نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱٤۱، زمستان ۱٤۰۲
ص‌ص: ٤٥~٥٨

بررسی پاسخ رشد و کارآیی مصرف خوراک در گوساله‌های از شیرگرفته شده هلشتاین بعد از مصرف مکمل متیونین پوشش‌دار

• حامد نیکوکلام میرزایی[1]، فرهاد فرودی*[2]، ناصر کریمی[3]، قباد عسگری[4]، کاظم کریمی[5]

۱-دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پیشوا، ورامین، ایران.

۲ و ۳ و ۴ و ۵- استادیار و اعضای هیات علمی گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پیشوا، ورامین، ایران.

تاریخ دریافت : آبان ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : اسفند ۱۴۰۱

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۲۱۳۶۷۲۵۰۱۱

Email: farhad1352.f@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2023.360455.2267

چکیده

تعداد ٤٠ رأس گوساله هلشتاین در ٤ گروه آزمایشی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با مشاهدات تکرار شونده در مدت ۳۰ روز برای بررسی تأثیر مکمل متیونین پوشش‌دار بر رشد و کارآیی مصرف خوراک استفاده شدند. تیمارها شامل: ۱) گوساله‌های شاهد (بدون مصرف مکمل) ، ۲) گوساله‌های مصرف کننده مکمل تا ۱۰ روز ، ۳) گوساله‌های مصرف کننده مکمل تا ۲۰ روز ، و ٤) گوساله‌های مصرف کننده مکمل تا ۳۰ روز بعد شیرگیری بودند. مکمل متیونین مصرفی گوساله‌ها از نوع پوشش‌دار ساخت شرکت دگوسا و به میزان ۲ گرم در روز به ازای هر رأس بود. صفات اندازه‌گیری شده در دوره آزمایش شامل: رشد (میزان وزن و افزایش وزن روزانه)، اندازه بدن یا شاخص رشد اسکلت (اندازه طول بدن و اندازه قد یا ارتفاع بدن) و محاسبه بازده مصرف خوراک بودند. نتایج نشان داد میانگین مصرف خوراک و پروتئین تیمار چهارم به ترتیب ۱۲/۹۰ و۱۲/۵۰ درصد بیشتر و مصرف انرژی قابل متابولیسم روزانه آن نیز ۰/۵۳ مگاکالری بیشتر از میانگین شاهد بود (P<۰/۰۵). همچنین میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک مصرفی تیمار چهارم نیز به ترتیب ۱۸/۸۱ و ۵/۵۵ درصد بیشتر از شاهد بود (P<۰/۰۵). در کل تیمارهای مصرف کننده مکمل متیونین میانگین وزن بیشتر (٤/۱٦٪) و میانگین افزایش قد بیشتری (۸/۱۵٪) نسبت به شاهد داشتند (P<۰/۰۵). بر طبق نتایج حاصله استفاده از مکمل متیونین پوشش‌دار در جیره گوساله‌ها پس از شیرگیری اثر مثبت بر عملکرد رشد، اندازه قد و کارآیی مصرف خوراک داشت و به میزان ۲ گرم در روز قابل توصیه به دامداران است.

واژه‌های کلیدی: اندازه بدن، افزایش وزن، بازده مصرف خوراک، گوساله هلشتاین.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 141 pp: 45-58

Effect of rumen protected methionine supplementing on growth characteristics and feed efficiency of weaned Holstein calves

By: Hamed Kikookalm Mirzaei[1],Farhad Foroudi[*2], Naser karimi[3], Ghovad Asgari[4], Kazem Karimi[5].
1: Department of Animal Science, Islamic Azad University, Pishva-Varamin branch, Varamin, Iran.
2,3,4,5: Assistant Professors and Scientific Board members of Animal Science Department, Islamic Azad University, Pishva-Varamin branch, Varamin, Iran.

Received: November 2022 **Accepted: March 2023**

Abstract: A study was conducted to investigate the effect of rumen protected methionine (RPM) supplementation on growth traits and feed efficiency of weaned Holstein calves using 40 calves in 4 experimental groups during 30 days in a completely randomized statistical design (CRD. Treatments included: 1) control (not given RPM after weaning at 75 days), 2) calves given RPM until 10 days, 3) calves given RPM until 20 days, and 4) calves given RPM until 30 days after weaning. The RPM supplement was gelatin coated type manufactured by Degussa Co., and was used in the amount of 2 g/day/calf. Traits were included growth performance (weight and average daily gain), body length and height, and feed efficiency during entire period. The results showed that the average feed and protein intake of fourth treatment were 12.90% and 12.50% higher than control, respectively (P<0.05) Also daily energy intake (Mcal/day) for mentioned group was 0.53 higher than control (P<0.05). Daily weight gain and feed efficiency of fourth treatment was 18.81% and 5.55% higher than control, respectively (P<0.05). Totally, methionine consuming treatments had a higher average weight (4.16%) and height (8.15%) than the control (P<0.05). In conclusion, the use of coated methionine supplement in the ration of calves after weaning had a positive effect on growth performance, height measure and overall feed efficiency and it can be recommended at the level of 2g/day/calf to the farmers.

Key words: Body measures, Gain, Feed efficiency, Holstein calves, Rumen Protected-Met.

مقدمه

در زمان شیرگیری به دلیل تغییر روش تغذیه گوساله‌ها از روش تغذیه مایع به روش جامد، دریافت متیونین توسط گوساله‌ها بدلیل عدم دسترسی به شیر که از محتوای اسید آمینه بالاتری برخوردار است و نیز عدم تکامل ساختاری شکمبه کاهش می‌یابد (Molano و همکاران، ۲۰۲۰). از طرفی اغلب خوراک‌های جامد مورد استفاده برای تغذیه گوساله‌ها کم کیفیت بوده و محتوای اسیدهای آمینه مناسبی ندارند، که این امر باعث تشدید استرس شیرگیری و عدم تأمین مواد مغذی مورد نیاز گوساله می‌شود (Jasmine و همکاران،۲۰۰۷؛ جعفری دهقانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Molano و همکاران، ۲۰۲۰). نقش اجزای مختلف منابع خوراکی و بر هم‌کنش آن با منابع مختلف پروتئین در نشخوارکنندگان بالغ به خوبی بررسی شده و جنبه‌های مختلف آن تا حد زیادی مشخص شده است، اما در مورد گوساله با شکمبه تکامل نیافته، نتایج انتشار یافته بسیار محدود است (Gelsinger و همکاران، ۲۰۱۶؛ نیرومند و همکاران، ۲۰۲۰؛ Hiyam و همکاران، ۲۰۲۱). اما آنچه که مسلم است، کمیّت و کیفیّت استارتر ارتباط زیادی با توسعه مناسب شکمبه و قسمت‌های فعّال دستگاه گوارش گوساله دارد (Khan و همکاران، ۲۰۰۷؛ و Molano همکاران، ۲۰۲۰). در گوساله مصرف استارتر بدلیل خوش خوراکی، قابلیت هضم بالا و تاثیر بهبود دهنده بر توسعه شکمبه، تولید اسید چرب و رشد و نمو پرزهای دستگاه گوارش در کنار مصرف علوفه با کیفیّت برای تامین فیبر کافی و تکمیل اثرات یاد شده، از اهمیّت بالایی برخورداراست (نیرومند و همکاران، ۲۰۲۰؛ Silva و همکاران،

