

*Research Article***Effects of replacing soybean meal with slow-release urea on milk production, nutrient digestibility and blood parameters of Holstein dairy cows****Saeid Hallajian¹, Jafar Fakhraei^{1*}, Hosein Mansori Yarahmadi¹, Kaveh Jafari khorshidi²**¹ Department of Animal Sciences, Faculty of Engineering, Agriculture, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran² Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran**Key Words**Slow-release urea
Milk production
Digestibility
Soybean meal
Holstein dairy cows**Abstract****Introduction:** This study was conducted to evaluate the effects of replacing soybean meal (SBM) with slow-release urea (SRU) on milk production, nutrient digestibility, and blood parameters of Holstein dairy cows.**Materials & Methods:** In this regard, sixteen Holstein dairy cows weighing between 550-680 kg, yielding ~ 30 kg milk/d were randomly assigned to 4 dietary treatments (4 replicates or cows) in a 12-week study. Treatments consisted of i) control diet which included SBM as a protein source; ii) control diet supplemented with 0.5%, 0.75% and 1% SRU. In this regard, sixteen Holstein dairy cows weighing between 550-680 kg, yielding ~ 30 kg milk/d were randomly assigned to 4 dietary treatments (4 replicates or cows) in a 12-week study. Treatments consisted of i) control diet which included SBM as a protein source; ii) control diet supplemented with 0.5%, 0.75% and 1% SRU.**Result:** Feeding SRU did not have any significant effect on milk production ($P>0.05$), but milk production was higher for the cows fed 0.5% SRU. Crude protein (CP) digestibility was significantly different between treatments ($P<0.05$). –Feeding SRU did not have any significant effect on organic matter (OM), ether extract (EE), non-structural carbohydrates (NSC) and Acid detergent fiber (ADF) digestibility ($P>0.05$). Also, glucose and very-low-density lipoprotein (VLDL) concentrations were not significantly affected by feeding SRU ($P>0.05$). Plasma cholesterol and triglyceride concentrations, high-density lipoprotein (HDL), low-density lipoprotein (LDL) and blood urea nitrogen (BUN) concentrations were significantly different between treatments ($P<0.05$).**Conclusion:** Based on the results of this study, replacing SBM with SRU improves fiber and protein digestibility, microbial protein production, productive performance and finally reduces the productions' costs.**Article info*** Corresponding Author's email:
j-fakhraei@iaua-arak.ac.irReceived: 21 March 2024
Reviewed: 22 April 2024
Revised: 24 June 2024
Accepted: 30 July 2024

مقاله علمی - پژوهشی

اثرات جایگزینی کنجاله سویا با اوره آهسته رهش بر قابلیت هضم مواد مغذی، تولید شیر و فراسنجه‌های خونی گاوهای شیری هلشتاین

سعید حلاجیان^۱، جعفر فخرایی^{۱*}، حسین منصوری یاراحمدی^۱، کاوه جعفری خورشیدی^۲

^۱ گروه علوم دامی، دانشکده فنی و مهندسی و کشاورزی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

^۲ گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران

کلمات کلیدی

چکیده

اوره آهسته رهش

تولید شیر

قابلیت هضم

کنجاله سویا

گاوهای شیری هلشتاین

مقدمه: در این پژوهش اثرات جایگزینی کنجاله سویا با اوره آهسته رهش بر تولید شیر، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی گاوهای شیری هلشتاین بررسی شد.

مواد و روش‌ها: بدین منظور ۱۶ راس گاو شیری هلشتاین با دامنه وزنی ۵۵۰ تا ۶۸۰ کیلوگرم و میانگین تولید شیر ۳۰ کیلوگرم در روز به صورت تصادفی در ۴ تیمار آزمایشی (۴ تکرار یا چهار گاو) در یک دوره ۱۲ هفته‌ای استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل جیره شاهد حاوی کنجاله سویا به عنوان منبع پروتئینی و جیره‌های پایه حاوی ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد اوره آهسته رهش جایگزین شده با کنجاله سویا بودند.

نتایج: تغذیه با جیره حاوی اوره آهسته رهش بر میزان تولید شیر تاثیر معنی داری نداشت ($P>0/05$) اما گاوهای تغذیه شده با ۰/۵ درصد اوره آهسته رهش، بالاترین مقدار تولید شیر را نشان دادند. قابلیت هضم پروتئین خام (CP) در میان تیمارهای آزمایشی به طور معنی داری متفاوت بود ($P<0/05$). تغذیه با اوره آهسته رهش بر روی قابلیت هضم ماده آلی (OM)، عصاره اتری (EE)، کربوهیدرات غیرالیافی (NSC) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) تاثیر معنی داری نداشت ($P>0/05$). هم چنین غلظت گلوکز و VLDL پلاسما تحت تاثیر تغذیه با اوره آهسته رهش قرار نگرفتند ($P>0/05$). غلظت کلسترول و تری گلیسرید پلاسما، HDL، LDL و نیتروژن اوره‌ای خون (BUN) در میان تیمارها اختلاف معنی داری داشت ($P<0/05$).

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

j-fakhraei@iau-arak.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲ فروردین ۱۴۰۳

تاریخ داوری: ۳ اردیبهشت ۱۴۰۳

تاریخ اصلاح: ۴ تیر ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۹ مرداد ۱۴۰۳

بحث و نتیجه گیری: براساس نتایج این تحقیق، جایگزینی کنجاله سویا با اوره آهسته رهش، سبب بهبود هضم الیاف و پروتئین خام، بهبود ساخت پروتئین میکروبی و عملکرد تولیدی می‌شود و می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش دهد. گاوهای شیره اثرات منفی بر تولید و ترکیبات شیر نداشته و هزینه خوراک مصرفی را کاهش داده و قابل توصیه می‌باشد.

