نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد هفتم، شماره اول، ۱۳۹۸
http://ejrr.gau.ac.ir

تأثیر سطوح مختلف پروتئین عبوری و اسید لینولئیک کونژوگه بر عملکرد بزغاله‌های در حال رشد

امین‌اله پورملکشاهی[۱]، *فرشید فتاح‌نیا[۲]، هوشنگ جعفری[۳]، آرش آذرفر[۴]، صیفعلی ورمقانی[۳]، گلناز تأسلی[۵]

[۱]دانشجوی دکتری، [۲]دانشیار و [۵]استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، [۳]استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، ایران، [۴]دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: اسیدهای لینولئیک کونژوگه شامل مخلوطی از ایزومرهای اسید لینولئیک می‌باشد. افزودن مکمل اسید لینولئیک کونژوگه به جیره حیوانات نشخوارکننده بر متابولیسم بدن آنها اثر دارد. اسید لینولئیک کونژوگه فواید بیولوژیکی فراوانی از جمله کاهش ابقای چربی و افزایش گوشت لخم و بازدهی استفاده از خوراک در دام‌های مختلف دارد. از طرفی نشخوارکنندگان با سرعت رشد بالا به مقادیر کافی اسیدهای آمینه ضروری قابل دسترس در روده کوچک نیاز دارند. با توجه به این‌که اطلاعاتی در مورد پاسخ نشخوارکنندگان در حال رشد به اثر متقابل مکمل پروتئین غیر قابل تجزیه و اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه وجود ندارد، لذا این پژوهش با هدف مطالعه اثر متقابل سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه بر عملکرد، جمعیت پروتوزوا و تولید گاز بزغاله‌های در حال رشد انجام شد.

مواد و روش‌ها: از ۳۲ رأس بزغاله نر و ماده کردی با میانگین وزن بدن ۱/۰۸ ± ۱۳/۰۶ کیلوگرم و سن چهار ماه به صورت آزمایش فاکتوریل ۲ × ۲ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. دوره پرواربندی ۱۰۰ روز بود که ۲۰ روز آن برای عادت‌دهی بزغاله‌ها به شرایط آزمایش و جیره‌های غذایی اختصاص داده شد. دام‌های آزمایشی با جیره‌های غذایی کاملاً مخلوط حاوی ۱۵ درصد پروتئین خام و ۲/٤ مگاکالری انرژی قابل متابولیسم در کیلوگرم ماده خشک سه بار در روز تغذیه شدند. پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه نمونه‌های مواد خوراکی با روش کیسه‌های نایلونی و با استفاده از دو رأس قوچ دارای فیستولای شکمبه‌ای اندازه‌گیری شد. جیره‌های آزمایشی دارای دو سطح ۲۵ و ۳۵ درصد پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه با یا بدون ۱/۵ درصد اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه بود. مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه، بازده استفاده از خوراک، جمعیت پروتوزوآ و فراسنجه‌های تولید گاز اندازه‌گیری شد. برای شمارش جمعیت و شناسایی گونه‌های پروتوزوآ، در روز ۷۰ آزمایش نمونه‌های مایع شکمبه سه ساعت پس از مصرف وعده صبح جیره‌ها با استفاده از لوله مری جمع‌آوری شد. برای آزمون تولید گاز از مایع شکمبه دو رأس قوچ دارای فیستولای شکمبه استفاده شد که در سطح نگهداری تغذیه شدند. نمونه مایع شکمبه قبل از خوراک نوبت صبح جمع‌آوری شد.

*نویسنده مسئول: ffatahnia@Yahoo.com

یافته‌ها: نتایج نشان داد بزغاله‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه بیشترین افزایش وزن روزانه (۱۱۲/۷۲ گرم در روز) و بازده استفاده از خوراک (۰/۲۱) و کمترین ماده خشک مصرفی (٥٦٤/٧٢ گرم در روز) را داشتند. جمعیت کل پروتوزوآ مایع شکمبه بزغاله‌ها تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. جیره حاوی ۲۵ درصد پروتئین غیرقابل‌تجزیه در شکمبه و بدون مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه دارای بیشترین تولید بالقوه گاز (٤٩٧/٧٦ میلی‌لیتر در گرم ماده آلی) و حداکثر میزان تولید گاز (۱۱/۸۰ میلی‌لیتر در گرم ماده آلی در ساعت) بود. جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل‌تجزیه در شکمبه و مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه دارای بیشترین نیمه عمر مجانب تولید گاز (۳۵/٦۹ ساعت) و کمترین زمان رسیدن به حداکثر گاز تولیدی (۵/۲۷ ساعت) بود.

نتیجه‌گیری کلی: به‌طور کلی، تغذیه جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل‌تجزیه در شکمبه و ۱/۵ درصد اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه باعث بهبود عملکرد بزغاله‌های در حال رشد شد.

واژه‌های کلیدی: اسید لینولئیک کونژوگه، عملکرد، پروتئین، پروتوزوآ

مقدمه

بخش عمده‌ای از گوشت مصرفی انسان در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا به وسیله بز تأمین می‌شود. گوشت بز منبع مناسبی از اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی و ویتامین‌ها و اسیدهای چرب ضروری برای تغذیه انسان است (١٤). حدود ۱۲ درصد از کل گوشت قرمز در ایران توسط بز تولید می‌شود (۲۳). در بیشتر کشورهای دنیا، مصرف‌کنندگان لاشه‌های با چربی کمتر را ترجیح می‌دهند. کاهش چربی لاشه علاوه بر افزایش بازارپسندی آن بر هزینه تمام شده هر کیلوگرم گوشت نیز تأثیر دارد، زیرا ذخیره چربی به انرژی و مصرف خوراک بیشتری نیاز دارد. از این رو ذخیره چربی سبب افزایش هزینه‌های خوراک و کاهش بازده استفاده از خوراک می‌شود (١٦).

