

بررسی تأثیر افزودن برخی از اسیدهای آمینه ضروری بر سلامتی و عملکرد گوساله‌های شیرخوار

مینو نیرومند^۱، کامران رضایزدی^{۲*} و مهدی گنج‌خانلو^۳

^۱ دانش آموخته دکتری تغذیه نشخوارکنندگان، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲ استاد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۳ دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران

دریافت: ۱۳۹۸/۹/۱۷

پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۶

چکیده

از آن جا که پروتئین گران‌ترین ماده‌ی مغذی در میان اقلام خوراکی است، دامپروری پایدار برای تولید محصولات با کیفیت و اقتصادی، بستگی به حد مطلوب اسیدهای آمینه در تنظیم جیره دارد. مطالعه‌ی حاضر به منظور بررسی تأثیر افزودن اسیدهای آمینه در استارتر با سطح پروتئین خام متوسط و مقایسه‌ی آن با استارتر دارای سطح پروتئین خام بالاتر بدون اسید آمینه اضافه انجام شد. برای این منظور ۴۸ گوساله هلشتاین نر و ماده از ۳ روزگی تحت چهار تیمار آزمایشی قرار گرفتند و مطالعه در ۷۰ روزگی پایان یافت. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) ۱۸ درصد پروتئین خام در استارتر به علاوه ۲۰ درصد لیزین و متیونین بالاتر، (۲) ۱۸ درصد پروتئین خام در استارتر به علاوه ۲۰ درصد لیزین و متیونین و (۳) ۱۸ درصد پروتئین خام در استارتر به علاوه ۲۰ درصد لیزین، متیونین و ترئونین بالاتر و (۴) ۲۲ درصد پروتئین خام بدون اسید آمینه اضافه بود. در کل دوره آزمایش و نیز قبل از شیرگیری، گوساله‌ها در تیمار ۱ مصرف استارتر بالاتری داشتند. نتایج این مطالعه نشان داد که گوساله‌های تغذیه شده با سطح بالاتر پروتئین خام، بازده خوراک بالاتری داشتند. افزایش وزن روزانه و وزن نهایی نیز بین تیمارهای آزمایشی متفاوت نبود. تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های خونی نداشتند. در پایان آزمایش، گوساله‌های تغذیه شده با سطح بالاتر پروتئین خام بدون اسید آمینه‌ی اضافه (تیمار ۴)، سطح اوره سرمی بالاتری داشتند. گوساله‌های تغذیه شده با ۲۰ درصد اسید آمینه‌های لیزین، متیونین و ترئونین بیشتر، روزهای ابتلا به اسهال و دمای بدن کمتری داشتند. به طور کلی، افزودن اسیدهای آمینه لیزین، متیونین و ترئونین، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های ایمنی خون نداشت. اما پروتئین خام با سطح متوسط در استارتر به طور کارآمدتری نسبت به پروتئین با سطح بالاتر مورد استفاده قرار گرفت.

کلمات کلیدی: استارتر، ایمنی، ترئونین، لیزین، متیونین

مقدمه

پرورش تلیسه‌های جایگزین، چه به شکل مرسوم و چه به شکل ارگانیک، سرمایه‌گذاری بزرگی برای یک گله است. بنابراین تغذیه اولیه گوساله‌ها برای داشتن گله‌ای سودآور و ماندگاری بیشتر گاوهای شیری در گله بسیار

*نویسنده مسئول: کامران رضایزدی، استاد گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران

E-mail: rezayazdi@ut.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

متیونین + سیستئین به لیزین برابر با ۰/۵۴ و نسبت ترئونین به لیزین کمتر از ۰/۶۰، نیاز گوساله‌های شیرخوار به اسیدهای آمینه تأمین می‌گردد.

لی و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که مکمل‌های اسیدهای آمینه در جیره‌ی حیوانات و انسان، وضعیت ایمنی را بهبود بخشیده و در نتیجه شیوع بیماری و مرگ و میر کاهش می‌یابد (Li et al. 2007). بیماری‌هایی که غالباً گوساله‌ها را مبتلا می‌کند اسهال، عفونت بند ناف، پنومونی و سپتی سمی است که علاوه بر ایجاد علائم بالینی منجر به تغییراتی در سلول‌های خونی خواهد شد (Fernando et al. 2012). اکثر مطالعات برای برآورد نیاز گوساله‌ها به اسیدهای آمینه، در گوساله‌هایی انجام شده است که تنها با شیر و نه استارتر یا علوفه تغذیه می‌شدند (Wang et al. 2012). لذا هدف از مطالعه‌ی حاضر، بررسی تأثیر افزودن اسیدهای آمینه به استارتر گوساله‌های شیرخوار با استارتر دارای پروتئین خام پایین‌تر در مقایسه با استارتر دارای پروتئین خام بالاتر بدون اسید آمینه بود.

مواد و روش کار

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۱۲ تکرار، در مجموع ۴۸ گوساله با میانگین و انحراف معیار وزن بدو ورود به طرح $41/49 \pm 0/45$ کیلوگرم انجام گرفت. گوساله‌ها پس از تولد وزن‌کشی و به آغوزخانه منتقل شده و با آغوز با کیفیت، به میزان ۱۰ درصد وزن بدن در ۸ ساعت اول و سپس شیر انتقالی تا سه روز تغذیه شدند. در روز سوم مجدداً وزن‌کشی شده و یک نمونه خون جهت سنجش پروتئین تام سرم گرفته و به آزمایشگاه ارسال شد. گوساله‌هایی که سطح پروتئین سرم آن‌ها برابر یا بیش از ۶ گرم/دسی‌لیتر بود، در طرح ماندند. به دلیل محدودیت زمانی، همه گوساله‌ها از یک جنسیت انتخاب نشدند. در هر تیمار از ۶ گوساله نر و ۶ گوساله ماده استفاده شد. تیمارها (جیره‌های) آزمایشی به شکل زیر بود:

حیاتی است (Soberon 2012). موجودات زنده به مواد مغذی برای نگهداری و رشد نیاز دارند. نیاز نگهداری، انرژی مورد نیاز برای زنده ماندن دام است که البته انرژی مورد نیاز برای حفظ دمای بدن، پاسخ ایمنی و تنش‌های ناشی از حمل و نقل و محیط را نیز شامل می‌شود. برای به حداکثر رساندن سنتز پروتئین بافتی در دوره رشد، گوساله به پروتئین با کیفیت مناسب و انرژی کافی برای استفاده مطلوب از اسیدهای آمینه جذب شده نیاز دارد. اسید آمینه‌های جذب شده از طریق روده‌ی کوچک، برای استفاده به کبد منتقل می‌شوند یا به بافت‌های مختلف جهت رشد انتقال پیدا می‌کنند (Erickson and Kalscheur 2020).