۲۰۲۱). با توجه به دستورالعمل‌های شورای ملی تحقیقات (NRC، ۲۰۰۱)، جیره‌های جامد حاوی بیش از ۱۹ درصد پروتئین خام می‌توانند افزایش تا ۰/۹ کیلوگرم در روز را برای گوساله‌های از شیر گرفته حفظ کند. در این شرایط با افزایش پروتئین خام جیره جامد گوساله با وزن ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم رشد حیوان بهبود خواهد یافت. البته نتایج بدست آمده در همه موارد کاملا سازگار نبوده است و دلیل اصلی این تفاوت در میزان فعالیت و توسعه شکمبه گوساله و همچنین تفاوت قابلیت هضم اسیدهای آمینه از بخش تجزیه نشده پروتئین جیره می‌باشد (Jasmine و همکاران،۲۰۰۷؛ Molano و همکاران، ۲۰۲۰؛ Wang و همکاران، ۲۰۲۲). متعادل کردن خوراک‌های آغازین از نظر تعادل اسیدهای آمینه فقط با استفاده از مواد خوراکی معمولی و بدون تغذیه اضافی پروتئین، اسیدآمینه و مواد مکمل تقریبا غیر ممکن است (Guayao و همکاران، ۲۰۱۴؛ Niroumand و همکاران، ۲۰۲۰). متیونین به عنوان اولین اسیدآمینه محدود کننده در تغذیه گوساله‌های شیری است. بنابراین، منابع غنی از متیونین در اشکال تقریبا خالص و محافظت شده برای استفاده فراشکمبه‌ای حیوان بسیار مفید و مؤثر هستند. اشکال غیر محافظت شده یا آنالوگ‌های رایج متیونین نظیر(HMTBa) DL-2-hydroxy-4methylthio-butanoic acid یا فرم استرایزوپروپیل آن (HMBi) به راحتی از میزان ۵۰ تا ۹۰ درصد در محیط شکمبه و در اثر فعالیت تخمیری میکروب‌ها متابولیزه شده و از بین می‌روند (Wang و همکاران، ۲۰۲۲؛ Jacometo و همکاران، ۲۰۱۶؛ Montano و همکاران، ۲۰۱۹). فرآیند شیرگیری گوساله‌ها بدلیل نقش حیاتی در رشد آتی آن‌ها از حساس‌ترین دوره‌های پرورش تلیسه‌های جایگزین محسوب می‌شود (نیکوکلام و همکاران، ۱۳۹۶؛ FAO، ۲۰۱۱). تغذیه مناسب گوساله و توجه همزمان به رشد بدنی و توسعه دستگاه گوارش با هدف تسریع فعالیت شکمبه و شروع تخمیر مواد مغذی، تولید اسیدهای چرب و پروتئین میکروبی مورد نیاز رشد و نمو گوساله از مهم‌ترین اقدامات پس از شیرگیری به شمار می‌روند (Lesmeister و Heinrichs، ۲۰۰۴؛ Suarez و همکاران، ۲۰۰۶؛ Montano و همکاران، ۲۰۱۹). افزایش طول دوره شیرخوارگی در گوساله‌ها مقرون به صرفه نبوده و سودآوری واحد دامداری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از طرفی تغذیه گوساله‌ها در مدت کافی و رشد بهینه آن‌ها برای تولید دام‌های مولد آتی گله از اهمیّت شایانی برخوردار است (خوروش و همکاران،۱۳۹۱؛ نیکوکلام و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین به دلیل جهت‌گیری متفاوت این دو هدف مهّم در پرورش گاو شیری، جمع کردن این دو در کنار هم کاری مشکل و سخت خواهد بود، در عین حال با استفاده از تکنیک‌های تغذیه‌ای و کنترل مدت و کیفیّت شیرخوارگی در گوساله‌ها با استفاده از جایگزین شیر با کیفیّت و جیره‌های استارتر مناسب (Hill و همکاران، ۲۰۰۹؛ Stamey و همکاران، ۲۰۱۲) می‌توان تا حدودی چالش‌های فوق را کنترل نمود و شرایط یاد شده را به نفع تولید شیر بیشتر در گله و حفظ سلامتی و رشد گوساله‌ها و دام‌ها هدایت نمود (FAO ، ۲۰۱۱؛ جعفری دهقانی و همکاران، ۱۳۹۵). جهت به حداکثر رساندن رشد گوساله‌های از شیر گرفته شده، استفاده هر چه بهتر مواد جامد به صورت علوفه و کنسانتره در زودترین زمان ممکن باید مورد توجّه قرار گیرد. مواد متراکم که بخش عمده غذای جامد گوساله را تشکیل می‌دهند، برای به حداکثر رساندن رشد باید دارای ترکیبات مورد نیاز شامل کربوهیدرات‌ها، پروتئین، چربی، ویتامین‌ها و مواد معدنی باشند. کربوهیدرات‌ها علاوه بر تأمین انرژی با تولید اسیدهای چرب فرار مقدمه رشد و توسعه شکمبه و نگاری همچنین رشد و توسعه پرزهای پوششی دستگاه گوارش را جهت افزایش قدرت هضم به عهده دارند (Kazemi-Bonchenari و همکاران، ۲۰۱۵). از طرفی مصرف اجزای پروتئینی جیره باعث ایجاد بافت عضلانی و توده‌های ماهیچه‌ای بدن در گوساله‌ها می‌شود (Stamey و همکاران، ۲۰۱۲؛ Guayao و همکاران، ۲۰۱۴). مواد معدنی و ویتامین‌های جذب شده از مواد جامد تغذیه شده توسط گوساله نیز نیاز روز افزون این مواد برای گوساله‌ها را تأمین خواهد کرد. با افزایش وزن و بزرگ شدن حیوان و عدم بهره‌مندی گوساله‌های از شیر گرفته شده از مواد غذایی تأمین شده توسط شیر، این مواد جایگزین

نیاز روزافزون انرژی و پروتئین را جبران خواهند کرد (جعفری دهقانی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین، لزوم بررسی در زمینه بکارگیری منابع پروتئینی مناسب و قابل هضم در گوساله‌های شیرخوار و در سن از شیرگیری بسیار ضرورت دارد. با توجّه به نقش حیاتی اسیدآمینه متیونین در بهبود رشد، بازده خوراک و سلامتی گوساله‌های تازه متولد شده و ضرورت تامین مقدار لازم آن در مرحله آخر شیرخوارگی و هنگام استفاده از غذای جامد، نیاز به مدیریت دقیق این مرحله در پرورش گوساله احساس می‌شود. از سوی دیگر اطلاّعات کاملی در زمنیه تأثیر اسیدهای آمینه بر فرآیند رشد و بهبود عملکرد مصرف خوراک گوساله‌ها و مواردی چون میزان و نوع پروتئین مورد نیاز، نوع و مقدار دقیق اسیدهای آمینه و کیفیّت تغذیه در زمان شیرگیری و نیز جواب بسیاری از سئوالات مشخص نیست و لذا به عنوان هدف این پژوهش تکمیل اطلاعات در این زمینه ضرورت داشت و نیاز به انجام آن احساس گردید.