مقدمه

بنابراین تحقیق حاضر به بررسی اثرات جایگزینی کنجاله سویا با اوره آهسته رهش بر قابلیت هضم مواد مغذی، میزان تولید شیر و فراسنجه‌های خونی در گاوهای شیری هلشتاین می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

حیوانات، نحوه خوراک‌دهی و جیره‌های آزمایشی: در این آزمایش از ۱۶ رأس گاو شیری هلشتاین با دامنه وزنی بین ۵۵۰ تا ۶۸۰ کیلوگرم (میانگین وزن ۶۰۰ کیلوگرم) و با شکم زایش‌های متفاوت (۲ تا ۴ شکم زایش و میانگین روزهای شیردهی ۸۰ روز) با میانگین تولید شیر ۳۰ کیلوگرم در روز در دوره ۱-۴ شیردهی استفاده شد. هم‌چنین این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و در یک دوره ۱۲ هفته‌ای با ۴ تیمار و ۴ تکرار (چهار گاو) انجام شد. حیوانات به‌صورت انفرادی در جایگاه‌های ویژه نگهداری شدند و سه ساعت پس از خوراک‌دهی، دام‌ها را از جایگاه خارج کرده و به بهار بند هدایت شدند. حیوانات در جایگاه انفرادی که دارای یک آبخوری اتوماتیک و آخور مجزا بوده قرار گرفتند. طی مدت زمان ۱۴ روز، دوره عادت‌پذیری به جایگاه، محیط و جیره صورت گرفت. برای اندازه‌گیری قابلیت هضم و نشخوار، دام‌ها به‌صورت ۲۴ ساعته در جایگاه نگهداری شدند. جیره‌های آزمایشی به‌صورت کاملاً مخلوط (Total Mixed Ration: TMR) در اختیار حیوان قرار گرفت و دام‌ها در حد اشتها (۱۰ درصد بالاتر از مصرف اختیاری خوراک) تغذیه شدند. در طی انجام پژوهش دام‌ها با چهار نوع جیره شامل: ۱- جیره پایه حاوی کنجاله سویا به عنوان منبع پروتئینی ۲- جیره پایه حاوی کنجاله سویا + ۵/۰ درصد اوره آهسته رهش (نیتروزا) جایگزین شده با کنجاله سویا ۳- جیره پایه حاوی کنجاله سویا + ۷/۰ درصد اوره آهسته رهش (نیتروزا) ۴- جیره پایه حاوی کنجاله سویا + ۱ درصد اوره آهسته رهش (نیتروزا) تغذیه شده‌اند. نمونه‌های خوراکی به نسبت‌های تعیین شده داخل دستگاه خوراک دهنده کاملاً مخلوط شده و سه بار در روز در اختیار گاوها قرار گرفت. به منظور تامین احتیاجات مواد مغذی مورد نیاز، فرمولاسیون جیره پایه بر اساس دستورالعمل‌های NRC انجام گرفت (۱۰). جیره‌ها در حد اشتها و آب آشامیدنی نیز در طول شبانه روز به‌صورت آزاد در اختیار گاوها قرار گرفتند. جیره‌های استفاده شده در این آزمایش حاوی ۱۶/۷ درصد پروتئین خام، ۱۵٪ ماده خشک سیلاژ ذرت، ۲۰٪ یونجه، و ۵۵٪ مخلوط کنسانتره بود. میزان خوراک مصرفی هر دام به‌صورت جداگانه در هر روز ثبت گردید. برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی خوراکی‌ها ابتدا نمونه‌های مواد خوراکی پس از یخ‌گشایی در معرض هوای فشرده در آون و تحت دمای ۵۵ درجه

امروزه کنجاله سویا به سبب کیفیت بالا و میزان پروتئین بالای موجود در آن، پرمصرف‌ترین مکمل پروتئینی برای تغذیه گاوها و دیگر نشخوارکنندگان به‌شمار می‌آید. اما به دلیل هزینه بالای این جیره‌ها، بسیاری از دامپروران به دنبال جایگزین مناسبی برای آن هستند تا هزینه‌های خوراک و هزینه‌های واحد تولیدی را کاهش داده و یا به حداقل برسانند (۱). یکی از مهم‌ترین مزایای دستگاه گوارش نشخوارکنندگان این است که میکروارگانیسم‌های شکمبه در کنار استفاده از موادالیافی، قادرند تا ازت غیرپروتئینی نیز استفاده کنند. آمونیاک، فرآورده اصلی ناشی از متابولیسم ترکیبات ازته در شکمبه است و تحقیقات ثابت کرده‌اند میکروارگانیسم‌های شکمبه از آمونیاک به‌عنوان منبع نیتروژن برای ساخت پروتئین‌های خاص خود استفاده می‌کنند (۲، ۳) و دام‌ها از این ترکیبات برای تولید شیر استفاده خواهند کرد. اوره یک منبع غنی از ازت غیرپروتئینی است که در مقایسه با سایر منابع، به دلیل در دسترس بودن و قیمت پایین آن، بیش‌ترین استفاده را برای تأمین احتیاجات آمونیاک شکمبه به‌خود اختصاص داده است. یکی از مشکلات اوره، محدودیت مصرف آن در جیره غذایی و مسمومیت زایی آن است. مصرف مقادیر بالای اوره در مدت زمان کوتاه، باعث مسمومیت حیوان می‌شود (۴). به علاوه، استفاده بیش از حد اوره باعث اتلاف ازت برای ساخت پروتئین میکروبی در شکمبه می‌شود. نتایج تحقیقات و روش‌ها برای کاهش آزادسازی ازت اوره در شکمبه منجر به توسعه فرآورده‌های اوره آهسته رهش شد (۵). استفاده از اوره آهسته رهش، اوره را با سرعت آهسته‌تری تجزیه کرده و از آزادسازی سریع آمونیاک جلوگیری می‌نماید (۶) در واقع فرآورده‌های اوره آهسته رهش باعث می‌شوند، آمونیاک به‌آرامی در محیط شکمبه آزاد گردد؛ به‌طوری‌که با استفاده از این فرآورده‌ها، باکتری‌های هضم‌کننده الیاف به آمونیاک (به‌عنوان منبع ازت) دسترسی بیش‌تری داشته و از این روی تولید پروتئین میکروبی و به موجب آن، تولید شیر افزایش می‌یابد. فرآورده اوره آهسته رهش در مقایسه با منابع واقعی پروتئین مانند کنجاله سویا با پروتئین خام ۴۴ درصد براساس ماده خشک، غلظت بالای ازت را با معادل پروتئین خام ۲۵۶ درصد فراهم می‌کند (۷). با استفاده از ترکیبات اوره آهسته رهش و به‌دنبال آن بهبود مصرف ازت در شکمبه می‌توان به کاهش منابع تامین‌کننده پروتئین در جیره به مانند کنجاله سویا، کنجاله کلزا و غیره اقدام نمود (۸). به این ترتیب، به نظر می‌رسد استفاده از ازت غیرپروتئینی در جیره نشخوارکنندگان، یک راهکار مناسب برای افزایش پروتئین میکروبی در شکمبه است (۹) و به موجب آن می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های تغذیه‌ای شود.