سلامتی، رشد و سودآوری پرورش گوساله به میزان بالایی وابسته به شیوه‌های تغذیه و مدیریت صحیح است (Tahmasbi et al. 2014). نتایج یک سری از مطالعات نشان می‌دهد که ترکیب بدنی گوساله‌های هلشتاین می‌تواند توسط جیره تغییر کند و احتیاجات مواد مغذی گوساله جوان به خوبی مشخص نشده است (Diaz et al. 2001, Tikofsky et al. 2001). جایگزین شیر استاندارد و میزان تغذیه‌ی آن مطابق با برچسب محصول، مواد مغذی کافی برای گوساله جهت رسیدن به توان بالقوه‌ی رشدش را فراهم نمی‌کند. کمبود تغذیه‌ای همچنین روی عملکرد ایمنی و حساسیت در برابر بیماری‌های عفونی تأثیر می‌گذارد. تغذیه، عامل تعیین‌کننده‌ی حیاتی برای پاسخ ایمنی است و توازن پروتئین-انرژی بر ایمنی وابسته به سلول، تولید سیتوکین، سیستم کامپلیمان، عملکرد فاگوسیتوز و مقدار آنتی‌بادی IgA ترشحی تأثیر می‌گذارد (Nonnecke et al. 2003).

گوساله‌های شیرگیری نشده تحت تنوعی از برنامه‌های تغذیه‌ای با دامنه‌ی وسیعی از شرایط نگهداری و محیطی پرورش می‌یابند (Kertz et al. 1979). مطالعات انجام شده در مورد نیاز گوساله‌های شیرخوار به اسیدهای آمینه محدود است. در مطالعه انجام شده توسط Hill و همکاران (۲۰۰۸)، عنوان شده است که با دریافت ۱۷ گرم لیزین در روز و حفظ نسبت متیونین به لیزین برابر با ۰/۳۱، نسبت

جیره ۱: ۱۸ درصد سطح پروتئین خام در استارتر به علاوه ۲۰ درصد لیزین و ۲۰ درصد متیونین بیشتر

جیره ۲: ۱۸ درصد سطح پروتئین خام در استارتر به علاوه ۲۰ درصد متیونین، ۲۰ درصد لیزین بیشتر و ۱۰ درصد ترئونین بیشتر

جیره ۳: ۱۸ درصد سطح پروتئین خام در استارتر به علاوه ۲۰ درصد متیونین، ۲۰ درصد لیزین بیشتر و ۲۰ درصد ترئونین بیشتر

جیره ۴: ۲۲ درصد سطح پروتئین خام در استارتر بدون هیچ اسید آمینه اضافه

گوساله‌ها از سه روزگی تا دو هفته بعد از شیرگیری، یعنی ۷۰ روزگی جیره‌ی آزمایشی را دریافت کردند. ترکیب مواد خوراکی تشکیل دهنده‌ی استارتر و نیز ترکیب مواد مغذی آن در Table 1 آمده است. در ماه اول، استارتر به تنهایی در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت و از ماه دوم، ۱۰ درصد یونجه به شکل سرک به جیره‌ها اضافه شد تا به رشد و توسعه‌ی شکمبه کمک کند. گوساله‌ها تا انتهای طرح در جایگاه‌های انفرادی قرار داشتند. ابعاد جایگاه $2/5 \times 1/2$ متر بود و بستر آن از ماسه تشکیل می‌شد و هر ۲۴ یا ۴۸ ساعت یک بار، در صورت لزوم اضافه می‌گردید. قبل از شروع آزمایش، جیره پایه در کارخانه خوراک دامداری ساخته شد و یک نمونه از آن اخذ و به آزمایشگاه تخصصی کاربرد پرتوها متعلق به سازمان انرژی اتمی تهران برای تعیین سطح متیونین و لیزین با استفاده از روش پیکوتنگ HPLC ارسال گردید (White et al. 1986) و سطح اضافه‌ی متیونین، لیزین و ترئونین (۱۰ و ۲۰ درصد بالاتر) مطابق با نتیجه‌ی آزمایشگاه به جیره اضافه شد. مقادیر مساوی شیر مورد تغذیه‌ی همه‌ی گوساله‌ها قرار گرفت. قابل ذکر آن که، لیزین مورد استفاده، لیزین پوشش‌دار با نام تجاری LysiPEARL ساخت شرکت Kemin، متیونین به کار رفته،

متیونین پوشش‌دار با خلوص ۷۴ درصد با نام تجاری Samrtmaine M ساخت شرکت Adisseo و ترئونین به کار گرفته شده، محافظت نشده، تهیه شده به روش تخمیری، ساخت شرکت Evonic با نام تجاری ThreAmino و میزان خلوص ۹۸/۵ درصد بود. جدول، اقلام جیره و ترکیب شیمیایی به دست آمده از نرم افزار جیره‌نویسی را نشان می‌دهد.

مصرف استارتر هر روز صبح اندازه‌گیری می‌شد. گوساله‌ها در ۱، ۳، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵، ۴۲، ۴۹، ۵۶، ۶۳ و ۷۰ روزگی مطالعه وزن‌کشی شدند. متوسط افزایش وزن روزانه و بازدهی مصرف خوراک (کیلوگرم وزن بدن/کیلوگرم کل ماده‌ی خشک مصرفی) برای قبل و بعد از شیرگیری و کل دوره‌ی مطالعه محاسبه شد. نمونه‌های خون از سیاهرگ دمی با استفاده از لوله‌ی خلاء در روزهای ۳۰ و ۷۰ مطالعه اخذ گردید.

