تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۰
صفحه‌های ۳۷۴-۳۶۳
DOI: 10.22059/jap.2021.320552.623602

مقاله پژوهشی

کاهش سطح پروتئین خام جیره غذایی با افزودن متیونین و لیزین محافظت‌شده شکمبه‌ای بر عملکرد و متابولیت‌های خونی در گاوهای تازه‌زای هلشتاین

فاطمه احمدی[۱]، حمید امانلو[۲]، نجمه اسلامیان فارسونی[۳*]، طاهره امیرآبادی فراهانی[۴]
۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۲. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۳. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران.
۴. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۱۲

چکیده
هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر کاهش سطح پروتئین خام جیره با افزودن متیونین (pMet) و لیزین محافظت‌شده شکمبه‌ای (pLys) بر مصرف خوراک، تولید شیر، وضعیت متابولیکی و قابلیت هضم مواد مغذی گاوهای تازه‌زای هلشتاین بود. تعداد ۱۶ رأس گاو هلشتاین تازه‌زا با وضعیت امتیاز بدنی و تعداد زایش مشابه بلافاصله پس از زایش به‌صورت تصادفی به دو جیره آزمایشی اختصاص یافتند. جیره‌ها مقادیر برابری از لیزین (۱۳۱ گرم در روز) و متیونین (۴۰ گرم در روز) را فراهم کردند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از تیمار با سطح بالای پروتئین حاوی ۱۸/۳۵ درصد پروتئین بدون افزودن pMet و pLys و تیمار با سطح پایین پروتئین حاوی ۱۶/۴۵ درصد پروتئین حاوی pMet و pLys (LPML). خوراک مصرفی و تولید شیر طی دوره تازه‌زا ثبت شدند. نمونه‌های خون در روز زایش، سه، هفت، ۱۴ و ۲۱ پس از زایش جهت اندازه‌گیری مواد معدنی و متابولیت‌های سرم جمع‌آوری شدند. خوراک مصرفی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. اما تولید شیر در گاوهای HP در مقایسه با LPML بالاتر بود (P<۰/۰۱). مقدار پروتئین، لاکتوز، چربی و MUN در گاوهای HP در مقایسه با LPML بالاتر بود (P<۰/۰۵). گاوها در LPML غلظت‌های پایین‌تری از نیتروژن اوره‌ای خون و غلظت‌های بالاتری از پروتئین کل و گلوبولین سرم در مقایسه با گاوهای HP داشتند (P<۰/۰۱). براساس نتایج حاصل، کاهش سطح پروتئین جیره گاوهای تازه¬زا همراه با حفظ عرضه اسیدهای آمینه محدودکننده، عملکرد تولیدی و بازده استفاده از خوراک را کاهش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: پروتئین خام، عملکرد، گاو تازه‌زا، لیزین، متیونین.

The effect of decreasing dietary protein content with supplementing protected methionine and lysine on performance and serum metabolites in Holstein fresh cows

Fateme Ahmadi[1], Hamid Amanlou[2], Najme Eslamian Farsuni[3*], Tahere Amirabadi[4]
1. Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan,Iran.
2. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Animal Science, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran.
4. Assistant Professor, Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
Received: April 28, 2021 Accepted: August 3, 2021

Abstract
The objective of this study was to investigate the effect of decreasing dietary protein content with supplementing protected methionine (pMet) and lysine (pLys) on intake, milk yield, metabolic status, and apparent digestibility of nutrients in Holstein fresh cows. Immediately after calving, 16 cows with the similar BCS and parity were randomly assigned to two treatments. Experimental diets provided equal amounts of lysine (132 to 133 g/d) and methionine (40 to 43 g/d). The treatments were: a diet containing 18.35 % CP without supplementing pMet and pLys (HP); and a diet containing 16.45 % CP with supplementing rumen-protected amino acids (LPML). Individual dry matter intake and milk yield were recorded daily during fresh period. Blood samples were collected at 0, 3, 7, 14 and 21 d after calving to determine the serum concentrations of mineral and metabolites. Feed intake was not affected by experimental diets but milk yield was higher for HP cows than cows in LPML ($P < 0.01$). The yield of milk protein, lactose, fat and concentration of milk urea nitrogen (MUN) were higher in HP cows compared to LPML ($P < 0.05$). Compared to HP cows, cows in LPML had lower blood urea nitrogen (BUN) and higher serum concentrations of total protein and globulin ($P < 0.01$). Based on the results of the present study, reducing dietary protein content while maintaining the supply of limiting amino acids decreased lactational performance and feed efficiency of Holstein fresh cows.

Keywords: Crud protein, Fresh cow, Lysine, Methionine, Performance

* نویسنده مسئول Email: N.e.farsuni@areeo.ac.ir

مقدمه

پس از زایش، گاوها توازن منفی انرژی و پروتئین را تجربه می‌کنند، زیرا تقاضا برای تولید شیر بیش از مصرف مواد مغذی است. این امر منجر به آزادشدن مواد مغذی (اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه) از بافت برای حمایت از تولید شیر طی اوایل دوره شیردهی می‌شود. آزادشدن بیش‌از حد این مواد از بافت منجر به ناهنجاری‌های متابولیکی می‌شود که تولید شیر را محدود می‌کنند، بنابراین مدیریت تغذیه‌ای طی دوره انتقال بسیار مهم است. یک راه‌کار برای کاهش بیش‌از حد آزادشدن اسیدهای آمینه پس از زایش، خوراندن سطوح بالای پروتئین جیره است. برخی پژوهش‌گران گزارش کردند که افزایش یافتن پروتئین خام از ١٦ به ١٩ درصد با استفاده از مکمل‌های پروتئینی غیرقابل تجزیه در شکمبه در گاوهای تازه‌زا ماده خشک، انرژی خالص شیردهی و پروتئین خام مصرفی را افزایش می‌دهد، اما پروتئین خام بیش از ١٩ درصد، اثری بر مصرف ماده خشک و انرژی خالص شیردهی مصرفی ندارد. هم‌چنین، آن‌ها گزارش کردند که گاوهای تغذیه‌شده با ١٩ و ٢١ درصد پروتئین خام شیر بیش‌تری نسبت به گاوهای تغذیه‌شده با ١٦ درصد پروتئین خام تولید کردند [٢]. در پژوهش دیگر نیز [٦] مصرف جیره‌ای با پروتئین ١٨/٤ در مقایسه با جیره‌ای با پروتئین ١٦/٣ درصد سبب افزایش شیر تصحیح‌شده براساس انرژی شد. در همین مطالعه، عرضه پروتئین قابل متابولیسم بیش‌تر به گاوهای تازه زا آزادشدن ٣-متیل هیستیدین را در مقایسه با جیره کنترل کاهش داد که آزادشدن اسیدآمینه‌ای ماهیچه کم‌تر را نشان می‌دهد، اما خوراندن سطوح بالای پروتئین به گاوها دفع نیتروژن کود را افزایش داد (به‌ویژه دفع ادراری) که منجر به نگرانی‌های زیست‌محیطی می‌شود [١٤و ٦].

