مبانی نوین ارزش گذاری پروتئین در تولید شیر

محسن دانش مسگران و فرزانه محمدی
گروه علوم دام، دانشگاه فردوسی مشهد
ایمیل نویسنده مسئول: danesh@um.ac.ir

چکیده

در طی سال های اخیر پیشرفت های چشمگیری در مفاهیم و مبانی استفاده از پروتئین و اسیدهای آمینه در تغذیه گاوهای شیری صورت گرفته است. تاکنون اجزا و نقش پروتئین قابل متابولیسم به عنوان تامین کننده اسیدهای آمینه مورد نیاز حیوان به طور چشمگیری تبیین شده است. براساس دانسته های موجود نیتروژن و اسیدهای آمینه حاصل از تجزیه پروتئین در شکمبه برای سنتز پروتئین میکروبی به شرط محیا بودن مقادیر کافی کربوهیدرات قابل تخمیر می توانند استفاده شوند. بنابراین برای بهینه سازی تولید پروتئین میکروبی استفاده توام نیتروژن قابل تجزیه و کربوهیدرات قابل تخمیر به طور هم وزن و هم زمان توصیه می شود. در تمام سامانه های نوین ارزش گذاری پروتئین برای نشخوارکنندگان، پروتئین قابل متابولیسم وارد شده به روده باریک به عنوان بخش ارزشمند تامین کننده اسیدهای آمینه برای تولید شیر در نظر گرفته می شود. در این سامانه ها روش های متفاوتی برای تخمین تولید پروتئین میکروبی و پروتئین عبوری خوراک استفاده می شود. این روش های متمایز چالش اصلی سامانه های نوین به منظور ارزش گذاری پروتئین قابل متابولیسم و تاثیر آن بر پاسخ های تولیدی حیوان و تعیین مدل های مربوطه می باشد. لیزین و متیونین به عنوان اسیدهای آمینه محدود کننده در تمام سامانه های نوین ارزش گذاری پروتئین برای گاوهای شیری در نظر گرفته می شود. بدین لحاظ این دو اسید آمینه در فرم های محافظت شده از تجزیه شکمبه ای و به عنوان مکمل برای خوراک گاوهای شیرده پر تولید توصیه می شود. هرچند که تاثیر اسیدهای آمینه شاخه دار بر بیان ژن های مرتبط با تولید بتاکازئین نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است. بنابراین دستورالعمل های تغذیه پروتئین از حالت تامین پروتئین قابل متابولیسم می باید به مدل های پیچیده تری براساس تامین نیازهای اسیدهای آمینه گاوهای شیرده تغییر یابد. با استفاده از چنین مدل هایی پرورش دهندگان گاوهای شیری می توانند ضمن کاهش مقدار پروتئین و هزینه خوراک شرایط بهینه به لحاظ پاسخ های متابولیکی و سلامت در حیوان را نیز ایجاد نمایند.

واژه های کلیدی: پروتئین، اسید آمینه، شیر

نوشتار

واژه پروتئین خام در تغذیه نشخوارکنندگان براساس تعیین غلظت نیتروژن خوراک و حاصلضرب آن در شاخص عموما ۶/۲۵ تعریف می شود. این شاخص برفرض وجود ۱۶ درصد نیتروژن در رشته پروتئینی است. پروتئین خام عمدتا از دو بخش پروتئین حقیقی و نیتروژن غیرپروتئینی تشکیل شده است. برخلاف تعریف پروتئین براساس علم بیوشیمی که عبارت است از رشته های سنگین وزن که از واحدهایی به نام اسیدهای آمینه با اتصال پیوندهای پپتیدی تشکیل شده است، در علم تغذیه دام پروتئین حقیقی تفاضل بین پروتئین خام از معادل پروتئین نیتروژن غیرپروتئینی است. براساس اطلاعات موجود نیتروژن غیرپروتئینی شامل نیتروژن محلول در حلال اسیدی ضعیف می باشد. این بخش عمدتا از آمونیاک، اوره، نیتریت، نیترات، برخی از آلکالوئیدها، اسیدهای آمینه فاقد کد ژنتیکی و اسیدهای آمینه با کد ژنتیکی که فرصت حضور در رشته پروتئینی را نداشته اند و احتمالا برخی از پپتیدهای کوتاه زنجیر تشکیل شده است. شوآب و برودریک (۲۰۱۷) اطلاعات مربوط به صدسال نتایج منتشر شده در خصوص استفاده از پروتئین در نشخوارکنندگان را بررسی نمودند. آنها بیان داشته اند که توجه به غلظت نیتروژن غیرپروتئینی موجود در پروتئین خام از اهمیت شایان توجهی در نشخوارکنندگان برخوردار است. بدین دلیل که اولا این منابع مانند اوره می توانند هزینه خوراک را کاهش دهند و دوما این بخش از پروتئین دارای بیشترین تاثیر بر پاسخ های متابولیکی و شاخص های مرتبط با سلامت حیوان است. شوآب و همکاران (۲۰۰۵) چگونگی استفاده از نیتروژن غیرپروتئینی را مورد بررسی جامع قرار دادند، آن ها بیان داشتند که برای بیشینه پروتئین میکروبی در داخل شکمبه غلظت ۵ تا ۱۵ میلی مول آمونیاک مورد نیاز است. این غلظت تحت تاثیر غلظت نیتروژن جیره، ماهیت آن و همچنین توازن بین نیتروژن و کربوهیدرات قرار می گیرد (خضری و همکاران، ۲۰۰۸؛ عینی و همکاران، ۲۰۰۹). اگر چنانچه توازن مطلوب بین این بخش از نیتروژن موجود در شکمبه و کربوهیدرات محیا نشود، بخشی از نیتروژن در داخل شکمبه غیرقابل استفاده برای تولید پروتئین میکروبی خواهد بود، که از دسترس حیوان خارج خواهد شد. از آن جایی که بهره وری نیتروژن در نشخوارکنندگان به طور کل در دامنه ۲۵ تا ۳۰ درصد نیتروژن مصرف شده روزانه می باشد، لذا دفع نیتروژن روزانه از طریق مدفوع و ترشحات بدن حیوان به لحاظ سلامت متابولیکی و همچنین از منظر اقتصادی حائز اهمیت می باشد. براین اساس در چالش های امروزه استفاده از پروتئین علاوه بر توجه به چگونگی هضم، سوخت–ساز گوارشی و جذب مولکول های حامل نیتروژن، مواردی از قبیل رفتارهای مولکولی در دیواره لوله گوارشی و همچنین حیوان میزبان مورد توجه قرار گرفته است (فلیزر و همکاران، ۲۰۱۸). براین اساس در سامانه های نوین تغذیه پروتئین عملکرد و سلامت