مواد و روش

این تحقیق در ابتدای فصل تابستان با استفاده از ٤٠ راس گوساله نر و ماده هلشتاین (منتخب از بین ۶۰ رأس گوساله در سن شیرگیری) در ٤ تیمار (۱۰گوساله در هر تیمار) به مدت ۳۰ روز از سن شیرگیری (۷۵ روزگی) تا سن ۱۰۵ روزگی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با مشاهدات تکراری و با استفاده از مدل مختلط (Mixed Model) درمحل گاوداری شیری بخش خصوصی (دامداری پازوکی) واقع در قرچک ورامین در استان تهران به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) گروه شاهد، گوساله‌هایی که در سن ۷۵ روزگی از شیر گرفته شدند، ۲) گروه سطح یک متیونین که تا ۱۰ روز بعد از شیرگیری متیونین پوشش‌دار دریافت کردند، ۳) گروه سطح دو متیونین که تا ۲۰ روز بعد از شیرگیری متیونین پوشش‌دار دریافت کردند، و ۴) گروه سطح سه متیونین که تا ۳۰ روز بعداز شیرگیری متیونین پوشش‌دار دریافت کردند. مکمل مصرفی گوساله‌ها از نوع متیونین پوشش‌دار ساخت شرکت دگوسا (Evonik Industries, Degussa AG) و به میزان ۲ گرم در روز برای هر رأس گوساله بر طبق توصیه شرکت سازنده بود (Doranalli, 2022). صفات اندازه‌گیری شده شامل رشد (وزن بدن و افزایش وزن روزانه)، اندازه بدن (طول بدن و اندازه قد یا ارتفاع بدن از جدوگاه) و محاسبه بازده مصرف خوراک در طول آزمایش بودند. تمامی گوساله‌ها در زمان شیرگیری و در فواصل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز بعد آن (در سنین۷۵ ، ۸۵، ۹۵ و ۱۰۵ روزگی) وزن کشی شده و وزن دقیق آن‌ها ثبت گردید. تفاوت وزن و میانگین افزایش وزن روزانه در فواصل بین سن از شیرگیری تا سن ۱۰۵ روزگی نیز محاسبه و ثبت گردید. همچنین طول بدن و ارتفاع از جدوگاه گوساله‌ها در سنین ذکر شده در بالا اندازه‌گیری و ثبت شد. شیر مصرفی روزانه گوساله‌ها در تمام گروه‌های آزمایشی مشابه بود. در ۳ روز اول بعد از زایش تغذیه با آغوز به طور کامل برای تمامی گوساله‌ها با میزان ۳ تا ۵ لیتر در دو نوبت در روز انجام شد. همچنین در ماه اول روزانه به طور میانگین ۵ کیلوگرم و درماه دوم روزانه ۹ کیلوگرم شیر به گوساله‌ها خوارنده شد و بعد از سن٦٥ روزگی مقدار شیر مصرفی به تدریج کاهش یافت و در ۷۵ روزگی به طور کامل قطع گردید. هم‌زمان از هفته اول دسترسی آزاد گوساله‌ها به جیره آغازین با ترکیب ثابت (جدول ۱) فراهم شد. از زمان از شیرگیری برای گروه‌های آزمایشی دریافت کننده متیونین پوشش‌دار تا سن ۱۰۵ روزگی تغذیه این مکمل بر اساس توصیه شرکت سازنده به میزان ۲ گرم روزانه برای هر گوساله به شکل سرک جیره (Top-Dress) مصرفی انجام گردید. اندازه گیری وزن گوساله‌ها راس ساعت ۸ صبح ، قبل از توزیع شیر یا خوراک انجام گرفت. برای این کار از ٦ ساعت قبل تغذیه با شیر قطع شد و در سنین بالاتر کنسانتره مصرفی گوساله‌ها از دسترس آن‌ها برداشته شد و تا زمان وزن کشی تنها آب به صورت آزاد در اختیار آن‌ها قرار داشت .وزن کشی اول در سن ۷۵ روزگی و به ترتیب در سنین ۸۵، ۹۵ و ۱۰۵ روزگی با استفاده از باسکول مخصوص وزن کشی دام انجام شد و اطلاّعات به دست آمده ثبت گردید .همچنین صفات طول بدن و ارتفاع بدن از جدوگاه با استفاده از متر استاندارد اندازه‌گیری شدند.

میزان افزایش وزن در هر سن نیز محاسبه و ثبت شد. بازده مصرف خوراک نیز از طریق تقسیم میزان افزایش وزن به میزان خوراک مصرفی در طول دوره برای هر تیمار محاسبه و درج گردید. قبل از شروع آزمایش از اقلام خوراکی مورد استفاده در جیره‌ها نمونه‌گیری و جهت تعیین ترکیب شیمیایی به آزمایشگاه تخصصی تغذیه دام ارسال شد .اقلام خوراکی شامل جو، ذرت، سویا و گلوتن جهت تعیین میزان پروتئین و مشخصات مواد مغذی جیره با روش استاندارد (AOAC، ۲۰۱۰) در آزمایشگاه تخصصی تغذیه دام مورد سنجش قرار گرفت. نتایج حاصل از ارزیابی ترکیبات شیمیایی اقلام خوراکی در جدول ۱ ارایه شده است. احتیاجات غذایی گوساله ها بر اساس توصیه جداول NRC (۲۰۰۱) برآورد و جیره پایه به وسیله نرم افزار AminoCow نسخه ۲-۵-۳ تنظیم و برای مصرف ماهانه تهیه و در مکان مناسب و برخوردار از شرایط مطلوب دما، رطوبت و نور ذخیره شد. جهت اطمینان از کیفیّت مواد خوراکی و جیره‌های آزمایشی، به اندازه کافی از مواد خوراکی تهیه و در شرایط مناسب ذخیره گردیدند. خوراک آغازین گوساله‌ها شامل علوفه یونجه به شکل مصرف آزاد به همراه کنسانتره با ترکیب مشخص شده در جدول ۱ بود. داده‌های به دست آمده از این آزمایش در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با استفاده از مدل مختلط(Mixed Model) با استفاده از مدل آماری با مشاهدات تکراری در زمان و لحاظ اثر وزن اولیه گوساله به عنوان متغییر کمکی (کواریت) در مدل تجزیه و تحلیل توسط نرم افزار SAS نسخه ۲۰۰٤ تجزیه و تحلیل شدند.

جدول ۱- اجزای جیره و ترکیب شیمیایی کنسانتره پایه در جیره‌های آزمایشی (گرم در کیلوگرم)

اقلام خوراکی	درصد در جیره
جو	۱۱۸
ذرت	۴۵۵
کنجاله سویای ۴۶ ٪ پروتئین	۲۵۵
سبوس گندم	۱۰۰
گلوتن ذرت	۳۰
دی کلسیم فسفات	۶
نمک	۶
جوش شیرین	۱۰
مکمل ویتامینی[۱]	۱۰
مکمل معدنی[۲]	۱۰
متیونین پوشش‌دار (Top-dress)	۲
جمع	۱۰۰۲
ترکیب شیمیایی جیره (گرم در کیلوگرم بجز موارد ذکر شده)	
پروتئین خام	۲۱۶/۶۰
انرژی قابل متابولیسم (ME)	۲/۷۱ (مگاکالری بر کیلوگرم ماده خشک)
انرژی خالص رشد (NEg)	۱/۳۶ (مگاکالری بر کیلوگرم ماده خشک)
الیاف نامحلول در شوینده خنثی(NDF)	۱۶۲
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	۶۲/۳۰
خاکستر (ash)	۸۷/۳۰
چربی (EE)	۲۷/۲۰
کربوهیدرات غیرفیبری (NFC)[۳]	۵۰/۶۹
لیزین (گرم در کیلوگرم)	۹/۶۹
متیونین (گرم در کیلوگرم)	۲/۶۱
نسبت لیزین به متیونین	۳/۷۱

[۱] هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی مصرفی دارای: ۲۵۰/۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین آ، ۵۰/۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین دی، ۱۵۰۰ واحد بین المللی ویتامین آی بود.