کراتینین و اوره سرم توسط روش رنگ سنجی آنزیمی با استفاده از کیت تجاری متعلق به شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. IgG سرم مطابق با روش کدورت سنجی با استفاده از کیت تجاری پارس آزمون مورد سنجش قرار گرفت. پروتئین تام سرم به روش فتومتری اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های خوراک به صورت هفتگی از همه‌ی جیره‌ها گرفته شده، به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد در آون خشک و مقدار پروتئین خام آن به روش کلدال اندازه‌گیری شد. دو نمونه شیر از مخزن در دو روز متوالی با فاصله‌ی دو هفته اخذ گردید و در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد در لوله‌های دارای دی کرومات پتاسیم برای سنجش توسط دستگاه میکواسکن FT2 ساخت کشور دانمارک نگهداری می‌شد. میزان کل مواد جامد شیر برای محاسبه‌ی کل ماده‌ی خشک مصرفی استفاده شد.

Table 1: Ingredients, energy and nutrient composition of experimental diets fed to dairy calves

Feedstuffs, %	Diet 1 (CP 18%, 20% lys, 20% met, no thr)	Diet 2 (CP 18%, 20% lys, 20% met, 10% thr)	Diet 3 (CP 18%, 20% lys, 20% met, 20% thr)	Diet 4 (CP 22%, no AA)
Corn grain	61.294	61.242	61.189	49.8
Soybean meal	23.9	23.9	23.9	35.95
Soybean seed	5	5	5	5
Fat Supplement ¹	2.95	2.95	2.95	2.75
Di- Calcium phosphate	2	2	2	2
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
Sodium bicarbonate	1	1	1	1
Mineral Supplement ²	1.5	1.5	1.5	1.5
Vitamin Supplement ³	1.5	1.5	1.5	1.5
Added Methionine ⁴	0.016	0.016	0.016	0
Added Lysine ⁵	0.340	0.340	0.340	0
Added Threonine ⁶	0	0.052	0.105	0
Chemical composition of the diets				
Crude Protein (%)	18.21	18.21	18.05	21.85
ME (Mcal/kg)	3.13	3.13	3.13	3.15
NEG (Mcal/kg)	1.48	1.48	1.48	1.47
NEM (Mcal/kg)	2.07	2.07	2.07	2.06

AA= Amino acid; met=methionine; lys= lysine; thr= threonine; ME = metabolizable energy; NEG= net energy for growth; NEM= net energy for maintenance

¹ Contained stearic acid, 5% of DM; palmitic acid, 30% of DM; oleic acid, 11% of DM; linoleic acid, 50% of DM; and linolenic acid, 4% of DM.

² Contained (mg/kg) Co, 100; Cu, 4,290; I, 200; Mn, 10,000; Zn, 20,000; Mg, 67,500; and Ca, 240,000.

³ Contained (IU/kg) vitamin A, 1,300,000; vitamin D, 360,000; and vitamin E, 12,000.

⁴ Rumen protected methionine, Smartamine M brand name, manufactured by Adisseo co. with 74% purity

⁵ Rumen protected lysine, LysiPearl brand name, manufactured by Kemin Co. with 50% purity

⁶ Non-protected threonine, ThreAmino brand name, manufactured by Evonic Co. with 98.5% purity

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. به منظور کنترل اثر دو متغیر وزن اولیه و تعداد شکم زایش مادر بر پارامترهای اندازه‌گیری شده، دو متغیر مذکور به عنوان کواریت (مداخله‌گر) در آزمایش در نظر گرفته شده و میانگین‌های تصحیح شده بر مبنای حذف اثرات این عوامل محاسبه گردید. متغیر جنس گوساله‌ها نیز در مدل به عنوان متغیر کنترلی در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم‌افزار SAS ورژن ۹/۴ انجام شد. میانگین‌های تصحیح شده با استفاده از دستور LS means در رویه Mixed نرم‌افزار SAS محاسبه شد (SAS Institute Inc., Cary, NC; version 9.4).

مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. سطح احتمال بین ۰/۰۵ و ۰/۱ به عنوان تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد. فراسنجه-های مورد اندازه‌گیری در این آزمایش برای صفات مصرف استارت، متوسط افزایش وزن بدن روزانه و بازده مصرف خوراک به ۳ دوره تقسیم شدند (قبل از شیرگیری، بعد از شیرگیری و کل دوره). مدل آماری مورد استفاده در این آزمایش به صورت ذیل است: $Y_{ijk} = \mu + S_i + T_j + \beta(X_k - X) + e_{ijk}$ Y_{ijk} = مشاهده زام از تیمار i ام، μ = میانگین مشاهدات، S_i = جنس گوساله، T_j = اثر تیمار زام، $\beta(X_k - X)$ = پارامترهای کواریت و e_{ijk} = اشتباه آزمایشی

نتایج

مصرف خوراک

نتایج نشان داد که مطابق Table 2، اثر تیمارهای آزمایشی بر مصرف استارتر معنی‌دار بود ($P < 0.05$). نتایج مقایسه‌ی میانگین تیمارهای مختلف نشان داد گوساله‌هایی که با تیمار ۴ تغذیه شدند، پائین‌ترین مقدار مصرف استارتر را داشتند که میزان مصرف استارتر آن‌ها به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. همچنین نتایج نشان دادند که تفاوت میزان مصرف استارتر در سه تیمار ۱، ۲ و ۳، از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. همان طور که Table 2 نشان می‌دهد، مصرف استارتر قبل از شیرگیری نیز میان تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت ($P < 0.05$). بالاترین مصرف را گوساله‌هایی داشتند که با جیره دارای ۱۸ درصد پروتئین خام، ۲۰ درصد لیزین و ۲۰ درصد متیونین بیشتر تغذیه شدند. هر چند با تیمار ۲ و ۳ تفاوت معنی‌دار نداشتند. کمترین مصرف استارتر نیز مربوط به تیمار ۴، یعنی جیره دارای ۲۲ درصد پروتئین خام و بدون اسید آمینه بود. اما بعد از شیرگیری بین تیمارهای آزمایشی از نظر مصرف استارتر تفاوت معنی‌دار وجود نداشت ($P > 0.05$).