دستگاه گوارش، به ویژه فعالیت سیستم های حامل مواد مغذی از محتویات لوله گوارشی به خون، پاسخ های التهابی و همچنین سلامت فعالیت کبد مد نظر قرار می گیرد (تولو و همکاران، ۲۰۲۱). بر اساس فرضیات مطرح شده و نتایج حاصل از مطالعات اخیر مصرف نیتروژن در تغذیه گاوهای شیرده، توجه به غلظت اسیدهای آمینه و الگوی ترکیبی آنها برای دستیابی به مناسب ترین تولید، ضمن حفظ سلامت متابولیکی حیوان، نیز مد نظر قرار گرفته است (لین و همکاران، ۲۰۱۸؛ فتحی و همکاران، ۲۰۰۹). براین اساس عنایت ویژه به غلظت اسیدهای آمینه ضروری وارد شده به روده باریک و همچنین اسیدهای آمینه محدود کننده از نکات ضروری در تغذیه پروتئین برای تولید بهینه است (گائو و همکاران، ۲۰۱۷). در طی دو دهه اخیر اسیدهای آمینه متیونین و لیزین به عنوان اولین و دومین اسیدهای آمینه محدود کننده برای تولید بیشینه شیر مطرح شده اند (سوها و همکاران، ۲۰۰۵)، در صورتی که نتایج مطالعات انجام شده در طی چندسال گذشته نشان داد که اسیدهای آمینه شاخه دار به ویژه لوسین در بیان مولکولی سیستم mTORCT که تولید بتاکازئین شیر را تحت تاثیر قرار می دهد، اهمیت شایان توجهی دارد (گوو، ۲۰۱۷؛ خطیبی و همکاران، ۲۰۱۸). براین اساس ضمن توجه به چگونگی فراهمی نیتروژن در داخل شکمبه ایجاد ارتباط کمی و لحظه ای آن با کربوهیدرات(ملک جهانی و همکاران، ۲۰۱۷)، می باید در مدل های نوین تغذیه ای چگونگی فراهمی اسیدهای آمینه نیز مدنظر قرار گیرد. لذا چالش های نوین تغذیه پروتئین برای تولید شیر را می توان به صورت ذیل دسته بندی نمود (سینکلر و همکاران، ۲۰۱۴):

۱) آیا براوردهای سامانه های نوین تغذیه ای برای تامین نیازهای اسید آمینه ای گاوهای شیرده مناسب است؟
۲) چگونه می توان منابع خوراکی را براساس تاثیر آن ها بر فراهمی اسیدهای آمینه در روده باریک ارزیابی نمود؟
۳) تاثیر استراژدی های تغذیه ای به لحاظ اقلام خوراکی و غلظت مواد مغذی بر الگوی اسیدهای آمینه وارد شده به روده باریک چگونه است؟
۴) چگونه می توان دفع نیتروژن در گاوهای شیرده را کمینه نمود؟
۵) چگونه می توان ارتباط بین کمیت و ماهیت پروتئین خوراک را با شاخص های سلامت متابولیکی حیوان رسم نمود؟

به نظر می رسد که توجه به بازدهی نیتروژن مصرف شده نسبت به تولید پروتئین شیر (دانش مسگران و همکاران، ۲۰۱۳)، رفتارهای فیزیولوژیکی حیوان و همچنین پاسخ های مربوط به سلامت حیوان فصل مشترک در خصوص چالش های مربوطه در سامانه های نوین ارزش گذاری پروتئین برای تولید شیر باشد (پیت و همکاران، ۲۰۲۰؛ اوزاریو و همکاران، ۲۰۱۴). بهینه سازی مصرف پروتئین خام (فلاحتی زو و همکاران، ۲۰۱۹؛ پیرزاد و همکاران، ۲۰۱۹) در گاوهای شیرده برای حصول به موارد فوق می تواند از طریق موارد ذیل حاصل گردد (آریولاآپلو و همکاران، ۲۰۱۴a,b).