اسیدهای لینولئیک کونژوگه یا مزدوج[1] شامل مخلوطی از ایزومرهای اسید لینولئیک می‌باشد (۵، ٦، ۲۸)، که معمولاً بیشتر حاوی دو ایزومر شامل سیس-۹، ترانس-۱۱ و ترانس-۱۰، سیس-۱۲می‌باشند. افزودن مکمل اسیدهای لینولئیک کونژوگه به جیره حیوانات نشخوارکننده و تک‌معده‌ای بر متابولیسم بدن آنها اثر دارد. برای مثال می‌توان به کاهش چربی و افزایش بافت لخم در حیوانات تک‌معده‌ای اشاره کرد (۲۲). اگرچه افزودن این مکمل‌ها به جیره گوساله‌های پرواری تأثیری بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک نداشت (۲۷، ۲۸).

نشخوارکنندگان با سرعت رشد بالا به مقادیر کافی پروتئین در جیره برای رشد مطلوب میکروب‌های شکمبه، هضم الیاف در شکمبه و مقادیر کافی اسیدهای آمینه ضروری قابل دسترس در روده کوچک نیاز دارند (۲۰). نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده که میکروارگانیسم‌های شکمبه برای حداکثر رشد و کارایی علاوه بر آمونیاک به اسیدهای آمینه و پپتیدها نیز نیاز دارند. در دام‌های نشخوارکننده‌ای که با جیره‌های حاوی مقادیر بیشتر پروتئین قابل تجزیه در شکمبه تغذیه می‌شوند بخش عمده اسیدهای آمینه جذب شده از روده به وسیله پروتئین میکروبی سنتز شده در شکمبه تأمین می‌شود. اما برای دست‌یابی به حداکثر رشد در نشخوارکنندگان با سرعت رشد بالا مشخص شده که نیاز بعضی از اسیدهای آمینه ضروری مانند متیونین و لیزین صرفاً توسط پروتئین

1. Conjugated linoleic acid (CLA)

میکروبی تولید شده در شکمبه تأمین نمی شود، بلکه به پروتئین با کیفیت و غیرقابل تجزیه در شکمبه و قابل هضم در روده کوچک نیز نیاز دارند. در این شرایط، نیاز به استفاده از مکمل‌های پروتئینی حاوی مقدار بیشتری پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه ضروری به‌نظر می‌رسد (۱۲، ۱۹ و ۲۰).

پژوهش‌ها نشان داده که افزایش سطح پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه در جیره نشخوارکنندگان در حال رشد پاسخ‌های متفاوتی داشته است. برای مثال بعضی محققین اثر مثبت افزایش سطح پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه بر رشد گوساله‌های شیرخوار و بره‌های در حال رشد را گزارش کردند (۷، ۱۰). در صورتی که کاظمی‌بنچناری و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند که سطح پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه بر رشد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تأثیری نداشت (۱۳). همچنین مکمل اسید لینولئیک کونژوگه اثرات مثبتی بر متابولیسم پروتئین دارد (۲۱، ۲۲) که این اثرات در نشخوارکنندگان در حال رشد نیز مشاهده شده است (۲٦). علاوه بر این گزارش شده است که اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه در گاوهای شیری در ابتدای شیردهی از استفاده بیش از حد ذخائر بدن جلوگیری کرده و ذخیره پروتئین بدن را افزایش می‌دهد (۳۰). چنین اثراتی نیز ممکن است در بزهای در حال رشد مشاهده شود.

در مطالعه حاضر فرض شد که افزودن مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه به جیره‌های حاوی سطح بالای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه با کاهش چربی و افزایش بافت لخم لاشه باعث بهبود عملکرد بزغاله‌های در حال رشد می‌شود. با توجه به این‌که اطلاعاتی در مورد پاسخ نشخوارکنندگان در حال رشد به اثر متقابل مکمل پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه وجود ندارد، لذا هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی اثر متقابل سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه بر عملکرد، جمعیت پروتوزوا و تولید گاز بزغاله‌های در حال رشد بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از ۳۲ رأس بزغاله نر و ماده کردی با میانگین وزن بدن ۱/۰۸ ± ۱۳/۰٦ کیلوگرم و سن چهار ماه استفاده شد. این آزمایش در سال ۱۳۹٦ در دانشگاه ایلام با مشارکت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام انجام شد. در ابتدای آزمایش، برغاله‌ها علیه آنتروتوکسمی و بیماری‌های شایع در منطقه بر اساس توصیه اداره دامپزشکی محل واکسینه شدند و جهت مبارزه با انگل‌های داخلی و خارجی از داروهای ضدانگل استفاده شد. دوره پیش‌آزمایش جهت عادت‌پذیری به مدت ۲۰ روز و سپس ۸۰ روز دوره اصلی آزمایش تغذیه‌ای در نظر گرفته شد. بزغاله‌ها بر اساس وزن بدن به چهار گروه هشت رأسی تقسیم شدند به گونه‌ای که در هر گروه چهار رأس بزغاله نر و چهار رأس بزغاله ماده وجود داشت و سپس به صورت تصادفی به جیره‌های آزمایشی اختصاص داده شدند. دام‌ها به صورت انفرادی در جایگاه‌های با ابعاد ۲ × ۱ متر نگه‌داری و با جیره‌های آزمایشی حاوی ۱۵ درصد پروتئین خام و ۲/٤ مگاکالری انرژی قابل متابولیسم در کیلوگرم ماده خشک تغذیه شدند (۲۰).