بازدهی مصرف خوراک

بین تیمارهای آزمایشی از نظر بازده مصرف خوراک در کل دوره آزمایش تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$) به طوری که کمترین بازده را گوساله‌هایی داشتند که ۱۸ درصد پروتئین خام با ۲۰ درصد اسید آمینه‌های لیزین، متیونین و ترئونین بیشتر دریافت کرده بودند. بیشترین بازده مصرف خوراک نیز در گوساله‌هایی مشاهده شد که استارتر با ۲۲ درصد پروتئین خام بدون اسید آمینه مصرف کرده بودند. قبل از شیرگیری، کمترین بازده را گوساله‌های تغذیه شده با ۲۲ درصد پروتئین خام بدون اسید آمینه داشتند ($P < 0.05$). بیشترین بازده نیز در تیمار ۱ (۱۸ درصد پروتئین خام، ۲۰ درصد لیزین و ۲۰ درصد متیونین بیشتر) مشاهده شد هر چند تفاوتی با تیمارهای ۲ و ۳ نداشتند.

همان طور که Table 2 نشان می‌دهد، بعد از شیرگیری گوساله‌های تغذیه شده با ۲۲ درصد پروتئین خام و بدون اسید آمینه، بیشترین بازده مصرف خوراک و گوساله‌های تغذیه شده با ۱۸ درصد پروتئین خام، ۲۰ درصد لیزین، ۲۰ درصد متیونین و ۲۰ درصد ترئونین بیشتر، کمترین بازده مصرف خوراک را داشتند ($P < 0.05$).

وزن بدن

مطابق Table 2، بین تیمارهای آزمایشی از نظر وزن شیرگیری تفاوت معنی‌دار وجود داشت به طوری که بالاترین وزن را گوساله‌های تیمار ۱ (تغذیه شده با ۱۸ درصد پروتئین خام، ۲۰ درصد لیزین و ۲۰ درصد متیونین بیشتر) داشتند ($P < 0.05$). کمترین وزن شیرگیری نیز مربوط به گوساله‌های تغذیه شده با ۲۲ درصد پروتئین خام و بدون اسید آمینه اضافه بود. بین تیمارهای آزمایشی از نظر وزن نهایی (در پایان آزمایش) تفاوت معنی‌دار آماری وجود نداشت ($P > 0.05$).

متوسط افزایش وزن روزانه

بین تیمارهای آزمایشی از نظر متوسط افزایش وزن روزانه (ADG) در کل دوره تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$) ولی قبل از شیرگیری تفاوت مشاهده شد ($P < 0.05$) به طوری که کمترین ADG را گوساله‌های تغذیه شده با ۲۲ درصد پروتئین خام بدون اسید آمینه داشتند. بیشترین ADG نیز در گوساله‌های تغذیه شده با ۱۸ درصد پروتئین خام و ۲۰ درصد لیزین و ۲۰ درصد متیونین بیشتر مشاهده شد. بعد از شیرگیری نیز همانند کل دوره آزمایش، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی از نظر متوسط افزایش وزن روزانه مشاهده نشد ($P > 0.05$).

پروتئین تام

همان طور که Table 3 نشان می‌دهد، میزان پروتئین تام بین تیمارهای آزمایشی نه در ۳۰ روزگی و نه در پایان آزمایش تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$).

آلبومین

میزان آلبومین سرم در ۳۰ روزگی و نیز در پایان آزمایش تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی نشان نداد ($P>0.05$).

روزهای ابتلا به اسهال

همان طور که Table 3 نشان می‌دهد، بین تیمارهای آزمایشی از نظر طول مدت ابتلا به اسهال تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P<0.05$) به طوری که گوساله‌های تغذیه شده با ۱۸ درصد پروتئین خام، ۲۰ درصد لیزین، متیونین و ترئونین بیشتر (تیمار ۳) کمترین مدت ابتلا به اسهال را داشتند و گوساله‌های تغذیه شده با ۲۲ درصد پروتئین خام بدون اسید آمینه اضافه، بیشترین مدت ابتلا به اسهال را داشتند.

IgG سرم

میزان IgG سرم نیز نه در ۳۰ روزگی و نه در پایان آزمایش بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار نشان نداد ($P>0.05$).

Table 2: Starter intake, ADG, feed efficiency and BW of dairy calves during 70 d fed with 8 diets differing in CP, lysine and methionine level

Traits	Diet 1 (CP 18%, 20% lys, 20% met, no thr)	Diet 2 (CP 18%, 20% lys, 20% met, 10% thr)	Diet 3 (CP 18%, 20% lys, 20% met, 20% thr)	Diet 4 (CP 22%, no AA)	SEM	P-Value
Average daily milk DMI, kg/d	0.575	0.575	0.575	0.575	-	-
Starter Intake (kg/d)						
Prewaning	0.484 ^a	0.408 ^a	0.440 ^a	0.223 ^b	0.057	0.0165
Postweaning	2.353	2.317	2.213	1.812	0.200	0.258
Overall	0.858 ^a	0.79 ^a	0.795 ^a	0.540 ^b	0.081	0.046
ADG (kg/d)						
Prewaning	0.684	0.659	0.676	0.570	0.034	0.0929
Postweaning	1.069	1.087	0.880	0.948	0.105	0.493
Overall	0.761	0.745	0.717	0.645	0.043	0.294
Feed Efficiency ¹						
Prewaning	0.858	0.790	0.795	0.540	0.046	0.080
Postweaning	0.527 ^{ab}	0.475 ^{ab}	0.43 ^{4b}	0.585 ^a	0.037	0.49
Overall	0.621 ^b	0.638 ^b	0.613 ^b	0.685 ^a	0.015	0.0071
Body Weight (kg)						
Weaning (d 56)	79.81	78.42	79.35	73.42	1.92	0.092
Final (d 70)	94.78	93.64	91.68	86.70	3.02	0.293

¹ Milk consumption is included.

a, b, c, d, e Means within a row with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$.