[۲] هر کیلوگرم از مکمل معدنی مصرفی دارای ۲/۲۵ گرم منگنز، ۱۲۰ گرم کلسیم، ۷/۷ گرم روی، ۲۰ گرم فسفر، ۲۰/۵ گرم منیزیم، ۱۸۶ گرم سدیم، ۱۲/۵ گرم آهن، ۱۴ میلی گرم کبالت، ۱۲/۵ گرم مس، ۵۶ میلی گرم ید و ۱۰۰ میلی گرم سلنیوم بود.

در مدل (۱) اجزای مدل به شرح ذیل هستند:

$$Y_{ijk}= \mu+T_i+S_j+ \beta_i W_j +e_{ijk} \quad \text{مدل (۱)}$$

Y_{ijk} = یک مشاهده از صفت اندازه گیری شده؛ μ = میانگین صفت در جامعه؛ T_i = اثر تیمار؛ S_j = اثر دوره یا زمان؛ $\beta_i W_j$ = اثر وزن اولیه گوساله به عنوان کواریت؛ e_{ijk} = اثر خطای آزمایشی. اثر خطای آزمایشی به عنوان اثر تصادفی و مابقی اثرات به عنوان اثرات ثابت در نظر گرفته شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری کمتر از ۵ درصد($P<۰/۰۵$) انجام شد.

نتایج

نتایج مربوط به تأثیر تغذیه با متیونین پوشش‌دار بر میانگین مصرف خوراک و مواد مغذی جیره، افزایش وزن روزانه و بازده مصرف خوراک گوساله‌ها در کل دوره آزمایش در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین مصرف خوراک و مواد مغذی جیره، افزایش وزن و شاخص‌های بهره‌وری خوراک گوساله‌ها در کل دوره آزمایش

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی[1]				SEM	P-value
	شاهد	متیونین-۱۰	متیونین-۲۰	متیونین-۳۰		
مصرف خوراک (کیلوگرم در روز)	۱/۶۲^{b}	۱/۶۸^{b}	۱/۸۲^{a}	۱/۸۶^{a}	۰/۰۸۸	۰/۰۰۶
مصرف پروتئین (کیلوگرم در روز)	۰/۳۵^{b}	۰/۳۶^{b}	۰/۳۹^{a}	۰/۴۰^{a}	۰/۰۲۵	۰/۰۱۱
انرژی خالص دریافتی (مگاکالری در روز)	۲/۲۰^{b}	۲/۲۸^{b}	۲/۴۸^{a}	۲/۵۳^{a}	۰/۱۰۵	۰/۰۰۵
افزایش وزن (کیلوگرم در روز)	۰/۸۲^{b}	۰/۸۷^{b}	۰/۹۸^{a}	۱/۰۱^{a}	۰/۰۵۶	۰/۳۷۰
ضریب تبدیل غذایی	۱/۹۸^{a}	۱/۹۳^{a}	۱/۸۶^{b}	۱/۸۴^{b}	۰/۰۵۱	۰/۰۰۴
بازده مصرف خوراک[2]	۰/۵۱^{b}	۰/۵۲^{ab}	۰/۵۴^{a}	۰/۵۴^{a}	۰/۰۱۵	۰/۰۴۴
نسبت کلیبر[3]	۰/۰۲۵^{c}	۰/۰۲۷^{b}	۰/۰۳۰^{a}	۰/۰۳۱^{a}	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

[1]گروه های آزمایشی چهارگانه به ترتیب شامل: ۱) گروه کنترل (جیره بعد از شیرگیری آن‌ها فاقد مکمل حاوی متیونین پوشش‌دار بود)، ۲) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۸۵ روزگی ،۳) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۹۵ روزگی ، ۴) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۱۰۵ روزگی می‌باشند؛ [2] بازده مصرف خوراک= (افزایش وزن÷ مصرف خوراک)؛ نسبت کلیبر= (گرم افزایش وزن ÷ وزن متابولیکی دام ($W^{0.75}$)) ؛ SEM=انحراف استاندارد میانگین؛ سطح معنی‌داری در این آزمایش تا ۵ درصد احتمال خطا در نظر گرفته شده است (P<۰/۰۵).

نتایج مربوط به تاثیر تغذیه با مکمل متیونین پوشش دار در سنین مختلف بر میانگین وزن بدن در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول ۳- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن و میزان رشد گوساله‌ها در سنین مختلف

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی*				SEM	P-value
	شاهد	متیونین-۱۰	متیونین-۲۰	متیونین-۳۰		
وزن بدن در سنین مختلف (کیلوگرم)						
وزن شیرگیری (۷۵ روزگی)	۸۹/۷۲	۸۹/۴۲	۹۱/۱۷	۹۱/۰۲	۱/۷۱	۰/۸۳۳
وزن ۸۵ روزگی	۹۶/۸۰^{b}	۹۸/۸۰^{b}	۹۷/۳۵^{b}	۱۰۱/۵۲^{a}	۱/۹۲	۰/۰۲۱
وزن ۹۵ روزگی	۱۰۳/۲۰^{b}	۱۰۵/۳۳^{b}	۱۰۶/۹۰^{b}	۱۱۱/۴۶^{a}	۲/۱۳	۰/۰۰۵
وزن ۱۰۵ روزگی	۱۱۲/۸۰^{b}	۱۱۵/۱۳^{b}	۱۱۶/۸۴^{b}	۱۲۰/۸۰^{a}	۲/۳۲	۰/۰۱۱
افزایش وزن در مقاطع سنی مختلف (گرم در روز)						
شیرگیری تا ۸۵ روزگی	۸۷۴^{c}	۱۰۰۸^{b}	۹۹۳^{b}	۱۰۳۵^{a}	۱۷/۵۴	۰/۰۰۲
۸۵ روزگی تا ۹۵ روزگی	۶۴۰^{b}	۶۵۳^{b}	۹۵۵^{a}	۹۹۴^{a}	۱۶/۲۱	۰/۰۰۰
۹۵ روزگی تا ۱۰۵ روزگی	۹۳۴^{b}	۹۶۰^{ab}	۹۸۰^{a}	۹۹۵^{a}	۱۷/۳۴	۰/۰۰۰
میانگین دوره	۸۱۶^{b}	۸۷۴^{b}	۹۷۶^{a}	۱۰۰۸^{a}	۱۶/۴۵	۰/۰۳۲

*گروه های آزمایشی چهارگانه به ترتیب شامل: ۱) گروه کنترل (جیره بعد از شیرگیری آن‌ها فاقد مکمل حاوی متیونین پوشش‌دار بود) ، ۲) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۸۵ روزگی ،۳) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۹۵ روزگی ، ۴) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۱۰۵ روزگی می‌باشند. SEM=انحراف استاندارد میانگین؛ سطح معنی‌داری در این آزمایش تا ۵ درصد احتمال خطا در نظر گرفته شده است (P<۰/۰۵).

