و ۹۶ تعدیل شده و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (جدول ۲). هم‌چنان‌که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش سطح ملاس تا ساعت ۲۴ انکوباسیون، تولید گاز تجمعی افزایش و در ادامه این روند معکوس شده و باعث تعدیل تولید گاز تجمعی در سایر ساعات انکوباسیون شده است. در تنظیم جیره‌های مورد استفاده در آزمایش حاضر، با افزایش سطح ملاس در جیره‌ها، به‌طور نسبی از میزان دانه ذرت در جیره‌ها کاسته شده است (جدول ۱).به‌دلیل پوشش(Matrix)پروتیینی گرانول‌های نشاسته در دانه ذرت که‌رهاسازی نشاسته را محدودمی‌کند،هضم‌پذیری‌نشاسته‌ذرت نسبت به قندها پایین‌تر است (Roony و Pflugfelder، ۱۹۸۶). احتمالاً وجود این ساختار منجر به ایجاد یک فاز تاخیری در تخمیر نشاسته ذرت

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

توسط میکروارگانیزم‌های شکمبه در ساعات اولیه انکوباسیون شده است. در ساعات بعدی انکوباسیون، با شروع تخمیر نشاسته، در جیره‌های حاوی مقدار بیش‌تر دانه ذرت و سطوح کم ملاس، این تاخیر جبران شده و تولید گاز تعدیل شده است. در آزمایش حاضر اثر سطوح مختلف ملاس بر پتانسیل تولید گاز و نرخ تولید گاز معنی‌دار بود و با افزایش سطح ملاس در جیره‌های غذایی نرخ تولید گاز افزایش یافت ولی پتانسیل تولید گاز کاهش یافت($P<0/05$)(جدول ۲). این اثرات با توجه به افزایش معنی‌دار تولید گاز، هم‌زمان با افزایش سطح ملاس، طی ساعات اولیه انکوباسیون قابل توجیه است. منشاء اصلی تولید گاز ناشی از تخمیر کربوهیدرات‌ها است (Blummel و Ørskov، ۱۹۹۳). با تولید گاز بیش‌تر در ساعات اولیه انکوباسیون ناشی از تخمیرپذیری بالاتر ملاس، بخش بالقوه تخمیر پذیر سوبسترا کاهش می‌یابد. ظاهراً این فرض که افزایش پتانسیل تولید گاز (بخش b) منعکس‌کننده روند تخمیر است پذیرفته شده است ولی نرخ تولید گاز (بخش c) به‌طور گسترده‌ای با آن ارتباط معکوس دارد (Dyhurst و Wood، ۱۹۹۸). در آزمایش حاضر مقادیر تولید گاز تجمعی طی ساعات مختلف انکوباسیون و فراسنجه‌های پتانسیل و نرخ تولید گاز تحت تاثیر نوع و سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی (اوره معمولی در مقایسه با اوره آهسته رهش) قرار نگرفت. این نتایج احتمالاً نشان‌دهنده عدم تاثیر در سرعت آزاد سازی آمونیاک ناشی از اوره معمولی در مقایسه با اوره آهسته رهش بر تخمیر میکروبی است. آمونیاک آزاد شده ناشی از تخمیر، همراهی اندکی در تولید گاز دارد، زیرا بخشی از آن در خنثی‌سازی اسیدهای چرب فرار مصرف می‌شود (Cone و van Gelder، ۱۹۹۹). در مقایسه بین اوره و کازئین، در مراحل اولیه تخمیر، تولید گاز در جیره‌های حاوی اوره کم‌تر از کازئین بوده و در مقابل در مراحل بعدی انکوباسیون، جیره‌های حاوی اوره نسبت به کازئین تولید گاز بیش‌تری داشتند. تولید گاز کم‌تر جیره حاوی اوره در مراحل اولیه انکوباسیون در مقایسه با کازئین ممکن است مربوط به واردشدن مقدار زیاد نیتروژن آمونیاکی در مراحل اولیه انکوباسیون باشد(Santos و همکاران، ۲۰۱۳). آمونیاک ممکن است سبب جلوگیری از آزادشدن دی‌اکسیدکربن از بافر کربنات شود (Cone و همکاران، ۲۰۰۵). این ساز و کار ممکن است منجر به کاهش تولید گاز شود. افزایش تولید گاز در مراحل بعدی انکوباسیون ممکن است مربوط به یک نوع عادت‌پذیری جمعیت میکروبی به منبع نیتروژن و در نتیجه رشد میکروبی باشد (Santos و همکاران، ۲۰۱۳).