Table 3: Health measurement of dairy calves fed with 4 diets differing in CP, lysine and methionine level

Traits	Diet 1 (CP 18%, 20% lys, 20% met, no thr)	Diet 2 (CP 18%,20% lys, 20% met, 10% thr)	Diet 3 (CP 18%,20% lys, 20% met, 20% thr)	Diet 4 (CP 22%,no AA)	SEM	P-Value
30 days of age						
Total Protein, g/dL,	7.010	6.853	6.584	7.222	0.303	0.480
Albumin, mg/dl	2.999	2.952	2.875	3.368	0.129	0.064
IgG concentration, mg/dL	154.64	223.92	416.45	137.99	74.73	0.056
70 days of age						
Total Protein, g/dL,	7.750	7.458	7.754	7.234	0.165	0.111
Albumin, mg/dl	3.355	3.276	3.364	3.275	0.065	0.642
IgG concentration, mg/dL	162.52	178.08	362.93	177.96	86.79	0.359
Days suffering diarrhea	5.075 ^b	5.242 ^b	3.870 ^c	6.238 ^a	0.186	0.0001
Rectum temperature, C	38.827 ^a	38.630 ^b	38.540 ^b	38.893 ^a	0.046 ₇	0.0001

a, b, c, d, e Means within a row with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$.

دمای رکتوم

معنی‌دار وجود نداشت ($P > 0.05$) ولی در پایان آزمایش، گوساله‌های تغذیه شده با ۲۲ درصد پروتئین خام بدون اسید آمینه اضافه، بالاترین میزان اوره را داشتند و با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان دادند ($P < 0.05$). بین تیمارهای اول تا سوم تفاوتی وجود نداشت.

بین تیمارهای آزمایشی از نظر دمای رکتوم نیز تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$). گوساله‌های تغذیه شده با ۱۸ درصد پروتئین خام، ۲۰ درصد لیزین، متیونین و ترئونین بیشتر (تیمار ۳) کمترین دمای رکتوم و گوساله‌های تغذیه شده با ۲۲ درصد پروتئین خام بدون اسید آمینه اضافه بیشترین دمای رکتوم را داشتند.

کراتینین سرم

میزان کراتینین سرم مطابق Table 4، بین تیمارهای آزمایشی نه در ۳۰ روزگی و نه در پایان آزمایش تفاوت معنی‌دار نشان نداد ($P > 0.05$).

اوره سرم

همان طور که Table 4 نشان می‌دهد، بین تیمارهای آزمایشی از نظر میزان اوره‌ی خون در ۳۰ روزگی تفاوت

Table 4: Serum parameters of dairy calves fed with 4 diets differing in CP, lysine and methionine level

Traits	Diet 1 (CP 18%, 20% lys, 20% met, no thr)	Diet 2 (CP 18%,20% lys, 20% met, 10% thr)	Diet 3 (CP 18%,20% lys, 20% met, 20% thr)	Diet 4 (CP 22%,no AA)	SEM	P-Value
Urea, d 30 mg/dL	22.92	24.47	21.52	25.75	2.59	0.664
Creatinine, d 30 mg/dL	1.426	1.410	1.305	1.262	0.115	0.728
Urea, d 70 mg/dL	18.038 ^b	21.749 ^b	18.606 ^b	32.271 ^a	2.613	0.0076
Creatinine, d 70 mg/dL	1.091	1.079	1.094	1.052	0.085	0.984

a, b, c, d, e Means within a row with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$.

بحث

در مطالعه‌ی انجام شده توسط Hill و همکاران (۲۰۰۸)، مصرف استارتر و بازدهی مصرف خوراک با تغییر سطح ترئونین مصرفی تغییر نکرد که می‌تواند نشان دهد که ۱/۰۶ درصد ترئونین یا نسبت ترئونین به لیزین ۰/۴۵ کافی است. در مطالعه‌ی انجام شده توسط Doepel در سال ۲۰۱۶، محلول اسیدهای آمینه‌ای دارای اسید آمینه‌ی کامل یا دارای کمبود فنیل آلانین، ترئونین یا تریپتوفان به شیردان تزریق شد. تولید شیر و تولید پروتئین شیر با کمبود فنیل آلانین یا ترئونین و نه تریپتوفان کاهش یافت. مقدار سرخرگی فنیل آلانین، ترئونین و تریپتوفان با حذف متناظر آن‌ها کاهش یافت در حالی که مقادیر متابولیت‌هایی که به عنوان سوبسترای انرژی عمل می‌کنند، تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. جریان پلاسمایی پستان و دریافت پستانی چندین اسید آمینه در پاسخ به تیمارها تغییر کرد که نشان می‌دهد غده‌ی پستانی می‌تواند به تغییرات در تأمین مواد مغذی در تلاش برای به حداکثر رساندن ساخت شیر پاسخ دهد (Doepel 2016). این یافته با نتایج مطالعه‌ی فعلی از نظر عملکرد (وزن بدن و افزایش وزن روزانه) مغایرت دارد. زیرا تیمارهایی که ترئونین دریافت کرده بودند، عملکرد بالاتری نسبت به بقیه تیمارها نداشتند.

