

تأثیر جیره سیلاژ خوراک کامل بر پایه پیت نیشکر و کاه برنج بر عملکرد پروار و فراسنجه‌های خونی و شکمبه بره‌های نر

• افروز شریفی (نویسنده مسئول)^۱، بهاره طاهری دزفولی^۲، علیرضا آقاشاهی^۳

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

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۴

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۰۱۹۶۴۴۳

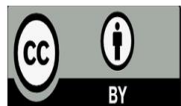
Email: sharifi@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2025.369199.2486

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی خصوصیات سیلویی و ارزش غذایی سیلاژ خوراک کامل بر پایه پیت نیشکر و کاه برنج در تغذیه بره‌های پرواری در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) تیمار شاهد (جیره کامل مخلوط بر پایه کاه گندم و یونجه) و تیمارهای آزمایشی حاوی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد مخلوط پیت نیشکر و کاه برنج بر اساس ماده خشک جیره به همراه ذرت علوفه‌ای و کنسانتره بودند. تیمارهای آزمایشی ابتدا در شرایط برون‌تنی گرم‌خانه‌گذاری شدند و سپس، در مرحله دامی دو تیمار منتخب از آن‌ها به ۲۰ رأس بره نر پرواری نژاد لری-بختیاری ۳ تا ۴ ماهه با میانگین وزن زنده $25 \pm 2/6$ کیلوگرم تغذیه شد (۱۰ بره به ازای هر تیمار آزمایشی). نتایج حاصل از آزمایشات برون‌تنی نشان داد که از نظر حجم تولید گاز در زمان‌های مختلف گرم‌خانه‌گذاری، پتانسیل (b) و نرخ (c) تولید گاز، ناپدید شدن ماده خشک و ماده آلی و تخمین انرژی قابل متابولیسم بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0/05$). در مطالعه درون‌تنی، میزان مصرف ماده خشک و ماده آلی، میانگین افزایش وزن روزانه و کل افزایش وزن دوره با جیره سیلاژ خوراک کامل حاوی ۲۰ درصد مخلوط پیت نیشکر و کاه برنج در مقایسه با جیره شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0/05$). با تغذیه جیره سیلاژ خوراک کامل غلظت آمونیاک و استات شکمبه به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت ($P < 0/05$). غلظت پروتئین تام خون بره‌ها با تغذیه جیره سیلاژ خوراک کامل بیشتر از گروه شاهد بود ($P < 0/05$). در کل، استفاده از سیلاژ خوراک کامل حاوی ۲۰ درصد پیت نیشکر و کاه برنج موجب بهبود عملکرد رشد و شاخص‌های متابولیکی بره‌های پرواری شد و در عین حال، هزینه‌های تغذیه را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: بره پرواری، پیت نیشکر، سیلاژ خوراک کامل، کاه برنج.



Research Journal of Livestock Science No 150 pp: 103-120

Effect of total mixed ration silage based on sugarcane straw and rice straw on fattening performance and blood and rumen parameters of male lambsBy: Afroz Sharifi^{*}, Bahareh Taheri Dezfouli² and Alireza Aghashahi³

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- Associate Professor, 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

^{*} Corresponding author: Email: afroz.sharifi@yahoo.com

Received: May 2025

Accepted: August 2025

The present study was conducted to investigate the silage properties and nutritional value of total mixed ration silage (TMRS) based on sugarcane pith and rice straw in feeding fattening lambs under *in vitro* and *in vivo* conditions and in a completely randomized design. The experimental treatments included 1) control diet (Total mixed ration (TMR) based on wheat straw and alfalfa), and experimental diets containing 10, 20 and 30% sugarcane pith and rice straw mixture based on dry matter (DM) in diet containing forage corn and concentrate. The experimental treatments were first incubated *in vitro* and then, in animal phase, two selected treatments were fed to 20 Lori-Bakhtiari fattening male lambs with 3-4 month-old and average live weight of 25 ± 2.6 kg (10 lambs per experimental treatment). The results of *in vitro* experiments showed that there was no significant difference between the experimental treatments in terms of the volume of gas production (GP) at different times, the potential (b) and rate (c) of GP, DM disappearance, organic matter (OM) disappearance and metabolizable energy ($P < 0.05$). *In vivo* experiment showed that DM and OM intake, average daily gain and total weight gain in TMRS diet based on 20% sugarcane pith and rice straw were significantly higher compared to the control diet ($P < 0.05$). The rumen ammonia-N concentration and acetate increased significantly in TMRS diet compared to control ($P < 0.05$). The total blood protein concentration was higher in TMRS diet compared to control diet ($P < 0.05$). Overall, the use of complete feed silage containing 20% sugarcane pith and rice straw improved growth performance and metabolic indices of fattening lambs while reducing feeding costs.

Key words: Fattening lamb, Sugarcane pith, Total mixed ration silage, Rice straw

مقدمه

شکر، دو محصول جانبی مهم به نام‌های پیت (مغز ساقه نیشکر) و باگاس ایجاد می‌شود که میزان تولید آن‌ها در استان خوزستان سالانه بیش از یک میلیون تن برآورد می‌شود (چگنی و همکاران، ۱۴۰۱). پیت یا مغز نیشکر ارزش غذایی بیشتری نسبت به باگاس در تغذیه دام دارد و از طرفی باگاس به دلیل ساختمان فیزیکی بیشتر در صنایع کاغذسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کارخانجات کاغذسازی پس از جداسازی باگاس از پیت، پیت را

خشکسالی و کم‌آبی در ایران، به‌ویژه در خوزستان، سبب کمبود خوراک دام و محدودیت در توسعه دامپروری شده است. در حالی که با بهره‌برداری مناسب از بقایای کشاورزی که سالانه به مقدار زیاد تولید می‌شوند، می‌توان بخش عمده‌ای از نیاز خوراک دام را تأمین کرد. سالانه حجم قابل توجهی ضایعات توسط صنعت نیشکر در جنوب ایران، به‌ویژه در استان خوزستان تولید می‌شود. در فرآیند تولید

(فضائلی، ۱۴۰۰). در پژوهش‌های مختلف، تأثیر استفاده از خوراک کامل سیلو شده بر عملکرد دام‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. Miyaji و Nonaka (۲۰۱۸) جیره‌های مخلوط تهیه شده به دو روش (سیلو شده به مدت ۴ ماه) و سیلو نشده (تهیه شده به صورت روزانه) را در تغذیه گاو شیری بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که سیلو کردن خوراک کامل سبب افزایش مصرف خوراک، بهبود گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره و افزایش تولید شیر شد. همچنین، شاکری و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیقی روی بره‌های نر پرواری نژاد زل، سیلاژ خوراک کامل مبتنی بر ذرت علوفه‌ای را با جیره معمول پروار بندی (بدون سیلاژ) مقایسه کردند و بهبود عملکرد رشد در بره‌های تغذیه شده با سیلاژ خوراک کامل را گزارش نمودند. در مطالعه دیگری توسط پاپی و همکاران (۱۴۰۱)، مقایسه‌ای بین جیره مخلوط روزانه و خوراک کامل سیلو شده در بره‌های نر نژاد زل انجام شد. نتایج نشان داد که میانگین مصرف ماده خشک روزانه در گروه تغذیه شده با جیره سیلاژ خوراک کامل ۱۲۵۲ گرم و در گروه جیره خوراک کامل ۱۲۶۵ گرم بود. با این حال، افزایش وزن روزانه در بره‌های دریافت‌کننده سیلاژ خوراک کامل بیشتر از گروه شاهد بود. فضائلی و همکاران (۱۴۰۱) سیلاژ خوراک کامل بر پایه تفاله پرتقال همراه با کاه و کنساتره تهیه کردند و ارزش غذایی آن روی گوسفند بررسی شد. نتایج آن‌ها نشان داد که مصرف اختیاری ماده خشک و گوارش‌پذیری سیلاژ تهیه شده نسبت به جیره شاهد (خوراک کامل بر پایه سیلاژ ذرت) بیشتر بود.

به طور کلی، تولید خوراک از طریق تهیه سیلاژ خوراک کامل با افزایش بهره‌وری و تکیه بر کاربرد ضایعات کشاورزی و استفاده بهینه از آن‌ها، نیاز به علوفه و خوراک‌های رایج را کاهش می‌دهد که با توجه به محدودیت شدید منابع آبی برای تولید خوراک، امری کاملاً ضروری و نیاز روز کشور و بخش پرورش و تغذیه دام می‌باشد. بنابراین، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی ارزش تغذیه‌ای سیلاژ خوراک کامل بر پایه پیت نیشکر و کاه برنج در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی در بره‌های پرواری بود.