سانتی گراد و به مدت ۷۲ ساعت خشک شده و پس از آسیاب شدن، میزان پروتئین خام، ماده خشک، خاکستر و ماده آلی نمونه‌های مواد خوراکی و باقی‌مانده خوراک براساس روش‌های استاندارد AOAC اندازه‌گیری شد (۱۱). از آنجایی که الیاف نقش مهمی را در تأمین شرایط مناسب شکمبه‌ای و جلوگیری از بروز ناهنجاری‌های متابولیکی

به عهده داشته و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی نیز جزء ترکیبات شیمیایی مهم خوراک‌ها به حساب می‌آیند، لازم است تا میزان این ترکیبات، به‌ویژه در علوفه اندازه‌گیری شود. بنابراین، در تحقیق حاضر، میزان NDF و ADF جیره نیز به روش ون سوست اندازه‌گیری شد (۱۲).

جدول ۱: جیره‌های مورد استفاده برای انجام آزمایش

ترکیبات مغذی	جیره شاهد	اوره ۰/۵ درصد	اوره ۰/۷۵ درصد	اوره ۱ درصد
اوره آهسته رهش	۰	۰/۵	۰/۷۵	۱
یونجه خشک	۲۱/۲۶	۲۰	۲۰	۲۰
سیلاژ ذرت	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
کاه گندم	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
دانه جو	۲۰/۸۱	۲۲/۷۲	۲۲/۷۲	۲۷/۳۵
پودر چربی	۳/۷۹	۴/۲۱	۴/۲۱	۴/۶۲
سبوس گندم	۵	۵/۹۸	۵/۷۳	۵/۳۷
کنجاله سویا	۱۹/۴۸	۱۵/۷۹	۱۵/۷۹	۱۱/۷۸
ملاس چغندر قند	۲	۲	۲	۲
مکمل فسفر	۱	۱	۱	۱
کربنات کلسیم	۱/۰۹	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۲۲
نمک طعام	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۲
جوش شیرین	۰/۴۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۶۴
جمع کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

نمونه‌گیری: هر روز صبح باقی‌مانده خوراک روز قبل از هر آخور جمع‌آوری و توزین شد تا از این طریق مقدار خوراک مصرفی روزانه و درصد خوراک باقی‌مانده در هر آخور به صورت روزانه محاسبه و تعیین شود. وزن بدن دام‌ها در ابتدای دوره آزمایشی و در انتهای هر دوره اندازه‌گیری شد. سپس امتیاز بدنی دام‌ها براساس سه شاخص مختلف در ابتدا و انتهای هر دوره تعیین شد. جهت تعیین قابلیت هضم مواد مغذی جیره‌های آزمایشی، نمونه‌گیری از خوراک مصرفی و مدفوع هر دام به صورت روزانه در طول هر دوره انجام شد. به این منظور نمونه‌های مدفوع دو بار در روز و با فاصله زمانی ۱۲ ساعته از ناحیه رکتوم حیوان جمع‌آوری و سپس در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد فریز شد. هم‌چنین در این مدت میزان ادرار روزانه هر حیوان در ظرف‌های حاوی اسید سولفوریک (۱۰۰ میلی لیتر ۱۰ درصد) جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. در این آزمایش، شیردوشی سه بار در روز و در ساعات (۵ صبح، ۱ بعد از ظهر و ۹ شب) به روش مکانیکی (با استفاده از میلکومتر) انجام گرفت. پس از نمونه‌گیری شیر، نمونه‌های به‌دست آمده پس از مخلوط شدن در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگه‌داری و مقادیر پروتئین، چربی و لاکتوز آن توسط دستگاه دستگاه اکومیلک توتال (Ekomilk TOTAL Milk Analyzer) اندازه‌گیری شد. نیتروژن اوره‌ای شیر نیز به روش کالریمتری اندازه‌گیری شد (۱۳). پس از دوره عادت‌پذیری، در آخرین هفته آزمایش و سه ساعت پس از خوراک‌دهی، نمونه‌های شکمبه به وسیله قرار دادن لوله‌های مری جمع‌آوری و با فاصله توسط یک فلاسک عایق به آزمایشگاه انتقال داده شد. با فاصله میزان PH مایع شکمبه نیز توسط دستگاه PH

متر (Horbia Twin B-213): ساخت شرکت اسپکتروم تکنولوژی، آئورا، آمریکا) اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری PH مایع شکمبه، میزان ۱۰ میلی لیتر از مایع شکمبه با ۲ میلی لیتر محلول متافسفريك اسید ۲۵٪ مخلوط شد و سپس درمان ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه و ۲۰ هزار دور سانتریفیوژ شد. سپس نمونه سانتریفیوژ شده در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگه‌داری شد. در نهایت میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه نیز مطابق روش Broderick و Kang اندازه‌گیری شد (۱۴). در هفته چهارم هر دوره، ۳ ساعت بعد از مصرف خوراک، آزمایش خونگیری از سیاهرگ دمی توسط لوله‌های ونوجکت حاوی سدیم هپارین انجام گرفت. با فاصله نمونه‌های خون سانتریفیوژ شده و پلاسماي آن‌ها منجمد شد. برای جلوگیری از لخته شدن خون، نمونه‌های خونی با لوله‌های خلا حاوی اسید اتیلن اتیل تتراستیک (EDTA) جمع‌آوری شد و در عرض کم‌تر از ۲ ساعت به آزمایشگاه منتقل شدند. برای جداسازی پلاسما، نمونه‌های خونی با دستگاه سانتریفیوژ (ایران خودساز با دور ۳۵۰۰ دور به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد) سانتریفیوژ شدند. به منظور اندازه‌گیری متابولیت‌های خونی، پلاسماي جدا شده در تیوپ‌های در بسته ریخته شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگه‌داری شدند. غلظت گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین و ازت اوره‌ای خون با کیت‌های شرکت پارس آزمون و با دستگاه اتوانالایزر (Dirui CS-400، ساخت چین) اندازه‌گیری شدند.