در مزارع گاوشیری، گاوهای شیرده حدود ٢٠ تا ٣٥ درصد از پروتئین خام جیره را به شیر تبدیل می‌کنند و باقی‌مانده N را از طریق کود دفع می‌کنند که مشکلات مدیریتی و محیطی را ایجاد می‌کند. افزایش نگرانی‌های محیطی منجر به تمایل به کاهش درصد پروتئین در جیره گاوهای شیری شده است. خوراندن پروتئین جیره در سطوحی پایین‌تر از مقادیر توصیه‌شده [١٦] مؤثرترین راه برای افزایش مورداستفاده قرارگرفتن نیتروژن برای تولید پروتئین شیر در گاوهای شیری است، اما کاهش دادن سطوح پروتئین جیره و مصرف آن پایین‌تر از نیاز واقعی گاو همیشه با خطر کاهش خوراک مصرفی، تولید شیر، تولید پروتئین شیر یا ترکیبی از این‌ها همراه بود. افزودن اسیدهای آمینه ویژه به جیره‌ها با پروتئین پایین یک راهبرد نویدبخش برای خنثی‌کردن اثرات منفی بالقوه کمبود پروتئین قابل متابولیسم روی توان تولیدی گاوهای‌شیری است. به‌طوری‌که خوراندن یک جیره با یک پروفایل اسیدآمینه‌ای ایده‌آل برای سنتز پروتئین شیر می‌تواند به کاهش شدت آزادشدن اسیدهای آمینه در گاوهای پس از زایش کمک کند. عرضه پروفایل اسیدآمینه بهبودیافته بازده استفاده از اسیدآمینه جیره‌ای برای سنتز پروتئین شیر را درنتیجه صرفه‌جویی در ذخایر پروتئینی بدن افزایش می‌دهد.

لیزین و متیونین به‌عنوان اسیدها آمینه محدودکننده شناخته شده‌اند [١٦]. خوراندن جیره‌های حاوی لیزین و متیونین محافظت‌شده از شکمبه در دوره‌های قبل و بعد از زایش می‌تواند تولید شیر و تولید پروتئین شیر گاوهای دوره انتقال را افزایش دهد [٢٤]. برخی مطالعات گزارش کردند که عرضه متیونین محافظت‌شده از شکمبه طی دوره پیش و پس از زایش تولید شیر و تولید پروتئین شیر را در دوره پس از زایش افزایش داد [٤]. در پژوهش دیگر [١٥] اثر خوراندن لیزین و متیونین محافظت‌شده از شکمبه را پیش یا پس از زایش و یا خوراندن پیوسته آن قبل از

زایش تا پس از زایش را بر عملکرد و متابولیت‌های خونی گاوهای دوره انتقال بررسی کردند. آن‌ها مشاهده کردند که خواندن لیزین و متیونین به‌طور پیوسته قبل و پس از زایش عملکرد تولیدی را تحت تأثیر قرار نداد، اما عرضه لیزین و متیونین محافظت‌شده طی دوره پیش از زایش سلامت پستان و وضعیت ایمنی دام زا به‌طور مثبتی تحت تأثیر قرار داد.

با وجود اثرات سودمند گزارش‌شده از افزایش عرضه پروتئین بلافاصله پس از زایش بر توان تولیدی و شاخص‌های متابولیسم انرژی و پروتئین، نگرانی‌های زیست‌محیطی در رابطه با خوراندن سطوح بالای پروتئین هم‌چنان وجود دارد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی کاهش سطح پروتئین همراه با افزودن لیزین و متیونین محافظت‌شده از شکمبه طی ۲۱ روز اول دوره شیردهی بر مصرف خوراک، تولید شیر، وضعیت متابولیکی و قابلیت هضم مواد مغذی بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در یک گاوداری خصوصی واقع در حومه شهر زنجان در بهار ۱۳۹٤ انجام شد. شانزده رأس گاو هلشتاین تازه‌زا با نمره وضعیت بدنی (۰/۱±۳/٦) و دوره شیردهی (۰/۰٦±۲/٦۹) مشابه در قالب طرح کاملاً تصادفی بلافاصله پس از زایش به دو تیمار آزمایشی اختصاص یافتند و به‌مدت ۲۱ روز پس از زایش موردمطالعه قرار گرفتند. پس از مشاهده نشانه‌های زایش گاوها به باکس‌های زایش منتقل شدند، بلافاصله پس از زایش در جایگاه‌های به‌صورت تای‌استال نگهداری شدند. جایگاه‌ها مسقف و دارای تهویه مناسب و مجهز به سیستم روشنایی بودند. کف جایگاه از جنس بتن و بستر آن پوشیده از کود خشک بود که به‌صورت روزانه تمیز شدند. در طول آزمایش گاوها دسترسی آزاد به آب داشتند. خوراک به‌صورت جیره کاملاً مخلوط سه بار در روز در ساعت‌های ۷:۰۰، ۱۵:۰۰ و ۲۳:۰۰ با هدف پنج تا ۱۰ درصد باقی‌مانده خوراک در آخور عرضه شد. ترکیبات مواد خوراکی استفاده‌شده درجیره‌های آزمایشی در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی

مواد خوراکی	درصدی از ماده خشک				
	ماده خشک	پروتئین خام	خاکستر	عصاره اتری	فیبر نامحلول در شوینده خنثی
ذرت سیلوشده	۲٤/۵	۹/٤	۵/۳	٤/۲	۵۰
یونجه	۹۳	۱٤/۹	۱۰/۹	۲/۱	۵۱
ذرت دانه‌ای	۹۰/٦	۸/٤	۱/۵	٤	۱۰/۸
کنجاله سویای حلالی	۹۰/٦	٤۵	۷	۲	۱٦
پودر گوشت	۹۳/٦	۵٦	۳۰/۸	۱۳	–
مکمل پروتئینی بدون آمینواسید[۲]	۹۰	۲۹	–	۳	۱٤
مکمل آمینواسیدی[۳]	۹۰	۷	–	۳/۵	۱۳/۷

۲. مکمل ویتامینه و معدنی، کنجاله گلوتن ذرت، جوش شیرین، کربنات کلسیم، اکسید منیزیم، نمک، دی‌کلسیم فسفات.

۳. مکمل ویتامینه و معدنی، دانه ذرت آسیاب شده، جوش شیرین، کربنات کلسیم، اکسید منیزیم، نمک، دی‌کلسیم فسفات، اسیدهای آمینه محافظت‌شده لیزین و متیونین (Vetagro CO., Italy).