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای: تولید گاز بیش‌تر در ساعات اولیه انکوباسیون منجر به برآورد بالاتر انرژی متابولیسمی، قابلیت هضم ماده آلی، ماده آلی قابل هضم واقعی تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در جیره‌های حاوی سطوح ۲۰ درصد ملاس شده است. حجم گاز تولیدی شاخصی مناسب و با همبستگی مثبت برای برآورد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی محصول نهایی تخمیر و سنتز پروتیین میکروبی سوبسترا توسط میکروارگانیزم‌ها در شرایط برون‌تنی است (Sommart و همکاران، ۲۰۱۳). در آزمایش حاضر عدم تاثیر نوع و سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی بر فراسنجه‌های تولید گاز احتمالاً ناشی از این فرض است که تولید گاز عمدتاً ناشی از تخمیر کربوهیدرات‌ها است. اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گازهای تولید شده (به‌طور عمده متان و دی‌اکسید کربن) حاصل تخمیر کربوهیدرات‌ها بوده و چربی‌ها و پروتئین نقش اندکی در تولید مواد حاصل از تخمیر دارند (Getachew و همکاران، ۲۰۰۲).آمونیاک آزاد شده ناشی از تخمیر، همراهی اندکی در تولید گاز دارد، زیرا بخشی از آن در خنثی‌سازی اسیدهای چرب فرار مصرف می‌شود (Cone و van Gelder، ۱۹۹۹). منشأ اصلی گاز تولیدی ناشی از تبدیل کربوهیدرات‌ها به استات، پروپیونات و بوتیرات می‌باشد که در این میان، تبدیل کربوهیدرات به استات و بوتیرات نقش مهم‌تری در میزان گاز تولیدی دارد (Blummel و Ørskov، ۱۹۹۳). این موضوع نشان می‌دهد که طی ساعات اولیه انکوباسیون نوع و سطح منبع نیتروژن غیرپروتئینی نتواسته است نسبت به ملاس در تولید گاز نقش زیادی داشته باشد.

عدم تاثیر اوره آهسته رهش نسبت به اوره معمولی در فراسنجه‌های تولید گاز (به‌جز قابلیت هضم ماده آلی واقعی) در این آزمایش احتمالاً نشان‌دهنده یکسان بودن این دو منبع نیتروژن غیرپروتئینی از نظر سرعت آزادسازی آمونیاک در محیط کشت بوده است. هم راستا با این نتایج(Ceconi و همکاران، ۲۰۱۵) تفاوتی از نظر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای نیتروژن به‌روش کیسه‌های نایلونی، نیتروژن آمونیاکی شکمبه، قابلیت هضم ماده آلی و غلظت مجموع اسیدهای چرب فرار شکمبه، در مقایسه بین یک محصول اوره آهسته رهش (نیتروشور=NitroShure) با اوره معمولی مشاهده نکردند. در مقابل، نتایج مقایسه تولید گاز حاصل از نشاسته ذرت، ترکیب نشاسته ذرت و اوره معمولی و ترکیب نشاسته ذرت و انواع محصولات اوره آهسته رهش،نشان داد که بیش‌ترین مقدار تولید گاز در ساعات مختلف انکوباسیون مربوط به نشاسته ذرت و کم‌ترین آن مربوط به ترکیب نشاسته ذرت و اوره معمولی بوده و سایر تیمارها (انواع ترکیبات اوره آهسته رهش) در میان آن دو قرار داشتند ($P<0/05$). این نتایج نشان می‌دهد که تولید گاز می‌تواند شاخصی برای مقایسه محصولات مختلف اوره آهسته رهش از نظر سرعت رهاسازی آمونیاک باشد (Spanghero و همکاران، ۲۰۱۸). درآزمایش ذکر شده جیره‌های آزمایشی شامل مقدار یکسانی از دانه ذرت به‌عنوان منبع نشاسته بوده که مقادیر مشابهی از انواع محصولات اوره آهسته رهش (معادل ۵۰ میلی‌گرم اوره معمولی) به آن اضافه شده بود. تفاوت در ترکیبات جیره‌های آزمایش حاضر با آزمایش ذکر شده، می‌تواند توجیه کننده اختلاف در نتایج باشد. شاخص عامل تفکیک می‌تواند اطلاعاتی