۱) کاهش دفع نیتروژن از طریق ادرار
۲) بهینه سازی االسیدهای آمینه در محل جذب روده باریک بر مبنای الگوی اسیدهای آمینه، اسیدهای آمینه ضروری و تامین غلظت مناسب اسیدهای امینه محدود کننده
۳) افزایش بهره بری از اسیدهای آمینه جذب شده برای تولید پروتئین شیر
۴) کاهش سوخت–ساز بافتی اسیدهای آمینه جذب شده
۵) بهبود سلامت متابولیکی و مولکولی دستگاه گوارش و حیوان میزبان

در حال حاضر سامانه های نوین ارزش گذاری پروتئین برای تولید شیر در گاوهای شیرده برمبنای چگونگی استفاده از نیتروژن در شکمبه و پروتئین قابل متابولیسم (مجموع پروتئین قابل هضم میکروبی وارد شده به روده باریک و پروتئین خوراک که در شکمبه تجزیه نشده است) شکل گرفته است (پرند و همکاران، ۲۰۱۵؛ پرند و همکاران، ۲۰۱۶؛ دانش مسگران و همکاران، ۲۰۱۵). در این سامانه ها اطلاعات مورد نیاز برای تخمین تولید پروتئین میکروبی براساس تجزیه پروتئین و ماده آلی در شکمبه با استفاده از روش های برون تنی همانند CNCPS (ون آمبوش و همکاران، ۲۰۱۵) و یا روش های درون کیسه ای، عمدتا روش های توسعه یافته در اتحادیه اروپا همانند DVE/OEB (وان دورکنکن و همکارام، ۲۰۱۱) یا NorFor (ولدن ۲۰۱۱) تامین می شود.

اگرچه که چارچوب و بدنه اصلی این
سامانه ها ظاهرا مشابه یکدیگر می باشد اما برساس مدل هایی که وزن نموده اند دارای تمایزات قابل توجهی می باشد. مهم ترین تفاوت های این سامانه ها عبارتند از:

۱) نحوه براورد تجزیه پروتئین در شکمبه
۲) چگونگی تامین انرژی مورد نیاز برای تولید پروتئین میکروبی در شکمبه
۳) نحوه محاسبه پروتئین قابل تجزیه موثر در شکمبه
۴) نرخ رقت مایع شکمبه و اثرگذاری نرخ خروج شیرابه شکمبه بر فعالیت های هضمی و سوخت–ساز نیتزوژن در شکمبه
۵) تاثیر دینامیک شکمبه بر فعالیت های میکروبی و نرخ تخمیر در شکمبه
۶) ترکیب اسیدهای آمینه پروتئین تجزیه نشده در شکمبه و چگونگی استفاده آن در روده باریک

۷) الگوی اسیدآمینه پروتئین میکروبی وارد شده به روده باریک
۸) گوارش پذیری اسیدهای آمینه با منشا خوراکی و یا میکروبی در روده باریک
۹) روش های زیستی و غیرزیستی در خصوص قابلیت هضم اسیدهای آمینه وارد شده به روده باریک
۱۰) ضرایب مربوط به استفاده از اسیدهای آمینه جذب شده برای تولید پروتئین شیر

فرضیه پروتئین قابل متابولیسم، که در دهه هشتاد قرن گذشته میلادی شکل گرفت، اگرچه که تحول بنیادین در خصوص تغذیه پروتئین در نشخوارکنندگان را دربر داشت اما همچنان با چالش های جدی به ویژه در خصوص نحوه محاسبه پروتئین میکروبی برخوردار است. در تمام سامانه های مکانیکی و یا شبه دینامیکی موجود، براساس فرض متوازن بودن ماده آلی قابل تخمیر با نیتروژن تجزیه پذیر موثر، از روش های محاسباتی غیر شناور استفاده می شود. به عنوان مثال در سامانه پروتئین قابل متابولیسم بریتانیا پروتئین میکروبی تولید شده در شکمبه براساس حاصلضرب شاخصی در دامنه ۹ تا ۱۱ در انرژی قابل متابولیسم قابل تجزیه (مگاژول) محاسبه می گردد. این محاسبه در سامانه پروتئین قابل هضم INRA براساس حاصلضرب عدد ثابت ۱۴۵ در ماده آلی قابل تخمیر (کیلوگرم) انجام می گیرد. در صورتیکه در سامانه NRC تولید پروتئین میکروبی شکمبه نتیجه حاصلضرب عدد ثابت ۱۳۰ در TDN (کیلوگرم) است. این روش محاسباتی حتی در سامانه های شبه دینامیکی نوین مانند DEV/OEB نیز انجام می شود. در این سامانه تولید پروتئین میکروبی به طور ثابت و براساس حاصلضرب عدد ثابت ۱۵۰ در ماده آلی قابل تخمیر شکمبه ای (کیلوگرم) محاسبه می گردد. ضمن اینکه تمام این سامانه ها ناتوان از کاربرد شاخص هم زمانی در محاسبات مربوط به تولید پروتئین میکروبی می باشند (ملک جهانی و همکاران، ۲۰۱۸)، در خصوص نحوه محاسبات نیز قادر به تخمین دقیق در خصوص تولید پروتئین میکروبی شکمبه نمی باشد. برخی از مطالعات اخیر بیانگر تاثیر عوامل مختلف بر تولید پروتئین میکروبی (فرامرزی و همکاران، ۲۰۱۹) و الگوی اسیدهای آمینه موجود در آن است (تانگ و همکاران، ۲۰۱۸). نویسندگان مزبور نشان دادند که جمعیت میکروبی شکمبه و الگوی اسیدهای آمینه آن ها در گاوهای پرتولید و کم تولید تنها به میزان ۲۰ درصد تطابق پذیر می باشند.