در مطالعه‌ی انجام شده توسط Morrison در سال ۲۰۱۷، طی یک دوره ۸ هفته‌ای، گوساله‌ها برای رشد و وضعیت سلامتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. به طور کلی، گوساله‌هایی که با پروتئین پلاسما در جایگزین شیر به علاوه اسیدهای آمینه تغذیه شدند، عملکردی همانند گوساله‌هایی داشتند که با جایگزین شیر استاندارد تغذیه شده بودند. با این حال، بدون ترئونین و ایزولوسین، گوساله‌هایی که سطح بالاتر پروتئین پلاسما دریافت کردند، عملکرد خوبی نداشتند که باز هم با نتایج مطالعه‌ی حاضر مغایرت دارد. اندازه‌گیری پروتئین کل در نشخوارکنندگان، جهت پیش‌بینی توازن ازت استفاده می‌شود. با کاهش سن، میزان پروتئین کل در تمام حیوانات افزایش می‌یابد. از جمله

مواردی که بر میزان پروتئین کل می‌تواند مؤثر باشد تنش، از دست دادن آب بدن و تغذیه است. زیرا از دست دادن آب بدن سبب کم شدن حجم سرم و تغلیظ آن شده و در نهایت باعث افزایش پروتئین کل می‌شود. تغذیه‌ی ناکافی پروتئین جیره‌ای و کاهش مصرف خوراک به هر علتی باعث کاهش میزان پروتئین کل سرم می‌شود (Tyler et al. 1998). میزان کل پروتئین سرم گوساله‌های جوان بین ۵۰ تا ۷۰ گرم بر لیتر و در حیوانات بالغ بین ۶۰ تا ۸۰ گرم بر لیتر متغیر است (Foster et al. 2006). در مطالعه‌ی حاضر تفاوتی بین میزان پروتئین کل بین تیمارها وجود نداشت. همچنین میزان پروتئین سرم در همه‌ی تیمارها در دامنه‌ی طبیعی قرار داشت که نشان دهنده‌ی دریافت پروتئین کافی از جیره است.

جذب پروتئین‌ها که به اسیدهای آمینه تجزیه می‌گردد، در روده‌ی کوچک انجام می‌گیرد. منبع اصلی پروتئین در نشخوارکنندگان سنتز میکروبی در شکمبه است. آلبومین پروتئینی در پلاسمای خون است که در کبد ساخته شده و بخشی دیگر در پروتئین‌های پلاسما به نام گلوبولین‌ها توسط سامانه‌ی ایمنی بدن تولید می‌شوند. آلبومین به عنوان حامل ۷۲ درصد از فعالیت اسمزی در پلاسما و به عنوان پروتئین حمل و نقل در فرآیند متابولیکی بدن فعالیت می‌کند. اندازه‌گیری غلظت پروتئین کل سرم و مقدار آلبومین و گلوبولین در تشخیص بیماری‌های متعدد و اختلال در عملکرد ارگان‌ها بسیار با اهمیت است (Klinkon et al. 2007). بین تیمارهای آزمایشی از نظر میزان آلبومین و ایمونوگلوبولین در مطالعه‌ی حاضر تفاوتی وجود نداشت که نشان می‌دهد تیمارهای آزمایشی تأثیری بر ایمنی گوساله‌ها به شکل تحت بالینی نداشته است.

Nonnecke و همکاران در سال ۲۰۰۳، اثر مصرف مواد مغذی بر عملکرد ایمنی گوساله‌های شیری را مورد بررسی قرار دادند. اگر چه تفاوت قابل توجهی در پاسخ ایمنی بین گوساله‌های تغذیه شده با مقدار جایگزین شیر معادل ۱/۴

درصد وزن بدن با جایگزین شیر دارای ۲۰ درصد پروتئین خام بر اساس ماده‌ی خشک دیده نشد، اما محققان بیان نمودند افزایش مصرف مواد مغذی، ممکن است ایمنی به واسطه‌ی سلولی را بهبود ببخشد. هورمون IGF1 نقش مهمی در رشد و تکثیر سلول‌ها از جمله توسعه‌ی سلول‌های لنفوسیت B دارد، به همین دلیل پیشنهاد شده پاسخ تکثیری لنفوسیت‌ها به محرک‌ها توسط IGF1 بهبود می‌یابد و در نتیجه ایمنی گوساله‌ها را بهبود می‌بخشد.

ترئونین دومین اسیدآمینه‌ی محدود کننده در خوک است که نقش مهمی در حفظ یکپارچگی موکوس روده و عملکرد آن ایفا می‌کند. افزودن اسید آمینه‌ی ترئونین به جیره، تولید آنزیم گوارشی را کاهش داده و نفوذپذیری شبکه‌ی پری سلولار روده را افزایش می‌دهد. بیشتر ترئونین جیره برای ساخت پروتئین موکوس روده به ویژه برای ساخت موسین استفاده می‌شود. به دلیل این که موسین توسط روده هضم و استفاده مجدد نمی‌شود، ترشح موسین روده‌ای، اتلاف خالص ترئونین را به همراه دارد (Mou et al. 2019). از آن جا که در مطالعه‌ی حاضر، گوساله‌های تغذیه شده با ۱۸ درصد پروتئین خام و ۲۰ درصد لیزین، متیونین و ترئونین (تیمار ۳) شیوع اسهال کمتری داشتند، لذا به نظر می‌رسد که ترئونین در گوساله‌های شیرخوار نیز بر سلامت روده مؤثر باشد. در مطالعه‌ی انجام شده توسط Salvati و همکاران (۲۰۱۵)، مخمر دارای ۲ درصد اسید آمینه‌ی ترئونین مورد تغذیه گاوهای شیری قرار گرفت. آنهایی که با این مخمر غنی شده تغذیه شدند، تنفس طبیعی‌تری داشتند ولی دمای رکتوم بین تیمارها متفاوت نبود. اما در مطالعه‌ی حاضر، گوساله‌هایی که اسید آمینه‌ی لیزین، متیونین و ترئونین دریافت کرده بودند، دمای رکتوم پایین‌تری داشتند. در مطالعه‌ی انجام شده توسط Kassube و همکاران (۲۰۱۷)، از روز هشتم تا چهاردهم مطالعه، به گاوها اسیدهای آمینه‌ی لیزین، متیونین و اسیدهای آمینه‌ی شاخه‌دار تزریق شد. تحت شرایط تنش گرمایی، گاوهایی که اسیدآمینه دریافت کرده بودند، دمای رکتوم و سرعت تنفس بالاتری در مقایسه با آنهایی که اسید آمینه دریافت