جیره‌های آزمایشی شامل ۱- جیره حاوی ۲۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه بدون مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه، ۲- جیره حاوی ۲۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در

شکمبه و ۱/۵ درصد مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه، ۳- جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه بدون مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه و ٤- جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و ۱/۵ درصد مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه بودند. جیره‌های آزمایشی براساس جداول استاندارد مؤسسه تحقیقات ملی (۲۰) تنظیم شدند به‌طوری‌که محتوای انرژی و پروتئین آنها یکسان بود (جدول ۱).

جدول ۱: مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی.

Table 1. Feed ingredient and chemical composition of experimental diets.

RUP 35%		RUP[1] 25%		
With CLA	Without CLA	With CLA	Without [2]CLA	
				ماده خوراکی (درصد از ماده خشک) Feed ingredient (%DM)
20.0	20.0	20.0	20.0	علوفه خشک یونجه Alfalfa hay
27.6	27.6	27.6	27.6	کاه گندم Wheat straw
3.0	3.0	3.0	3.0	سبوس گندم Wheat bran
20.4	20.5	20.5	20.6	دانه جو Barley grain
12.0	12.0	12.0	12.0	دانه ذرت Corn grain
6.7	6.7	9.0	9.0	کنجاله سویای اکسترود شده Extruded soybean meal
1.0	1.0	3.1	3.1	کنجاله سویا Soybean meal
0.0	1.2	0.0	1.2	روغن سویای هیدروژنه شده Hydrogentated soybean oil
1.5	0.0	1.5	0.0	مکمل اسید لینولئیک کونژوگه Conjugated linoleic acid
5.0	5.0	0.0	0.0	پودر ماهی Fish meal
0.0	0.0	0.5	0.5	اوره Urea
0.5	0.5	0.5	0.5	بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate
0.6	0.8	0.6	0.8	دی‌کلسیم فسفات Dicalcium phosphate
0.5	0.5	0.5	0.5	نمک Salt
1.2	1.2	1.2	1.2	مکمل مواد معدنی و ویتامینی[3] Minerals-vitamin premix
				ترکیب شیمیایی (درصد از ماده خشک)Chemical composition (%DM)
15.0	15.0	15.0	15.0	پروتئین خام CP
5.2	5.2	3.7	3.7	پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه RUP
9.7	9.7	11.2	11.2	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه RDP
45.3	45.1	45.3	45.2	الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF
5.0	5.0	5.0	5.0	چربی خام EE
8.5	8.5	8.5	8.5	خاکستر Ash
0.6	0.6	0.6	0.6	کلسیم Ca
0.4	0.4	0.4	0.4	فسفر P
2.4	2.4	2.4	2.4	انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) ME (MJ/kg DM)

۱. پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه

۲. اسید لینولئیک کونژوگه

RUP: Rumen undegradable protein, RDP: Rumen degradable protein, CLA: Conjugated linoleic acid.
CP = crude protein; NDF = Neutral detergent fiber; EE = ether extract.

۳. هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی و ویتامینی دارای ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۱۸۰ گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۱۹ گرم منیزیم، ٦۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم آهن، ۰/۳ گرم مس، ۳ گرم روی، ۰/۱ گرم کبالت، ۰/۱ گرم ید و یک میلی‌گرم سلنیوم بود.

سطح پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه جیره با جایگزینی کنجاله سویا و اوره با پودر ماهی از ۲۵ به ۳۵ درصد افزایش داده شد. هر کیلوگرم از مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه (با نام تجاری لوترول مربوط به کشور آلمان) حاوی ۷۸۵ گرم لیپید، ۲۰۰ گرم خاکستر و ۱۵ گرم آب بود. بخش لیپید آن شامل ۱۰۰ گرم ایزومر سیس-۹، ترانس-۱۱ و ۱۰۰ گرم ایزومر ترانس-۱۰، سیس-۱۲ اسید لینولئیک کونژوگه، ۱٤۰ گرم روغن آفتابگردان و ٤٤۵ گرم مخلوط اسید پالمیتیک و اسید استئاریک بود. در جیره‌های بدون مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه از روغن سویای هیدروژنه شده استفاده شد که در هر کیلوگرم آن ۹۹۰ گرم لیپید و ۱۰ گرم آب وجود داشت. بخش لیپیدی آن حاوی ۸۷۸ گرم اسید چرب بود که عمدتا از اسید پالمیتیک و اسید استئاریک تشکیل شده بود. دام‌های مربوط به هر تیمار در سه نوبت (ساعات ۸:۰۰، ۱۵:۰۰ و ۲۲:۰۰) با جیره‌های کاملاً مخلوط شده به صورت آزاد (با ۱۰-۵ درصد پس‌مانده روزانه) تغذیه شدند. هر روز صبح قبل از خوراک دادن، پس مانده خوراک روزانه جمع‌آوری و در پایان هفته توزین شد. وزن کشی بره‌ها به‌صورت انفرادی در ابتدا و انتهای هر دوره انجام شد. افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی روزانه و بازده استفاده از خوراک محاسبه شد (۲۵). آب به صورت آزاد در اختیار بزغاله‌ها قرار گرفت.

برای شمارش جمعیت و شناسایی گونه‌های پروتوزوآ، در روز ۷۰ آزمایش مقدار ۲۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه سه ساعت پس از مصرف وعده صبح جیره‌ها با استفاده از لوله مری جمع‌آوری شد. نمونه‌های مایع شکمبه با پارچه تنظیف سه لایه صاف و دو میلی‌لیتر مایع شکمبه هر دام در داخل لوله آزمایش حاوی دو میلی لیتر فرمالین ۵۰ درصد (۱۸/۵ درصد فرمالدئید) ریخته و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (۸).