دور می‌ریزند (چگنی و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به کمبود خوراک دام در کشور و سرشار بودن از نظر کربوهیدرات‌ها، ضایعات مذکور را می‌توان جایگزین بخشی از جیره غذایی دام‌ها نمود.

برنج در ۱۹ استان ایران کشت می‌شود که در سال زراعی ۹۹-۹۸ سطح زیر کشت آن به ۸۵۴٫۸۷۴ هکتار با تولید ۴/۵۶۰/۶۹۳ میلیون تن شلتوک رسیده است. خوزستان سهم ۲۰ درصدی از این تولید را دارد (چگنی و همکاران، ۱۴۰۱). بر اساس نسبت کاه و کلش به شلتوک (۰/۷ تا ۱/۴)، سالانه حدود ۵ میلیون تن کاه و کلش در کشور و ۱ میلیون تن در استان خوزستان تولید می‌شود (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹). کاه و کلش برنج در اغلب موارد به‌عنوان محصول فرعی فاقد ارزش در نظر گرفته می‌شود و زارعین به‌عنوان ساده‌ترین، کم‌هزینه‌ترین و سریع‌ترین شیوه دفع، به آتش زدن آن در سطح زمین اقدام می‌کنند. این رویکرد نه تنها هیچگونه مزیتی ندارد، بلکه معایب بسیاری را به‌ویژه از نظر مسائل محیط زیستی به دنبال دارد. این محصول فرعی قابلیت استفاده در تغذیه دام را دارد، اما کاربرد آن به‌عنوان بخش غالب خوراک دام بنا به دلایلی از جمله محتوای اندک مواد مغذی، ماهیت لیگنینی دیواره سلولی و درصد زیاد سیلیس، قادر به تأمین مواد مغذی مورد نیاز جهت پشتیبانی از عملکرد تولیدی مطلوب در نشخوارکنندگان نیست (ناصری هرسینی و همکاران، ۱۴۰۱). با این حال، در راستای استفاده بهینه از محصولات فرعی مذکور جهت تغذیه دام، تولید خوراک به‌شکل سیلاژ خوراک کامل بر پایه بقایا و پسماندهای کشاورزی راه حل مناسبی است.

سیلاژ خوراک کامل معمولاً از مخلوط کردن یک علوفه با رطوبت زیاد، محصولات فرعی کشاورزی، کنساتره، مواد معدنی، ویتامین‌ها و مواد افزودنی تولید می‌شود (Schingoethe، ۲۰۱۷). از مزایای مهم سیلاژ خوراک کامل، خوش‌خوراک کردن مواد خوراکی کم‌ارزش، کاهش ضایعات و جلوگیری از اتلاف مواد مغذی ناشی از جاری شدن شیرابه و بهبود پایداری هوای سیلاژ در مرحله برداشت و مصرف در تغذیه روزانه دام‌ها و صرفه‌جویی در وقت و تسهیل در خوراک دادن دام‌ها می‌باشد

مواد و روش‌ها

بقایا و پسماندهای مورد استفاده جهت تهیه سیلاژ خوراک کامل شامل پیت نیشکر و کاه و کلش برنج مورد نیاز برای انجام پروژه از مزارع موجود در استان خوزستان جمع‌آوری شد. برای تهیه جیره شاهد از مخلوطی از کاه گندم و یونجه با نسبت‌های ۱۳ و ۲۷ درصد استفاده شد و یک خوراک کامل مخلوط شامل ۴۰ درصد

علوفه و ۶۰ درصد کنسانتره تهیه گردید. سپس، با استفاده از ترکیب شیمیایی پیت نیشکر و کاه برنج و سایر اقلام خوراکی مورد نیاز، سه سیلاژ آزمایشی با چهار تکرار به شرح جدول ۱ تهیه شد. لازم به ذکر است که در تیمارهای سوم و چهارم، با افزودن آب، محتوای ماده خشک آن‌ها به کمتر از ۵۰ درصد رسانده شد.

جدول ۱ - اجزاء تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی سیلاژهای آزمایشی

سیلاژهای آزمایشی (حاوی سطوح مختلف مخلوط پیت+کاه برنج)				
مواد خوراکی (درصد ماده خشک)	شاهد	۱۰	۱۵	۲۰
کاه گندم، خرد شده	۱۳	-	-	-
یونجه، خرد شده	۲۷	-	-	-
پیت نیشکر	-	۵	۷/۵	۱۰
کاه برنج	-	۵	۷/۵	۱۰
ذرت علوفه‌ای	-	۳۰	۲۵	۲۰
دانه جو بلغور شده	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
دانه ذرت بلغور شده	۲۶/۵	۲۰	۲۰	۲۰
سبوس گندم	۵	۱۰	۱۰	۹
کنجاله سویا	۴	۶	۶	۷
اوره	۰/۵	۱	۱	۱
پیش مخلوط*	۳	۳	۳	۳
ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک)				
ماده خشک	۹۴/۸۲	۴۷/۱۸	۵۱/۴۵	۵۶/۶۷
ماده آلی	۹۴/۳	۹۳/۱	۹۳/۳	۹۳/۳
پروتئین خام	۱۳/۹۷	۱۳/۹۸	۱۳/۷۵	۱۳/۸۶
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۳۳/۹	۳۲/۲	۳۲/۷	۳۳/۹
چربی خام	۱/۸۷	۱/۹۳	۱/۹۰	۱/۹۳
کربوهیدرات‌های غیر فیبری	۴۴/۶	۴۴/۹	۴۴/۹	۴۳/۶
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۲/۴۷	۲/۵۳	۲/۵۱	۲/۴۹

* هر کیلوگرم از پیش مخلوط حاوی: ۲۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D₃، ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۲۵۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰ میلی‌گرم روی، ۳۷۵ میلی‌گرم مس، ۲۵ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۴۰۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم، ۲۵۰۰ میلی‌گرم فسفر، ۲۰ میلی‌گرم کبالت، ۲۵ میلی‌گرم ید، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم سدیم به صورت نمک، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم سدیم به صورت بیکربنات سدیم و ۱۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان بود.

$$IVOMD (g/kg OM) = 148.8 + 8.89 GAS + 4.50 CP + 6.51 XA$$

که در این معادله IVOMD¹ میزان گوارش پذیری ماده آلی؛ GAS میزان گاز خالص تولیدی برای ۲۰۰ میلی گرم سوبسترا پس از ۲۴ ساعت گرم خانه گذاری (Menke و Stingass، 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 DOMD ماده آلی قابل هضم در ماده خشک می باشد. تولید پروتئین میکروبی (MPS) به صورت زیر محاسبه گردید (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷):

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

که ADS² سوبسترای هضم شده ظاهری و ۲/۲ عامل استوکیومتری بر حسب میلی گرم کربن، هیدروژن و اکسیژن مورد نیاز برای سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است.

غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از معادله Getachew و همکاران (۱۹۸۸) به صورت زیر محاسبه شد:

$$SCFA (mmol/200 mg DM) = 0.0222GP - 0.0042$$

فعالیت آنزیم های میکروبی شکمبه شامل کربوکسی متیل سلولاز، میکرو کریستالین سلولاز، فعالیت تجزیه کاغذ صافی و آلفا آمیلاز موجود در مایع شکمبه بر اساس روش Agrawal (۲۰۰۰) تخمین زده شد. فعالیت آنزیمی بر اساس این فرض که یک واحد آنزیمی توانایی تولید یک میکرومول گلوکز در هر ساعت در هر میلی لیتر را تحت شرایط مخلوط واکنش دارد، محاسبه گردید (Lowry و همکاران، ۱۹۵۱).