نکرده بودند، داشتند اما در شرایط دمایی خنثی، دمای رکتوم بین تیمارها متفاوت نبود که بر خلاف مطالعه‌ی حاضر است زیرا گوساله‌هایی که اسید آمینه دریافت کرده بودند، دمای رکتوم پایین‌تری داشتند. محققان بیان نمودند که مکانیسم تنظیم حرارت گاوهای تحت تنش گرمایی مختل شده بود زیرا سرعت تنفس و دمای داخل بدن بالاتری داشتند. همچنین با توجه به این که متابولیسم پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه اتلاف حرارتی بیشتری در مقایسه با متابولیسم چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها تولید می‌کند، با تزریق اسیدهای آمینه‌ی شاخه‌دار و لیزین و متیونین، تحت شرایط تنش گرمایی، دمای بدن افزایش بیشتری یافته بود (Kassube et al. 2017). در مطالعه‌ی حاضر، هر چند گوساله‌هایی که اسید آمینه دریافت کرده بودند، دمای بدن کمتری داشتند، ولی دمای بدن در همه‌ی تیمارها در دامنه‌ی فیزیولوژیک قرار داشت و گوساله‌ها تحت تنش گرمایی نبودند.

غلظت نیتروژن اوره‌ای پلاسما با مصرف پروتئین، کیفیت پروتئین و توسعه‌ی تخمیر شکمبه‌ای مرتبط است. همچنان که سیستم گوارشی بالغ می‌شود، مقدار نیتروژن اوره‌ای پلاسما بیشتر از گوساله‌های تازه متولد افزایش می‌یابد (Senevirathne et al. 2016). کراتینین در نتیجه‌ی متابولیسم اندوژن در ماهیچه ساخته می‌شود. کراتینین با ادرار دفع می‌شود؛ مقدار آن در سرم بستگی به تغذیه ندارد. از لحاظ تشخیصی، برای ارزیابی عملکرد سیستم گلوامرولی در کلیه‌ها اهمیت دارد ولی مقدار آن تنها در اثر آسیب جدی افزایش می‌یابد (Klinkon et al. 2007). در مطالعه‌ی انجام شده توسط Hill و همکاران (۲۰۰۸)، وقتی ترئونین به جایگزین شیر دارای شیر پس چرخ اضافه شد، پاسخی از نظر رشد، بازده خوراک یا میزان نیتروژن اوره‌ای مشاهده نشد که با مطالعه‌ی حاضر توافق دارد. اما در تضاد با تحقیق حاضر، در مطالعه‌ی انجام شده توسط Doepel و همکاران (۲۰۱۵)، میزان نیتروژن اوره سرم در گاوهایی که اسید آمینه به شیردان آن‌ها تزریق نشده بود، در مقایسه با آنهایی که اسید آمینه کامل تزریق شده بود، بالاتر بود که نتیجه‌گیری شد کمبود اسید آمینه برای ساخت پروتئین شیر وجود داشته

داشتند. اما میزان دفع نیتروژن ادراری بین تیمارهای آزمایشی متفاوت نبود. فراسنجه‌های ایمنی در سرم (پروتئین تام، ایمونوگلوبولین جی و آلبومین) تفاوت معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد ولی گوساله‌های تغذیه شده با ۲۰ درصد اسید آمینه‌های لیزین، متیونین و ترئونین بیشتر، روزهای ابتلا به اسهال و دمای بدن کمتری داشتند. به طور کلی، سطح متوسط پروتئین خام در استارتر با بازده بالاتری نسبت به سطح بالاتر پروتئین مورد استفاده قرار گرفت، ضمن این که افزودن اسیدهای آمینه، هزینه‌ی جیره را نسبت به سطح بالاتر پروتئین خام بدون اسید آمینه اضافه، کمتر افزایش داد.

است. در این مطالعه گوساله‌هایی که سطح بالاتر پروتئین خام بدون اسید آمینه دریافت کردند، اوره سرمی بالاتری داشتند که نشان می‌دهد پروتئین به طور کارآمد استفاده نشده است.

به طور کلی، افزودن اسید آمینه‌های لیزین، متیونین و ترئونین به استارتر گوساله‌های شیرخوار، به نظر نرسید که تأثیر مثبتی روی عملکرد گوساله‌ها داشته باشد. در کل دوره‌ی آزمایش، گوساله‌های تغذیه شده با سطح بالاتر پروتئین خام، بازدهی خوراک بالاتری داشتند. تیمارهای آزمایشی تأثیری بر فراسنجه‌های خونی نداشت. تنها در پایان آزمایش، گوساله‌های تغذیه شده با سطح بالاتر پروتئین خام بدون اسید آمینه اضافه، سطح اوره بالاتری

تشکر و قدردانی

از شرکت آرونا، شرکت گلدشت نمونه اصفهان و آزمایشگاه تغذیه دام گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران به خاطر مساعدت‌های به عمل آمده تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع مالی

هزینه انجام این پژوهش توسط شرکت آرونا و طرح نوع ششم دانشکده کشاورزی تأمین شده است.

منابع

- Diaz, M. C.; Van Amburgh, M. E.; Smith, J. M.; Kelsey, J. M. and Hutton, E. L. (2001). Composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105 kg body weight. *Journal of Dairy Science*, 84:830-842.
- Doepel, L.; Hewage, I. I. and Lapierre, H. (2016). Milk protein yield and mammary metabolism are affected by phenylalanine deficiency but not by threonine or tryptophan deficiency. *Journal of Dairy Science*, 99:3144-3156.
- Erickson, P. S. and Kalscheur, K. F. (2020). Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture*. 2020: 157-180.
- Fernando, J. B.; Teixeira, C. M. C.; Leal M. L. R.; Lisboa, J. A. N.; Mirandola, R. M. S.; Shecaira C. L. and Gomes, V. (2012). Leukograms of healthy Holstein calves within the first month of life. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32(4):352-356.
- Foster, D. M.; Smith, G. W.; Sanner, T. R. and Busso, G. V. (2006). Serum IgG and total protein concentrations in dairy calves fed two colostrum replacement products. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 15; 229(8):1282-1285.