جدول ۲: آنالیز ترکیبات شیمیایی موجود در جیره

ترکیبات مغذی	جیره شاهد	۰/۵ درصد اوره آهسته رهش	۰/۷۵ درصد اوره آهسته رهش	۱ درصد اوره آهسته رهش
درصد ماده خشک	۸۲/۵	۸۱/۵۶	۸۰/۵۶	۸۱/۸
انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم)	۶/۹۸	۶/۷۷	۶/۷۷	۶/۷۷
پروتئین خام (درصد)	۱۶/۷	۱۶/۷	۱۶/۷	۱۶/۷
RDP (درصد)	۱۱/۴۷	۱۱/۹۲	۱۱/۹۲	۱۲/۳۵
RUP (درصد)	۵/۲۳	۴/۷۸	۴/۷۸	۴/۳۵
خاکستر کل (درصد)	۶/۷۰	۶/۴۶	۶/۴۶	۶/۲۲
کلسیم (درصد)	۱	۱	۱	۱
فسفر کل (درصد)	۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵
ADF (درصد)	۲۱/۲۹	۲۱	۲۱	۲۰/۳۵
NDF (درصد)	۳۴/۱۹	۳۴/۱۲	۳۴/۱۲	۳۳/۵۱
eNDF (درصد)	۲۴/۴۲	۲۷/۴۸	۲۷/۴۸	۲۷/۲۶
عصاره اتری (درصد)	۴/۶	۳/۸	۳/۵	۴/۲
علوفه (درصد)	۴۵	۴۵	۴۵	۴۵
کنسانتره (درصد)	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری این طرح با

استفاده از رویه GLM و رویه Mixed نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۳) انجام گرفت (۱۵) و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از روش توکی کرامر و در سطح معنی داری ۵٪ انجام شد (۱۶). مدل آماری برای صفات غیرتکرار شونده به شرح زیر است:

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

Y_{ij} : مشاهده مربوط به هر صفت مورد بررسی بر روی هر حیوان، μ :

میانگین جامعه، T_i : اثر تیمارها، ε_{ij} : خطای آزمایشی

مدل آماری برای صفات تکرار شونده نیز به شرح زیر است:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + a_{ij} + D_k + (TD)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

در مدل آماری فوق Y_{ijk} متغیر وابسته، μ میانگین جامعه، j اثر تیمار، i اثر بلوک، k اثر تیمار، D_k اثر روز آزمایش، $(TD)_{ik}$ اثر تعاملی و ε_{ijk} خطای آزمایشی می‌باشند.

نتایج

وزن بدن: وزن‌گیری از گاوهای طی روزهای مختلف دوره

آزمایشی صورت گرفت و میانگین وزن گاوهای حاضر در هر گروه

جدول ۳: مقایسه وزن زنده بدن گاوهای شیری در گروه‌های مختلف آزمایشی

پارامترها	جیره شاهد	۰/۵ درصد اوره آهسته رهش	۰/۷۵ درصد اوره آهسته رهش	۱ درصد اوره آهسته رهش	میانگین (SEM)	P-value
وزن ابتدای دوره	۵۹۲/۸۳	۵۹۸/۱۰	۶۲۰/۷۵	۶۲۶/۲۰	۲۷/۶۶	۰/۷۸۷
وزن انتهای دوره	۶۱۷/۹۵	۶۲۹/۲۵	۶۵۴/۸۱	۶۷۱/۲۳	۲۶/۸۰	۰/۵۴۴
میانگین افزایش وزن	۰/۳۶	۰/۴۴	۰/۴۸	۰/۶۴	۰/۳۶	۰/۳۳۰
ماده خشک مصرفی	۲۰/۸۰	۲۰/۹۵	۲۱/۳۵	۲۱/۶۰	۰/۳۵۴	۰/۳۹۹

جیره شاهد: جیره فاقد اوره آهسته رهش، SRU: جیره‌های حاوی مقادیر متفاوت اوره آهسته رهش، SEM: خطای استاندارد میانگین

بود (جدول ۴). استفاده از اوره آهسته رهش بر روی قابلیت هضم OM، EE و NSC، ADF تاثیر معنی داری نداشت ($P > 0.05$). اما قابلیت هضم NDF در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی اوره آهسته رهش افزایش یافت ($P < 0.05$).

قابلیت هضم: براساس نتایج حاصل شده در این تحقیق، از نظر

قابلیت هضم پروتئین خام، تفاوت معنی داری در میان تیمارهای آزمایشی مشاهده شد ($P < 0.05$). میزان هضم پروتئین خام در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی اوره آهسته رهش بالاتر از گروه شاهد

جدول ۴: قابلیت هضم مواد مغذی در گروه‌های مختلف آزمایشی

تیمارها						
پارامترها	جیره شاهد	۵٪ درصد اوره آهسته رهش	۷۵٪ درصد اوره آهسته رهش	۱ درصد اوره آهسته رهش	میانگین (SEM)	P-value
ماده آلی (OM)	۷۳.۴۱	۷۴.۲۸	۷۵.۳۶	۷۷.۲۲	۰.۵۲	۰.۸۶
پروتئین خام (CP)	۷۲.۴۱	۷۳.۵۲	۷۵.۳۱	۷۶.۴۸	۰.۶۴	۰.۰۲۱
عصاره اتزی (EE)	۷۴.۴۸	۷۲.۸۱	۷۳.۲۲	۷۴.۵۵	۳.۳۰	۰.۲۳
کربوهیدرات غیر ساختاری (NSC)	۷۳.۲۰	۷۲.۹۴	۷۴.۸۱	۷۳.۷۴	۱.۱۱	۰.۰۸۳
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	۶۲.۴۸	۶۲.۲۶	۶۰.۱۹	۶۲.۷۱	۰.۴۴	۰.۲۵۳
NDF	۴۵.۳	۴۵.۷	۴۳.۲	۴۵.۹	۰.۶۲	۰.۰۴۰

جیره شاهد: جیره فاقد اوره آهسته رهش، SRU. جیره‌های حاوی مقادیر متفاوت اوره آهسته رهش، SEM. خطای استاندارد میانگین

نیتروژن آمونیاکی: از لحاظ غلظت نیتروژن آمونیاکی، تاثیر معنی داری در میان تیمارهای آزمایشی مشاهده شد ($P < 0.05$). جایگزینی کنجاله سویا با اوره آهسته رهش سبب آزادسازی آهسته

آمونیاک در شکمبه شده و تخمیر شکمبه‌ای را بهبود می‌بخشد (جدول ۵).

جدول ۵: غلظت نیتروژن آمونیاکی در گاوهای شیری هلستاین تغذیه شده با جیره‌های حاوی اوره آهسته رهش

تیمارها						
پارامترها	جیره شاهد	۵٪ درصد اوره آهسته رهش	۷۵٪ درصد اوره آهسته رهش	۱ درصد اوره آهسته رهش	میانگین (SEM)	P-value
PH	۶/۴۴	۶/۳۶	۶/۴۲	۶/۴۰	۰/۰۵	۰/۸۳
NH ₃ -N	۱۵.۱	۱۴.۷	۱۳.۴	۱۳.۲	۱.۴۸۱	۰.۰۴

جیره شاهد: جیره فاقد اوره آهسته رهش، SRU. جیره‌های حاوی مقادیر متفاوت اوره آهسته رهش، SEM. خطای استاندارد میانگین

تولید شیر: عملکرد تولید شیر در گاوهای شیری حاضر در بررسی ما در ۶۰ روز نخست آزمایش در بین تیمارهای مختلف آزمایشی، تفاوت آماری نشان نداد ($P > 0.05$) (جدول ۶). این نتایج با نتایج Galo و همکاران مطابقت دارد (۱۷). آن‌ها در تحقیقات خود به این نتیجه دست یافته‌اند که تغذیه گاوهای شیرده با یک جیره حاوی ۰/۷۷ درصد اوره با پوشش پلیمری، تأثیر اندکی بر تولید شیر

داشت. از لحاظ غلظت MUN، میان تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0.05$). تیمارهای حاوی اوره آهسته رهش نسبت به تیمار شاهد، نیتروژن اوره‌ای بالاتری داشتند؛ با این وجود اما میزان MUN شیر در محدوده نرمال ۱۴-۱۰ میلی گرم در دسی‌لیتر قرار داشت (۱۸).