در آزمایش درون تنی، تیمارهای آزمایشی مورد بررسی شامل ۱- جیره شاهد (بر پایه کاه گندم و یونجه) و ۲- تیمار سیلاژ خوراک کامل بر پایه ۲۰ درصد مخلوط پیت نیشکر و کاه برنج (بهترین تیمار انتخابی حاصل از نتایج آزمایشات برون تنی) بودند. در مرحله دامی از تعداد ۲۰ رأس بره نر پرواری نژاد لری-بختیاری ۳ تا ۴ ماهه با میانگین وزن زنده ۲۵±۲/۶ کیلوگرم استفاده شد که ۱۰ بره

پس از طی مدت زمان ۶۰ روز از زمان تهیه سیلاژهای آزمایشی، جهت تعیین ترکیب شیمیایی از سیلاژها نمونه برداری شد و ترکیب شیمیایی و خصوصیات دیگر شامل محتوای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، کربوهیدرات های غیر فیبری (NFC)، pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی نمونه ها طبق روش های استاندارد تعیین شد. محتوای ماده خشک نمونه ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد (AOAC، ۱۹۹۰). مقدار خاکستر خام نمونه ها طبق روش AOAC (۱۹۹۰) اندازه گیری شد. میزان پروتئین خام با دستگاه کجلدال (فوس الکترونیک، کونینگ، دانمارک) تعیین شد (AOAC، ۱۹۹۰). برای تعیین میزان NDF از روش Mertens و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شد. میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) طبق روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شد. محتوای NFC نمونه ها با استفاده از فرمول زیر تخمین زده شد (McDonald و همکاران، ۲۰۱۱):

$$NFC (\%) = 100 - [NDF (\%) + CP (\%) + EE (\%) + Ash (\%)]$$

که در آن، NFC کربوهیدرات های غیر ساختمانی، NDF الیاف نامحلول در شوینده خنثی، CP پروتئین خام، EE عصاره اتری و Ash خاکستر خام است. میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه ها با استفاده از معرف های فنول و هیپوکلریت اندازه گیری شد (Broderick و Kang، ۱۹۸۰). میزان pH با استفاده از pH متر (مدل 744؛ شرکت Metrohm سوئیس) تعیین گردید (Faithfull، ۲۰۰۰).

گوارش پذیری شکمبه ای ماده خشک و ماده آلی، تولید گاز و تخمیر (غلظت نیتروژن آمونیاکی، سنتز پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر) تیمارهای آزمایشی (۴ تیمار آزمایشی، ۵ تکرار در هر تیمار به علاوه ۳ بلانک) با استفاده از تکنیک تولید گاز تعیین شد (Barnes و Marten، ۱۹۸۰). میزان گوارش پذیری شکمبه ای ماده آلی (Menke و Stingass، ۱۹۸۸، جیره و یا سیلاژهای آزمایشی بر اساس معادله زیر تخمین زده شد:

¹ - In vitro Organic Matter Disappearance

² - Apparently Digested Substrate

جایگاه‌های انفرادی در دوره ۷ روزه آزمایش برای تعیین گوارش‌پذیری جیره‌های آزمایشی مشخص شد و میزان آن برای هر یک از بره‌ها به ازای هر کیلوگرم وزن زنده محاسبه شد. از شاخص به‌دست آمده برای تخمین خوراک مصرفی هر یک از بره‌ها که در دوره ۷۰ روزه پروار به‌صورت اجتماعی تغذیه شده بودند، استفاده گردید.

به‌منظور بررسی اثر جیره‌های آزمایشی روی فراسنجه‌های شکمبه، در روز ۶۹ آزمایش، نمونه‌های شیرابه شکمبه از ۵ رأس بره به ازای هر تیمار از طریق لوله معدی و در زمان ۳ ساعت پس از خوراک‌دهی (Dehority, ۲۰۰۳) و عده صبح گرفته شد. بلافاصله pH هر نمونه توسط pH متر سیار تعیین شد. شیرابه شکمبه توسط چهار لایه پارچه متقال صاف و به دو بخش تقسیم شد. بخش اول جهت اندازه‌گیری غلظت آمونیاک شیرابه شکمبه تا روز آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Broderick و Kang, ۱۹۸۰). بخش دیگر جهت اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار شکمبه در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی-گراد نگهداری شد. اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار با استفاده از روش Cottyn و همکاران (۱۹۶۸) صورت گرفت. راندمان تولید (برگشت سرمایه و هزینه به ازای هر واحد تولید) با استفاده از نسبت‌های زیر به‌دست آمد:

برگشت سرمایه: شامل درآمد حاصل از فروش یک کیلوگرم وزن زنده تقسیم بر هزینه تولید آن (شامل ۷۰ درصد هزینه خوراک و ۳۰ درصد سایر هزینه‌ها)

هزینه به ازای هر واحد تولید: شامل هزینه تولید یک کیلوگرم وزن زنده تقسیم بر درآمد حاصل از فروش یک کیلوگرم وزن زنده

برای تجزیه آماری اطلاعات مربوط به میانگین صفات اندازه‌گیری شده با تکرار در زمان، مانند مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه، نسبت خوراک/ به افزایش وزن از روش اندازه‌گیری‌های تکرار شده با اثر تصادفی بره (مدل ۱) از اثر جیره-های آزمایشی به‌عنوان متغیر اصلی استفاده شد. برای تجزیه آماری سایر فراسنجه‌های مورد بررسی نیز با در نظر گرفتن اثر تصادفی بره

به هر تیمار آزمایشی به‌صورت گروهی اختصاص داده شد. اجزاء خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی تغذیه شده به بره‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. جیره‌های غذایی بر اساس جداول احتیاجات غذایی NRC (۲۰۰۷) تنظیم شد. در هر دو جیره آزمایشی نسبت علوفه به کنسانتره ثابت و به ترتیب ۴۰۰ و ۶۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره در نظر گرفته شد. کل دوره آزمایش ۸۴ روز به‌طول انجامید که دو هفته اول به‌عنوان دوره عادت‌پذیری و ۷۰ روز باقیمانده به‌عنوان دوره اصلی آزمایش در نظر گرفته شد. طی دوره عادت‌پذیری بره‌ها علیه بیماری‌های رایج مانند آنروتوکسمی واکسینه شدند. مقدار خوراک مصرفی پس از کسر باقیمانده خوراک از خوراک عرضه شده به صورت روزانه تعیین شد. وزن کشتی از بره‌ها پیش از شروع آزمایش و پس از آن هر دو هفته یکبار تکرار شد. میزان کل افزایش وزن هر بره با تفریق وزن نهایی از وزن اولیه به‌دست آمد. میزان افزایش وزن روزانه هر بره نیز از تقسیم کل افزایش وزن به تعداد روز پرورش تعیین شد. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم کل ماده خشک مصرفی هر بره (کیلوگرم) به کل افزایش وزن (بر حسب کیلوگرم) طی دوره پروار به‌دست آمد.

در روز ۵۸ از دوره پروار، سه ساعت پس از مصرف خوراک و عده صبح، از ورید گردن ۶ رأس از بره‌های هر گروه آزمایشی، در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد خون‌گیری انجام شد و نمونه‌های خون بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. پلاسما نمونه‌های خون در دمای چهار درجه سانتی‌گراد با دور ۲۰۰۰ در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه جداسازی و تا زمان تجزیه در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Keithly و همکاران، ۲۰۱۱). در روز ۶۰ دوره پروار، تعداد پنج رأس از بره‌های هر گروه آزمایشی انتخاب و به جایگاه انفرادی منتقل شدند. خوراک مصرفی بره‌ها به مدت یک هفته تعیین شد و از آن نمونه‌برداری به عمل آمد. برای تعیین گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی، از روش تعیین غلظت مارکر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA) استفاده شد (Young و Van-Keulen, ۱۹۷۷). لازم به ذکر است که خوراک مصرفی هر یک از بره‌ها در

استفاده در سیلاژهای آزمایشی حفظ شده است. در سیلاژهای با کیفیت مطلوب، نسبت نیتروژن آمونیاکی به کل نیتروژن در سیلاژ باید کمتر از ۱۰ درصد باشد (Park و Strongi، ۲۰۰۵)، که این مورد در سیلاژهای آزمایشی حاضر مشاهده شد. بنابراین، بر اساس معیارهای تعریف شده در خصوص ماده خشک، pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ علوفه، سیلاژهای مورد مطالعه در این آزمایش کیفیت مطلوبی داشتند.

مخلوط مواد در سیلاژهای آزمایشی بر اساس تأمین ماده خشک و با افزودن آب به تیمارهای دوم و سوم، حدود ۵۰ درصد در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه آزمایشگاهی، میزان ماده خشک بین ۴۸ تا ۴۸/۵ درصد بود که تقریباً نزدیک به سطح مورد نظر بود. میزان ماده آلی، پروتئین خام، NDF و NFC تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. این اتفاق احتمالاً به دلیل مشابه بودن ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی پیش از تهیه سیلاژ می‌باشد. درصد ماده خشک، ترکیب مواد مغذی، به‌ویژه سطح مناسب مواد قندی قابل تخمیر، نسبت پروتئین و ظرفیت بافری از مواد مهمی هستند که بر فرآیند تخمیر و تغییرات مواد مغذی در سیلاژ اثر تعیین کننده دارند. کاهش میزان پروتئین خام سیلاژ به دلیل تجزیه بخشی از پروتئین حقیقی به نیتروژن غیرپروتئینی است که در این آزمایش مقدار این کاهش ناچیز بود، زیرا تجزیه پروتئین در سیلاژ خوراک کامل به علت این که جیره سیلاژ خوراک کامل ماده خشک زیادی دارد (بیش از ۴۰ درصد)، تجزیه پروتئین در آن محدود است. این امر مطابق با میزان نیتروژن آمونیاکی سیلاژ است و همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد در سیلاژهای با کیفیت مطلوب، نسبت نیتروژن آمونیاکی به کل نیتروژن در سیلاژ باید کمتر از ۱۰ درصد باشد (Park و Strongi، ۲۰۰۵).