نمونه مواد خوراکی به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و با استفاده از آسیاب مجهز به الک یک میلی‌متری آسیاب (Wiley mill, Swedesboro, NJ, USA) شدند. سپس ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام با روش‌های استاندارد (۳) اندازه‌گیری شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی به روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد (۲۹). پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه نمونه‌های مواد خوراکی با روش کیسه‌های نایلونی و با استفاده از دو رأس قوچ دارای فیستولای شکمبه در ساعت‌های ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ پس از انکوباسیون و استفاده از نرم افزار Neway تعیین شد (۱۹). برای شمارش جمعیت پروتوزوآ به لوله‌های آزمایش حاوی مایع شکمبه و فرمالین ۵۰ درصد دو قطره رنگ سبز برلیانت اضافه گردید. سپس کاملاً مخلوط و برای مدت یک شب در دمای آزمایشگاه نگه‌داری شد. شمارش پروتوزرآ و تشخیص تفریقی آنها با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ (Olympus Optical CHT, Japan) با لنز ٤۰، انجام شد (۸). به‌منظور توزیع نرمال داده‌ها بین حیوانات و جیره‌های آزمایش، شمارش پروتوزوآ به مقادیر لگاریتم در پایه ۱۰ تبدیل شد.

برای انجام آزمون تولید گاز از مایع شکمبه دو رأس قوچ دارای فیستولای شکمبه استفاده شد که روزانه دو نوبت با جیره‌های حاوی ۷۰ درصد علوفه (مخلوط کاه گندم و علوفه خشک یونجه) و ۳۰ درصد کنسانتره در سطح نگهداری تغذیه شدند. نمونه مایع شکمبه قبل از خوراک نوبت صبح جمع‌آوری، با پارچه تنظیف سه لایه، صاف و در ظرف با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد در شرایط بی‌هوازی به آزمایشگاه منتقل شد. آزمون تولید گاز بر اساس روش منک و

استینگاس (۱۹۸۸) و در سه مرحله (در سه هفته جداگانه) انجام شد (۱۷). به طور خلاصه، ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک جیره‌های آزمایشی توزین و در بطری‌های مخصوص آزمون گاز ریخته شد. سپس ۴۰ میلی‌لیتر از مخلوط بافر- مایع شکمبه به آن اضافه گردید. در هر مرحله برای هر جیره آزمایش سه بطری در نظر گرفته شد. همچنین از سه شیشه حاوی مخلوط بافر و مایع شکمبه(بدون جیره) نیز به عنوان بلانک استفاده شد. حجم گاز تولیدی در زمان‌های ۱، ۴، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۳، ۲۶، ۲۹، ۳۲، ۳۶، ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۱، ۶۹، ۸۰، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۴۴ ساعت پس از انکوباسیون قرائت گردید. داده‌های تولید گاز برای هر یک از نمونه‌ها با استفاده از رویه غیر خطی نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ (۲۴) بر اساس رابطه ۱ مورد برازش قرار گرفت (۹).

$$GP = \frac{A}{1+(B^C/t^C)}. \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه GP، کل گاز تولید شده (میلی‌لیتر در گرم ماده آلی)؛ A، تولید گاز بالقوه (میلی‌لیتر در گرم ماده آلی)؛ B، نیمه عمر مجانب تولید گاز ($\frac{1}{2}$ زمان، ساعت)؛ C، عامل تعیین‌کننده شکل منحنی تولید گاز؛ t: زمان(ساعت). حداکثر میزان تولید گاز(R_{max}، میلی‌لیتر در ساعت) بر اساس رابطه ۲ محاسبه شد (۹).

$$R_{max} = \frac{A \times B^C \times C \times TR_{max}^{(-C-1)}}{(1+B^C \times TR_{max}^{-C})^2} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

زمان رسیدن به حداکثر تولید گاز(TR_{max}، ساعت) بر اساس رابطه ۳ محاسبه گردید(۹).

$$TR_{max} = B \times [\frac{C-1}{C+1}]^{(1/C)} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

داده‌های مربوط به عملکرد (افزایش وزن روزانه، مصرف ماده خشک و بازده استفاده از خوراک و شمارش پروتوزوا در قالب آزمایش فاکتوریل ۲×۲ بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) با مدل ذیل تجزیه آماری شدند:

$$Y_{ijkl} = \mu + RUP_i + rpCLA_j + (RUP \times rpCLA)_{ij} + B_k + A_l(B_K) + \varepsilon_{ijkl}$$

که در آن Y_{ijkl}: صفت اندازه‌گیری شده، μ: میانگین صفت، RUP_i: اثر سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه، $rpCLA_j$: اثر اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه، $(RUP \times rpCLA)_{ij}$: اثر متقابل سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و اسید لینولئیک کونژوگه، B_k: اثر جنس حیوان به عنوان بلوک، $A_l(B_K)$: اثر تصادفی حیوان درون بلوک و ε_{ijkl}: باقیمانده خطای آزمایش می‌باشد. داده‌های مربوط به تولید گاز در قالب آزمایش فاکتوریل ۲×۲ بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS به صورت مدل ذیل تجزیه آماری شدند:

$$Y_{ijkl} = \mu + RUP_i + rpCLA_j + (RUP \times rpCLA)_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijkl}$$

که در آن Y_{ijkl}: صفت اندازه‌گیری شده، μ: میانگین صفت، RUP_i: اثر سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه، $rpCLA_j$: اثر اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه، $(RUP \times rpCLA)_{ij}$: اثر متقابل سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و اسید لینولئیک کونژوگه، B_k: اثر بلوک (ران آزمایش) و ε_{ijkl}: باقیمانده خطای آزمایش می‌باشد. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی مورد مقایسه قرار گرفت و اثرات عوامل مذکور در مدل در سطح احتمال کمتر یا مساوی ۰/۰۵ معنی دار تلقی شدند و تمایل به معنی‌داری در سطح احتمال بیشتر از ۰/۰۵ و کمتر یا مساوی ۰/۱۰ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