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

در مورد این‌که چه مقدار از خوراک تخمیر شده به تولید اسیدهای چرب فرار و گازهای دفعی (عمدتاً دی اکسیدکربن و متان) اختصاص یافته و چه مقدار آن صرف تولید توده میکروبی شده است، ارائه نماید (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷). هرچه مقدار عامل تفکیک پایین‌تر باشد، حاکی از این است که ماده آلی تجزیه شده بیش‌تر به سمت تولید اسیدهای چرب فرار رفته تا تولید توده میکروبی (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷). در مطالعه حاضر مقادیر این شاخص در محدوده ۳/۴۷ تا۳/۶۷ و در دامنه تئوری اعلام شده توسط Blummel و همکاران (۱۹۹۷) بود. این محققین اظهار می‌دارند که شاخص عامل تفکیک خوراک‌ها در دامنه بین ۲/۷۵ تا ۴/۴۱ متغیر است و این محدوده منعکس کننده تولید مقدار ۱۰ تا ۳۲ مول آدنوزین تری فسفات (ATP) به‌ازای تخمیر هر مول گلوکز بوده و مقدار ۳۲ مول آدنوزین تری فسفات به عنوان حداکثر بازدهی تولید توده میکروبی عنوان شده است. یک اصل پذیرفته‌شده در تغذیه نشخوارکنندگان،حداکثر نمودن تولید پروتئین میکروبی از خوراک تخمیر شده در شکمبه می‌باشد. به گونه‌ای که با افزایش بازدهی پروتئین میکروبی پروتئین عبوری از شکمبه به روده باریک افزایش یافته و در عوض اتلاف کربن خوراک در قالب گازهای تخمیری کاهش می‌یابد(Anele و همکاران، ۲۰۱۱).در آزمایش حاضر سطوح مختلف افزودن ملاس و نیز وارد کردن اوره آهسته رهش در مقایسه با اوره معمولی، تغییرات معنی‌داری در مقادیر فراسنجه‌های عامل تفکیک، تولید توده میکروبی و راندمان توده میکروبی ایجاد نکردند (جدول ۳) در عین‌حال سطوح بالای افزودن ملاس باعث افزایش تولید گاز و انرژی متابولیسمی شد (P<۰/۰۵). در همین راستا Sannes و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که استفاده از کنجاله سویا در مقایسه با اوره همراه با افزودن سطوح بالای قند به جیره اثری روی سنتز پروتیین میکروبی نداشت. همان‌گونه که ذکر شد تا ساعت ۱۲ انکوباسیون جیره‌های حاوی ۲۰ درصد ملاس تولید گاز بالاتری داشتند (P<۰/۰۵) در ادامه از ساعت ۲۴ به بعد، تولید گاز در جیره‌های حاوی سطوح پایین‌تر ملاس (ملاس صفر و ۱۰ درصد) افزایش یافته و باعث تعدیل در مقدار تجمعی تولید گاز شد.ممکن است عادت‌پذیری جمعیت میکروبی به‌منبع نیتروژن و رشد میکروبی علت افزایش تولید گاز ساعات بعدی انکوباسیون باشد (Santos و همکاران، ۲۰۱۳). عوامل ذکر شده ممکن است عدم تفاوت در عامل تفکیک و تولید توده میکروبی، علی‌رغم افزایش معنی‌دار انرژی متابولیسمی و قابلیت هضم ناشی از افزودن سطوح بالای ملاس به جیره غذایی را توجیه کند.

نتایج به دست آمده در آزمایش حاضر نشان داد که افزودن سطح ۲۰ درصد ملاس به جیره‌های حاوی ۷۰ درصد کنسانتره باعث افزایش تولید گاز، قابلیت هضم ماده آلی و قابلیت هضم ماده آلی واقعی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر شد ولی اثری روی سایر فراسنجه‌های آزمایش تولید گاز نداشت. اثر نوع و سطوح مختلف افزودن اوره معمولی در مقایسه با اوره آهسته رهش بر غالب فراسنجه‌های آزمایش تولید گاز، به‌جز قابلیت هضم ماده آلی واقعی معنی‌دار نبود. به‌طورکلی نتایج نشان داد که به‌نظر نمی‌رسد تفاوت اوره معمولی و اوره آهسته رهش نیتروزا از نظر سرعت آزادسازی آمونیاک در محیط کشت تخمیر میکروبی را تحت تاثیر قرار داده باشد ولی افزودن ۲۰ درصد ملاس براساس ماده خشک سبب بهبود فراسنجه‌های آزمایش تولید گاز شد.