در مطالعه حاضر محتوای NDF سیلاژهای آزمایشی تحت تأثیر قرار نگرفت. در مورد تغییرات بخش دیواره سلولی گزارش‌های محدود و متفاوتی وجود دارد. برخی گزارش‌ها دلالت بر تجزیه مختصر دیواره سلولی دارند و برخی نیز غلظت این ترکیبات را بدون تغییر گزارش داده‌اند. بر خلاف نتایج آزمایش حاضر،

(مدل ۲) از اثر جیره‌های آزمایشی به‌عنوان متغیر اصلی استفاده شد. همچنین، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی و توسط نرم‌افزار SAS (۲۰۰۵)، و در سطح خطای ۵ درصد انجام شد.

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \delta_{ij} + tk + (t^*t)_{ik} + e_{ijk}$$

مدل (۱)

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \delta_{ij} + e_{ij}$$

مدل (۲)

که در این مدل‌ها Y_{ij} و Y_{ijk} هر مشاهده، μ میانگین کل، $t_i =$ اثر تأمین تیمار، $\delta_{ij} =$ اشتباه تصادفی با میانگین صفر و واریانس (واریانس حیوانات مورد آزمایش)، $tk =$ اثر k امین دوره، $(t^*t)_{ik} =$ اثر متقابل تأمین تیمار و k امین دوره و e_{ij} و e_{ijk} اثر خطای آزمایش می‌باشند.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی سیلاژهای آزمایشی

همان‌طوری که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بین تیمارهای آزمایشی تفاوت قابل توجهی از نظر مقدار pH سیلاژ مشاهده نشد. محدوده pH در سیلاژ علوفه پس از تکمیل فرآیند تخمیر، بستگی به نوع علوفه و درصد ماده خشک آن دارد که ممکن است از ۳/۶ تا ۶/۳ متغیر باشد (Kedy، ۲۰۱۲). با توجه به زیاد بودن سطح ماده خشک همه سیلاژهای آزمایشی (۴۸ تا ۴۸/۴ درصد)، دامنه pH در همه آن‌ها تقریباً مطلوب بود (۴/۳۳ تا ۴/۴۵) که نشان‌دهنده تخمیر کافی بوده است. شاکری و همکاران (۱۴۰۱) مقدار pH سیلاژ خوراک کامل بر پایه ذرت علوفه‌ای را ۳/۹۴ و با محتوای ماده خشک ۴۳/۵ درصد گزارش کردند. از نظر غلظت نیتروژن آمونیاکی نیز بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی با افزایش سطح پیت و کاه برنج در سیلاژ خوراک کامل احتمالاً به‌علت افزایش مقدار اوره در سیلاژ خوراک کامل بوده باشد. همان‌طوری که در جدول ۱ مشخص است در همه تیمارها از اوره به‌عنوان افزودنی نیتروژن‌دار استفاده شد. بنابراین، تبدیل بخشی از اوره به آمونیاک دور از انتظار نبود، که احتمالاً این اتفاق افتاده است. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کیفیت پروتئین محتوی مواد خوراکی مورد

درصد کاهش یافت، اما محتوای ADF تغییری نداشت. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، Kondo و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که غلظت پروتئین خام، NDF و NFC در سیلاژ خوراک کامل طی ۹۰ روز سیلوشدن تغییری نشان نداد. نتایج متناقص حاصل از این پژوهش‌ها می‌تواند به علت نوع ماده خوراکی، رطوبت سیلاژ، طول مدت زمان سیلاژ و غیره باشد.

Winberg و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که محتوای NDF سیلاژ خوراک کامل حاوی ۵۰ درصد ماده خشک که به مدت ۱۴۰ روز سیلو شده بود، از ۳۸ درصد به ۳۴ درصد رسید و زمانی که سیلاژ خوراک کامل با محتوای ماده خشک ۶۴ درصد سیلو شد، تغییری در میزان NDF ایجاد نشد. همچنین، Wang و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند که میزان NDF در سیلاژ خوراک کامل بر پایه علوفه ذرت، طی ۵۶ روز، از ۴۶ به ۴۳

جدول ۲- میزان pH، نیتروژن آمونیاکی و ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک) سیلاژهای آزمایشی خوراک کامل بر پایه سطوح مختلف پیت نیشکر و کاه برنج

سیلاژهای آزمایشی حاوی سطوح مختلف مخلوط پیت+کاه برنج			
صفت	۱۰	۱۵	۲۰
pH	۴/۳۳	۴/۴۳	۴/۴۵
نیتروژن آمونیاکی (گرم در کیلوگرم کل نیتروژن)	۴۸/۵	۴۸/۷	۴۹/۱
ماده خشک	۴۸/۴	۴۸/۵	۴۸/۰
ماده آلی	۹۲/۴	۹۲/۵	۹۲/۶
پروتئین خام	۱۳/۳	۱۳/۲	۱۳/۲
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۳۱/۵	۳۱/۹	۳۳/۱
کربوهیدرات‌های غیرفیبری	۴۳/۵	۴۳/۲	۴۳/۱

نتایج آزمایش تولید گاز

افزودنی‌ها، ۶۶/۲۸ میلی‌لیتر گزارش شد (فضائی و همکاران، ۱۴۰۰) که کمتر از میزان گاز تولیدی حاصل از سیلاژهای مورد استفاده در آزمایش حاضر است. علت این تفاوت ممکن است به دلیل تفاوت در اجزاء خوراکی تشکیل دهنده سیلاژهای مورد استفاده باشد. همچنین، این محققین گزارش کردند که تیمار متشکل از تفاله پرتقال (۷۹ درصد) و کاه گندم (۲۰ درصد)، کمترین پتانسیل و نرخ تولید گاز را داشت، اما تیماری که در آن نسبت کاه گندم از ۲۰ به ۱۰ درصد کاهش یافته بود، و به جای آن از تفاله چغندر قند، آرد ذرت، سبوس ذرت و سبوس برنج استفاده شد، بیشترین پتانسیل و سرعت ثابت تولید گاز را به خود اختصاص داد.

نتایج مربوط به فراسنجه‌های تولید گاز برون‌تنی در جدول ۳ نشان داده شده است. از نظر تولید گاز در زمان‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری بین سیلاژهای آزمایشی وجود نداشت. عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین سیلاژها از نظر حجم گاز تولیدی، نشان‌دهنده این است که سیلاژهای خوراک کامل حاوی سطوح مختلف پیت و کاه برنج قابل مقایسه با تیمار شاهد هستند. همچنین، پتانسیل (b) و نرخ (c) تولید گاز، ناپدید شدن ماده خشک و ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، در آزمایشی حجم گاز تولیدی حاصل از استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر پایه تفاله پرتقال با نسبت‌های مختلف کاه گندم و سایر