عملکرد رشد: اثر سطوح مختلف پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک بزغاله‌های در حال رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. کمترین مقدار مصرف ماده خشک در روزهای ۴۰-۱ ($P<0/05$)، ۸۰-۴۱ ($P\leq0/05$) و کل دوره ($P<0/05$) پرورش، بیشترین افزایش وزن روزانه در روزهای ۴۰-۱ ($P<0/05$)، ۸۰-۴۱ ($P<0/05$) و کل دوره ($P<0/05$) پرورش و بالاترین بازده استفاده از خوراک در در روزهای ۴۰-۱ ($P<0/05$)، ۸۰-۴۱ ($P<0/05$) و کل دوره ($P<0/05$) پرورش در بزغاله‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و ۱/۵ درصد اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه مشاهده شد. تا کنون هیچ پژوهشی در مورد اثر متقابل پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و اسید لینولئیک کونژوگه در نشخوارکنندگان صورت نگرفته است. با این‌حال اسکیاون و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که اثر متقابل پروتئین خام و اسید لینولئیک کونژوگه اثری بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک گوساله‌های پرواری نداشت (۲۵).

کاهش مصرف ماده خشک در بزغاله‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و ۱/۵ درصد اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه را می‌توان به کاهش دسترسی پروتئین برای میکروارگانیسم‌های شکمبه، کاهش هضم الیاف و کاهش عبور مواد هضمی از شکمبه ارتباط داد. مقدار الیاف جیره و سرعت عبور آن از شکمبه از عوامل مهم مؤثر بر مصرف ماده خشک در حیوانات نشخوارکننده می‌باشد (۱). آمونیاک منبع اصلی نیتروژن برای باکتری‌های تجزیه کننده الیاف در شکمبه است که عمدتاً از بخش پروتئین قابل تجزیه در شکمبه جیره تولید می‌شود (٤)، بنابراین با افزایش سطح پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه ممکن است هضم الیاف و سرعت عبور مواد هضمی از شکمبه با تأخیر مواجه شده که در نهایت منجر به کاهش مصرف ماده خشک شده باشد. از طرفی، اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار که از تجزیه اسیدهای آمینه در شکمبه تولید می‌شوند برای رشد و تکثیر باکتری‌های تجزیه کننده الیاف ضروری می‌باشند (۲)، بنابراین احتمالاً با افزایش سطح پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه در آزمایش حاضر میزان تولید این اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار کاهش یافته و باعث کاهش مصرف ماده خشک در بزغاله‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطح بالاتر پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه شده است.

بالاتر بودن افزایش وزن روزانه در بزغاله‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و ۱/۵ درصد اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه را می‌توان به افزایش میزان پروتئین عبوری قابل هضم و به دنبال آن افزایش جذب اسیدهای آمینه ضروری در روده کوچک (۱۱) و کاهش ذخیره چربی در بدن توسط مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه ارتباط داد (۵، ۱۸). مکمل اسید لینولئیک کونژوگه با روش‌های مختلف از قبیل کاهش تکثیر و تمایز سلول‌های بافت چربی، افزایش هزینه انرژی، افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و کاهش بیان ژن آنزیم‌های دخیل در سنتز اسیدهای چرب باعث کاهش بافت چربی در بدن جانوران می‌شود (۵، ۱۸)، از آنجایی که ذخیره چربی نسبت به ذخیره گوشت لخم انرژی بیشتری نیاز دارد (١٦). بنابراین افزایش قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه و انرژی ناشی از کاهش ذخیره چربی می‌تواند دلیل افزایش وزن بیشتر بزغاله‌های تغذیه شده با این جیره باشد. بالاتر بودن

بازده استفاده از خوراک بزغاله‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و ۱/۵ درصد اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه را می‌توان به کاهش مصرف ماده خشک و بالاتر بودن افزایش وزن روزانه این حیوانات ارتباط داد (جدول ۲).

جدول ۲: اثر سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه و اسیدلینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه بر عملکرد بزغاله‌های در حال رشد.

Table 2. Effect of dietary rumen undegradable protein (RUP) and rumen protected conjugated linoleic acid (rpCLA) level on growth performance of growing kids.

P-Value			SEM	RUP 35%		RUP[1] 25%		Trait
RUP*CLA	With CLA	Without [2]CLA		With CLA	Without CLA	With CLA	Without [2]CLA	صفت اندازه‌گیری شده
Dry matter imtake (g/d) مصرف ماده خشک (گرم در روز)								
0.01	0.03	0.04	6.63	480.14^{c}	594.33^{a}	597.17^{a}	554.51^{b}	Day 1-40 روز ۴۰-۱
0.05	0.11	0.22	8.80	649.30^{b}	729.83^{a}	703.70^{a}	653.07^{b}	Day 41-80 روز ۸۰-۴۱
0.04	0.04	0.07	7.20	564.72^{c}	662.08^{a}	650.44^{a}	603.79^{b}	Overal period کل دوره
Average daily gain (g/d) افزایش وزن (گرم در روز)								
0.02	0.03	0.07	2.74	119.02^{a}	94.50^{b}	102.50^{b}	100.38^{b}	Day 1-40 روز ۴۰-۱
0.04	0.01	0.10	2.84	107.10^{a}	88.25^{b}	91.87^{b}	93.57^{b}	Day 41-80 روز ۸۰-۴۱
0.02	0.02	0.05	3.26	112.72^{a}	95.22^{b}	96.94^{b}	97.17^{b}	Overal period کل دوره
Feed efficieny بازده استفاده از خوراک								
0.01	0.02	0.03	0.01	0.25^{a}	0.16^{c}	0.17b^{c}	0.18^{b}	Day 1-40 روز ۴۰-۱
0.04	0.02	0.24	0.05	0.17^{a}	0.12^{c}	0.13^{bc}	0.14^{b}	Day 41-80 روز ۸۰-۴۱
0.02	0.04	0.01	0.03	0.21^{a}	0.14^{c}	0.15^{bc}	0.16^{b}	Overal period کل دوره

[1]پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه، [2]اسید لینولئیک کونژوگه.