نتایج مربوط به تاثیر تغذیه با مکمل متیونین پوشش دار بر میانگین اندازه طول بدن و قد گوساله‌ها در سنین مختلف و در تیمارهای مورد آزمایش به شرح جدول ٤ ارایه شده است.

جدول ٤- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر اندازه طول بدن و قد گوساله‌ها در مقاطع مختلف

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی*				SEM	P-value
	شاهد	متیونین-۱۰	متیونین-۲۰	متیونین-۳۰		
طول بدن (سانتی‌متر)						
در سن شیرگیری (۷۵ روزگی)	۷۳/۶۸	۷۴/۸۰	۷۶/۰۳	۷۳/۸۰	۱/۴۹	۰/۸۸۵
در سن ۸۵ روزگی	۷۹/۴۷	۸۰/۶۱	۸۱/۹۴	۷۹/۵۴	۱/۶۱	۰/۲۶۵
در سن ۹۵ روزگی	۸۶/۳۶	۸۷/۶۰	۸۹/۰۴	۸۶/۴۳	۱/۷۴	۰/۵۴۸
در سن ۱۰۵ روزگی	۹۴/۸۷	۹۶/۲۳	۹۷/۸۱	۹۴/۹۴	۱/۹۲	۰/۷۱۹
میانگین افزایش طول دوره	۲۱/۱۹	۲۱/۴۳	۲۱/۷۸	۲۱/۱۴	۰/۴۳	۰/۳۲۱
قد-ارتفاع جدوگاه (سانتی‌متر)						
در سن شیرگیری (۷۵ روزگی)	۸۰/۵۰	۸۲/۳۳	۸۳/۳۳	۸۱/۳۵	۱/۴۶	۰/۲۱۲
در سن ۸۵ روزگی	۸۶/۵۵^{b}	۸۸/۳۶^{ab}	۸۹/۴۲^{a}	۸۹/۳۳^{a}	۱/۳۲	۰/۰۴۲
در سن ۹۵ روزگی	۹۳/۴۴^{b}	۹۳/۵۰^{b}	۹۵/۱۹^{a}	۹۶/۴۲^{a}	۱/۶۰	۰/۰۰۴
در سن ۱۰۵ روزگی	۹۹/۶۷^{b}	۱۰۱/۸۳^{ab}	۱۰۳/۵۰^{a}	۱۰۴/۶۷^{a}	۱/۷۴	۰/۰۴۴
میانگین افزایش قد دوره	۱۹/۱۷^{b}	۱۹/۵۰^{b}	۲۰/۱۷^{b}	۲۳/۳۲^{a}	۰/۳۵	۰/۰۱۱

*گروه های آزمایشی چهارگانه به ترتیب شامل: ۱) گروه کنترل (جیره بعد از شیرگیری آن‌ها فاقد مکمل حاوی متیونین پوشش‌دار بود)، ۲) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۸۵ روزگی ،۳) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۹۵ روزگی ، ۴) گروه دریافت کننده متیونین پوشش‌دار از سن ۷۵ تا ۱۰۵ روزگی می‌باشند.
SEM=انحراف استاندارد میانگین؛ سطح معنی‌داری در این آزمایش تا ۵ درصد احتمال خطا در نظر گرفته شده است (P<۰/۰۵).

بحث

همان‌طور که نتایج جدول ۲ نشان داد، مصرف خوراک در تیمارهای مختلف متفاوت بوده و میزان آن به طور معنی‌دار در تیمارهای سوم و چهارم که مدت بیشتری از مکمل متیونین پوشش‌دار استفاده کردند، بیشتر بود. میزان مصرف خوراک بطور وابسته با سطح انرژی قابل متابولیسم و تعادل مواد مغذی جیره در ارتباط است (Jacometo و همکاران، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷). از آنجا که سطح انرژی قابل متابولیسم و مواد مغذی اصلی جیره در تیمارهای مختلف یکسان بوده و تیمارها از جیره‌های متوازن شده استفاده کردند، تنها دلیل تغییر در مصرف خوراک متفاوت آن‌ها احتمالا می‌تواند سطح مصرف و دریافت اسید آمینه متیونین پوشش‌دار بیشتر در این تیمارها باشد. افزایش سطح مصرف متیونین در برخی گزارش‌ها چنین اثراتی را بدنبال داشته است (Kumar Singh و همکاران، ۲۰۱۵؛ Hiyam ، ۲۰۲۱؛ Wang و همکاران، ۲۰۲۱). افزایش مصرف خوراک بنوبه خود بر سطح مصرف سایر مواد مغذی از جمله پروتئین و انرژی دریافت شده از خوراک نیز اثر داشت و همان‌طور که داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهد، مصرف پروتئین و انرژی تیمارهای سوم و چهارم نیز بیشتر از تیمارهای اول و دوم بود. مصرف خوراک، انرژی و پروتئین بیشتر در تیمارهای یاد شده باعث شد تا آنها از نظر شاخص‌های بهره‌وری نظیر ضریب تبدیل غذایی، بازده مصرف خوراک و نسبت کلیبر نیز در مقایسه با تیمارهای اول و دوم برتری نشان دهند. نتایج یک پژوهش در گوساله‌های نژاد

هلشتاین در مدت ۱۱ هفته از سن ۱۴ تا ۹۱ روزگی حاکی از آن بود که استفاده از مکمل متیونین محافظت شده از نوع هیدروکسی-متیل-بوتانوئیک اسید استری شده (HMBi) در جیره گوساله‌ها علاوه بر افزایش غلظت سرمی این اسیدآمینه باعث افزایش مصرف خوراک و افزایش وزن گوساله‌ها در طول دوره آزمایش گردید. علت مشخص این نتایج به تأمین بهتر متیونین مورد نیاز گوساله ها در جیره استارتر و تحریک شروع تخمیر شکمبه‌ای و بهبود روندهای متابولیسم واسطه‌ای در شکمبه گوساله‌ها توسط میکروب‌های مفید شکمبه بیان شد (Molano et al., 2020). علاوه بر آن دلیل فیزیولوژی دیگری که برای این افزایش مصرف خوراک در دام‌های مصرف کننده مکمل متیونین پوشش‌دار بیان شده، ایجاد تعادل بهتر مواد مغذی در سرم و مایعات بدن و تحریک محور عصبی هیپوتالاموس- هیپوفیز از طریق اثر القایی هورمون‌های مؤثر در تحریک اشتهای حیوان بوسیله تعادل و توازن اسیدهای آمینه موجود در خون بیان شده است (Patton, 2009؛ Jacometo و همکاران، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷). در گزارش Montano و همکاران (۲۰۱۹) و Mollaei Berenti و همکاران (۲۰۲۱) نیز مصرف مکمل متیونین محافظت شده در شکمبه به شکل معمول آن (RPM) به طور مشابه باعث افزایش مصرف خوراک گردید. در مقابل تعدادی از گزارشات وجود چنین اثری را تایید نکردند (Patton, 2009؛ Van Amburgh و همکاران، ۲۰۱۹؛Wang و همکاران، ۲۰۲۱).