جدول ۳- تولید گاز، گوارش پذیری و تخمیر شکمبه سیلاژهای خوراک کامل

بر پایه پیت نیشکر و کاه برنج در شرایط آزمایشگاهی

احتمال معنی داری	خطای استاندارد میانگین ها	سیلاژهای آزمایشی (حاوی سطوح مختلف مخلوط پیت+کاه برنج)				صفت
		۲۰	۱۵	۱۰	شاهد	
		۰/۷۱	۱/۱۳	۱۷	۳۲/۳	
۰/۸۱	۱/۶۳	۴۱/۳	۴۱/۱	۱۴	۴۲/۳	گاز تولیدی ۲۴ ساعته (میلی لیتر)
۰/۸۲	۲/۱۲	۱۳	۱۶	۱۳	۵۳/۷	گاز تولیدی ۳۶ ساعته (میلی لیتر)
۰/۷۵	۱/۶۶	۱۶	۵۹/۷	۶۰/۲	۶۱/۲	گاز تولیدی ۴۸ ساعته (میلی لیتر)
۰/۸۹	۲/۰۹	۱۹	۱۴	۱۳	۶۸/۶	گاز تولیدی ۷۲ ساعته (میلی لیتر)
۰/۷۴	۱/۹۶	۷۶/۳	۷۴/۹	۱۹	۷۷/۹	کل گاز تولیدی ۹۶ ساعته (میلی لیتر)
۰/۸۸	۲/۵۳	۱۶	۷۷/۵	۱۴	۸۰/۳	پتانسیل تولید گاز (b، میلی لیتر)
۰/۷۵	۰/۰۳۷	۰/۰۵۶	۰/۰۵۱	۰/۰۵۳	۰/۰۵۱	نرخ تولید گاز (c، میلی لیتر)
۰/۴۱	۰/۹۵۸	۱۹	۱۶	۱۷	۵۱/۶	ناپدید شدن ماده خشک (%)
۰/۴۳	۰/۱۰۴	۵۳/۶	۵۴/۱	۵۴/۲	۵۲/۱	ناپدید شدن ماده آلی (%)
۰/۶۹	۰/۰۳۸	۱/۸۷	۱/۸۹	۱/۸۹	۱/۸۴	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)
۰/۱۵	۰/۰۶۴	۶/۳۳	۶/۳۹	۶/۳۷	۶/۲۵	pH
۰/۰۴	۰/۵۱۱	۱۷/۳ ^a	۱۷/۱	۱۷/۳	۱۵/۷ ^b	نیترژن آمونیاکی (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۷۱	۰/۱۰۰	۲/۷۹	۲/۸۵	۲/۸۴	۲/۷۰	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول در گرم ماده خشک)
۰/۵۹	۱۰/۲	۴۶۰	۴۶۵	۴۶۶	۴۴۸	پروتئین میکروبی (میلی گرم در گرم ماده خشک)

میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

معدنی- ویتامینی در مقایسه با حالت سیلو نشده، افزایش یافت. علت تفاوت در نتیجه حاصله در مقایسه با پژوهش حاضر، مقایسه سیلاژ خوراک کامل مذکور با حالت سیلو نشده است. در صورتی که در آزمایش حاضر، سیلاژ خوراک کامل بر پایه پسماندهای پیت و کاه برنج با خوراک مخلوط کامل بر پایه کاه گندم و یونجه مقایسه شده است.

در ارتباط با سایر صفات مورد بررسی شامل pH، غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و پروتئین میکروبی، با افزایش سطوح مخلوط پیت و کاه برنج تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد، اما غلظت نیترژن آمونیاکی شکمبه در سیلاژهای خوراک کامل به طور

عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی سیلاژ خوراک کامل بر پایه پیت نیشکر و کاه برنج با تیمار شاهد، در مورد ناپدید شدن ماده خشک و ماده آلی، نشان دهنده قابل مقایسه بودن سیلاژهای آزمایشی با تیمار شاهد است. برآورد انرژی قابل متابولیسم بین تیمارهای آزمایشی نیز تفاوت معنی داری نشان نداد. این یافته ها با میزان گاز تولیدی و فراسنجه های تولید گاز و نیز گوارش پذیری مواد مغذی همخوانی دارد. مخالف با نتایج آزمایش حاضر، Cao و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که گوارش-پذیری ماده خشک و ماده آلی در سیلاژ خوراک کامل حاوی کاه برنج، سبوس برنج، تفاله خشک چغندر، کنسانتره و مکمل

خام مخلوط سیلاژ به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۸/۵۳ درصد ماده خشک گزارش گردید.

فعالیت آنزیم‌های میکروبی شکمبه

همان‌طوری که در جدول ۴ نشان داده شده است، هیچ یک از صفات مربوط به فعالیت آنزیم‌های میکروبی شکمبه تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. سه آنزیم کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز و آنزیم‌های تجزیه‌کننده کاغذ صافی در واقع کمپلکس‌های آنزیمی دخیل در تجزیه فیبر و لیگنوسولوز هستند. آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پروتئاز نیز به ترتیب آنزیم‌های دخیل در تجزیه نشاسته و پروتئین هستند. تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با تأثیر استفاده از جیره سیلاژ خوراک کامل روی فعالیت آنزیم‌های مذکور در شکمبه انجام نشده است. علت یکسان بودن فعالیت آنزیم‌های میکروبی با گرم‌خانه‌گذاری آزمایشگاهی سیلاژها، احتمالاً به دلیل مشابه بودن ترکیب شیمیایی سیلاژهای مورد استفاده در آزمایش حاضر باشد (جدول ۱).

معنی‌داری بیشتر از جیره شاهد بود ($P < 0/05$). افزایش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه در بره‌های تغذیه‌شده با جیره سیلاژ خوراک کامل در مقایسه با جیره شاهد احتمالاً به دلیل افزایش میزان اوره در سیلاژ خوراک کامل در مقایسه با جیره شاهد بوده است. هدف از افزودن اوره، افزایش غلظت پروتئین خام در مخلوط سیلویی مورد نظر بود. از طرفی نسبت نیتروژن آمونیاکی در سیلاژها کم (۴۹/۵ تا ۴۹/۱ گرم نیتروژن از کل نیتروژن) بود که نشان‌دهنده تثبیت بخش عمده نیتروژن اوره‌ای در سیلاژهای آزمایشی بوده است. شریفی (۱۴۰۲) از اوره به نسبت ۵ درصد در سیلاژ بقایای پس از برداشت نیشکر استفاده نمودند و مشخص شد که محتوای پروتئین خام از ۳/۴۱ به ۱۴/۷ درصد افزایش یافت. در پژوهشی که توسط فضائلی و همکاران (۱۳۹۹) انجام شد، محتوی پروتئین خام تفاله پرتقال در سیلاژ بدون اوره ۶/۰۶ درصد ماده خشک بود، اما با افزودن ۰/۵ و یک درصد اوره، محتوای پروتئین

جدول ۴- فعالیت آنزیم‌های میکروبی شکمبه (U/min/ml) سیلاژهای آزمایشی خوراک کامل

بر پایه پیت نیشکر و کاه برنج در شرایط آزمایشگاهی

احتمال معنی‌داری	خطای استاندارد میانگین‌ها	سیلاژهای آزمایشی (حاوی سطوح مختلف مخلوط پیت+کاه برنج)			شاهد	صفت
		۲۰	۱۵	۱۰		
۰/۹۶	۵/۹۸	۴۶/۱	۴۴/۸	۴۳/۹	۴۶/۸	کربوکسی متیل سلولاز
۰/۹۳	۲/۹۵	۲۶/۳	۲۷/۱	۲۵/۱	۲۶/۲	میکروکریستالین سلولاز
۰/۹۸	۱/۷۹	۲۷/۳	۲۶/۷	۲۷/۳	۲۷/۲	فعالیت تجزیه کاغذ صافی
۰/۸۹	۲/۴۱	۸۴/۲	۸۳/۱	۸۱/۷	۸۲/۱	آلفا آمیلاز
۰/۷۶	۴/۷۷	۱۷۹	۱۸۳	۱۸۴	۱۸۱	پروتئاز (میکروگرم در دقیقه در میلی‌لیتر)

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشد.

نتایج آزمایش دامی

خوراک کامل بر پایه مخلوط حاوی ۲۰ درصد پیت نیشکر + کاه برنج، که بهترین تیمار حاصل از نتایج مطالعات برون‌تنی بود) در مقایسه با جیره شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0/05$). هرچند، وزن نهایی و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر نوع جیره غذایی قرار

فراسنجه‌های مربوط به عملکرد رشد بره‌های پرواری با تغذیه جیره-های آزمایشی در جدول ۵ نشان داده شده است. میزان مصرف ماده خشک و ماده آلی، افزایش وزن روزانه و افزایش وزن کل دوره با جیره سیلاژ خوراک کامل بر پایه پیت نیشکر و کاه برنج (سیلاژ

سیلاژ خوراک کامل بر پایه نفالۀ پرتقال بیشتر از جیره شاهد (بر پایه سیلاژ ذرت، کاه گندم و کنسانتره که به طور روزانه تهیه می‌شد) بود. همچنین، بر اساس گزارش فضائلی و همکاران (۱۴۰۱) که سیلاژ خوراک کامل تهیه شده بر پایه ذرت علوفه‌ای را با خوراک کامل روزانه حاوی سیلاژ ذرت در تغذیه گوسفند مورد مقایسه قرار دادند، مصرف ماده خشک در سیلاژ خوراک کامل افزایش یافت که ممکن است در نتیجه فرآیند تخمیر سیلاژ و اثرات مثبت آن بر گوارش پذیری و خوشخوراکی سایر اجزای خوراکی مورد استفاده در سیلاژ خوراک کامل بوده باشد. در بررسی مزایای فناوری سیلاژ خوراک کامل در مقایسه یا جیره کامل مخلوط، افزایش گوارش پذیری نشاسته جیره‌های سیلاژ خوراک کامل از مهمترین مزایای این فناوری معرفی شده است که سبب تحریک مصرف خوراک می‌شود (Cao و همکاران، ۲۰۱۰؛ فضائلی و همکاران، ۱۴۰۲). به هر حال، در این پژوهش، تهیه جیره غذایی به صورت سیلاژ خوراک کامل بر پایه پیت نیشکر و کاه برنج در مقایسه با خوراک کامل روزانه بر پایه کاه گندم و یونجه در تغذیه بره‌های پرواری سبب افزایش مصرف خوراک شد که این امر را می‌توان از مزیت‌های سیلاژ خوراک کامل محسوب نمود که مطابق با نتایج سایر محققان نیز می‌باشد (Du و همکاران، ۲۰۲۰).