این نتایج نشان می دهد که پروتئین میکروبی وارد شده به روده باریک براساس ترکیب گونه ای و همچنین نسبت اسیدهای آمینه می توانند متفاوت باشند، امروزه اهمیت اسیدهای آمینه فنیل آلانین، ترئونین، هیستدین، والین، لوسین و ایزولوسین در تغذیه گاوهای شیری مورد توجه قرار گرفته است (آریولاآپلو و همکاران، ۲۰۱۴c، دونگ و همکاران، ۲۰۱۸). اهمیت پروتئینی میکروبی وارد شده بر روده باریک برای تامین این اسیدهای آمینه مورد توجه متخصصین تغذیه گاوهای شیری است. عمدترین عامل تاثیرگذار بر این اهمیت الگوی اسیدهای آمینه موجود در پروتئین میکروبی نسبت به پروتئین شیر و همچنین غلظت مناسب اسیدهای آمینه محدود کننده در آن است. لذا نحوه براورد دقیق این بخش از پروتئین قابل متابولیسم به لحاظ براورد دقیق تولید پروتئین شیر حائز اهمیت است، هرچند که سامانه های نوین قادر به تخمین دقیق آن نمی باشند. بخش دیگری از پروتئین قابل متابولیسم، که توسط پروتئین با منشا خوراکی تامین می شود، نیز در براورد اسیدهای آمینه مورد نیاز حیوان اهمیت شایان توجهی دارد. در سامانه های موجود این بخش از پروتئین قابل متابولیسم از تفاضل بین مجموع پروتئین مصرفی روزانه از پروتئین تجزیه شده در شکمبه براورد می شود. از آنجایی که فعالیت شکمبه کاملا دینامیکی و تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند مصرف روزانه خوراک، غلظت الیاف، غلظت املاح، فشار اسمزی شکمبه و سطح تولید حیوان قرار می گیرد، لذا پروتئین عبوری از شکمبه نیز منحصرا تحت تاثیر غلظت پروتئین مصرف شده و ماهیت آن به لحاظ پتانسیل تجزیه پذیری نمی باشد. به عبارتی دیگر مقدار پروتئین عبوری در دو گاو شیرده با تولید روزانه ۲۰ و یا ۴۰ کیلوگیرم شیر کاملا متفاوت بوده و تحت تاثیر عمدتا سطح تولید حیوان (Animal Production Level) می باشد. نتایج برخی از مطالعات اخیر نشان می دهد که پروتئین عبوری با منشا خوراکی متفاوت از قابلیت هضم یکسانی در روده باریک برخوردار نیستند (تقی زاده و همکاران، ۲۰۰۵؛ دانش مسگران و استرن، ۲۰۰۵؛ جهانی و همکاران، ۲۰۱۵). تمام این تفاوت ها از منظر محاسبه پروتئین عبوری و گوارش پذیری آن در روده باریک (دهقان بنادکی و همکاران، ۲۰۱۱)، شرایط سلامت متابولیکی و تولیدی حیوان را تحت تاثیر قرار می دهد. امروزه التهاب در گاوهای شیرده به عنوان مهم ترین عامل تاثیرگذار بر سلامت و تداوم تولید شیر در نظر گرفته می شود (فلیزر و همکاران، ۲۰۱۸). تاثیر پروتئین بر بروز التهابهای غیرسیستماتیک اخیرا مورد توجه متخصصین تغذیه گاوهای شیری قرار گرفته است. تخمیر پروتئین در دستگاه گوارش به لحاظ تولید آمین های بیوژنیک، فنول، تیول، ایندول، مولکول های گوگرد دار و اسیدهای چرب شاخه دار و تاثیر این ترکیبات بر بروز التهاب در گاوهای شیرده مد نظر است. پتانسیل پروتئین برای تولید این ترکیبات تحت تاثیر میزان مصرف روزانه آنها و ماهیت مولکولی پروتئین است. لذا عدم براورد دقیق پروتئین عبوری روزانه و همچنین قابلیت گوارش پذیری آن موجب ورود مقادیر متفاوت پروتئین به روده بزرگ می شود که نتیجه آن تخمیر ثانویه و تولید مولکول های نام برده است. براساس موارد فوق اهمیت براورد دقیق پروتئین قابل متابولیسم، ترکیب اسیدهای آمینه آن، مقادیر اسیدهای آمینه ضروری و همچنین اسیدهای آمینه محدود کننده قابل تامل است. در این خصوص نسبت ایده آل بین اسیدهای آمینه نیز مطرح و مورد بحث قرار گرفته است، گائو و همکاران (۲۰۱۷) اهمیت برخی از اسیدهای آمینه را در تولید بتاکازئین شیر در سلول های پستانی مطرح کردند. براساس مکانیسم کمپلکس اول رپامایسین (mTORC1) اظهار داشتند که نسبت هیستدین به لیزین به متیونین به لوسین برای بهینه تولید بتاکازئین شیر باید به صورت ۵ به ۶ به ۱ به ۷ باشد. از آنجایی که سامانه های نوین قادر به براورد دقیق