جدول ۶: تولید شیر در گاوهای شیری هلستاین تغذیه شده با جیره‌های حاوی اوره آهسته رهش

تیمارها						
پارامترها	جیره شاهد	۵٪ درصد اوره آهسته رهش	۷۵٪ درصد اوره آهسته رهش	۱ درصد اوره آهسته رهش	میانگین (SEM)	P-value
تولید شیر (کیلوگرم در روز)	۳۷/۱۶	۳۸/۲۲	۳۷/۸۵	۳۷/۹۲	۰/۶۳۲	۰/۶۸۳
MUN	۱۲.۲	۱۲.۶	۱۲.۴	۱۳.۲	۰.۵۲	۰.۰۴

جیره شاهد: جیره فاقد اوره آهسته رهش، SRU. جیره‌های حاوی مقادیر متفاوت اوره آهسته رهش، SEM. خطای استاندارد میانگین

فراسنجه‌های خونی: از لحاظ غلظت فراسنجه‌های خونی، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ غلظت گلوکز پلاسما مشاهده نشد ($P > 0.05$) (جدول ۷). تغذیه با جیره‌های حاوی اوره آهسته رهش بر غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL و LDL به‌طور معنی‌داری تأثیرگذار بود ($P < 0.05$) اما بر روی غلظت VLDL پلاسما تأثیر معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). غلظت نیتروژن اوره‌ای

خون نیز تحت تأثیر اوره آهسته رهش قرار گرفت و در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$). جایگزینی کنجاله سویا با ۱ درصد اوره آهسته رهش نه تنها هیچ تأثیر منفی در نیتروژن اوره‌ای خون نداشت بلکه سبب کاهش غلظت آن در میان تیمارهای آزمایشی شد (جدول ۷).

جدول ۷: غلظت پلاسمایی فراسنجه‌های خونی گاوهای شیری هلستاین

تیمارها						
پارامترها	جیره شاهد	۵٪ درصد اوره آهسته رهش	۷۵٪ درصد اوره آهسته رهش	۱ درصد اوره آهسته رهش	میانگین (SEM)	P-value
سه ساعت پس از خوراک‌دهی						
گلوکز (میلی گرم در دسی‌لیتر)	۷۰/۵۰	۷۳/۶۰	۷۵/۰۸	۷۴/۸۱	۱/۲۵	۰/۲۱۷
کلسترول (میلی گرم در دسی‌لیتر)	۱۶۰/۳۴ ^a	۱۵۸/۷۰ ^a	۱۵۵/۴۴ ^a	۱۵۱/۶۳ ^b	۲/۲۱	۰/۰۱۵
تری‌گلیسرید (میلی گرم در دسی‌لیتر)	۹۱/۸۹ ^{ab}	۹۳/۱۶ ^a	۹۴/۸۸ ^a	۹۰/۴۷ ^b	۱/۵۵	۰/۰۲۶
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی گرم در دسی‌لیتر)	۵۹/۱۳ ^b	۶۵/۴۴ ^a	۶۲/۹۵ ^{ab}	۶۳/۸۸ ^{ab}	۱/۶۳	۰/۰۰۶
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی گرم در دسی‌لیتر)	۵۸/۴۷ ^b	۸۲/۴۵ ^a	۵۹/۰۳ ^b	۵۸/۹۹ ^b	۱/۷۷	< 0.001
لیپوپروتئین با چگالی خفیف (میلی گرم در دسی‌لیتر)	۷۰/۵۶	۷۱/۸۱	۷۲/۴۴	۷۴/۹۵	۱/۲۹	۰/۳۷۱
نیتروژن اوره‌ای خون	۲۵ ^a	۲۰.۵۰	۱۹.۷۰	۱۸.۴۳ ^b	۰.۴۱	۰.۰۱

بالانویس‌ها (a-b) اختلافات معنی دار را در هر ستون نشان می‌دهند. SEM. خطای استاندارد میانگین

بحث

وزن بدن: طی روزهای مختلف بررسی، هیچ اختلاف معنی داری از نظر وزن زنده بدن گاوها در تیمارهای مختلف آزمایشی دیده نشد ($P > 0.05$). مشابه با نتایج به دست آمده از این پژوهش، Santiago و همکاران با جایگزینی اوره آهسته رهش به جای کنجاله سویا و افزودن ۵۹ درصد اوره آهسته رهش در تیمار، خوارک مصرفی و وزن گیری در گاوهای آزمایشی معنی دار نبود ($P > 0.05$) (۱۹). عدم تاثیر اوره آهسته رهش بر روی خوارک مصرفی به دلیل ماهیت ایزونیتروژنوس و ایزوکالریک خوارک هاست (۱۹). Ribeiro و همکاران، گزارش دادند که ماده خشک مصرفی تیمارهای آزمایشی حاوی اوره آهسته رهش، نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی بالاتر بود (۲۰). در پژوهشهای دیگر، اوره با پوشش پلیمری آهسته رهش با جیره بر پایه ذرت سیلو شده به گاوهای شیری تغذیه شد و هیچ تأثیری بر ماده خشک مصرفی و قابلیت هضم جیره گزارش نشد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت (۱۷، ۲۱). با توجه به نتایج به دست آمده و اظهارات محققان، می توان این گونه استنباط کرد در پژوهشهایی که افزایش وزن مشاهده نشد، گاوها در دوره ابتدایی شیردهی بودند که طبیعتاً گاوها در این شرایط در توازن منفی انرژی قرار داشته و وزن بدنشان به خاطر تولید شیر و هم چنین کاهش مصرف ماده خشک، افزایش چندانی نداشته است. در نقطه مقابل، گاوهایی که نسبت به زمان زایمان فاصله بیش تری داشتند، شرایط برای آنها متفاوت بود و توانستند از وضعیت توازن منفی انرژی خارج شده و شرایط برای افزایش وزن آنها ایده آل تر باشد.