نگرفت. جیره‌های آزمایشی از نظر مواد مغذی اصلی به جز ماده خشک، یکسان بودند و محتوای ماده خشک جیره سیلاژ خوراک کامل کمتر از جیره شاهد بود که احتمالاً محتوای رطوبت جیره‌ای بیشتر سبب افزایش مصرف خوراک در گروه سیلاژ خوراک کامل گردیده است. نشان داده شده است که افزایش میزان رطوبت سبب کاهش گرد و غبار و چسبندگی اجزاء جیره، متراکم شدن و افزایش خوشخوراکی آن و تشویق دام به مصرف خوراک بیشتر می‌شود (یوسفی و همکاران، ۱۴۰۱). در پژوهشی که توسط یوسفی و همکاران (۱۴۰۱) انجام شد، مشخص گردید که افزایش رطوبت جیره غذایی بره‌های پرواری تا سطح ۳۰ درصد ماده خشک، سبب بهبود مصرف خوراک، عملکرد رشد و گوارش پذیری مواد مغذی در بره‌های پرواری شد. ارتباط مثبتی بین میزان ماده خشک مصرفی و ماده خشک جیره گزارش شده است (Lahr و همکاران، ۱۹۸۳). شاکری و همکاران (۱۴۰۱) گزارش کردند که ماده خشک مصرفی در بره‌های تغذیه شده با جیره سیلاژ خوراک کامل بر پایه چغندر علوفه‌ای در مقایسه با جیره کامل مخلوط (جیره شاهد بر پایه کاه گندم و یونجه)، بیشتر بود و علت این امر را نیز خوشخوراکی بیشتر سیلاژ خوراک کامل گزارش کردند. فضائلی و همکاران (۱۳۹۹ b) نیز دریافتند که مصرف ماده خشک در بره‌های تغذیه شده با جیره

جدول ۵- مصرف خوراک و عملکرد رشد بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

احتمال معنی داری	خطای استاندارد میانگین‌ها	جیره‌های آزمایشی		صفت
		سیلاژ جیره کامل حاوی ۲۰ درصد پیت + کاه برنج	شاهد	
۰/۸۵	۰/۲۴۳	۲۵/۲	۲۵/۱	وزن اولیه (کیلوگرم)
۰/۱۵	۰/۳۷۹	۴۰/۶	۳۹/۶	وزن نهایی (کیلوگرم)
۰/۰۲	۰/۱۵۶	۱۵/۴	۱۴/۵	کل افزایش وزن (کیلوگرم)
۰/۰۱	۱/۲۹	۲۲۰	۲۰۸	افزایش وزن روزانه (گرم)
۰/۶۳	۰/۰۸۹	۷/۶۳	۷/۶۰	ضریب تبدیل غذایی
۰/۰۱	۱۵/۵	۱۶۸۱	۱۵۷۰	ماده خشک مصرفی (گرم)
۰/۰۱	۱۴/۶	۱۵۸۵	۱۴۶۵	ماده آلی مصرفی (گرم)

گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی

براساس نتایج جدول ۶، گوارش پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF و ADF تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. با توجه به اینکه انتظار بر این بود که استفاده از ۲۰ درصد پیت نیشکر و کاه برنج در سیلاژ خوراک کامل، احتمالاً به دلیل کاهش خوشخوراکی جیره و افزایش سطح لیگنین تأثیر منفی بر گوارش پذیری سایر اجزاء خوراکی جیره بگذارد و گوارش پذیری مواد مغذی را کاهش دهد، اما نتیجه مشاهده شده می‌تواند به این دلیل باشد که جیره‌های مرطوب حالت انتخاب مواد مغذی را از دام سلب می‌کند و سبب مصرف یکنواخت مواد مغذی جیره غذایی به‌ویژه مواد معدنی و ویتامینی می‌شود، و احتمالاً از این طریق تمامی مواد مغذی مورد نیاز برای رشد میکروب‌های شکمبه را فراهم نموده و شرایط مطلوبی را برای تخمیر مطلوب و به تبع آن هضم بیشتر مواد مغذی در شکمبه فراهم شده است.

(Beiranvand و همکاران، ۲۰۱۶). طی تحقیقی، Cao و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که سیلو کردن خوراک کامل تهیه شده از مخلوط علوفه و کنسانتره در مقایسه با حالت سیلونشده (تهیه خوراک کامل روزانه) در تغذیه گوسفند سبب بهبود گوارش پذیری مواد مغذی گردید. در آزمایشی، Miyaji و Nonaka (۲۰۱۸) یک جیره مخلوط کامل بر پایه علف ری-گراس، همراه با تفاله چغندر و کنسانتره به دو روش سیلوشده (به مدت چهار ماه) و سیلونشده (تهیه به صورت روزانه) در تغذیه گاو شیری را مورد مقایسه قرار دادند و نتایج نشان داد که گوارش پذیری ماده خشک، ماده آلی و نشاسته در سیلاژ خوراک کامل افزایش نشان داد که با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی ندارد.

جدول ۶- گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی (درصد ماده خشک) جیره‌های آزمایشی تغذیه شده به بره‌های پرواری

صفت	شاهد	جیره‌های آزمایشی		احتمال معنی داری
		سیلاژ جیره کامل حاوی ۲۰ درصد پیت+کاه برنج	خطای استاندارد میانگین‌ها	
ماده خشک	۷۶/۱	۷۶/۶	۰/۱۸۴	۰/۱۴
ماده آلی	۷۷/۷	۷۸/۸	۰/۵۲۳	۰/۱۹
پروتئین خام	۸۰/۱	۸۱/۱	۰/۴۹۴	۰/۲۶
الیاف نامحلول در شوینده خشی	۵۷/۳	۵۸/۴	۰/۸۱۱	۰/۳۹
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۵۳/۹	۵۴/۵	۰/۴۵۷	۰/۳۸

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه

نتایج مربوط به فراسنجه‌های تخمیری شکمبه در جدول ۷ نشان داده شده است. pH شکمبه تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. اما با تغذیه جیره سیلاژ خوراک کامل، غلظت آمونیاک شکمبه به‌طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت ($P < 0/05$). سرعت تجزیه منابع نیتروژنی جیره یکی از عوامل مؤثر بر غلظت آمونیاک شکمبه است، به طوری که هرچه تجزیه پذیری پروتئین بیشتر باشد، متناسب با آن غلظت آمونیاک شکمبه افزایش

خواهد یافت (Belanche و همکاران، ۲۰۲۱). جیره سیلاژ خوراک کامل مورد استفاده در این آزمایش حاوی یک درصد اوره در ماده خشک بود که با دیگر نتایج که مقدار آمونیاک تولیدی شکمبه بره‌های پرواری هنگام تغذیه با جیره غذایی بدون اوره ۱۰/۶۹ میلی گرم در دسی لیتر گزارش شد و با افزودن یک درصد اوره در جیره غذایی غلظت نیتروژن آمونیاکی به ۱۶/۷ میلی گرم در دسی لیتر افزایش یافت، همخوانی دارد (Xu و

کل اسیدهای چرب فرار تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. بیشتر بودن غلظت استات شکمبه با جیره سیلاژ خوراک کامل نسبت به جیره شاهد، احتمالاً به علت بیشتر بودن مصرف ماده خشک در جیره سیلاژ خوراک کامل بوده است. غلظت اسیدهای چرب فرار مستقیماً تحت تأثیر مقدار و ترکیب ماده خشک مصرفی است. استات به طور معمول فراوان‌ترین اسید چرب فرار در شکمبه است و تولید آن ارتباط نزدیکی با تخمیر کربوهیدرات‌های ساختاری (فیبر) در جیره غذایی دارد. افزایش مصرف ماده خشک به طور کلی منجر به افزایش تولید استات در شکمبه می‌شود (White و همکاران، ۲۰۱۷).