- Hill, T. M.; Bateman II, H. G.; Aldrich, J. M.; Schlotterbeck, R. L. and Tanan, K. G. (2008). Optimal concentrations of lysine, methionine, and threonine in milk replacers for calves less than five weeks of age. *Journal of Dairy Science*, 91:2433-2442.
- Kassube, K. R.; Kaufman, J. D.; Pohler, K. G., McFadden, J. W. and Rius, A. G. (2017). Jugular-infused methionine, lysine and branched-chain aminoacids does not improve milk production in Holstein cowsexperiencing heat stress. *Animal*, 11 (12): 2220-2228.
- Kertz, A. F.; Prewitt, L. R. and Everett, Jr. J. P. (1979). An early weaning calf program: Summarization and review. *Journal of Dairy Science*, 62:1835-1843.
- Klinkon, M and Yozica, Y. (2007). Values of blood variables in calves. *American Journal of Veterinary Research*, 53(6): 301-320.
- Lee, C.; Hristov, A. N.; Cassidy, T. W.; Heyler, K. S.; Lapierre, H.; Varga, G. A.; de Veth, M. J.; Patton, R. A. and Parys, C. (2012). Rumen-Protected lysine, methionine, and histidine increase milk Protein yield in dairy cows fed a metabolizable protein deficient diet. *Journal of Dairy Science*, 95:6042-6056.
- Li, P.; Yin, Y. L.; Li, D.; Kim, S. W. and Wu, G. (2007). Amino acids and immune function: a review. *British Journal of Nutrition*, 98: 237-252.
- Morrison, S.Y.; Campbell, J.M. and Drackley, J.K. (2017). Amino acid supplementation of calf milk replacers containing plasma protein. *Journal of Dairy Science*, 100(6):4637-4649.
- Mou, Q.; Yang, H. S.; Yin, Y. L. and Huang, P. F. (2019). Amino Acids Influencing Intestinal Development and Health of the Piglets. *Journal of Animals*, 9:302-312.
- Nonnecke, B. J.; Foote, M. R.; Smith, J. M.; Pesch, B. A. and Van Amburgh, M. E. (2003). Composition and functional capacity of blood mononuclear leukocyte populations from neonatal calves on standard and intensified milk replacer diets. *Journal of Dairy Science*, 86:3592-3604.
- Salvati, G. G. S.; Morais Júnior, N. N.; Melo, A. C. S.; Vilela, R. R.; Cardoso, F. F.; Aronovich, M.; Pereira, R. A. N. and Pereira, M. N. (2015). Response of lactating cows to live yeast supplementation during summer. *Journal of Dairy Science*, 98: 4062-4073.
- Senevirathne, N. D.; Anderson, J. L.; Gibbons, W. R. and Clapper, J. A. (2016). Growth performance of calves fed microbially enhanced soy protein in pelleted starters. *Journal of Dairy Science*, 100:1-14.
- Soberon, F.; Raffrenato, E.; Everett, R.W. and Van Amburgh, M.E. (2012). Pre-weaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95: 783-793.
- Tahmasbi, A. M.; Heidari Jahan Abadi, S. and Naserian, A. A. (2014). The effect of 2 liquid feeds and 2 sources of protein in starter on performance and blood metabolites in Holstein neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 97: 363-371.
- Tikofsky, J. N.; Van Amburgh, M. E. and Ross, D. A. (2001). Effect of varying carbohydrate and fat levels on body composition of milk replacer-fed calves. *Journal of Animal Science*, 79:2260-2267.
- Tyler, J. W.; Hancock, D. D.; Wiksie, S. E.; Holler, S. L.; Gay, J. M. and Gay, C. C. (1998). Use of serum protein concentration to predict mortality in mixed-source dairy replacement heifers during the first 3 months of life. *Journal of Preventive Veterinary Medicine*, 39: 25-37.
- Wang, J.; Diao, Q., Tu, Y., Zhang, N. and Xu, X. (2012). The Limiting Sequence and Proper Ratio of Lysine, Methionine and Threonine for Calves Fed Milk Replacers Containing Soy Protein. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 25(2):224-233.
- White, J. A.; Hart, R. J. and Fry, J. C. (1986). An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. *Journal of Clinical Laboratory Automation*, 8(4):170-177.

Received: 08.12.2019

Accepted: 27.07.2020

Study the effect of adding some essential amino acids in starter on health and performance of dairy calves

Minou Niroumand¹, Kamran Rezayazdi^{2*} and Mahdi Ganjkanlou³

¹ PhD Graduated of Ruminant Nutrition, Department of Animal Science, Agricultural and Natural Resources College, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

² Professor, Department of Animal Science, Agricultural and Natural Resources College, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

³ Associate Professor, Department of Animal Science, Agricultural and Natural Resources College, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

Received: 08.12.2019

Accepted: 27.07.2020

Abstract

As protein is the most expensive ingredient in feedstuffs, stable dairy farming is achieved with feeding high quality diets with balanced amino acids in diet. Present study was done to evaluate the effect of adding amino acids in starter with moderate crude protein and to compare it with high protein starter without amino acid. To do this, 48 males and females Holstein dairy calves were studied from 3 until 70 days of age. Experimental diets included: (1) 18% CP in starter with 20% more methionine and lysine, (2) 18% CP in starter with 20% more lysine and methionine and 10% more threonine, (3) 18% CP in starter with 20% more lysine, methionine and threonine and (4) 22% CP in starter without amino acids. During whole period and before weaning, calves in treatment 1 had higher starter intake. Calves fed with higher crude protein, had higher feed conversion ratio. Daily weight gain and final weight was not different between treatments. Experimental diets had no significantly effect on blood parameters. Only at the end of experiment, calves fed with higher crude protein without amino acids, had higher BUN. Calves fed with 20 percent more lysine, methionine and threonine (diet 3), had fewer bouts of diarrhea and body temperature. Overall, the results of the present study showed that adding lysine, methionine and threonine amino acids, did not have significant effects on growth performance and immunity blood parameters. However, starter diet with moderate crude protein level, utilized more efficiently than starter with higher crude protein level.

Key words: Starter, Immunity, Threonine, Lysine, Methionine

* **Corresponding Author:** Kamran Rezayazdi, Professor, Department of Animal Science, Agricultural and Natural Resources College, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran
E-mail: rezayazdi@ut.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).