قابلیت هضم: استفاده از اوره آهسته رهش بر روی قابلیت هضم NSC، EE، OM و ADF تأثیری نداشت ($P > 0.05$). این موضوع می تواند در نتیجه عدم تاثیر اوره آهسته رهش در مصرف ماده خشک باشد. هم چنین قابلیت هضم پروتئین خام و NDF در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی اوره آهسته رهش افزایش یافت ($P < 0.05$). دلیل این موضوع را می توان به ماهیت اصلی اوره آهسته رهش مربوط دانست. اوره آهسته رهش آمونیاک را با سرعت آهسته تری تجزیه می کند. این عمل باعث تداوم حضور آمونیاک به عنوان منبع نیتروژن در دسترس میکروارگانیسم های شکمبه می شود. در نتیجه آن جمعیت باکتری های سلولایتیک افزایش خواهد یافت. (۲۲). Galo و همکاران مشاهده کردند که تغذیه با جیره های حاوی اوره آهسته رهش باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام و کاهش قابلیت هضم ADF می شود بدون این که بر روی قابلیت هضم ماده آلی، NDF و NSC تأثیری بگذارد (۱۷). در پژوهشی دیگر Lizarazu و همکاران گزارش دادند که تغذیه بره ها با اوره آهسته رهش بر روی قابلیت هضم ماده خشک تأثیری نداشت (۲۳). هم چنین Gadegaonkar و همکاران در پژوهشی که بر روی گاوهای شیری انجام دادند، مشاهده

کردند که استفاده از اوره آهسته رهش قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری، ماده آلی، NSC، NDF و ADF را افزایش داد (۲۴).
نیتروژن آمونیاکی: استفاده از منابع اوره آهسته رهش اثر معنی داری بر غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه داشت ($P < 0.05$). تغذیه با اوره آهسته رهش سبب آزادسازی آهسته آمونیاک در شکمبه و در نتیجه آن کاهش اتلاف ازت و بهبود تخمیر شکمبه ای می شود (۱۸). نتایج این تحقیق با نتایج Highstreet و همکاران (۶)، Ribeiro و همکاران (۲۰)، Taylor-Edwards و همکاران (۲۱) و Benedetti و همکاران مطابقت داشت (۲۵).

تولید شیر: براساس نتایج به دست آمده، استفاده از سطوح مختلف اوره آهسته رهش در جیره گاوهای شیری آزمایشی تا دو ماه نخست، نتوانست اثر معنی داری بین گروه های آزمایشی از نظر تولید شیر بگذارد ($P > 0.05$). در حالی که در تیمار حاوی ۵ درصد اوره آهسته رهش، بالاترین میزان تولید شیر در مقایسه با سایر گروه های آزمایشی مشاهده شد (جدول ۶). هم چنین طی روزهای ۷۰ و ۸۰ دوره آزمایشی، از لحاظ تولید شیر در میان تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری مشاهده شد. به طوری که گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ۵ درصد اوره آهسته رهش بالاترین میزان تولید شیر را داشتند که با میانگین ۳۸/۲۲ کیلوگرم، بالاترین رکورد را به خود اختصاص دادند. می توان از نتایج به دست آمده این طور برداشت کرد که استفاده از ترکیبات اوره آهسته رهش می تواند از طریق عادت پذیری بهتر با شرایط شکمبه، سبب افزایش مصرف خوارک، تولید پروتئین میکروبی بالاتر و در نتیجه عملکرد تولیدی بهتر در میان گاوهای شیری شود. به علاوه استفاده از منابع اوره آهسته رهش سبب آزادسازی آهسته آمونیاک در شکمبه و در نتیجه آن کاهش اتلاف ازت می شود. از این رو به دنبال کاهش دفع نیتروژن در ادرار، مصرف نیتروژن در شکمبه بهبود می یابد، آمونیاک بیش تری در دسترس باکتری های شکمبه قرار خواهد گرفت و از این طریق تولید آمینواسیدها در شکمبه نیز افزایش پیدا می کند که به دنبال آن شاهد بهبود جذب آمینواسیدها در روده باریک هستیم و این موضوع می تواند دلیل اصلی تولید شیر بالاتر در گاوهایی باشد که در اواخر دوره شیردهی قرار دارند. Inostroza و همکاران، در پژوهش خود تغذیه ۱۱۴ گرم در روز اوره آهسته رهش به عنوان جایگزین کنجاله سویا، در جیره هایی با ۵۰ درصد علوفه در گله های تجاری شیری ویسکانسین را مورد بررسی قرار دادند و در نتیجه تغذیه دام ها با تیمارهای آزمایشی یاد شده، افزایش تولید شیر به میزان ۵/۵ کیلوگرم در روز به ازای هر گاو را به دنبال داشت (۲۶). در پژوهشی دیگر که توسط Galo و همکاران انجام شد، تغذیه گاوهای شیری با جیره های حاوی ۷۷ درصد اوره با پوشش پلیمری تغذیه شده، بر تولید شیر تأثیر کمی داشت (۱۷). Xin و همکاران، گزارش می دهند که اگرچه در پژوهش آنها، تغذیه با جیره های حاوی اوره آهسته رهش باعث افزایش تولید شیر نشد اما وقتی آنها از اوره به عنوان منبع ازت در

دارای پایین‌ترین میزان BUN بوده‌اند. به دلیل سرعت بالای تجزیه اوره، استفاده بیش از حد از اوره سطح PH شکمبه را افزایش می‌دهد. به این ترتیب آمونیاک به سرعت جذب خون می‌شود و افزایش میزان اوره در خون (BUN) باعث ایجاد مسمومیت آمونیاکی می‌شود. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که غلظت اورت اوره‌ای خون بیش‌تر از ۲۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر سبب کاهش نرخ آبستنی در گاوهای شیرده می‌شود (۳۵). استفاده از اوره آهسته رهش به دلیل سرعت تجزیه آهسته اوره و تداوم حضور آمونیاک در دسترس برای میکروارگانیسم‌های شکمبه از اتلاف اورت در شکمبه و در نتیجه آن جذب آمونیاک به خون جلوگیری می‌کند. Alizadeh و همکاران با انجام تحقیقی مشابه بر روی گوسفندان نر نژاد زل به نتایج مشابهی دست یافتند (۳۶). بر اساس نتایج تحقیق آن‌ها، تغذیه گوسفندان با اوره آهسته‌رهش در مقایسه با اوره عادی میزان نیتروژن اوره‌ای خون را کاهش می‌دهد. برخلاف نتایج این تحقیق، Taylor-Edwards و همکاران و Huntington و همکاران هیچ اثر معنی‌داری بر روی میزان نیتروژن اوره‌ای خون در گاوهای تغذیه شده با منابع مختلف اوره آهسته رهش مشاهده نکردند (۲۱، ۳۳). با توجه به قیمت منابع پروتئینی که بیش‌ترین هزینه پرورش و تولید را به خود اختصاص می‌دهند، جایگزینی این محصول آهسته رهش نه تنها سبب کاهش مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی نشد، بلکه در بسیاری از موارد همانند کنجاله سویا عمل کرد و در مورد فرآوری اورت برای ساخت پروتئین میکروبی بهتر از کنجاله سویا عمل نمود. همان‌طور که مشاهده شد، با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، جایگزینی کنجاله سویا با اوره آهسته رهش در جیره نه تنها هیچ‌گونه تأثیر منفی بر عملکرد دام ندارد، بلکه با بهبود هضم الیاف و پروتئین خام در دستگاه گوارش سبب بهبود ساخت پروتئین میکروبی، بهبود مصرف نیتروژن و در نتیجه بهبود عملکرد تولیدی دام می‌شود. بنابراین منابع اورت آهسته‌رهش سبب کاهش هزینه تولید می‌شوند بدون این که به تولید دام لطمه بزنند.