این نسبت ها نیستند لذا برای اطمینان از تامین اسیدها آمینه محدود کننده از روش های مصرف روزانه اسیدهای آمینه محافظت شده در مقابل تجزیه میکروبی شکمبه به ویژه در گاوهای پر تولید استفاده می شود (اوزوریو و همکاران، ۲۰۱۳، اوزوریو و همکاران، ۲۰۱۴). متیونین و لیزین عمده ترین اسیدهای آمینه ای هستند که در حال حاضر به عنوان اسیدهای آمینه پوشش دار در تغذیه گاوهای شیرده استفاده می شوند. نتایج به دست آمده از مصرف این اسیدهای آمینه نشان داد که علاوه بر بهبود در تولید پروتئین شیر (تولدو و همکاران، ۲۰۲۱)، شاخص های مربوط به ایمنی و استرس های اکسیداتیو در حیوان را نیز بهبود می دهند (بروزنان و همکاران، ۲۰۰۷؛ متایر و همکاران، ۲۰۰۸؛ بتیستل و همکاران،۲۰۱۸). اگرچه که تاثیر این اسیدهای آمینه پوشش دار بر تولید شیر در بخشی از مطالعات انجام شده مشاهده نشد (سوکا و همکاران،۲۰۰۵؛ اورت وی، ۲۰۰۹؛ اوزاریو، ۲۰۱۳). احتمالا تفاوت در نتایج آزمایشات مختلف در خصوص اسیدهای آمینه محدود کننده پوشش دار به ویژه متیونین تحت تاثیر خوراک پایه، شرایط مدیریتی گله، شرایط تولید حیوان و منطقه جغرافیایی است (تولد و همکاران، ۲۰۲۰). نویسندگان مزبور در مطالعه ای از ۴۷۰ راس گاو شیری هلشتاین در دو دانشگاه کورنل و ویسکانزین استفاده کردند. آن ها از متیونین پوشش دار در دوره انتقال به صورت جزیی از خوراک روزانه استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که پاسخ حیوانات نسبت به اسیدآمینه اضافه شده به خوراک کاملا تحت تاثیر شرایط نگهداری و محل پرورش حیوان قرار می گیرد.

این نتایج ضرورت استفاده از شاخص اسیدهای آمینه ایده آل در تغذیه گاوهای شیری را به عنوان یک نیاز تغذیه ای مطرح می نماید. اگرچه که سامانه های نوین امروزه هنوز قادر به ارائه الگوی مناسب برای حل این مشکل نمی باشند. لذا همچنان که کمیته علمی NRC مطرح کرده است، اگرچه که نمی توان از اطلاعات مربوط به ضرورت اسیدهای آمینه در پروتئین قابل متابولیسم استفاده نمود (شوآب و برودریک، ۲۰۱۷)، اما متخصصین تغذیه گاوهای شیری می باید همواره نسبت ایده آل اسیدهای آمینه به ویژه متیونین، لیزین، آرژنین، سیستین، هیستدین، لوسین و ایزولوسین را مدنظر قرار دهند.

در خاتمه می توان چنین جمع بندی نمود اگرچه که در طی سالیان اخیر پیشرفت های قابل ملاحظه ای در ارزش گذاری پروتئین خوراک برای تولید پروتئین شیر به وجود آمده است (فتحی و همکاران، ۲۰۰۷) اما هنوز چالش های تاثیرگذار در مدل های مربوط به تعیین نیازهای حیوان و تامین آن ها از طریق پروتئین خوراک وجود دارد. مدل های موجود عمدتا براساس پروتئین قابل متابولیسم شکل گرفته است، بنابراین حفره های مربوط به چگونگی تامین اسیدهای آمینه به منظور رفع نیازهای حیوان همچنان وجود دارد. از سوی دیگر توجه به کاهش هزینه ها و بهبود بهره وری از پروتئین خوراک برای تولید پروتئین شیر به عنوان یک ضرورت تغذیه ای پیش روی متخصصین تغذیه گاوهای شیری است. بنابراین در سامانه های نوین بایستی موارد ذیل در اقلام خوراکی مورد استفاده در جیره گاوهای شیرده مورد توجه قرار می گیرد:

۱) غلظت نیتروژن غیرپروتئینی و نسبت آن به پروتئین خام خوراک
۲) توازن بین پروتئین قابل تجزیه شکمبه ای و پروتئین عبوری قابل هضم در روده باریک
۳) سوخت–ساز پروتئین در شکمبه و عوامل تاثیرگذار بر نرخ لحظه ای آن
۴) ارتباط بین ضریب بازدهی نیتروژن با پروتئین میکروبی در داخل شکمبه
۵) نحوه کاربرد شاخص همزمانی
۶) ارتباط بین بازدهی انرژی در شکمبه و سوخت–ساز نیتروژن
۷) بازدهی تولید پروتئین میکروبی
۸) هضم پس از شکمبه ای پروتئین (هضم در روده باریک در مقابل تخمیر در روده بزرگ)
۹) غلظت و الگوی اسیدهای آمینه ضروری وارد شده به روده باریک و چگونگی ضریب استفاده از آن ها در حیوان میزبان
۱۰) نرخ تخمیر پروتئین در روده بزرگ و تاثیر آن بر بروز التهاب و نارسایی های گوارشی
۱۱) غلظت و نسبت اسیدهای آمینه محدود کننده

منابع:

Arriola Apelo, S. I, A. L. Bell, K. Estes, J. Ropelewski, M. J. de Veth, and M. D. Hanigan. 2014a. Effects of reduced dietary protein and supplemental rumen-protected essential amino acids on the nitrogen efficiency of dairy cows. J. Dairy Sci. 97:5688–5699.

Arriola Apelo, S. I., J. R. Knapp, and M. D. Hanigan. 2014b. Invited review: Current representation and future trends of predicting amino acid utilization in the lactating dairy cow. J. Dairy Sci. 97:4000–4017.

Arriola Apelo, S. I., L. M. Singer, X. Y. Lin, M. L. McGilliard, N. R. St-Pierre, and M. D. Hanigan. 2014c. Isoleucine, leucine, methionine, and threonine effects on mammalian target of rapamycin signaling in mammary tissue. J. Dairy Sci. 97:1047–1056.