نتایج جدول ۳ بیانگر آن بود که وزن شیرگیری در سن ۷۵ روزگی بین گروه‌های آزمایشی مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت. دلیل این مسئله این بود که انتخاب گوساله‌ها برای این وزن به‌گونه‌ای انجام شد که تا حد امکان وزن آن‌ها مشابه بوده و از یکنواختی وزن مناسبی برخوردار باشند. در مورد وزن ۸۵ روزگی با مصرف مکمل متیونین پوشش دار بین گروه‌های آزمایشی مختلف تفاوت معنی‌داری ایجاد شد (P<۰/۰۵). بیشترین وزن ۸۵ روزگی بین گروه‌ها با مقدار ۱۰۱/۵۲ کیلوگرم مربوط به گروه آزمایشی چهارم (دریافت کننده مکمل متیونین پوشش‌دار تا ۳۰ روز بعد از شیرگیری) بود. بقیه گروه‌ها با تفاوت معنی‌دار و با میانگین وزن ۸۵ روزگی تقریبا مشابه در دسته مقابل این گروه قرار داشتند. تغییرات اوزان ۹۵ و ۱۰۵ روزگی نیز مشابه با وزن ۸۵ روزگی بود و گروه آزمایشی چهارم به ترتیب با مقادیر ۱۱۱/۴۶ و ۱۲۰/۸۰ کیلوگرم بیشترین وزن را بین گروه‌ها به خود اختصاص داد و در دسته مجزا نسبت به بقیه گروه‌ها قرار داشت. به احتمال زیاد بالاتر بودن کیفیّت جیره‌های سوم و چهارم از نظر محتوای اسیدهای آمینه محدود کننده رشد عامل اصلی این اختلافات می‌باشد. متیونین همراه با لیزین به عنوان محدود کننده ترین اسید آمینه در تغذیه گاو شیری شناخته شده‌اند. البته هیستیدین نیز به عنوان اسید آمینه محدود کننده سوم مد نظر است. اما متیونین نقش منحصر به فردی را به عنوان اسید آمینه آغازگر در سنتز پروتئین بازی می‌کند. علت محدود کنندگی این اسیدهای آمینه بیشتر به دلیل مقدار اندک آن‌ها در مواد خوراکی نسبت به شیر و پروتئین میکروبی می‌باشد (عبداللهی و همکاران، ۱۳۹۱؛ خوروش و همکاران،۱۳۹۱). از سوی دیگر کمیّت و کیفیّت خوراک استارتر ارتباط زیادی با توسعه مناسب شکمبه و قسمت‌های فعّال دستگاه گوارش گوساله دارد. در گوساله مصرف استارتر بدلیل خوش خوراکی، قابلیت هضم بالا و تاثیر بهبود دهنده بر توسعه شکمبه و همچنین تولید اسید چرب و رشد و نمو پرزهای دستگاه گوارش در کنار مصرف علوفه با کیفیّت برای تامین فیبر کافی و تکمیل اثرات یاد شده، از اهمیّت بالایی برخورداراست (نیرومند و همکاران، ۲۰۲۰؛ Silva و همکاران، ۲۰۲۱). مطالعات انجام شده مؤید این حقیقت هستند که احتیاج به منابع پروتئینی مکمل و پروتئین با کیفیّت در گوساله شیرخوار در هنگام استفاده از غذای جامد و در هنگام از شیر گیری وجود دارد، زیرا دستگاه گوارش گوساله هنوز بطور کامل فعال نشده و تولید پروتئین میکروبی در حد قابل قبول نمی‌باشد و لذا احتمال کمبود و محدودیت دسترسی به اسیدهای آمینه ضروری به خصوص متیونین وجود دارد به دلیل عدم توسعه شکمبه گوساله و فعال نبودن فلور طبیعی آن در مقایسه با دام بالغ، مطالعات کمتری هم در زمینه ساختار شیمیایی پروتئین‌های عبوری و اسیدهای آمینه پوشش داده شده انجام شده است (Lesmeister و

Heinrichs، ۲۰۰۴؛ Khan و همکاران، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸؛ Kazemi-Bonchenari و همکاران، ۲۰۱۵).

نیرومند و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود اثر متقابل بین سطح پروتئین خام جیره آغازین (۱۸ و ۲۲ درصد) و اسید آمینه محافظت شده در شکمبه (۰/۰۱ و ۰/۰۲ درصد متیونین) بر عملکرد گوساله‌ها را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصله، گوساله‌های تغذیه شده با سطوح بالای پروتئین و اسید آمینه بیشترین مصرف خوراک آغازین، وزن شیرگیری و وزن پایان دوره را داشتند (P<۰/۰۵)، اما کارآیی تغذیه بین تیمارهای مختلف متفاوت نبود. نشان داده شده که که سطح کیفی پروتئین خوراک جامد معمولا کمتر از مایع است، بنابراین سنتز پروتئین در بدن با استفاده از این نوع خوراک‌ها در هنگام از شیرگیری محدود شده و تأمین سطح مناسب آن نیاز به حمایت دارد (Van Amburgh و همکاران، ۲۰۱۹؛ Molano و همکاران، ۲۰۲۰). البته نتایج بدست آمده در همه موارد کاملا سازگار نیست. بخشی از عدم همخوانی نتایج ممکن است به دلیل تفاوت در میزان فعالیت و توسعه شکمبه گوساله‌ها و نیز تفاوت قابلیت هضم اسیدهای آمینه منابع مختلف یا حاصل از بخش تجزیه نشده پروتئین جیره و همچنین قابلیت هضم متفاوت سایر اجزای جیره شامل کربوهیدرات‌های قابل تخمیر خورانده شده به گوساله‌ها باشد (Hill و همکاران، ۲۰۰۷; Stamey و همکاران، ۲۰۱۲؛ Molano و همکاران، ۲۰۲۰).