جدول ۲. اجزای تشکیل‌دهنده جیره‌های آزمایشی (براساس درصدی از ماده خشک)

اقلام خوراک	جیره‌های آزمایشی [۱]	
	HP	LPML
یونجه	۲۱/٤	۲۱/٤
ذرت سیلوشده	۲۵	۲۵
دانه ذرت	۲۸	۲۸
کنجاله سویا	۱۰/۱	۱۰/۱
پودر گوشت	۷/۵	۷/۵
مکمل پروتئینی [۲]	۸	–
مکمل آمینواسیدی [۳]	–	۸
ترکیب شیمیایی		
انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم)[٤]	۱/٦٤	۱/٦۳
پروتئین خام (درصدی از ماده خشک)	۱۸/۳۵	۱٦/۵
پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه (درصدی از ماده خشک)[۲]	۱۰/۵۱	۹/۸۰
پروتئین غیر قابل‌تجزیه در شکمبه (درصدی از ماده خشک)[۲]	۷/۸٤	٦/۷۰
پروتئین قابل متابولیسم (گرم در روز)[٤]	۱۹۸٤	۱۸۲۱
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصدی از ماده خشک)	۱٦/۰٦	۱۵/۹۸
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصدی از ماده خشک)	۲٦/۵۵	۲٦/٤۸
کربوهیدرات‌های غیر الیافی (درصد ماده خشک)	٤۲/۵۳	٤٤/۳۲
متیونین (گرم در روز)[٤]	٤۰	٤۳
لیزین (گرم در روز)[٤]	۱۳۲	۱۳۳
کلسیم (درصدی از ماده خشک)[٤]	۱/۵۳	۱/۵۲
فسفر (درصدی از ماده خشک)[٤]	۰/۷۵	۰/۷٤
چربی (درصدی از ماده خشک)	۳/٤۷	۳/٦٦

۱. جیره با سطوح بالای پروتئین (۱۸/۳۵) و عرضه ۱۳۲ و ٤۰ گرم در روز لیزین و متیونین بدون افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده از شکمبه (HP)؛ جیره با سطوح پایین پروتئین (۱٦/۵) و عرضه ۱۳۳ و ٤۳ گرم در روز لیزین و متیونین با افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده از شکمبه (LPML).

۲. مکمل پروتئینی (پیش مخلوط پروتئینی تازه زا ۱۵٪ RTZCO): انرژی خالص شیردهی ۱/۲ مگا کالری در کیلوگرم، پروتئین خام ۲۹/٦۳ درصد، پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه ۱۱/۷۰ درصد، پروتئین غیر قابل‌تجزیه در شکمبه ۱۷/۹۳ درصد، عصاره اتری ۳/۱۱ درصد، خاکستر ٤۲/۸ درصد، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ۹/۰٦ درصد، الیاف نامحلول در شوینده خنثی ۱٤/٤٦ درصد، کربوهیدرات‌های غیر الیافی ۲٤/۵٦ درصد، متیونین ۰/۷۲ درصد، لیزین ۰/٦۱ درصد، کلسیم ۳/٦ درصد، فسفر ۰/۸۲ درصد، منیزیم ۱/۰٦ درصد، سدیم ٤/۱۲ درصد، کلر ۲/۱۱ درصد، روی ۱۳۱۱/۷۵۰۰ppm، مس ۲٦۲/۳۵۰۰ ppm، منگنز ۷۱۵/۵۰۰۰ ppm، ید ۹/۹۷٤۹ ppm، سلنیوم ۷/۱۵۵۰ ppm، کبالت ۷/۱۵۵۰ ppm، ویتامین A ۱۵۹۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم، ویتامین D3 ۲۳۸۵۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم، ویتامین E ۷۹۵ واحد بین‌المللی در کیلوگرم، آنتی‌اکسیدانت ۷۹/۵۰۰۰ ppm.

۳. مکمل آمینواسیدی (پیش‌مخلوط پروتئینی تازه زا ۱۵٪ RTZCO): انرژی خالص شیردهی ۱/۱ مگا کالری در کیلوگرم، پروتئین خام ٦/۵٤ درصد، پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه ۲/۸۷ درصد، پروتئین غیر قابل‌تجزیه در شکمبه ۳/٦۷ درصد، عصاره اتری ۳/۸٤ درصد، خاکستر ٤۲/٦ درصد، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ۸/۱ درصد، الیاف نامحلول در شوینده خنثی ۱٤/۰۸ درصد، کربوهیدرات‌های غیر الیافی ٤٦/۸۱ درصد، متیونین ۰/۵۳ درصد، لیزین ۰/٤۳ درصد، کلسیم ۳/۷۱ درصد، فسفر ۰/۷ درصد، منیزیم ۱/۱ درصد، سدیم ٤/۲۸ درصد، کلر ۲/۱۸ درصد، روی ۱۳۱۱/۷۵۰۰ppm، مس ۲٦۲/۳۵۰۰ ppm، منگنز ۷۱۵/۵۰۰۰ ppm، ید ۹/۹۷٤۹ ppm، سلنیوم ۷/۱۵۵۰ ppm، کبالت ۷/۱۵۵۰ ppm، ویتامین A ۱۵۹۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم، ویتامین D3 ۲۳۸۵۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم، ویتامین E ۷۹۵ واحد بین‌المللی در کیلوگرم، آنتی‌اکسیدانت ۷۹/۵۰۰۰ ppm.

٤. براساس شورای تحقیقات ملی آمریکا [۱٦].

تیمارهای آزمایشی شامل جیره با پروتئین بالا (HP)؛ ۱۸/۳۵ درصد پروتئین، ۱۰/۵۱ درصد پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه، ۷/۸٤ درصد پروتئین غیرقابل‌تجزیه در شکمبه، ۱۳۲ گرم در روز لیزین و ٤۰ گرم در روز متیونین و جیره با پروتئین پایین حاوی اسیدهای آمینه محافظت‌شده لیزین و متیونین (LPML)؛ ۱٦/۵۰ درصد پروتئین، ۹/۸۰ درصد پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه، ٦/۷ درصد پروتئین غیرقابل‌تجزیه در شکمبه، ۱۳۳ گرم در روز لیزین و ٤۳ گرم در روز متیونین بودند. جیره‌ها برای تأمین نیاز گاوهای تازه‌زا با میانگین وزن بدن ٦۵۰ کیلوگرم و تولید شیر ٤۰ کیلوگرم مطابق با شورای ملی تحقیقات [۱٦] با نرم‌افزار Aminocow (نسخه ۳/۵) فرموله شدند. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۲ ارائه‌شده است.