همکاران، ۲۰۱۹). مطابق با نتایج پژوهش حاضر، فضائی و همکاران (۱۴۰۲) گزارش دادند که با تغذیه سیلاژ خوراک کامل بر پایه چغندر علوفه‌ای و سیلاژ خوراک کامل بر پایه ذرت علوفه-ای در جیره غذایی بره‌های نژاد شال در مقایسه با تغذیه جیره شاهد (خوراک مخلوط روزانه بر پایه یونجه و کاه)، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه از زمان مصرف خوراک تا سه ساعت پس از تغذیه، افزایش نشان داد. با تغذیه جیره سیلاژ خوراک کامل در مقایسه با گروه شاهد، غلظت استات شکمبه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت ($P < 0.05$)، اما غلظت سایر اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر و

جدول ۷- فراسنجه‌های تخمیر شکمبه بره‌های پروراری تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

صفت	جیره‌های آزمایشی		احتمال معنی داری
	شاهد	خطای استاندارد میانگین‌ها	
pH	۶/۵۵	۶/۳۷	۰/۰۸
نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۵/۷	۱۷/۹	۰/۰۱
استات (میلی مول در لیتر)	۶۶/۸	۷۰/۲	۰/۰۱
پروپیونات (میلی مول در لیتر)	۲۲/۱	۲۲/۷	۰/۶۲
بوتیرات (میلی مول در لیتر)	۱۵/۲	۱۵/۸	۰/۶۲
نسبت استات به پروپیونات	۳/۰۲	۳/۱۰	۰/۴۹
کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول در لیتر)	۱۱۰	۱۱۵	۰/۰۷

فراسنجه‌های خون

تغذیه شده با جیره سیلاژ خوراک کامل در مقایسه با تیمار شاهد احتمالاً به دلیل سنتز پروتئین خام میکروبی شکمبه‌ای بیشتر و متعاقب آن جذب روده‌ای بیشتر بوده است (Currier و همکاران، ۲۰۰۴). در مطالعه حاضر با اینکه سنتز پروتئین میکروبی تخمین زده نشده است، اما یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر سنتز پروتئین میکروبی مصرف ماده خشک است که در مطالعه حاضر در جیره سیلاژ خوراک کامل بیشتر از جیره شاهد به دست آمده است. تغییرات نیتروژن اوره‌ای خون نیز تحت تأثیر غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه بوده و بین غلظت نیتروژن شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون ارتباط مستقیم وجود دارد.

اثر جیره‌های آزمایشی بر غلظت فراسنجه‌های خونی بره‌های پروراری در جدول ۸ نشان داده شده است. نوع جیره آزمایشی بر غلظت برخی از فراسنجه‌های شیمیایی خون شامل گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون، تری گلیسیریدها و آلبومین تام تأثیری نداشت. اما غلظت پروتئین تام خون بره‌ها با تغذیه جیره سیلاژ خوراک کامل بیشتر از جیره شاهد بود ($P < 0.05$). غلظت تمام فراسنجه‌های خونی مورد بررسی در دام‌ها در دامنه طبیعی گزارش شده برای گوسفند بود (Kaneko و همکاران، ۲۰۰۸)، که این نشان می‌دهد که بره‌ها با مصرف جیره‌های آزمایشی دچار عارضه یا مشکل متابولیکی نشده‌اند. دلیل افزایش غلظت پروتئین تام خون بره‌های

جدول ۸- اثر جیره‌های آزمایشی بر غلظت فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری نژاد بختیاری

صفت	شاهد	جیره‌های آزمایشی		احتمال معنی‌داری
		سیلاژ جیره کامل حاوی ۲۰ درصد پیت+کاه برنج	خطای استاندارد میانگین‌ها	
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	۶۷/۳	۶۶/۹	۰/۷۷۳	۰/۷۱
نیترژن اوره‌ای خون (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۵/۸	۱۶/۸	۰/۳۲۳	۰/۰۷
تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر)	۷/۲۹	۷/۲۶	۰/۱۳۹	۰/۸۹
آلبومین (گرم در دسی لیتر)	۳/۵۳	۳/۶۴	۰/۰۵۹	۰/۲۴
پروتئین تام (گرم در دسی لیتر)	۷/۲۳ ^b	۷/۴۲ ^a	۰/۰۲۶	۰/۰۱

عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین غلظت نیترژن اوره‌ای تیمارها نشان می‌دهد که توازن بین تولید اوره در کبد و خروج آن (ادرار) و بازچرخ شکمبه‌ای بین دام‌ها یکسان بوده است. همچنین، ممکن است جذب آمونیاک از شکمبه به داخل خون نیز مشابه بوده باشد. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، نیکبختی و همکاران (۱۴۰۳) گزارش کردند که با تغذیه سیلاژ خوراک کامل بر پایه قصبیل جو و سیلاژ خوراک کامل بر پایه تریتیکاله در مقایسه با خوراک

مخلوط روزانه بر پایه قصبیل جو و خوراک مخلوط روزانه بر پایه تریتیکاله به بره‌های نر نژاد زل، غلظت فراسنجه‌های خونی شامل تری گلیسرید، نیترژن اوره‌ای خون و پروتئین تام تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند.

مقایسه آنالیز اقتصادی جیره‌های آزمایشی

بر اساس نتایج جدول ۹، برگشت سرمایه در جیره سیلاژ خوراک کامل به میزان ۸/۵۶ درصد از جیره شاهد بیشتر بود.

جدول ۹- مقایسه آنالیز اقتصادی جیره‌های آزمایشی

صفت	شاهد	جیره‌های آزمایشی		درصد تغییرات
		سیلاژ جیره کامل حاوی ۲۰ درصد پیت+کاه برنج	تغییرات (عدد)	
قیمت هر کیلوگرم جیره ^۱	۱۵۰۰۰	۱۳۵۰۰	-	-
قیمت هر کیلوگرم وزن زنده ^۱	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	-	-
برگشت سرمایه	۱/۸۷	۲/۰۳	۰/۱۶	۸/۵۶
هزینه به‌ازای واحد تولید	۰/۵۳۳	۰/۴۲۹	۰/۱۰۴	۲۴/۲۴

۱- قیمت‌ها بر حسب تومان و در زمان انجام آزمایش (سال ۱۴۰۳) می‌باشد.

هزینه به‌ازای واحد تولید نیز در جیره‌های سیلاژ خوراک کامل ۲۴/۲۴ درصد کمتر از جیره شاهد بود. لذا این امر نشان‌دهنده مطلوب بودن ارزش اقتصادی جیره سیلاژ خوراک کامل حاوی ۲۰ درصد مخلوط پیت و کاه برنج می‌باشد.

نتیجه گیری

در کل، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که امکان استفاده از سیلاژ خوراک کامل حاوی سطوح مختلف مخلوط پیت نیشکر و کاه برنج به همراه ذرت علوفه‌ای و کنسانتره در تغذیه بره‌های پرواری وجود دارد. همچنین، استفاده از سیلاژ خوراک کامل حاوی ۲۰ درصد مخلوط پیت نیشکر و کاه برنج به دلیل عدم تأثیر منفی بر فراسنجه‌های هضم و تخمیر و عملکرد و افزایش ارزش اقتصادی جیره قابل توصیه است.

سپاسگزاری

از مسئولین محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان به خاطر فراهم نمودن زمینه پژوهش حاضر تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

پاورقی‌ها

IVOMD: *In vitro* Organic Matter Disappearance
ADS: Apparently Digested Substrate

منابع

- آمارنامه جهاد کشاورزی، جلد دوم. (۱۳۹۹). وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- چگنی، ع.ر.، یاراحمدی، ب. و محمدی ساعی، م. (۱۴۰۱). استفاده از پیت نیشکر در جیره بره‌های پرواری و تأثیر آن بر عملکرد رشد و بازده اقتصادی دام. فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی. شماره ۴۳. ص ۵۵-۶۲.
- شاکری، پ.، فضائلی، ح.، آقاشاهی، ع.ر.، صفایی، ا.ر. و شاکری، ا.ع. (۱۴۰۱). تأثیر استفاده از سیلاژ خوراک کامل بر پایه ذرت علوفه‌ای در تغذیه بره‌های پرواری. پژوهش‌های تولیدات دامی. شماره ۳۶. ص ۸۸-۹۵.
- شریفی، ا. (۱۴۰۲). بررسی ارزش تغذیه‌ای سیلاژ بقایای پس از برداشت نیشکر عمل‌آوری شده با اوره و گاز آمونیاک در تغذیه نشخوارکنندگان. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی.
- پاپی، ن.، فضائلی، ح.، علیمحمدی، ج.، اهنگری، م. و بابازاده، ر. (۱۴۰۰). بهینه کردن استفاده از تفال به پیت نیشکر و کاه برنج در تغذیه دام با تهیه