منابع

1. Amiri Nasab, F., Zand, K. and Karimi, K., 2017. Evaluation the effects of replacing guar meal with soybean on blood parameters and milk production factors of Holstein dairy cow in Kerman province. *J Anim Environ*. 9(3): 27-34. <https://doi.org/10.1001.1.27171388.1396.9.3.4.4> (In Persian)
2. Russell, J.B., 2002. Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition. New York: Cornell University;
3. Mashayekhi, M., Sari, M. and Erfani Majd, N., 2020. Evaluation of the effects of adding conventional urea and slow-release urea to diets containing molasses on microbial fermentation by gas production method. *J Anim Environ*. 12(4):103-110. <https://dx.doi.org/10.22034/aej.2020.124926> (In Persian)
4. Satter, L.D. and Roffler, R.E., 1981. Influence of nitrogen and carbohydrate inputs on rumen fermentation, In recent developments in ruminant nutrition. London: Butterworths.

جیره استفاده کردند، درصد پروتئین شیر افزایش یافته و اورت اوره‌ای شیر نیز کاهش یافت (۲۷). از لحاظ غلظت MUN، میان تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$). تیمارهای حاوی اوره آهسته رهش نسبت به تیمار شاهد، نیتروژن اوره‌ای بالاتری داشتند؛ با این وجود اما میزان MUN شیر در محدوده نرمال ۱۴-۱۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر قرار داشت (جدول ۶) (۱۸، ۲۸). عوامل مختلفی در غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر موثر هستند که از میان آن‌ها می‌توان به تفاوت در مصرف ماده خشک، تطابق میکروارگانیسم‌های شکمبه و ظرفیت جذب شکمبه اشاره کرد که ممکن است به ایجاد تغییر در غلظت MUN در مراحل مختلف شیردهی کمک کنند (۲۹). در تحقیقی دیگر Ayasan و همکاران گزارش داده‌اند که سطح MUN شیر با غلظت SNF شیر به طور معنی‌داری مرتبط است (۳۰). هم چنین تغذیه بیش از حد پروتئین به صورت منفی بر روی میزان غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر تأثیر می‌گذارد (۳۱).

فراسنجه‌های خونی: تغذیه با جیره‌های حاوی اوره آهسته رهش تأثیر معنی‌داری بر روی سطح گلوکز خون نداشت ($P > 0.05$). غلظت اوره خون بستگی به اوره تولید شده توسط کبد برای ساخت گلوکز از اسیدهای آمینه دارد (۳۲). احتمالاً به دلیل این که در جیره‌های دارای سطوح بالای اوره و گوگرد، گلوکز خون افزایش یافته است، آمین‌زدایی و ساخت گلوکز از اسیدهای آمینه کاهش یافته در نتیجه به دلیل این که گروه آمینی اسیدهای آمینه، آزاد نشده است ساخت اوره توسط کبد کاهش یافته و متعاقب آن اوره پلاسمای کاهش یافته است. برخلاف نتایج پژوهش حاضر، Huntington و همکاران بیان داشتند که تغذیه با اوره به صورت معنی‌داری سبب کاهش انسولین و افزایش غلظت گلوکز پلازما، به واسطه افزایش گلوکونئوزنزیس در کبد می‌شود (۳۳). غلظت‌های پلاسمایی کلسترول و تری‌گلیسرید، تحت تأثیر اوره آهسته رهش قرار گرفتند و در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$). کاهش سطح کلسترول خون را می‌توان ناشی از استفاده از اسکلت کربنی اسیدهای چرب و قندها به شمار آورد که در زمینه ساخت اسیدهای آمینه غیر ضروری با استفاده از آمین فراهم شده از اوره کاربرد دارند و این موضوع باعث کاهش تشکیل کلسترول و کاهش غلظت آن در سرم خون شده است. برخلاف نتایج گزارش شده در این تحقیق، در پژوهش Calomeni و همکاران، زمانی که گاوها با منابع مختلف اوره تغذیه شدند، هیچ تفاوتی در غلظت کلسترول و تری‌گلیسرید آن‌ها مشاهده نشد (۳۴). مقادیر HDL و LDL پلازما تحت تأثیر منابع اوره آهسته رهش قرار گرفتند ($P < 0.05$). این در حالی بود که غلظت VLDL پلازما تحت تأثیر منابع اورت اوره‌ای جیره قرار نگرفت ($P > 0.05$).

نیتروژن اوره خون (BUN): غلظت نیتروژن اوره‌ای خون تحت تأثیر اوره آهسته‌رهش قرار گرفت و در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$). جیره‌های حاوی ۱ درصد اوره آهسته رهش