منابع

۱. **Anele, U.Y.; Sudekum, K.H.; Hummel, J.; Arigbede, O.M.; Oni, A.O.; Olanite, J.A. and Jolaosho, A.O., 2011.** Chemical characterization, in vitro dry matter and ruminal crude protein degradability and microbial protein synthesis of some cowpea (*Vigna unguiculata*) haulm varieties. Animal feed science and technology. Vol. 163, pp: 161-169.

۲. **Blummel, M. and Ørskov, E.R., 1993.** Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Animal Feed Science and Technology. Vol. 40, pp: 109-119.

۳. **Blummel, M.; Makkar, H.P.S. and Becker, K., 1997.** In vitro gas production: a technique revisited. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Vol. 77, pp: 24-34.

۴. **Blummel, M. and Becker, K., 1997.** The degradability characteristics of fifty-four roughages and roughage neutral detergent fibres as described by in vitro gas production and their relationship to voluntary feed intake. British Journal of Nutrition. Vol. 77, pp: 757-768.

۵. **Ceconi, I.; Ruiz-Moreno, M.J.; DiLorenzo, N.; DiCostanzo, A. and Crawford, G.I., 2015.** Effect of slow-release urea inclusion in diets containing modified corn distillers grains on total tract digestibility and ruminal fermentation in feedlot cattle. Journal of Animal Science. Vol. 93, pp: 4058-4069.

۶. **Cherdthong, A. and Wanapat, M., 2010.** Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: A review. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. Vol. 4, pp: 2232-2241.

۷. **Cone, J.W. and van Gelder, A.H., 1999.** Influence of protein fermentation on gas production profiles. Animal Feed Science and Technology. Vol. 76, pp: 251-264.

۸. **Cone, J.W.; Jongbloed, A.W.; Van Gelder, A.H. and De Lange, L., 2005.** Estimation of protein fermentation in the large intestine of pigs using a gas production technique. Animal Feed Science and Technology. Vol. 123, pp: 463-472.

۹. **DeFrain, J.M.; Hippen, A.R.; Kalscheur, K.F. and Schingoethe, D.J., 2006.** Feeding Lactose to Increase Ruminal Butyrate and the Metabolic Status of Transition Dairy Cows1. Journal of Dairy Science. Vol. 89, pp:267-276.

۱۰. **Dryhurst, N. and Wood, C.D., 1998.** The effect of nitrogen source and concentration on in vitro gas production using rumen microorganisms. Animal Feed Science& Technology. Vol. 71, pp: 131-143.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

۱۱. **Firkins, J.L.; Oldick, B.S.; Pantoja, J.; Reveneau, C.; Gilligan, L.E. and Carver, L., 2008.** Efficacy of Liquid Feeds Varying in Concentration and Composition of Fat, Nonprotein Nitrogen, and Nonfiber Carbohydrates for Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science. Vol. 91, pp: 1969-1984.

۱۲. **Galina, M.A.; Guerrero, M.; Serrano, G.; Morales, R. and Haenlein, G.F.W., 2000.** Effect of complex catalytic supplementation with non-protein nitrogen on the ruminal ecosystem of growing goats pasturing on shrub land in Mexico. Small Ruminant Research. Vol. 36, pp: 33-42.

۱۳. **Galo, E.; Emanuele, S.M.; Sniffen, C.J.; White, J.H. and Knapp, J.R., 2003.** Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. Journal of Dairy Science. Vol. 86, pp: 2154-2162.

۱۴. **Getachew, G.; Makkar, H.P.S. and Becker, K., 2002.** Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. The Journal of Agricultural Science. Vol. 139, pp: 341-352.

۱۵. **Highstreet, A.; Robinson, P.H.; Robison, J. and Garrett, J.G., 2010.** Response of Holstein cows to replacing urea with with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein. Livestock.