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد علاوه بر صفت وزن در مقاطع مختلف، صفات میانگین افزایش وزن روزانه در فواصل بین سنین مختلف و ارتفاع بدن از جدوگاه (قد) نیز تحت تأثیر مصرف مکمل متیونین پوشش‌دار قرار گرفته و بهبود معنی‌دار نشان دادند (جداول ۳و۴). از آنجا که بین تمامی صفات رشد همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی مثبت وجود دارد (Jasmine و همکاران،۲۰۰۷؛ Hill و همکاران، ۲۰۰۸؛ Gensinger و همکاران، ۲۰۱۶)، بنابراین قابل انتظار است که با تحت تأثیر قرار گرفتن صفت وزن به عنوان صفت اصلی بقیه صفات رشد نیز از آن تبعت کرده و تحت تأثیر قرار گرفته و بهبود یابند. به نظر می‌رسد تأمین منابع پروتئینی با قابلیت جذب مناسب خواه از منابع اسیدآمینه محافظت شده یا از منابع پروتئینی با سطح RUP بالا که دارای ترکیب اسیدهای آمینه مورد نیاز باشند، در جیره گوساله‌ها می‌تواند کاستی‌های مواد مغذی قابل جذب جیره را جبران نموده و تأثیر قابل توجهی در رشد آتی آنها داشته باشد (Benefield و همکارن، ۲۰۰۶؛ Miller و همکاران، ۲۰۱۴؛ Kazemi-Bonchenari و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج حاصله از آزمایش حاضر که در تایید اثر مثبت بکارگیری اسیدآمینه پوشش‌دار در جیره گوساله بعد از شیرگیری به مدت ۲۰ تا ۳۰ روز بود نیز در تأیید مطلب فوق می‌باشد. در همین ارتباط نتایج یک پژوهش در مورد تأثیر افزودن برخی از اسیدهای آمینه ضروری بر سلامتی و عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار نشان داد که علاوه بر بهبود صفات رشد (خوراک مصرفی و افزایش وزن) و ابعاد بدنی در گوساله‌های تغذیه شده با جیره محتوی پروتئین خام ۱۸ درصد و تراز اسیدهای آمینه لیزین و متیونین ۲۰ درصد بالاتر از سطح توصیه شده جداول استاندارد انجمن ملی (NRC, 2001)، میزان درگیری با بیماری‌ها به خصوص اسهال و عفونت به طور معنی‌دار کمتر از گروه شاهد بود. همچنین بر اساس نتایج این آزمایش افزودن اسیدهای آمینه فوق به جیره آغازین گوساله‌ها با سطح بالای پروتئین اثر معنی‌داری بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های خونی و ایمنی گوساله‌ها نداشت، اما با جیره‌های با سطح متوسط پروتئین از کارآیی بالاتری برخوردار بود (نیرومند و همکاران،۱۴۰۱). همچنین Montano و همکاران (۲۰۱۹) با هدف تأمین فراشکمبه‌ای اسیدهای آمینه محدود کننده رشد در گوساله‌ها و بررسی تأثیر این روش تغذیه بر صفات رشد و عملکرد هضمی گوساله‌های در حال رشد آزمایشی انجام دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که مصرف ماده خشک تحت تأثیر قرار نگرفت اما میزان افزایش وزن روزانه و کارآیی رشد و میزان مصرف انرژی خالص رشد تحت تأثیر قرار گرفت و افزایش داشتند. تأمین اسیدهای آمینه پوشش‌دار باعث افزایش معنی‌دار غلظت اسیدهای آمینه جذب شده (۳/۲ درصد) در روده و در کل دستگاه گوارش شد. همچنین میزان انرژی قابل متابولیسم مورد استفاده برای نگه‌داری و

رشد گوساله‌ها رابطه مستقیم با میزان جذب اسیدهای آمینه لیزین و متیونین قابل متابولیسم نشان داد و همبستگی بین آنها فراتر از ۰/۸۸ برآورد شد. در کل نتایج بدست آمده بیانگر افزایش کارآیی رشد و افزایش سطح انرژی قابل استفاده جیره‌های مکمل شده با اسیدهای آمینه لیزین و متیونین بود که باعث افزایش عملکرد رشد و بهبود هضم گوساله‌ها در مراحل اولیه رشد گردید. معنی‌دار بودن نتایج همبستگی مستقیم با سطح و کیفیّت پروتئین میکروبی سنتز شده در شکمبه داشت، زیرا بخش مهمی از تأمین پروتئین مورد نیاز رشد گوساله‌ها وابسته به عملکرد تولیدی پروتئین مورد نیاز توسط میکروارگانیسم های شکمبه است. در مطالعه دیگری که توسط Kumar Singh و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد، اثر مکمل‌سازی جیره تلیسه‌ها با مکمل محافظت شده لیزین و متیونین و تأثیر آن بر بهره وری مواد مغذی، رشد و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون آنها را بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که اضافه کردن روزانه ۵ تا ۱۰ گرم از مکمل اسید آمینه مخلوط فوق به جیره تلیسه ها در دوران رشد آن‌ها باعث افزایش مصرف ماده خشک، پروتئین خام، TDN و قابلیت هضم مواد مغذی آن‌ها نشد، اما میزان افزایش وزن روزانه در گروه‌های برخوردار از مکمل فوق به طور معنی‌دار بهتر از شاهد بود. در کل بر اساس نتایج این آزمایش در صورت تعادل بهتر جیره و بهبود کیفیت پروتئین میکروبی تولیدی شکمبه می‌توان انتظار داشت عملکرد رشد و بازده خوراک بهتر در گوساله‌های استفاده کننده از اسیدهای آمینه محافظت شده مشاهده شود.

در جمع بندی کلی می‌توان اظهار داشت بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمایش با مصرف مکمل متیونین پوشش‌دار در جیره گوساله‌های هلشتاین پس از شیرگیری میانگین مصرف خوراک و مواد مغذی جیره شامل پروتئین و انرژی در تیمارهای مصرف کننده مکمل به ویژه تیمارهای سوم و چهارم در سنین ۸۵ ، ۹۵ و ۱۰۵روزگی نسبت به تیمار شاهد بهبود معنی‌داری مشاهده شد. همچنین صفات عملکردی شامل وزن در مقاطع یاد شده، میانگین افزایش وزن روزانه، میانگین افزایش قد و بازده خوراک مصرفی در طول دوره در این تیمارها نسبت به شاهد برتری معنی‌دار نشان داد. بنابراین استفاده از مکمل متیونین پوشش‌دار در جیره گوساله‌ها پس از شیرگیری اثر مثبت بر عملکرد رشد و کارآیی مصرف خوراک آنها داشت و به میزان ۲ گرم روزانه بصورت سرک در جیره مطابق یافته این پژوهش قابل توصیه به دامداران است.

منابع

نیرومند، م.، رضایزدی، ک. و م. گنج خانلو. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر افزودن برخی اسیدهای آمینه ضروری بر سلامتی و عملکرد گوساله‌های شیرخوار. نشریه دامپزشکی ایران. دوره ۲. شماره ۱۸، تابستان ۱۴۰۱،doi: ۱۰.۲۲۰۵۵/IJV.۲۰۲۰.۲۰۹۶۴۹.۲۲۰۳.

نیکوکلام میرزایی، ح. و ع. علیزاده. (۱۳۹۶). بررسی اثر متیونین پوشش‌دار بر رشد گوساله‌ای ماده شیرخوار قبل و بعد از شیرگیری. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.

جعفری دهقانی، ه.، ع، علیزاده. و م. یاری. (۱۳۹۵). جایگزینی کنجاله سویای فرآوری شده با قند زایلوز با بخشی از کنجاله سویا در جیره‌های حاوی نسبت‌های مختلف جو و ذرت برای گوساله‌های ماده از شیرگرفته شده. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه آزاد واحد ساوه.

خوروش، م.، ح. یزدانی.، ا، کوثر.، ر، کوثر. و غ، قربانی. (۱۳۹۱). بررسی اثر تغذیه دو منبع متیونین محافظت شده در سطح مزرعه‌ای در اوایل دوره شیردهی بر عملکرد تولیدی و تولید مثلی گاوهای شیرده هلشتاین. نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران، جلد ۴، شماره ۲. ص ص ۶۷-۵۷.

عبداللهی، ی.، م، دهقان بنادکی.، ح، امانلو. و ح، میرزایی الموتی. ۱۳۹۱. بررسی اثر تغذیه دو منبع متیونین محافظت شده در شکمبه بر عملکرد تولیدی و فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین در اواسط دوره شیردهی. نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران، جلد ۴، شماره ۳. ص ص ۴۹-۴۰.

AOAC. (2010). Official Methods of Analysis. 18th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, MD.

Benefield, B.C., R.A. Patton, M.J. Stevenson. and Overton.T.R. (2006). Evaluation of rumen-protected methionine (RP-Met) sources and period length on performance of lactating dairy cows within Latin squares. *Journal of Dairy Science*. 89 (Suppl. 1).