Batistel, F., J. M. Arroyo, C. I. M. Garces, E. Trevisi, C. Parys, M. A. Ballou, F. C. Cardoso, and J. J. Loor. 2018. Ethyl-cellulose rumen-protected methionine alleviates inflammation and oxidative stress and improves neutrophil function during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 101:480–490.
Brosnan, J. T., M. E. Brosnan, R. F. P. Bertolo, and J. A. Brunton. 2007. Methionine: A metabolically unique amino acid. Livest. Sci. 112:2–7.
Danesh Mesgaran, M. and M. D. Stern. 2005. Ruminal and post-ruminal protein disappearance of various feeds originating from Iranian plats varieties determined by the in situ mobile bag technique and alternative methods. Anim Feed Sci Technol. 18:31–46.
Danesh Mesgaran, M. J. R. Jafari, and S. Danesh Mesgaran. 2013. Milk production, milk fatty acid composition, and blood biochemical parameters of Holstein dairy cows fed whole or ground flaxseed instead of extruded soybeans in the first. Iran J Vet Res.13:340, 203-209.
Danesh Mesgaran, M. P. Kheirandish, E. Parand, and A. R. Vakili. 2015. Using DVE/OEB System to Predict Protein Value of Soybean Meal, Yasmino Max® and Fishmeal for Ruminants. The 16 th AAAP Congeress.
Dehghan-Banadaky, M. H. Amanlo, A. Nikkhah, and M. Danesh-Mesgaran. 2011. Rumen and post-abomasal disappearance in lactating cows of amino acids and other components of barley grain treated with sodium hydroxide, formaldehyde or urea. Anim Feed Sci Tech. 142:3-4, 306-316.
Dong, X., Z. Zhou, B. Saremi, A. Helmbrecht, Z. Wang, and J. J. Loor. 2018. Varying the ratio of Lys:Met while maintaining the ratios of Thr:Phe, Lys:Thr, Lys:His, and Lys:Val alters mammary cellular metabolites, mammalian target of rapamycin signaling, and gene transcription. J. Dairy Sci. 101:1708–1718.
Eyni, B. M. Danesh Mesgaran, A. R. Vakili, and R. Valizadeh. 2018 a. In vitro yield of microbial-n from fermentation of glucogenic and lipogenic diets provided by different sources of rumen degradable amino acids. Vet. Sci. Technol 8:4-10.
Eyni, B. M. Danesh Mesgaran, A. R. Vakili, and R. Valizadeh. 2018b. Effect of varying sources of energy and protein in glucogenic and lipogenic dairy diets on in vitro rumen microbial nitrogen yield and duodenal utilizable crude protein. Transylvanian Review 26:28.
Falahatizow, J. M. Danesh Mesgaran, A. R. Vakili, A. M. Tahmasbi, and M. R. Nazari. 2018. The estimation of ruminal protein degradation parameters of various feeds using in vitro modified gas production technique. Iran J Vet Res. 16:1, 47.
Falahatizow, J. M. Danesh Mesgaran, A. R. Vakili, M. Kafi, and M. D. Stern. 2019. In vitro Utilizable Crude Protein at the Duodenum of Dairy Cows of Various Ecotypes of Kochia scoparia Fertilized with Nitrogen. Iran J Appl Anim Sci. 9:3, 409-418.
Faramarzi-Garmroodi, A. M. Danesh Mesgaran, and A. R. Vakili. 2016. In vitro Estimation of Microbial Nitrogen Production and Ruminal Fermentation Responses to Levels and Applying Duration of a Commercial Enzyme Mixture. 6:1, 87-93.
Fathi Nasri, M. H. M. Danesh Mesgaran, and E. Kebreab. 2009. Past peak lactational performance of Iranian Holstein cows fed raw or roasted whole soybeans. Can J Anim Sci. 87:3, 441-447.
Gu, X., J. M. Orozco, R. A. Saxton, K. J. Condon, G. Y. Liu, P. A. Krawczyk, S. M. Scaria, J. W. Harper, S. P. Gygi, and D. M. Sabatini. 2017. SAMTOR is an S-adenosylmethionine sensor for the mTORC1 pathway. Science 358:813–818.
Jahani, A. H. M. Danesh Mesgaran, R. Valizadeh, and M. H. Nasiri. 2013. Comparison of in vivo with in situ mobile bag and three step enzymatic procedures to evaluate protein disappearance of alfalfa hay and barley grain. Iran J Vet Res. 10:328, 260-266.
Khatibi Shahri, A. M. Danesh Mesgaran, and D. Zahmatkesh. 2018. Rumen fermentation responses to dairy diets differing in protein degradation potential and processed barley grain. Iran J Appl Anim Sci. 8:4, 575-582.
Khatibi Shahri, A. M. Danesh Mesgaran, and D. Zahmatkesh.2019. Effect of feeding of various types of soybean meal and differently processed barley grain on performance of high producing lactating Holstein dairy cows. Iran J Appl Anim Sci. 9:4, 625-633.
Khezri, A. K. Rezayazdi, M. Danesh Mesgaran, and M. Moradi-Sharbabk. 2007. Effect of different rumen-degradable carbohydrates on rumen fermentation, nitrogen metabolism and lactation performance of Holstein dairy cows. Asian Australas J Anim Sci. 22:5, 651-658.
Lean, I. J., M. B. de Ondarza, C. J. Sniffen, J. E. P. Santos, and K. E. Griswold. 2018. Meta-analysis to predict the effects of metabolizable amino acids on dairy cattle performance. J. Dairy Sci. 101:340–364.
Malekjahani F. M. Danesh Mesgaran , A. Vakili, M. Sadeghi, and P. Yu. 2017. A novel approach to determine synchronization index of lactating dairy cow diets with minimal sensitivity to random variations. Anim. Feed Sci. Technol. 225, 143-156.
Métayer, S., I. A. Seiliez, A. Collin, S. Duchêne, Y. Mercier, P. A. Geraert, and S. Tesseraud. 2008. Mechanisms through which sulfur amino acids control protein metabolism and oxidative status. J. Nutr. Biochem. 19:207–215.
Nasiri, M. H. F. M. Danesh Mesgaran, A. Nikkhah, R. Valizadeh, and E. Kebreab. 2007. Effect of raw or roasted whole soybeans on early lactational performance and ruminal and blood metabolites in Iranian cows. J Agric Sci. 145:5, 529-537.