^{a,b,c}میانگین‌های هر ردیف که دارای حرف مشترک نیستند در سطح آماری ۰/۰۵ با هم تفاوت دارند.

RUP: Rumen undegradable protein, CLA: Conjugated linoleic acid.

^{a,b,c}Means within same column with different superscripts differ (P<0.05). SEM: Standard error of means.

جمعیت پروتوزوآ: اثر جیره‌های آزمایشی بر تعداد کل و جنس‌های پروتوزوآ مایع شکمبه در جدول ۳ نشان داده شده است. جمعیت کل پروتوزوآ مایع شکمبه تحت تأثیر اثر متقابل پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه و همچنین سطح پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه قرار نگرفت. اما تعداد کل پروتوزوآ (۴/۹۶۵ در مقابل ۵/۳۸۵ لگاریتم در پایه ۱۰ به ازای هر گرم از محتویات شکمبه) در مایع شکمبه بزغاله‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه در مقایسه با روغن سویای هیدروژنه شده تمایل به کاهش داشت (P=۰/۰۷). اسید لینولئیک کونژوگه باعث کاهش بیان ژن آنزیم‌های دخیل در سنتز اسیدهای چرب در بافت پستان دام‌های شیرده و بافت چربی دام‌های در حال رشد می‌شود (۵، ۱۸)، بنابراین کاهش تعداد کل پروتوزوآ در مایع شکمبه بزغاله‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه را احتمالاً می‌توان به کاهش سنتز اسیدهای چرب مورد نیاز برای تشکیل غشاء خارجی پروتوزوآ و تکثیر آنها ارتباط داد.

جدول ۳: تأثیر سطوح مختلف پروتئین غیر قابل تجزیه و اسید لینولئیک کونژوگه بر تعداد پروتوزوآ (Log_{10} در هر گرم از محتویات شکمبه) شکمبه بزغاله‌های در حال رشد.

Table 3. Effect of dietary rumen undegradable protein (RUP) and rumen protected conjugated linoleic acid (rpCLA) level on protozoa population (Log_{10}/g of digesta) of growing goat kids.

P-Value			SEM	RUP 35%		RUP[1] 25%		Trait صفت اندازه‌گیری شده
RUP*CLA	With CLA	Without [2]CLA		With CLA	Without CLA	With CLA	Without [2]CLA	
0.78	0.07	0.81	0.21	4.96	5.44	4.97	5.33	تعداد کل پروتوزوآ Total protozoa
0.85	0.06	0.88	0.22	4.94	5.42	4.95	5.34	تعداد کل آنتودنیوم Total *Entodinium*
0.86	0.09	0.97	0.14	4.88	5.32	4.91	5.27	انتودنیوم کوداتوم *Entodinium caudatum*
0.28	0.95	0.92	0.65	4.93	4.25	4.17	4.90	انتودنیوم لانگینوکلاتوم *Entodinium Longinucleatum*
<0.01	<0.01	<0.01	0.22	3.96[a]	3.81[a]	3.51[a]	1.54[b]	ایزوتریشیا *Isotricha*
0.60	0.74	0.74	0.43	3.73	3.28	3.62	3.73	دیپلودینیوم *Diplodinium*

۱. پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه، ۲. اسید لینولئیک کونژوگه.

[a,b] میانگین‌های هر ردیف که دارای حرف مشترک نیستند در سطح آماری ۰/۰۵ با هم تفاوت دارند.

RUP: Rumen undegradable protein, CLA: Conjugated linoleic acid.
[a,b]Means within same column with different superscripts differ (P<0.05). SEM: Standard error of means.

تولید گاز: فراسنجه‌های تولید گاز جیره‌های آزمایشی در جدول ٤ گزارش شده است. کمترین تولید بالقوه گاز و نیمه عمر مجانب تولید گاز مربوط به جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه بدون مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه بود (P<۰/۰۱). بیشتر گاز حاصل از تخمیر خوراک در نتیجه تخمیر کربوهیدرات‌ها و تا حدودی پروتئین‌ها تولید می‌شود. معمولاً گاز حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌های ساختمانی در مقایسه با کربوهیدرات‌های غیرساختمانی بیشتر است (۱۵). آمونیاک حاصل از تجزیه پروتئین در شکمبه مهم‌ترین منبع نیتروژن برای باکتری‌های تجزیه کننده کربوهیدرات‌های الیافی می‌باشد (٤). از طرفی، شکل کلسیمی اسیدهای چرب در مقایسه با اسیدهای چرب دارای گروه کربوکسیل آزاد اثر منفی کمتری بر میکروارگانیسم‌های شکمبه و تجزیه ماده آلی توسط آنها دارد (۱۹)، بنابراین کاهش تولید بالقوه گاز در جیره حاوی سطح بالای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه بدون مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه را می‌توان به کاهش تجزیه پروتئین و غلظت آمونیاک مایع شکمبه و اثر منفی بیشتر مکمل چربی (روغن سویای هیدروژنه شده) بر تخمیر ماده آلی ارتباط داد.

جدول ٤: فراسنجه‌های تولید گاز جیره‌های حاوی سطوح مختلف پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و اسیدلینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه.