در تای‌استال‌ها، پیش از ریختن وعده صبح، باقی‌مانده خوراک از آخور به‌طور روزانه جمع‌آوری و برای تعیین ماده خشک توزین شد. نمونه‌گیری از مواد خوراکی مورداستفاده در جیره‌ها پیش از شروع آزمایش، نمونه‌گیری از جیره کاملاً مخلوط و پس‌آخور به‌طور هفتگی جهت اندازه‌گیری ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر مطابق با روش‌های استاندارد [۳] انجام شد. فیبر نامحلول در شوینده خنثی [۳] و شوینده اسیدی [۲۲] نمونه‌های خوراک نیز اندازه‌گیری شد. شیردوشی سه بار در روز در ساعت‌های ٦:۰۰، ۱٤:۰۰ و ۲۲:۰۰ انجام شد و تولید شیر در هر وعده به‌صورت روزانه ثبت و نمونه‌برداری از شیر به جهت آنالیز ترکیبات شیر (درصد چربی و پروتئین و لاکتوز) انجام شد (Combifoss 5000 Foss Electric, Hillerqd, Denmark). تولید شیر تصحیح‌شده براساس چهار درصد چربی مطابق با شورای ملی تحقیقات [۱٦] محاسبه شد. گاوها توسط دو کارشناس مجرب در آغاز و پایان آزمایش جهت تعیین نمره وضعیت بدنی براساس مقیاس ۱ تا ۵ امتیازدهی شدند و از میانگین‌های نمره وضعیت بدنی جهت تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها استفاده شد.

نمونه‌گیری از سیاهرگ دمی توسط لوله‌های تحت خلأ بافاصله چهار ساعت پس از خوراک‌دهی صبح در روز زایش و سه، هفت، ۱٤ و ۲۱ پس از زایش انجام شد و نمونه‌ها بلافاصله جهت جداسازی سرم با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ (SIGMA 10, Germany) و سرم‌های به‌دست‌آمده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز آزمایشگاهی نگهداری شدند. فراسنجه‌های خونی از قبیل آلبومین، پروتئین کل خون، کلسیم، فسفر، منیزیم، کلسترول، نیتروژن اوره‌ای خون و آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) توسط دستگاه اسپکتوفتومتری (Perkin-Elmwr-35, USA) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شدند و گلوکز خون در زمان خون‌گیری از گاوها با دستگاه گلوکوزسنج (Gloco Trand–2, Germany) و کیت اکیوچک (ACCU-CHEK, Germany) اندازه‌گیری شد. مقدار گلوبولین از کسر مقدار آلبومین از پروتئین کل به‌دست آمد.

ماده خشک مصرفی، تولید شیر، ترکیبات شیر و متابولیت‌های خون با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۳) رویه Mixed با انجام اندازه‌های تکرارشده (Repeated measurement) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده آزمون توکی مقایسه شدند. مدل آماری شامل اثرات ثابت تیمار، زمان و اثر متقابل تیمار در زمان و اثر تصادفی گاو در داخل تیمار بود. براساس کوچک‌ترین معیار اطلاعاتی بیزین، معیار اطلاعاتی آکیک و معیار اطلاعاتی آکیک تصحیح‌شده، مناسب‌ترین ساختار کوواریانس برای هر متغیر آنالیز استفاده شد. فراسنجه‌های خونی اندازه‌گیری‌شده در روز زایش به‌عنوان عامل کووریت وارد مدل شدند در صورت عدم معنی‌داری (P>۰/۱) از مدل خارج شدند.

رابطه (۱)

$$Y_{ijk} = \mu+T_i + Time_j+(T\times Time)_{ij}+ Cow\ (T)_{ik}+e_{ijk}$$

که Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین مشاهدات؛ T_i، اثر ثابت تیمار آزمایشی؛ $Time_j$، اثر ثابت زمان نمونه‌برداری؛ $(T\times Time)_{ij}$، اثر متقابل تیمار در زمان؛ $Cow\ (T)_{ik}$، اثر ثات تیمار در زمان و e_{ijk}، اثر اشتباه آزمایشی است. برای آنالیز تغییرات نمره وضعیت بدنی، اثر ثابت زمان و اثرات متقابل در تیمار زمان از مدل ANOVA خارج شدند. داده‌ها به‌صورت میانگین حداقل مربعات (LSM) گزارش شدند و تفاوت‌های آماری در $P\leq ۰/۰۵$ و تمایل به معنی‌داری در $۰/۰۵\leq P<۰/۱$ و مقایسه انجام شد.

نتایج و بحث

مصرف ماده خشک تحت تأثیر کاهش درصد پروتئین جیره همراه با افزودن متیونین و لیزین محافظت‌شده قرار نگرفت (جدول ۳). مطالعات کمی اثر سطوح متفاوت پروتئین [۱۲و ۲] را طی ۳ هفته اول دوره شیردهی بررسی کردند. در یک پژوهش [۲] مشاهده شد که گاوهای تازه‌زایی که ۱۹ و ۲۱ درصد پروتئین دریافت کردند به‌ترتیب ۱/۵ و ۱/۳ کیلوگرم در روز ماده خشک مصرفی بالاتری در مقایسه با ۱٦ درصد پروتئین داشتند. در پژوهشی که از سه سطح پروتئین (۱۱/٤، ۱٤/٤، ۱۷/۳ درصدی از ماده خشک) از زمان زایش تا ۱۵۰ روز پس از آن، استفاده کردند. افزایش پروتئین خام جیره از ۱۱/٤ به مقادیر ۱٤/٤ و ۱۷/۳ (درصدی از ماده خشک) افزایش چشم‌گیری در ماده خشک مصرفی شد، اما تفاوتی در ماده خشک مصرفی بین حیواناتی که از سطوح ۱٤/٤ و ۱۷/۳ درصد پروتئین خام در کیلوگرم ماده خشک تغذیه شدند، مشاهده نشد [۱۲]. جیره‌ها با درصد پروتئین و پروتئین قابل‌تجزیه شکمبه‌ای پایین فعالیت باکتری‌های هضم‌کننده الیاف و سرعت هضم الیاف حاصل از شوینده خنثی را کاهش می‌دهند- که به‌نوبه خود منجر به کاهش خوراک مصرفی می‌شود [۱]. عدم پاسخ خوراک مصرفی به کاهش پروتئین جیره، ممکن است در نتیجه سطح بالاتر پروتئین در تیمار LPML نسبت به مطالعات دیگر باشد.