- fermentation and performance of lactating dairy cows fed on rice straw. *Livest Sci.* 136(2-3): 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.08.002>
23. Lizarazo, A.C., Mendoza, G.D., Kú, J., Melgoza, L.M. and Crosby, M., 2014. Effects of slowrelease urea and molasses on ruminal metabolism of lambs fed with low quality tropical forage. *Small Rumin Res.* 116(1): 28-31. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.10.009>
 24. Gadegaonkar, G., Gulavane, S. and Karamble, N., 2019. Influence of Slow-Release Non-Protein Nitrogen Compound on Utilization of Poor-Quality Roughages and Lactation Performance in Lactating Cows. *Int. J. Livest Res.* 9(1). <https://doi.org/10.5455/ijlr.20180720071909>
 25. Benedeti, P.D.B., Paulino, P.V.R., Marcondes, M.L., Valadares Filho, S.C., Martins, T.S. and Lisboa, E.F., 2014. Soybean meal replaced by slow-release urea in finishing diets for beef cattle. *Livest. Sci.* 165: 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.04.027>
 26. Inostroza, J.F., Shaver, R.D., Cabrera, V.E. and Tricárico, J.M., 2010. Effect of diets containing a controlled-release urea product on milk yield milk composition and milk component yields in commercial Wisconsin dairy herds and economic implications. *Prof Anim Sci J.* 26(2): 175-180. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30577-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30577-5)
 27. Xin, H.S., Schaefer, D.M., Liu, Q.P., Axe, D.E. and Meng, Q.X., 2010. Effects of polyurethane coated urea supplement on in vitro ruminal fermentation ammonia release dynamics and lactating performance of Holstein dairy cows fed a steam-flaked corn-based diet. *Asian Aust J Anim Sci.* 23(4): 491-500. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90153>
 28. Ayasan, T., Hizli, H. and Yazgane, E., 2011. The effect of milk urea nitrogen on milk composition in Holstein dairy cows. *Eurasian J Vet Sci.* 27(4): 219-222. (In Turkish)
 29. Godden, S., Kelton, D., Lissemore, K., Walton, J., Leslie, K. and Lumsden, J., 2001. Milk urea testing as a tool to monitor reproductive performance in Ontario dairy herds. *Dairy Sci.* 84(6): 1397-1406. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70171-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70171-3)
 30. Ayasan, T., Hizli, H., Yazgan, E., Kara, U. and Gok, K., 2011. The effect of somatic cell counts on milk urea nitrogen and milk composition. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.* 17(4): 659-62. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.4489> (In Turkish)
 31. Olmos Colmenero, J.J. and Broderick, G.A., 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Dairy Sci.* 89(5): 1704-1712. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72238-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72238-X)
 32. Wilson, R.C., Overton, T. and Clark, J., 1998. Effects of Yucca shidigera extract and soluble protein on performance of cows and concentrations of urea nitrogen in plasma and milk. *J dairy sci.* 81(4): 1022-1027. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75664-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75664-4)
 33. Huntington, G.B., Harmon, D.L., Kristensen, N.B., Hanson, K.C. and Spears, J.W., 2006. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Anim Feed Sci and Technol.* 130(3-4): 225-241. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.01.012>
 34. Calomeni, D.G., Gardinal, R., Venturelli, B.C., Freitas Junior, J.E.D., Vendramini, T.H.A. and Takiya, C.S., 2015. Effects of polymer-coated slow-release urea on performance ruminal fermentation and blood metabolites in dairy cows. *Rev Bras de Zootec.* 44(09): 327-334. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902015000900004>
 35. Butler, W., Calaman, J. and Beam, S., 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J Anim Sci.* 74(4): 858-865. <https://doi.org/10.2527/1996.744858x>
 36. Alizadeh, Z., Yansari, A.T., Chasnidal, Y., Kazemifard, M. and Azarpajouh, S., 2021. Effect of soybean meal replacement by slow-release urea on ruminal parameter, blood metabolites, and microbial protein synthesis in Zel ram. *Acta Sci, Anim Sci.* 43(1). <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.48684>
 5. Seidavi, A., Samadi, M.S. and Bokharacian, M., 2017. Nitrogen and phosphorus nutrition in ruminants. Rasht: Islamic Azad University of Rasht.
 6. Highstreet, A., Robinson, P., Robison, J. and Garrett, J., 2010. Response of Holstein cows to replacing urea with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein. *Lives Sci.* 129(1): 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.01.022>
 7. Tikofsky, J. and Harrison, G.A., 2006. Optigen® II: Improving the efficiency of nitrogen utilization in the dairy cow, In Nutritional biotechnology in the feed and food industries: Proceedings of Alltech's 22nd Annual Symposium Lexington Kentucky USA. 23-26 April. 373-380.
 8. Van Kempen, T.A., Baker, D.H. and Van Heugten, E., 2003. Nitrogen losses in metabolism trials. *J Anim Sci.* 81(10): 2649-2650. <https://doi.org/10.2527/2003.81102649x>
 9. Storm, E., Orskov, E. and Smart, R., 1983. The nutritive value of rumen micro-organisms in ruminants, 2, The apparent digestibility and net utilization of microbial N for growing lambs. *Br J Nutr.* 50(2): 471-478. <https://doi.org/10.1079/BJN19830115>
 10. National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle: National Academies Press; 2001 Feb 9.
 11. Feldsine, P., Abeyta, C. and Andrews, W.H., 2002. AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis. *J AOAC Int.* 85(5): 1187-200.
 12. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Dairy Sci.* 74(10): 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
 13. Broderick, G.A. and Clayton, M.K., 1997. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Dairy Sci.* 80(11): 2964-2971. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76262-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76262-3)
 14. Broderick, G.A. and Kang, J.H., 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and In vitro media. *Dairy Sci.* 63(1): 64-75. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82888-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8)
 15. SAS Institute Inc. 2012. SAS/STAT (version 9,3) [computer software]
 16. Tukey, J.W., 1949. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics.* 1: 99-114. <https://doi.org/10.2307/3001913>
 17. 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. *Dairy Sci.* 86(6): 2154-2162. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73805-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73805-3)
 18. Cherdthong, A. and Wanapat, M., 2010. Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: A review. *Aust J Basic & Appl Sci.* 4(8): 2232-2241.
 19. Santiago, B.T., Villela, S.D., Leonel, F.D., Zervoudakis, J.T., Araújo, R.P. and Machado, H.V., 2015. Slow release urea in diets for lactating crossbred cows. *Rev Bras de Zootec.* 44: 193-199. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000500005>
 20. Ribeiro, S.S., Vasconcelos, J.T., Moraes, M.G., Ítavo, C.B.C.F. and Franco, G., 2011. Effects of ruminal infusion of a slow-release polymer-coated urea or conventional urea on apparent nutrient digestibility in situ degradability and rumen parameters in cattle fed low-quality hay. *Anim Feed Sci and Technol.* 164(1-2): 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.12.003>
 21. Taylor-Edwards, C.C., Elam, N.A., Kitts, S.E., McLeod, K.R., Axe, D.E. and Vanzant, E.S., 2009. Influence of slow-release urea on nitrogen balance and portal-drained visceral nutrient flux in beef steers. *J Anim Sci.* 87(1): 209-221. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0913>
 22. Cherdthong, A., Wanapat, M. and Wachirapakorn, C., 2011. Effects of urea-calcium mixture in concentrate containing high cassava chip on feed intake rumen