Table 4. Gas production parameters of diets containing different levels of RUP and rpCLA.

P-Value			SEM	RUP 35%		RUP[1] 25%		Trait
RUP*CLA	CLA	RUP		With CLA	Without CLA	With CLA	Without CLA[2]	صفت اندازه‌گیری شده
Asymptotic gas production (A; ml/g OM) تولید بالقوه گاز (میلی‌لیتر در گرم ماده آلی)								
<0.01	<0.01	<0.01	18.86	434.18^{bc}	388.98^{c}	483.96^{ab}	497.76^{a}	
Gas production half life (B; h) نیمه عمر مجانب تولید گاز ($\frac{1}{2}$ زمان، ساعت)								
0.01	<0.01	0.91	2.06	35.69^{a}	26.39^{c}	33.14^{ab}	28.46^{bc}	
The sharpness of theswitching characteristic of the profile (C) فاکتور تعیین کننده شکل منحنی تولید گاز								
0.38	0.50	0.74	0.04	1.29	1.39	1.35	1.31	
Maximum gas production (R_{max}; ml/g Om/h) حداکثر میزان تولید گاز (میلی‌لیتر در گرم ماده آلی در ساعت)								
<0.01	<0.01	<0.01	0.41	9.05^{b}	9.81^{b}	9.89^{b}	11.80^{a}	
Time to reach maximum gas ptoduction (TR_{max}; h) زمان رسیدن به حداکثر تولید گاز (ساعت)								
0.15	0.65	0.14	0.54	5.27^{b}	5.95^{ab}	7.07^{a}	5.86^{ab}	

۱. پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه، ۲. اسید لینولئیک کونژوگه.

^{a,b,c}میانگین‌های هر ردیف که دارای حرف مشترک نیستند در سطح آماری ۰/۰۵ با هم تفاوت دارند.

RUP: Rumen undegradable protein, CLA: Conjugated linoleic acid.

^{a,b,c}Means within same column with different superscripts differ (P<0.05). SEM: Standard error of means.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی با توجه به نتایج به دست آمده در این آزمایش، استفاده از جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و مکمل اسید لینولئیک کونژوگه محافظت شده در شکمبه باعث بهبود عملکرد بزغاله‌های در حال رشد گردید.

منابع

1. Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. J. Dairy. Sci. 83: 1598–1624.
2. Allison, M.J. 1969. Biosynthesis of amino acids by ruminal microorganisms. J. Anim. Sci. 29: 797–807.
3. Association of Official Analytical Chemists. 2007. Official methods of analysis. 18th Edition. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.
4. Bach, A., Calsamiglia, S. and Stern, M.D. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. J. Dairy. Sci. 88: 9-21.
5. Bauman, D.E., Perfield, J.W., Harvatine, K.J. and Baumgard, L.H. 2008. Regulation of fat synthesis by conjugated linoleic acid: Lactation and the ruminant model. J. Nutr. 138: 403-409.
6. Bessa, R.J.B., Santos-Silvaa, J., Ribeiroa, J.M.R. and Portugala, A.V. 2000. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. Lives. J. Prod. Sci. 63: 201–211.
7. Bunting, L.D., Fernandez, J.M., Fornea, R.J., White, T.W., Froetschel, M.A., Stone, J.D. and Ingawa, K. 1996. Seasonal effects of supplemental fat or undegradable protein on the growth and metabolism of Holstein calves. J. Dairy Sci. 79: 1611-1620.
8. Dehority, B.A. 2003. Rumen Microbiology. Nottingham University Press, Nottingham, UK. 372Pp.
9. Groot, J.C.J., Cone, J.W., Williams, B.A., Debersaques, F.M.A. and Lantinga, E.A. 1996. Multiphasic analysis of gas production kinetics for *in vitro* fermentation of ruminant feeds. J. Anim. Feed Sci. Technol. 64: 77–89.