نتایج در رابطه با اثر افزودن متیونین و لیزین محافظت‌شده طی دوره انتقال بر خوراک مصرفی متناقض است. در یک پژوهش گزارش کردند که خوراندن متیونین به گاوهای تازه‌زا (جیره حاوی پروتئین ۱۷/۵ درصد) منجر به افزایش ۲ کیلوگرمی در خوراک مصرفی در مقایسه با گروه کنترل شد [۱۷]. به همین ترتیب دیگر پژوهش‌گران دریافتند که گاوهای تغذیه‌شده با متیونین محافظت‌شده از شکمبه ۱/٦ کیلوگرم خوراک مصرفی بالاتری در مقایسه با گروه کنترل (جیره حاوی پروتئین ۱۷/٤ تا ۱۷/۷ درصد) طی ٦۰ روز اول دوره شیردهی داشتند [٤]. برخلاف آن، برخی پژوهش‌گران [۲۰] گزارش کردند که صرف‌نظر از سطح پروتئین پس از زایش، ماده خشک مصرفی در گاوهایی که متیونین محافظت‌شده از شکمبه را دریافت کردند در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافت (جیره‌ها حاوی ۱٦ تا ۱۸ درصد پروتئین)، درحالی‌که خوراک مصرفی در گاوهای تغذیه‌شده با لیزین و متیونین به‌طور عددی افزایش یافت. در توافق با نتایج پژوهش حاضر، برخی مطالعات گزارش کردند ماده خشک مصرفی با افزودن لیزین و متیونین طی دوره پیش و پس از زایش تا روز ۹۰ دوره شیردهی تحت تأثیر قرار نگرفت [۱۰]. به همین ترتیب، پژوهش‌گران دیگر گزارش کردند که افزودن لیزین و متیونین محافظت‌شده از شکمبه طی دوره انتقال ماده خشک مصرفی را تحت تأثیر قرار نداد [۱۵]. درمجموع، مطابق با یک متاآنالیز [۹]، خوراندن لیزین و متیونین محافظت‌شده از شکمبه ماده خشک مصرفی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. درحالی‌که در متاآنالیز دریافتند که متیونین محافظت‌شده از شکمبه به‌تنهایی ماده خشک مصرفی (در گاوهای اوایل و اواسط دوره شیردهی) را کاهش داد [۱۸].

جدول ۳. تأثیر کاهش سطح پروتئین خام جیره غذایی گاوهای تازه‌زا با افزودن متیونین و لیزین محافظت‌شده شکمبه‌ای بر مصرف خوراک، تولید و ترکیبات شیر، نیتروژن اوره‌ای شیر، بازده استفاده از خوراک، بازده استفاده از نیتروژن و تغییرات نمره وضعیت بدنی

فراسنجه	جیره‌های آزمایشی [1]		SEM	*P*-value		
	HP	LPML		تیمار	هفته	تیمار× هفته
ماده خشک مصرفی	۱۳/۹۶	۱۳/۱۵	۰/۳۳	۰/۱۹	< ۰/۰۱	۰/۱۹
تولید شیر (کیلوگرم در روز)	۲۸/۰۵	۲٤/٦۰	۰/۸۰	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	۰/۸۱
شیر تصحیح‌شده براساس چربی (کیلوگرم در روز)	۲۸/۳۵	۲۵/۰٤	۰/۸۱	۰/۰۱	۰/٤۲	۰/۹۸
پروتئین (درصد)	۳/۰۵	۳/۰٤	۰/۰۱	۰/۷۰	< ۰/۰۱	۰/۹۸
پروتئین (کیلوگرم در روز)	۰/۸۹	۰/۷۸	۰/۰۲	< ۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۹۲
چربی (درصد)	۳/۷۸	۳/۸۲	۰/۰٤	۰/۵۱	< ۰/۰۱	۰/۲۳
چربی (کیلوگرم در روز)	۱/۱۰	۰/۹۸	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۹۱	۰/۹٤
لاکتوز (درصد)	٤/۵۲	٤/٤۷	۰/۰۲۹	۰/۲۳	< ۰/۰۱	۰/۸۸
لاکتوز (کیلوگرم در روز)	۱/۳۳	۱/۱۵	۰/۰۳	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	۰/۸٤
نیتروژن اوره‌ای شیر (میلی‌گرم در دسی لیتر)	۱٤/٦٦	۱۱/۲۵	۰/۳۷	< ۰/۰۱	۰/۸	۰/۷۵
نسبت شیر تولیدی به ماده خشک مصرفی	۲/۰۱	۱/۸۷	۰/۰۲	< ۰/۰۱	۰/۵۲	۰/٦۹
نسبت نیتروژن شیر به نیتروژن مصرفی	۳۵	۳٤	۰/۰۱	۰/٤۹	< ۰/۰۱	۰/۵۱
تغییرات نمره وضعیت بدنی	۰/۵۰	۰/٦٤	۰/۰۵	۰/۲۱	–	–

۱. جیره با سطوح بالای پروتئین (۱۸/۳۵) و عرضه ۱۳۲ و ٤۰ گرم در روز لیزین و متیونین بدون افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده از شکمبه (HP)؛ جیره با سطوح پایین پروتئین (۱٦/۵) و عرضه ۱۳۳ و ٤۳ گرم در روز لیزین و متیونین با افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده از شکمبه (LPML).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

کاهش سطح پروتئین از ۱۸/۵ (HP) به ۱٦/۵ درصد همراه با افزودن لیزین و متیونین محافظت‌شده از شکمبه (LPML) منجر به کاهش تولید شیر خام (P<۰/۰۱) طی ۲۱ روز پس از زایش شد (۲۸/۰۵ و ۲٤/٦ کیلوگرم در روز به‌ترتیب در HP و LPML). تولید شیر تصحیح‌شده براساس چهار درصد چربی در تیمار HP در مقایسه با LPML به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (۲۸/۰۵ در برابر ۲۵/۰٤ کیلوگرم؛ P<۰/۰۵). درصد چربی، پروتئین و لاکتوز شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. هم‌راستا با نتایج تولید شیر، مقدار تولید چربی و پروتئین شیر در تیمار HP بالاتر از LPML بود (P<۰/۰۵؛ جدول ۳).

همسو با نتایج پژوهش حاضر، برخی مطالعات نشان دادند که افزایش پروتئین جیره از اوایل دوره شیردهی از ۱۱/٤ به ۱٤/٤ درصد و از ۱٤/٤ به ۱۷/۳ درصد ماده خشک، تولید شیر روزانه را به‌ترتیب ٦/٤ و ۳/٦ کیلوگرم در روز افزایش می‌دهد [۱۲]. هم‌چنین دیگر پژوهش‌گران گزارش کردند که افزایش پروتئین با منابع غیرقابل‌تجزیه در شکمبه از ۱٦ به ۱۹ درصد منجر به افزایش تولید شیر شد، اما افزایش پروتئین خام از ۱۹ به ۲۱ درصد تولید شیر را تحت تأثیر قرار نداد [۲]. در مطالعات پیشین اغلب افزایش در تولید شیر نتیجه‌ای از افزایش در ماده خشک مصرفی بوده است. درحالی‌که در مطالعه حاضر، با وجود عدم تفاوت در ماده خشک مصرفی، تولید شیر در تیمار با سطوح بالاتر پروتئین بیش‌تر است، این امر ممکن است

درنتیجه مصرف بالاتر پروتئین در تیمار HP در مقایسه با LPML باشد که منجر به عرضه بهبود یافته پروتئین قابل متابولیسم و اسیدهای آمینه قابل‌هضم (به‌ویژه لیزین، متیونین، لوسین و هیستیدین) باشد که توسط دیگر پژوهش‌گران نیز گزارش‌شده است [۷]. علاوه بر آن، در مطالعه حاضر ممکن است نتیجه‌ای از بازده خوراک بالاتر و قابلیت هضم مواد مغذی (جدول ۵) در گاوهای HP در مقایسه با LPML باشد.