Ordway, R. S., S. E. Boucher, N. L. Whitehouse, C. G. Schwab, and B. K. Sloan. 2009. Effects of providing two forms of supplemental methionine to periparturient Holstein dairy cows on feed intake and lactational performance. J. Dairy Sci. 92:5154–5166.
Osorio, J. S. P. Ji, J. K. Drackley, D. Luchini, and J. J. Loor. 2013. Supplemental Smartamine M or MetaSmart during the transition period benefits postpartal cow performance and blood neutrophil function. J. Dairy Sci. 96:6248–6263
Osorio, J. S., E. Trevisi, P. Ji, J. K. Drackley, D. Luchini, G. Bertoni, and J. J. Loor. 2014. Biomarkers of inflammation, metabolism, and oxidative stress in blood, liver, and milk reveal a better immunometabolic status in peripartal cows supplemented with Smartamine M or MetaSmart. J. Dairy Sci. 97:7437–7450.
Parand, E. A. R. Vakili, M. Danesh Mesgaran, G. Duinkerken, and P. Yu. 2015. Truly Absorbed Microbial Protein Synthesis, Rumen Bypass Protein, Endogenous Protein, and Total Metabolizable Protein from Starchy and Protein-Rich Raw Materials: Model Comparison and Predictions. J. Agric. Food Chem. 63:6518−6524.
Parand, E. S. A. R. Vakili, and M. Danesh Mesgaran. 2016. Rumen degradability and model prediction of nutrient supply to ruminants from different processed soybean meals. Iran J Appl Anim Sci. 6:2, 277-284.
Pate, R. T., D. Luchini, M. R. Murphy, and F. C. Cardoso1. 2020. Effects of rumen-protected methionine on lactation performance and physiological variables during a heat stress challenge in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 103:2800–2813.
Pirzadeh Naeiny, A. M. Danesh Mesgaran, A. R. Vakili, and H. Ebrahimi. 2019. Milk Production and Composition, and Intake of Holstein Lactating Cows Fed Diets with Partial Substitution of Soybean Meal with Flaked Field Pea. Iran J Appl Anim Sci. 9:1, 45-50.
Plaizier, J. C, M. DaneshMesgaran, H. Derakhshani, H. Golder, E. Khafipour, J.L. Kleen, I. Lean, J. Loor, G. Penner, and Q. Zebeli. 2018. Review: enhancing gastrointestinal health in dairy cows. Animal. 12:399–418.
Schwab, C. G. and Broderick, G. A. 2017. A 100-Year Review:Protein and amino acid nutrition in dairy cows. J. Dairy Sci. 100:10094–10112.
Sinclair, K. D., P. C. Garnsworthy, G. E. Mann, and L. A. Sinclair. 2014. Reducing dietary protein in dairy cow diets: implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. Animal, 8:262–274.
Socha, M. T., D. E. Putnam, B. D. Garthwaite, N. L. Whitehouse, N. A. Kierstead, C. G. Schwab, G. A. Ducharme, and J. C. Robert. 2005. Improving intestinal amino acid supply of pre- and postpartum dairy cows with rumen-protected methionine and lysine. J. Dairy Sci. 88:1113–1126.
Taghizadeh, A. M. Danesh Mesgaran, R. Valizadeh, and F. Eftekhar Shahroodi, F. Stanford. 2005. Digestion of feed amino acids in the rumen and intestine of steers measured using a mobile nylon bag technique. J. Dairy Sci., 88:1807-1814.
Toledo, M. Z. M. L. Stangaferro, R. S. Gennari, R. V. Barletta, M. M. Perez, R. Wijma, E. M. Sitko, G. Granados, M. Masello, M. E. Amburgh, D. Luchini, J. O. Giordano, R. D. Shaver, and M. C. Wiltbank. 2020. Effects of feeding rumen-protected methionine pre- and postpartum in multiparous Holstein cows: Lactation performance and plasma amino acid concentrations. J Dairy Sci 104.
Toledo, M. Z., M. L. Stangaferro, R. S. Gennari, R. V. Barletta, M. M. Perez, R. Wijma, E. M. Sitko, G. Granados, M. Masello, M. E. Van Amburgh, D. Luchini, J. O. Giordano, R. D. Shaver, and M. C. Wiltbank. 2021. Effects of feeding rumen-protected methionine pre- and postpartum in multiparous Holstein cows: Lactation performance and plasma amino acid concentrations. J. Dairy Sci. 104:7583–7603.
Van Amburgh, M. E. E. A. Collao-Saenz, R. J. Higgs, D. A. Ross E. B. Recktenwald, E. Raffrenato, L. E. Chase, T. R. Overton, J .K. Mills, A. Foskolos. 2015. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: Updates to the model and evaluation of version 6.5. J Dairy Sci. 98:6361-6380.
Van Duinkerken, G. M. Blok, A. Bannink, J. Cone, J. Dijkstra, A. Van Vuuren, and S. Tamminga. 2011. Update of the Dutch protein evaluation system for ruminants: the DVE/OEB2010 system. J. Agric. Sci. 149:351−367.
Volden, H. (ed). 2011. NorFor - The Nordic feed evaluation system. European Association for Animal Production Book 130. Wageningen Academic Publishers.

Modern protein evaluation for milk production

M Danesh Mesgaran and F Mohammadi
Dept. animal science, faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
* Corresponding Author's Email: danesh@um.ac.ir

Abstract

During last decades, significant progress has been made in understanding the protein and amino acid (AA) nutrition of dairy cows. The component and role of metabolizable protein (MP) appears to be understood, as is the carrier of amino acids (AA) for host animal. It has been shown that ammonia and AA which are released from feed protein degradation in the rumen used for bacterial protein synthesis, while there should be enough amount of carbohydrates. Therefore, adequate rumen nitrogen level together with rumen fermentable carbohydrates may optimize microbial protein synthesis. This evident is the main hypothesis to develop the modern feed protein evaluation for dairy cows. All new systems accept that MP flowing to the small intestine is a high-quality protein for dairy cows because of apparent high digestibility and good AA composition. These systems use different methods to quantify rumen outflows of microbial protein and rumen-undegraded feed protein. The methods are now a main challenge among the modern feed evaluation systems used to determine the nutritional value of MP and to develop nutritional models and evaluate their predictive ability. Lysine and methionine have been identified as the first limiting amino acids: recently rumen-protected forms of lysine and methionine are available for ration supplementation. However, the role of branched-chain AA in the expression of B-casein in the cow mammalian cells has been considered. Therefore, guidelines for protein feeding should change from simple MP model to more complex nutrition models that are designed to predict supplies and requirements for rumen nitrogen and intestinally absorbable AA. Such feeding models may help the producers for feeding lower protein diets, while increasing the AA utilization for milk protein synthesis.

Keywords: Protein, amino acid, milk