- سیلاژ خوراک کامل. علوم و فنون دامپروری. دوره ۱۰. شماره ۳۹. ص ۲۵-۳۶.
- فضائلی، ح.، علیوردی نسب، ر.، سرمدی، ع. و همتی، ا. (۱۳۹۹b). تعیین ارزش غذایی سیلاژ تفال پرتقال همراه با کاه گندم و اوره به روش درون تنی و برون تنی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور.
- فضائلی، ح. (۱۴۰۰). سیلاژ خوراک کامل فناوری نوین در مدیریت تغذیه دام. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر نشر آموزش کشاورزی. ص ۱۵۶.
- فضائلی، ح.، باعجری، ا.، سرمدی، ع. و طاهری پور، ج. (۱۴۰۱). خصوصیات سیلویی و ارزش غذایی سیلاژ خوراک کامل بر پایه تفال پرتقال با نسبت‌های مختلف کاه گندم و افزودنی‌های متفاوت. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۳۴. ص ۵۹-۷۴.
- فضائلی، ح.، صادقی شعاع، م.، آقاشاهی، ع.ر. و علیوردی نسب، ر. (۱۴۰۲). ارزش تغذیه‌ای خوراک کامل سیلو شده بر پایه چغندر و ذرت علوفه‌ای در تغذیه گوسفندان شال. نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان. دوره ۱۱. شماره ۳. ص ۹۷-۱۱۶.
- ناصری هرسینی، ر.، فلاح نصرت آباد، ع.ر. و کیومرثی، ح. (۱۴۰۱). کاه و کلش برنج، زیست توده‌ای ارزشمند با کاربردهای فراوان. مجله تروجی شالیزار. سال چهارم. شماره اول. ص ۱-۹.
- نیکبختی، م.، یوسف‌الهی، م.، فضائلی، ح.، چاشنی‌دل، ی.، دهقانی، م.ر. و شجاعیان، ک. (۱۴۰۳). تأثیر مصرف سیلاژ خوراک کامل بر پایه قصیل جو یا تریتیکاله بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و خصوصیات لاشه بره‌های نژاد زل. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۴۳. ص ۹۹-۱۱۴.
- یوسفی، ز.، عزیزی، ا.، فدائی فر، ا.، کیانی، ع. و شریفی، ا. (۱۴۰۱). اثر افزودن سطوح مختلف آب به جیره کاملاً مخلوط بر عملکرد، مصرف خوراک، گوارش‌پذیری مواد مغذی و رفتار تغذیه‌ای بره‌های پرواری. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۳۵. ص ۱۲۱-۱۳۲.

- Agarwal, N. (2000). Estimation of fiber degrading enzyme. In: Chaudhary, L.C. Agarwal, N., Kamra, D.N. Agarwal, D. K. editor. Feed microbiology. Izatnagar (India): CAS Animal Nutrition, pp. 278–291.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition Arlington, VA.
- Beiranvand, H., Khani, M., Omidian, S., Ariana, M., Rezvani, R. and Ghaffari, M.H. (2016). Does adding water to dry calf starter improve performance during summer? *Journal of Dairy Science*. 99: 1-9. doi:10.3168/jds.2015-10004.
- Belanche, A., Martín-García, I., Jiménez, E., Jonsson, N., Yañez-Ruiz, D. (2021). A novel ammoniation treatment of barley as a strategy to optimize rumen pH, feed degradability and microbial protein synthesis in sheep. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 101 (13): 5541-5549. doi:10.1002/jsfa.11205.
- Blümmel, M., Makkar, H.P.S. and Becker, K. (1997b). In vitro gas production: A technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 77: 24-34.
- 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.
- Cao, Y., Takahashi, T., Horiguchi, K., Yoshida, N. and Cai, Y. (2010). Methane emission from sheep fed fermented or non-fermented total mixed ration containing whole-crop rice and rice-bran. *Animal Feed Science and Technology*. 175: 72-78. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.02.004.
- Cottyn, B.G. and C.V. Boucque. (1968). Rapid method for the gas-chromatographic determination of volatile fatty acids in rumen fluid. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 16: 105–107. doi: 10.1021/jf60155a002.
- 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.
- Dehority, B.A. (2003). Rumen microbiology. Academic Press, London.
- Du, Z., Yamasaki, S., Oya, T., Ngulube, D., Tinga, B., Macome, F. and Cai, Y. (2020). Ensiling characteristics of total mixed ration prepared with local feed resources in Mozambique and their effects on nutrition value and milk production in Jersey dairy cattle. *Animal Science Journal*. 91: 1-9. doi: 10.1111/asj.13370
- Faithfull, N.T. (2000). Methods in Agricultural Chemical Analysis; A Practical Handbook. Cab Int., Wallingford, UK.
- Getachew, G., Blümmel, 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.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. (2008). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th ed. San Diego: Academic Press. doi:10.1016/B978-012396305-5/50032-4.
- Kedy, T. (2012). High feed value grass silage: its importance and production. Animal and Grassland Research and Innovation Centre, Ireland. <https://www.teagasc.ie/media>.
- 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.
- Kondo, M., Shimizu, K., Jayanegara, A., Mishima, T., Matsui, H., Karita, S., Goto, M. and Fujihara, T. (2016). Changes in nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperature and periods. *Journal of the*

- Science of Food and Agriculture*. 96: 1175-1180. doi:10.1002/jsfa.7200.
- Lahr, D.A., Otterby, D.E., Johnson, D.G., Linn, J.G. and Lundquist, R.G. (1983). Effects of moisture content of complete diets on feed intake and milk production by cows. *Journal of Dairy Science*. 66: 1891-1900. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(83)82027-X.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., and Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the folin-phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*. 193: 262-275. doi:10.1016/S0021-9258(19)52451-6.
- 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. and Graham, M. (Eds), Standardization of analytical methodology for feeds. International Development Research Center. Ottawa. pp: 61-71.
- Menke, K.H. and Stingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28: 6-55.
- Mertens, D.R. (2002). Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds using refluxing in beakers or crucibles; collaborative study. *Journal AOAC International*. 85: 1217-1240. doi: 3/jaoac/85.6.1217.
- Miyaji, M. and Nonaka, K. (2018). Effects of altering total mixed ration conservation method when feeding dry-rolled versus steam-flaked hulled rice on lactation and digestion in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101: 5092-5101. doi:10.3168/jds.2017-13802.
- Miyaji, M., Matsuyama, H. and Nonaka, K. (2017). Effect of ensiling process of total mixed ration on fermentation profile, nutrient loss and *in situ* ruminal degradation characteristics of diet. *Animal Science Journal*. 88:134-139. doi: 10.1111/asj.12610.
- NRC. (2007). National Research Council, Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington (DC, USA): National Academy of Sciences.
- 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.
- Park, R.S and Strongi, M.D. (2005). Silage production and utilization. Workshop of the Xivth International Grassland Congress. Northern Ireland.
- SAS. (2005). User's Guide: Statistics, Version 9.0 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Schingoethe, D.J.A. (2017). A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 100: 10143-10150. doi:10.3168/jds.2017-12967.
- 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.
- Van-Keulen, J. and Young, B.A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*. 44: 282-289. doi: 10.2527/jas1977.442282x.
- Wang, H., Sun, Q., Yang, F. and Xu, C. (2012). Evaluation of fermentation and aerobic stability of total mixed ration silage containing wet brewers grains and corn straw. *Advanced Materials Research*. 347-353: 189-192. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.
- White, R.R., Hall, M.B., Firkins, J.L., and Kononoff, P.J. (2017). Physically adjusted neutral detergent fiber system for lactating dairy cow rations. II: Development of feeding recommendations. *Journal of Dairy Science*. 100 (12): 9569-9584. doi:10.3168/jds.

Winberg, Z., Chen, Y., Miron, D., Raviv, Y., Nahim, E., Bloch, A., Yosef, E., Nikbakht, M. and Miron, J. (2011). Preservation of total mixed ration for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film. A commercial scale experiment. *Animal Feed Science and Technology*. 164: 125-129. doi:10.1016/j.anifeedsci.

Xu, Y., Li, Z., Moraes, L.E., Shen, J., Yu, Z. and Zhu, W. (2019). Effects of incremental urea supplementation on rumen fermentation, nutrient digestion, plasma metabolites, and growth performance in fattening lambs. *Animals*. 9: 652- 664. doi: 10.3390/ani9090652.