در پژوهشی [۱۷] دریافتند که افزودن متیونین محافظت‌شده از شکمبه در جیره‌های حاوی ۱۷/۵ درصد پروتئین خام طی ۳۰ روز اول دوره شیردهی تولید چربی و پروتئین شیر و چربی شیر را افزایش داد. هم‌چنین در مطالعه دیگر [٤] گزارش شد که تولید شیر، پروتئین و چربی شیر گاوهایی که طی ٦۰ روز اول دوره شیردهی، متیونین محافظت‌شده در جیره‌های حاوی پروتئین ۱۷/٤ تا ۱۷/۷ درصد پروتئین خام دریافت کردند در مقایسه با گروه شاهد بالاتر بود. دیگر پژوهش‌گران [۲۰] گزارش کردند که صرف‌نظر از سطح پروتئین جیره، گاوهایی که متیونین محافظت‌شده شکمبه‌ای دریافت کردند مصرف خوراک و تولید شیر پایین‌تری در مقایسه با گروه کنترل داشتند، اما تولید پروتئین شیر تحت تأثیر قرار نگرفت، درحالی‌که گاوهای تغذیه‌شده با لیزین و متیونین محافظت‌شده از شکمبه تولید شیر و مقدار پروتئین در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافت. هم‌چنین در مطالعه دیگر [۱۰] مشاهده کردند تولید شیر و مقدار پروتئین شیر با افزودن متیونین محافظت‌شده از پیش از زایش تا روز ۹۰ دوره شیردهی تحت تأثیر قرار نگرفت. تناقض‌ها در پاسخ تولید شیر و پروتئین شیر به افزودن اسیدهای آمینه محافظت‌شده شکمبه‌ای ممکن است در نتیجه تفاوت‌ها در زیست‌فراهمی اسیدهای آمینه باشد که در اغلب مطالعات (در مقاله حاضر نیز اندازه‌گیری نشده است، بنابراین عرضه اسیدهای آمینه قابل متابولیسم استفاده‌شده ممکن است با آن‌چه پیش‌بینی‌شده متفاوت باشد.

تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) نیتروژن اوره‌ای شیر را تحت تأثیر قرار دادند، به‌طوری‌که گاوها در تیمار HP نیتروژن اوره‌ای شیر بالاتری درمقایسه با LPML (۱٤/٦٦ در برابر ۱۱/۲۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر؛ جدول ۳) داشتند. در مطالعه حاضر، اثر تیمار بر نیتروژن اوره‌ای شیر درواقع بازتابی از غلظت پروتئین جیره است. نیتروژن اوره‌ای شیر یک شاخص مفید برای ارزیابی دفع و مورداستفاده قرار گرفتن نیتروژن جیره است [۸]. در توافق با نتایج پژوهش حاضر، در مطالعه دیگری [۲] مصرف مقادیر بالای پروتئین (۱۹ و ۲۱ درصد) در مقایسه با تیمار شاهد (۱۷ درصد) سبب افزایش نیتروژن اوره‌ای شیر طی ۲۱ روز اول دوره شیردهی شد. علاوه بر این نتایج پژوهش انجام‌شده طی دوره انتقال نشان داد که کاهش سطح پروتئین جیره همراه با افزودن اسیدهای آمینه محافظت‌شده از شکمبه منجر به کاهش نیتروژن اوره‌ای شیر شد [٦]. درحالی‌که در مطالعه دیگر مشاهده شد که صرف نظر از اثر سطوح پروتئین جیره پس از زایش، نیتروژن اوره‌ای شیر تحت تأثیر افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده قرار نگرفت [۱۵].

بازده استفاده از خوراک در تیمارHP در مقایسه با LPML بالاتر بود (۲/۰۷ در برابر ۱/۸۷؛۰/۰۱ > P)؛ اما بازده استفاده از نیتروژن تحت تأثیر تیمارهای آمایشی قرار نگرفت (۰/۰۵ < P؛ جدول ۳). برخلاف نتایج پژوهش حاضر، دیگر پژوهش‌گران [۵] گزارش کردند که افزایش سطح پروتئین از ۱۵/۸ به ۱۷/۱ درصد اثری بربازده خوراک نداشت؛ زیرا افزایش پروتئین خام در جیره علاوه بر افزایش تولید شیر، موجب افزایش خوراک مصرفی و بهبود قابلیت هضم خوراک نیز شد.

جدول ٤. تأثیرکاهش سطح پروتئین خام جیره غذایی گاوهای تازه‌زا با افزودن متیونین و لیزین محافظت‌شده شکمبه‌ای بر مواد معدنی و متابولیت‌های سرم

فراسنجه	جیره‌های آزمایشی [1]		SEM	P-value		
	HP	LPML		تیمار	روز	تیمار×روز
کلسیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۷/۵۵	۷/۱۰	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/٤٥	۰/۲۱
فسفر (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٦/۱۹	٦/۲۱	۰/۱٥	۰/۹۹	۰/۰۲	۰/۲٤
منیزیم (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۲/۹۷	۲/۹٦	۰/۰٦	۰/۹۲	۰/۱۰	۰/۰٦
پروتئین کل (گرم در دسی‌لیتر)	۷/۵۸	۷/۹٤	۰/۱۱	۰/۰٤	۰/۰۱	<۰/۰۱
آلبومین (گرم در دسی‌لیتر)	۳/۹۲	۳/۹۷	۰/۰۸	۰/٦۸	۰/۰۲	۰/٥۰
گلوبولین (گرم در دسی‌لیتر)	۳/٤٦	٤/۱٥	۰/۱٤	۰/۰۱	۰/۱۹	<۰/۰۱
نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۱۲/۸٤	۱۰/۰۱	۰/٤۹	< ۰/۰۱	۰/٥٤	۰/۳۰
کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۹۳/۷۳	۹۷/٦٤	۳/۰۲	۰/۳۸	< ۰/۰۱	۰/۳۱
آسپارتات آمینو ترانسفراز (واحد در لیتر)	۸٥/٥۱	۹۳/۰۷	٤/٥	۰/۲۷	۰/۲	۰/۰۳
گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	٤۲/۳٤	٤۱/۹۷	۲/۱۱	۰/۱۲	۰/۳	۰/۷٦

۱. جیره با سطوح بالای پروتئین (۱۸/۳٥) و عرضه ۱۳۲ و ٤۰ گرم در روز لیزین و متیونین بدون افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده از شکمبه (HP)؛ جیره با سطوح پایین پروتئین (۱٦/٥) و عرضه ۱۳۳ و ٤۳ گرم در روز لیزین و متیونین با افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده از شکمبه (LPML).