۱۶. **Hristov, A.N. and Ropp, J.K., 2003.** Effect of dietary carbohydrate composition and availability on utilization of ruminal ammonia nitrogen for milk protein synthesis in dairy cows. Journal of Dairy Science. Vol. 86, pp: 2416-2427.

۱۷. **Menke, K.H. and Steingass, H., 1988.** Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal. Research. Development. Vol. 28, pp: 7-55.

۱۸. **Menke, K.H.; Raab, L.; Salewski, A.; Steingass, H.; Fritz, D. and 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. Vol. 93, pp: 217-222.

۱۹. **NRC. 2007.** Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervide, and new world camelids. National Academy Press, Washington, DC.

۲۰. **Ørskov, E.R. and McDonald, I., 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science. Vol. 92, pp: 499-503.

۲۱. **Rooney, L.W. and Pflugfelder, R.L., 1986.** Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. Journal of Animal Science. Vol. 63, pp: 1607-1623.

۲۲. **Sannes, R.A.; Messman, M.A. and Vagnoni, D.B., 2002.** Form of rumen-degradable carbohydrate and nitrogen on microbial protein synthesis and protein efficiency of dairy cows. Journal of Dairy Science. Vol. 85, pp: 900-908.

۲۳. **Santos, A.S.; Ferreira, L.M.M.; Martin-Rosset, W.; Cone, J.W.; Bessa, R.J.B. and Rodrigues, M.A.M., 2013.** Effect of nitrogen sources on in vitro fermentation profiles and microbial yield using equine caecal contents. Animal Feed Science and Technology. Vol. 182, pp: 93-99.

۲۴. **SAS. 2003.** SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition. SAS Institute, Cary, NC, USA.

۲۵. **Sommart, K.; Parker, D.S.; Rowlinson, P. and Wanapat, M., 2000.** Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an in vitro system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. Asian Australian Journal of Animal Science. Vol. 13, pp: 1084-1093.

۲۶. **Spanghero, M.; Nikulina, A. and Mason, F., 2018.** Use of an in vitro gas production procedure to evaluate rumen slow release urea products. Animal Feed Science and Technology. Vol. 237, pp: 19-26.

۲۷. **Taylor-Edwards, C.C.; Elam, N.A.; Kitts, S.E.; McLeod, K.R.; Axe, D.E.; Vanzant, E.S.; Kristensen, N.B. and Harmon, D.L., 2009.** Influence of slow-release urea on nitrogen balance and portal-drained visceral nutrient flux in beef steers. Journal of Animal Science. Vol. 87, pp: 209-221.

۲۸. **Theodorou, M.K.; Williams, B.A.; Dhanoa, M.S.; McAllan, A.B. and France, J., 1994.** A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal feed science and technology. Vol. 48, pp: 185-197.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.124926

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 4, Winter 2020

Evaluation of the effects of adding conventional urea and slow release urea to diets containing molasses on microbial fermentation by gas production method

- **Mohammadreza Mashayekhi*:** Department of Animal Science Research, Safiabad Agricultural Research and Training Center and Natural Resources, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Dezful, Iran
- **Mohsen Sari:** Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Sciences and Food Industry, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Ahvaz, Iran
- **Naeem Erfani majd:** Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: September 2019 Accepted: December 2019

Keyword: Common urea, Gas production, Molasses, Slow release urea

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of source and level of non-protein nitrogen, as well as the level of molasses added to high concentrate diets on gas production parameters. A completely randomized design with factorial (2×2×3) arrangement of 12 treatments with 5 replications was used. Factors were two types of non-protein nitrogen sources, common urea and slow-release urea (Nitroza) each in two levels (0.8 and 1.6%) and (0.9 and 1.8%) on dry matter basis of ration respectively, and molasses at three levels (0, 10 and 20%). With increasing of molasses, the amounts of cumulative gas production up to 24 hours of incubation, metabolisable energy, truly organic matter digestibility, organic matter digestibility and short chain fatty acids, increased ($P<0.05$). Cumulative gas production was not affected by non-protein nitrogen source and its levels. Truly organic matter digestibility was higher in diets containing slow-release urea than conventional urea, but in other parameters there was no difference between the two non-protein nitrogen sources. In general, the results showed that the rate of ammonia release from conventional and slow release urea in the culture medium does not have a significant effect on *in vitro* fermentation, but adding 20% molasses on dry matter basis of ration, improved the gas production parameters.

* Corresponding Author's email: mashayekhi2004@yahoo.com