Doranalli, K. (2022). Ruminant solutions: Helping dairy farmers maximize opportunities. Evonik industries, products and solutions. Available from: https://animal-nutrition.evonik.com/en/species/ruminants [accessed Dec 22, 2022].

FAO. (2011). Rearing young ruminants on milk replacers and starter feeds. FAO Animal Production and Health Manual No. 13. Rome.

Guoyao, W., Fuller, W.B., Zhaolai, D., Defa, L., Junjun, W. and Zhenlong, W. (2014). Amino Acid Nutrition in Animals: Protein Synthesis and Beyond. *Annual Review of Animal Biosciences*. *2: 387-417.*

Gelsinger, S. L., Heinrichs, A. J. and Jones, C.M. (2016). A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*. 99:1–9.

Stamey, J. A., Janovick, N. A., Kertz, A. F., and Drackley, J.K. (2012). Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. *Journal of Dairy Science*. 95:3327–3336.

Hill, T.M., Bateman, H.G., Aldrich, J.M. and Schlotterbeck, R.L. (2008). Effects of feeding different carbohydrate sources and amounts to young calves. *Journal of Dairy Science*. 91: 3128–3137.

Hill, T.M., Bateman, H.G., Aldrich, J.M. and Schlotterbeck, R.L. (2009). Optimizing nutrient ratios in milk replacers for calves less than five weeks of age. *Journal of Dairy Science*. 92: 3281–3291.

Hiyam N. M. (2021). Effect of supplementation of rumen protected methionine and lysine on some physiological aspects of fattening calves. Iraqi Journal of Veterinary Sciences, 35(1):177-181. 10.33899/ijvs.2020.126580.1344

Jacometo, C.B., Zhou, Z., Luchini, D., Trevisi, E., Corrêa, M.N., Loor, J.J. (2016). Maternal rumen-protected methionine supplementation and its effect on blood and liver biomarkers of energy metabolism, inflammation, and oxidative stress in neonatal Holstein calves. *Journal of Dairy Science*. 99(8):6753-6763.

Jacometo, C.B., Zhou, Z., Luchini, D., Trevisi, E., Corrêa, M.N., Loor, J.J. (2017). Maternal supplementation with rumen-protected methionine increases prepartal plasma methionine concentration and alters hepatic mRNA abundance of 1-carbon, methionine, and transsulfuration pathways in neonatal Holstein calves. J. Dairy. Sci. 100(4):3209-3219.

Jasmine, R. K., Ganga Devi, P., Mercy, A.D., Syama, K. and Sujatha, K.S. (2007). Effect of restricted milk feeding on the performance of crossbred calves. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 24: 130–132.

Kazemi-Bonchenari, M., Alizadeh, A.R., Tahriri, A.R., Karkoodi, K., Jalali, S. and Sadri, H. (2015). The effects of partial replacement of soybean meal by xylose-treated soybean meal in the starter concentrate on performance, health status, and blood metabolites of Holstein calves. *Italian Journal of Animal Science*. 14(3680):138-142.

Khan, M.A., Lee, H.J., Lee, W.S., Kim, H.S., Kim, S.B., Ki, K.S., Park, S.J., Ha, J.K. and Choi, Y.J. (2007). Starch source evaluation in calf starter: I. Feed consumption, body weight gain, structural growth, and blood metabolites in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*. 90: 5259-5268.

Khan, M.A., D.M. Weary, and M.A. Von Keyserlingk. (2011). Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 94:1071–1081.

Kumar Singh, J., D. Roy., V. Kumar., M. Kumar and Sirohi, R. (2015). Effect of Supplementing Rumen Protected Methionine and Lysine on Nutrient Utilization, Growth and Blood Biochemical Parameters in Hariana Heifers. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 32(2):187-191.

Lesmeister K.E. and Heinrichs A.J. (2004(. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 7:3439–3450.

Miller. E.K. (2014). The effect of palatability of protein source on dietary selection in dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 97:1634-1644.

Mollaei Berenti, A., Yari, M.., Khalaji, S., Akbarian, A. and Yu, P. (2021). Effect of extrusion of soybean meal on feed spectroscopic molecular structures and on performance, blood metabolites and nutrient digestibility of Holstein dairy calves. *Animal Bioscience*. 34(5):855-866.

Molano, R.A., Saito, A., Luchini, D.N. and Van Amburgh, M.E. (2020). Effects of rumen-protected methionine or methionine analogs in starter on plasma metabolites, growth, and efficiency of Holstein calves from 14 to 91 d of age. *Journal of Dairy Science*. 103:10136–10151.

Montaño, M.F., Chirino, J.O., Latack, B.C., Salinas-Chavira. J. and Zinn, R.A. (2019). Influence of supplementation of growing diets enriched with rumen-protected methionine and lysine on feedlot performance and characteristics of digestion in Holstein steer calves. *Applied Animal Science*. 35:318-324.

Niroummand, M., Rezayazdi, K. and Ganjkhanlou, M. (2020). Interaction between crude protein level and rumen protected amino acids in starter diet on performance of dairy calves. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*. 14(2):189-204.

National Research Council (NRC). (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Patton, R.A. (2009). Effect of rumen-protected methionine on feed intake, milk production, true milk protein concentration, and true milk protein yield, and the factors that influence these effects: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 93:2105–2118.

Porter, J.C., Warner, R.G. and Kertz, A.F. (2007). Effect of fiber level and physical form of starter on growth and development of dairy calves fed no forage. *Professional Animal Scientist*. 23: 395-400.

SAS Institute Inc. (2004). SAS users guide: statistics. ver 9.1. Cary, NC, USA: SAS Institute.

Silva, G.M., Chalk, C.D., Ranches, J., Schulmeister, T.M., Henry, D.D., DiLorenzo, N., Arthington, J. D., Moriel, P. and Lancaster, P.A. (2021). Effect of rumen-protected methionine supplementation to beef cows during the periconception period on performance of cows, calves, and subsequent offspring. *Animmal*. 15(2021), 100055

Strusinska, D., Minakowski, D., Bomba, G., Otrocka-Domagala, I., Wisniewska, M. and Tywonczuk, J. (2009). Effect of whole cereal grains contained in the ration on calf performance and selected morphometric parameters of the rumen and small intestine. *Czech Journal of Animal Science*. 12: 540-551.

Suarez, B. J., C. G. Van Reenen, G. Beldman, J. van Delen, J. Dijkstra, and Gerrits, W. J. J. (2006). Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: I. Animal performance and rumen fermentation characteristics. *Journal of Dairy Science*. 89:4365–4375.

Van Amburgh, M. E., F. Soberon, M. J. Meyer, and Molano, W. J. J. (2019). Symposium review: Integration of postweaning nutrient requirements and supply with composition of growth and mammary development in modern dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. 102:3692–3705.

Wang, H., Elsaadawy, S.A., Wu, Z and Bu, D.P. (2021). Maternal supply of ruminally-protected lysine and methionine during close-up period enhances immunity and growth rate of neonatal calves. *Frontiers in Veterinary Science*. 8:780 731. doi: 10.3389/fvets.2021.780731

Wang, Shuo., Wang, F., Kong, F., Cao, Z., Wang, W., Yang, H., Wang, Y., Bi, Y. and Li, S. (2022). Effect of supplementing different levels of L-glutamine on Holstein calves during weaning. *Antioxidants*. 2022, 11, 542. https://doi.org/10.3390/antiox11030542