برخلاف نتایج پژوهش حاضر، در پژوهشی طی اواسط دوره شیردهی گزارش شد که افزودن لیزین یا متیونین به‌تنهایی به جیره شاهد (۱٦/٥ درصد پروتئین خام) منجر به افزایش تولید شیر بدون افزایش ماده خشک مصرفی و درنتیجه افزایش بازده خوراک از ۱/۲۷ در جیره شاهد به ۱/۳٤ و ۱/۳۸ با افزودن لیزین یا متیونین محافظت‌شده شد. درحالی‌که افزودن دو آمینواسید (لیزین و متیونین محافظت‌شده) به‌طور هم‌زمان به جیره بازده خوراک به ۱/٤٦ افزایش داد [۲۳]. برخلاف نتایج پژوهش حاضر، کاهش پروتئین جیره‌ای در اوایل دوره شیردهی از ۱۸/۷ به ۱٤/۸ درصد منجر به افزایش بازده نیتروژن از ۲٥ به ۳۳ درصد شد [۹].

غلظت مواد معدنی و متابولیت‌های سرم تیمارها در جدول (٤) آورده شده است. وضعیت مواد معدنی سرم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. پروتئین کل سرم در تیمار LPML نسبت به HP بالاتر (P<۰/۰٥) بود که هم‌راستا با بالاتربودن گلوبولین سرم در LPML است (٤/۱٥ در برابر ۳/٤٦ گرم در دسی‌لیتر، P=۰/۰۱)، اما آلبومین سرم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در مطالعه‌ای [۱۲] گزارش شد که با افزایش غلظت پروتئین خام جیره از ۱۱/٤ به ۱۷/۳ درصد از ماده خشک، مقدار پروتئین کل و آلبومین خون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما هیچ تأثیری از افزایش پروتئین جیره بر گلوبولین گزارش نکردند. در توافق با نتایج پژوهش حاضر، دیگر پژوهش‌گران [۲۳] نیز نشان دادند که افزودن متیونین یا لیزین یا هر دو آن‌ها به جیره حاوی ۱٦/٥ درصد پروتئین منجر به افزایش پروتئین کل سرم شد.

تولید شیر بالا دارای همبستگی مثبت با غلظت اسیدهای چرب غیراستریفیه (NEFA) و دارای همبستگی منفی با غلظت پروتئین کل و غلظت گلوبولین خون دارد [۲۱]. در

مطالعه حاضر، کاهش در تولید شیر در گروه LPML با یک افزایش در پروتئین کل و گلوبولین سرمی بالاتر در مقایسه با HP همراه بود (P<۰/۰۵). دیگر پژوهش‌گران [۲۳] نیز دریافتند که کاهش پروتئین خام و همراه با افزودن متیونین و لیزین به جیره گاوها منجر به افزایش پروتئین کل سرم و کاهش اسیدهای چرب غیراستریفیه خون شد.

مقدار نیتروژن اوره‌ای خون (BUN) در تیمار HP نسبت به LPML به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (۱۱/٦٦ برابر ۱۱/۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر؛ P<۰/۰۵، جدول ٤)، اما میزان آن کم‌تر از حد پایین گزارش‌شده [١٦] بود (۱۹ تا ۲۱ میلی‌گرم در دسی لیتر). در اغلب مطالعات انجام‌شده بر سطوح پروتئین، غلظت نیتروژن اوره‌ای خون با افزایش سطح پروتئین جیره افزایش‌یافته است [۱۱]. نیتروژن اوره‌ای خون، شیر و ادرار در گاوهای‌شیری از تجزیه پروتئین خام در شکمبه و درنتیجه جذب بیش‌تر آمونیاک از دیواره آن و یا دآمیناسیون اسیدهای آمینه حاصل از تجزیه پروتئین قابل متابولیسم و نیز کاتابولیسم بافت‌های بدن منشأ می‌گیرد که با کاهش پروتئین خام جیره، تولید آمونیاک در شکمبه کاهش‌یافته و از طرفی افزودن اسیدهای آمینه به جیره باعث متوازن‌شدن الگوی اسیدآمینه در پروتئین قابل متابولیسم می‌شود که از دآمیناسیون اسیدهای آمینه جذب‌شده جلوگیری کرده و درنهایت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش می‌یابد [۲۳]. این یافته‌ها توسط پژوهش دیگری نیز [١٤] حمایت می‌شوند، به‌طوری‌که کاهش پروتئین خام از ۱۵/۷ به ۱۳/٦ درصد ماده خشک همراه با افزودن اسیدهای آمینه متیونین، لیزین و هیستیدین محافظت‌شده از شکمبه، غلظت نیتروژن اوره‌ای پلاسما را کاهش داد. در توافق با نتایج پژوهش حاضر، دیگر پژوهش‌ها نیز [۱۲و ۲] گزارش کردند که افزایش درصد پروتئین جیره در گاوهای تازه‌زا منجر به افزایش مقدار نیتروژن اوره‌ای خون شد.

غلظت کلسترول، آسپارتات آمینو ترانسفراز و گلوکز سرم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ٤). به همین ترتیب، در یک پژوهش [۲۳] با خوراندن جیره با پروتئین خام ۱٦/۵ درصد همراه با اسیدهای آمینه لیزین یا متیونین و ترکیب لیزین و متیونین تأثیر معنی‌داری از اسیدهای آمینه بر غلظت پلاسمایی کلسترول و آسپارتات آمینوترانسفراز مشاهده نکردند. در همان مطالعه [۲۳] گزارش کردند که غلظت پلاسمایی گلوکز با افزودن لیزین یا متیونین محافظت‌شده از شکمبه یا هر دو تحت تأثیر قرار نگرفت، اما در گاوهایی که هر دو مکمل لیزین و متیونین را دریافت کردند غلظت گلوکز تمایل به کاهش داشت. در راستا با نتایج پژوهش حاضر، پژوهش‌گران دیگر [۱۲ و ۲] نیز گزارش کردند که غلظت سرمی گلوکز تحت تأثیر سطوح پروتئین قرار نگرفت.

درصد قابلیت هضم پروتئین خام، ماده خشک و NDF به‌طور معنی‌داری با کاهش درصد پروتئین از ۱۸/۵ به ۱٦/۵ همراه به افزودن اسیدهای آمینه محافظت‌شده از شکمبه در جیره گاوهای تازه‌زا کاهش یافت (جدول ۵؛ P<۰/۰۵). در پژوهشی [۵] افزایش‌دادن سطوح پروتئین جیره از ۱۵/۸ به ۱۷/۱ درصد پروتئین خام همراه با افزودن متیونین محافظت‌شده از شکمبه (صفر یا ۹ گرم در روز) به گاوهای اواسط دوره شیردهی منجر به افزایش قابلیت هضم ظاهری نیتروژن، ماده خشک و NDF شد. به همین ترتیب در مطالعه‌ای روی گاوهای تازه‌زا [۲] گزارش شد که قابلیت هضم مواد مغذی در جیره با سطوح پایین پروتئین (۱٦ درصد) در مقایسه با سطوح بالاتر پروتئین جیره‌ای (۱۹ و ۲۱ درصد) پایین‌تر بود. در پژوهش حاضر قابلیت هضم الیاف در جیره ۱٦/۵ درصد پروتئین همراه با اسیدهای آمینه محافظت‌شده از شکمبه کاهش یافت، این امر ممکن است درنتیجه کمبود پروتئین قابل تجزیه در شکمبه باشد.