10. Haddad, S.G., Mahmoud, K.Z. and Talfaha, H.A. 2005. Effect of varying levels of dietary undegradable protein on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs fed on high wheat straw diets. Small.Rumin. Res. 58: 231–236.
11. Harstad, O.M. and Prestlokken, E. 2000. Effective rumen degradability and intestinal indigestibility of individual amino acids in solvent-extracted soybean meal (SBM) and xylose-treated SBM (SoyPass) determined *in situ*. J. Anim. Feed Sci. and Technol. 83: 31-47.
12. Kawas, J.R., Mahgoub, O., and Lu, C.D. 2012. Nutrition of the Meat goat. P 161-195, In Mahgoub O, Kadim IT and Webb EC (2012) Goat Meat Production and Quality. CAB International, Nosworthy Way, Wallingford, Oxfordshire OX10 8DE, UK.
13. Kazemi-Bonchenari, M., Mirzaei, M., Jahani-Moghadam, M., Soltani, A., Mahjoubi, E. and Patton. R.A. 2016. Interactions between levels of heat-treated soybean meal and prilled fat on growth, rumen fermentation, and blood metabolites of Holstein calves. J. Anim. Sci. 94: 4267–4275.
14. Lawrie, R.A. and Ledward, D. 2006. Lawrie Meat Science. 7th Edition. Woodhead Publishing Series in Food Science. J. Technol. Nut. Cambridge. 464Pp.
15. Makkar, H.P.S. 2010. *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. P 107–144, In: Vercoe PE, Makkar HPS and Schlink AC (Eds.). *In vitro* Screening of Plant Resources for Extra-Nutritional Attributes in Ruminants: Nuclear and Related Methodologies. IAEA, Dordrecht, the Netherlands.
16. McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. and Sinclair, L.A. 2011. Animal Nutrition. 7th Edition. Pearson Education Limited, Harlow, UK. 712Pp.
17. Menke, K.H. and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Anim. Res. Devel. 28: 7–55.
18. Mersmann, H.J. 2002. Mechanisms for conjugated linoleic acid–mediated reduction in fat deposition. J. Anim. Sci. 80: 126-134.
19. NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Edition. National Academy Press, Washington, DC. 381Pp.
20. NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. 7th Edition. National Academy Press, Washington, DC. 341Pp.
21. Pariza, M.W. 2004. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. Am. J. Clin. Nutr. 79: 1132–1136.
22. Park, Y., Albright, K.J., Liu, W., Storkson, J.M., Cook, M.E. and Pariza, M.W. 1997. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. J. Lipids. 32: 853–858.
23. Rokni, H. and Taheri-Yeganeh, A. 2017. Conservation and protection of Iranian native goat breeds. P 136-137, Proceedings of World Goat Day Symposium. Anim. Sci. Res. Institute, Karaj, Iran. (In Persian).
24. SAS Institute. 2014. SAS/STAT (Version 9.4) Computer Software. SAS Institute Incorporation: Cary, NC, USA.
25. Schiavon, S., Tagliapietra, F., Dal Maso, M., Bailoni, L. and Bittante, G. 2010. Effects of low-protein diets and rumen-protected conjugated linoleic acid on production and carcass traits of growing double-muscled Piemontese bulls. J. Anim. Sci. 88: 3372–3383.
26. Schiavon, S., Tagliapietra, F., Dalla Montà, G., Cecchinato, A., and Bittante, G. 2012. Low protein diets and rumen-protected conjugated linoleic acid increase nitrogen efficiency and reduce the environmental impact of double-muscled young Piemontese bulls. J. Anim. Feed. Sci. Technol. 174: 96–107.
27. Schlegel, G., Ringseis, R., Shibani, M., Most, E., Schuster, M., Schwarz, F.J. and Eder, K. 2012. Influence of a rumen protected conjugated linoleic acid mixture on carcass traits and meat quality in young Simmental heifers. J. Anim. Sci. 90: 1532-1540.

28. Schmid, A., Collomb, M., Sieber, R. and Bee, G. 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review: J. Meat. Sci. 73: 29–41.
29. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy. Sci. 74: 3583–3597.
30. Von Soosten, D., Meyer, U., Piechotta, M., Flachowsky, G. and Dänicke, S. 2012. Effect of conjugated linoleic acid supplementation on body composition, body fat mobilization, protein accretion, and energy utilization in early lactation dairy cows. J. Dairy. Sci. 95: 1222–1239.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 7(1), 2019
http://ejrr.gau.ac.ir

Effect of different levels of rumen undegradable protein and conjugated linoleic acid on performance of growing goat kids

A. Pormalekshahi[1], *F. Fatahnia[2], H. Jafari[3], A. Azarfar[4], S. Varmaghany[3], G. Taasoli[5]
[1]PhD student, [2]Associate Prof., and [5]Assistant Prof., Dept., of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, [3]Assistant Prof., Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, [4]Associate Prof., Dept., of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad
Received: 29/10/2018; Accepted: 17/12/2018

Abstract

Background and objectives: Conjugated linoleic acids contain a mixture of linoleic acid isomers. Dietary conjugated linoleic acid supplementation to ruminant diet affect their metabolism. Conjugated linoleic acid have many beneficial biological properties including the reduction in fat deposition and increasing lean tissue and feed efficiency in various animals. On the other hand, fast growing ruminants require sufficient amounts of essential amino acid in the small intestine. There is no information regarding response of growing ruminant to the interaction of rumen undegradable protein and rumen protected conjugated linoleic acid, hence this experiment was aimed to study the interaction of rumen undegradable protein and rumen protected conjugated linoleic acid on performance, protozoa population and *in vitro* gas production in growing goat kids.

Materials and methods: Thirty-two Kurdish male and female kids (average body weight 13.06±1.08 kg; 4 months age) were used in a randomized block design with a 2 × 2 factorial arrangement. The fattening period lasted for 100 days including a 20-d of adaptation. Animals were fed total mixed rations three times a day. All experimental diets contain 15% crude protein and 2.4 Mcal ME/kg DM. Rumen undegradable protein of feeds was measured by *in situ* method using two rumen fistulated rams. Experimental diets contain 25 and 35 percent of rumen undegradable protein without or with 1.5 percent of rumen protected conjugated linoleic acid. Dry matter intake, average daily gain, feed efficiency, protozoa population and *in vitro* gas production parameters were measured. For total protozoa populations counting and genera differentiation, samples of rumen liquor were collected three hours after morning meal by stomach tube on day 70 of experiment. Rumen liquor samples were taken from two rumen fistulated rams which were fed on maintenance level. These rumen samples were collected before morning meal.

Results: The results showed that kids fed diet containing 35 percent rumen undegradable protein supplemented with rumen protected conjugated linoleic acid had the greatest average daily gain (112.72 g/day), feed efficiency (0.21) and the lowest dry matter intake (564.72 g/day). Ruminal fluid total protozoa population did not affected by dietary treatments. Diet containing 25 percent rumen undegradable protein without conjugated linoleic acid supplementation had the highest potential gas production (497.76 mL/g OM) and maximum gas production (11.80 mL/g OM) per hour. Diet containing 35 percent rumen undegradable protein with conjugated linoleic acid supplementation had the greatest gas production half life (35.69 h) and the lowest time to reach maximum gas ptoduction (5.27 h).

Conclusion: Overally, diet containing 35 percent rumen undegradable protein and 1.5 percent rumen protected conjugated linoleic acid supplementation improved growing goat kids performance.

Keywords: Conjugated linoleic acid, Performance, Protein, Protozoa

*Corresponding author; ffatahnia@yahoo.com