جدول ۵. تأثیر کاهش سطح پروتئین خام جیره غذایی گاوهای تازه‌زا با افزودن متیونین و لیزین محافظت‌شده شکمبه‌ای بر قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش

صفات	تیمارهای آزمایشی [1]		SEM	P-value
	HP	LPML		تیمار
قابلیت هضم مواد مغذی، درصد				
ماده خشک	۷۱/۵٤	٦۸/۵٦	۰/۲۷	< ۰/۰۱
پروتئین خام	٦۸	٦۰/۵۰	۰/۵۰	< ۰/۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	٤۹/٤۷	٤٦/۰۷	۰/۷۵	< ۰/۰۱

۱. جیره با سطوح بالای پروتئین (۱۸/۳۵) و عرضه ۱۳۲ و ٤۰ گرم در روز لیزین و متیونین بدون افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده از شکمبه (HP)؛ جیره با سطوح پایین پروتئین (۱٦/۵) و عرضه ۱۳۳ و ٤۳ گرم در روز لیزین و متیونین با افزودن اسیدآمینه محافظت‌شده از شکمبه (LPML).

براساس نتایج حاصل، کاهش سطح پروتئین جیره گاوهای تازه‌زا همراه با حفظ عرضه لیزین و متیونین محافظت‌شده از شکمبه، عملکرد تولیدی، بازده استفاده از خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی را کاهش می‌دهد.

تشکر و قدر دانی

از مدیریت مزرعه گاوشیری جناب آقای فلاح و مسئول و کارشناس محترم آزمایشگاه دانشگاه زنجان که در انجام پژوهش حاضر همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورداستفاده

1. Allen MS (2000) Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science, 83(7): 1598-1624.
2. Amanlou H, Farahani TA and Farsuni NE (2017) Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows. Journal of Dairy Science, 100(5): 3628-3640.
3. AOAC (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
4. Batistel F, Arroyo JM, Bellingeri A, Wang L, Saremi B, Parys C, Trevisi E, Cardoso FC and Loor JJ. (2017) Ethyl-cellulose rumen-protected methionine enhances performance during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, 100: 7455-7467.
5. Broderick GA, Stevenson MJ and Patton RA (2009) Effect of dietary protein concentration and degradability on response to rumen-protected methionine in lactating cows. Journal of Dairy Science, 92: 2719-26.
6. Carder EG and Weiss WP (2017) Short- and longer-term effects of feeding increased metabolizable protein with or without an altered amino acid profile to dairy cows immediately postpartum. Journal of Dairy Science, 100: 4528-4538.
7. Garnsworthy PC, Gong J, Armstrong D, Newbold J, Marsden M, Richards S, Mann G, Sinclair K and Webb R (2008) Nutrition, metabolism, and fertility in dairy cows: 3. Amino acids and ovarian function. J. Dairy Sci, 91: 4190-4197.
8. Jonker JS, Kohn R and Erdman R (1998) Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 81: 2681-2692.
9. Kalscheur KF, Vandersall JH, Erdman RA, Kohn RA and Russek-Cohen E (1999) Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid, and late lactation dairy cows. Journal of Dairy Science, 82: 545-554.
10. Kudrna V, Illek J, Marounek A and Ngoc AN. (2009) Feeding ruminally protected methionine to pre- and postpartum dairy cows: Effect on milk performance, milk composition and blood parameters. Czech Journal of Animal Science, 54: 395-402.

11. Larsen M, Lapierre H and Kristensen NB. (2014) Abomasal protein infusion in postpartum transition dairy cows: Effect on performance and mammary metabolism. Journal of Dairy Science, 97: 5608-5622.
12. Law RA, Young F, Patterson D, Kilpatrick D, Wylie A and Mayne C (2009) Effect of dietary protein content on animal production and blood metabolites of dairy cows during lactation. Journal of Dairy Science, 92: 1001-1012.
13. Lee C, Hristov A, Heyler K, Cassidy T, Lapierre H, Varga G and Parys C (2012a) Effects of metabolizable protein supply and amino acid supplementation on nitrogen utilization, milk production, and ammonia emissions from manure in dairy cows. Journal of Dairy Science, 95: 5253-5268.
14. Lee C, Hristov AN, Heyler KS, Cassidy TW, Lapierre H, Varga GA and Parys C (2012b) Effects of metabolizable protein supply and amino acid supplementation on nitrogen utilization, milk production, and ammonia emissions from manure in dairy cows. Journal of Dairy Science, 95: 5253-5268.
15. Lee C, Lobos NE and Weiss WP. (2019) Effects of supplementing rumen-protected lysine and methionine during prepartum and postpartum periods on performance of dairy cows. Journal of Dairy Science, 12: 11026-11039.
16. NRC (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
17. Osorio JS, Ji P, Drackley JK, Luchini D and Loor JJ. (2013) Supplemental Smartamine M or MetaSmart during the transition period benefits postpartal cow performance and blood neutrophil function. Journal of Dairy Science, 96: 6248-6263.
18. Patton RA (2010) 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.
19. Robinson PH (2010) Impacts of manipulating ration metabolizable lysine and methionine levels on the performance of lactating dairy cows: A systematic review of the literature. Livestock. Science, 127: 115-126.
20. Socha MT, Putnam DE, Garthwaite BD, Whitehouse NL, Kierstead NA, Schwab CG, Ducharme GA and Robert JC. (2005) Improving intestinal amino acid supply of pre- and postpartum dairy cows with rumen-protected methionine and lysine. Journal of Dairy Science, 88: 1113-1126.
21. Tóthová C, Nagy O and Kovác G (2014) Changes in the concentrations of selected acute phase proteins and variables of energetic profile in dairy cows after parturition. Journal of Applied Animal Research, 42(3): 278-283.
22. Van Soest PJ, Robertson J and Lewis B (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
23. Wang C, Liu HY, Wang YM, Yang ZQ, Liu JX, Wu YM, Yan T and Ye HW. (2010) Effects of dietary supplementation of methionine and lysine on milk production and nitrogen utilization in dairy cows. Journal of Dairy Science, 93: 3661-3670.
24. Xu S, Harrison JH, Chalupa W, Sniffen C, Julien W, Sato H, Fujieda T, Watanabe K, Ueda T and Suzuki H (1998) The effect of ruminal bypass lysine and methionine on milk yield and composition of lactating cows. Journal of Dairy Science, 81: 1062-1077.