Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

The effect of using protected methionine at different levels of metabolizable protein in pre-partum diet on the performance of transition Ghezel ewes and newborn lambs

Ramin Arasteh[1], Rasoul Pirmohammadi[2], Hamed Khalilvandi-Behroozyar[3*]

[1]PhD., Candidate, Ruminant Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, Email: r.araste@urmia.ac.ir

[2]Professor of Ruminant Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University Urmia, Iran, Email: r.pirmohammadi@urmia.ac.ir

[3]Associate Professor, Ruminant Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, Email: h.khalilvandi@urmia.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 03/15/2023
Revised: 04/25/2023
Accepted: 04/26/2023

Keywords:
Ghezel ewes
Metabolisable protein
Protected methionine
Transition period

ABSTRACT

Abstract

Background and Objectives: Methionine is the most important essential amino acid needed in mammals' nutrition and is used for protein synthesis, growth, milk protein, maintenance, tissue regeneration, and reproduction. Protected methionine alone or in combination with lysine increases animal performance. The addition of protected forms of lysine and methionine to the diet of dairy cows in early lactation has the greatest potential to improve milk yield for high-producing cows in early lactation. It seems that investigating the effect of using methionine individually when reducing dietary protein is useful to achieve maximum performance. Therefore, the purpose of this research is to investigate the effect of different levels of protected methionine and metabolizable protein (MP) in the diet affects the performance of pregnant ewes during the transition period and born lambs.

Materials and Methods: This experiment was carried out in a 2x2 factorial design. Using 40 ewes heterozygous for Fecb genes with twin pregnancies resulting from estrous synchronization in the reproductive season confirmed by ultrasound with an average age of 2±36 months, the average weight of 56±3.2 kg was done. The experiment was carried out over a period of 74 days, from 44 days before the expected calving to 30 days after calving (14 days of getting used to the experimental rations and the test site, 30 days before calving, and 30 days after calving). The experimental treatments include: 1- Diet with MP to the required level without protected methionine, 2- Diet with MP to the required level with 6 grams of protected methionine, 3- Diet with 10% more MP than required, without protected methionine, 4-diet with 10% of MP was more than required along with 6 grams of protected methionine. The rations were completely mixed in two times at 6:00 and 18:00 and individually provided to the ewes. In order to determine the milk production, the amount of weight gain of the lambs in the

postpartum period was measured every day using a digital scale, and weekly milk samples were collected on two consecutive days, in order to evaluate the milk composition, the milk samples of the ewes were analyzed using an infrared MilkoScan device. Venous blood samples were collected using venipuncture from ewes and lambs via anti-coagulant containing vacuum tubes, 4 hours after the morning meal, every week through the experimental period. In order to investigate the effects of dietary interventions on rumen fermentation parameters, a rumen fluid sample was taken 4 hours after the morning meal on the last day of the experiment using the esophageal tube method.

Results: Crude protein digestibility increased in ewes consuming feed containing protein at required levels, but, the lowest digestibility coefficient resulted in ewes receiving 10% protein more than required irrespective of methionine supplementation ($P<0.02$). The digestibility of NDF showed a significant increase with the addition of protected methionine to the diet compared to treatments without methionine supplementation ($P<0.03$). The birth weight of lambs significantly increased in ewes that received extra protein supplemented with rumen-protected methionine compared to other treatments. Milk production showed a significant increase in the treatment of consuming 10% more protein supplemented with 6 grams of protected methionine compared to other treatments ($P<0.04$). Total protein and albumin levels were affected both by dietary protein levels and methionine supplementation ($P<0.003$). Acetate was the highest in the rumen fluid of ewes fed with basal diet and was reduced in diets with higher protein levels ($P<0.04$).

Conclusion: Results of this study revealed that protected methionine supplementation in late pregnant twin bearing ewes improved plasma parameters, lamb birth weights, and increases milk production. Considering that the best results were obtained in the treatment of protein 10% more than the requirement along with 6 grams of protected methionine, therefore, the use of this level suggested in the diet of Ghezel ewes during the transition

Cite this article: Arasteh, R., Khalilvandi-Behroozyar, H., Pirmohammadi, R. (2023). The effect of using protected methionine at different levels of metabolizable protein in pre-partum diet on the performance of transition Ghezel ewes and new born lambs. *Journal of Ruminant Research*, 11(2), 111-130.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2023.21071.1887
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

اثرات تغذیه‌ای سطوح مختلف متیونین محافظت‌شده و پروتئین متابولیسمی بر عملکرد میش‌های قزل در دوره انتقال و بره‌های تازه متولدشده

رامین آراسته[۱]، رسول پیرمحمدی[۲]، حامد خلیل‌وندی بهروزیار[۳*]

[۱] دانشجوی دوره دکتری تغذیه نشخوارکنندگان، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران، رایانامه: r.araste@urmia.ac.ir
[۲] استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران، رایانامه: r.pirmohammadi@urmia.ac.ir
[۳] دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، رایانامه: h.khalilvandi@urmia.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۲/۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۶

واژه‌های کلیدی:
پروتئین متابولیسمی
دوره انتقال
متیونین محافظت شده
میش‌های قزل

چکیده

سابقه و هدف: متیونین مهم‌ترین اسیدآمینه ضروری موردنیاز پستانداران بوده و برای ساخت پروتئین به‌منظور رشد، تولید پروتئین شیر، نگهداری، بازسازی بافت‌ها و تولیدمثل استفاده می‌شوند. متیونین محافظت شده به‌تنهایی و یا در ترکیب با لیزین، باعث افزایش عملکرد حیوان می‌شود. افزودن شکل‌های محافظت شده لیزین و متیونین به جیره گاوهای شیرده در اوایل دوره شیردهی، بیشترین پتانسیل را برای افزایش عملکرد شیر برای گاو پرتولید در اوایل دوره شیردهی داشته است. آبستنی دوقلویی یکی از مهم‌ترین عوامل در افزایش قابل‌توجه نیاز به انرژی و پروتئین قابل‌متابولیسم در میش‌ها و عامل اصلی افزایش خطر ابتلا به ناهنجاری‌های مختلف متابولیکی از جمله مسمومیت آبستنی است. عدم تأمین مقادیر کافی گلوکز در اواخر آبستنی ضمن افزایش استفاده از اسیدهای آمینه در فرآیند گلوکونئوژنزیس، می‌تواند منجر به ایجاد کمبود ثانویه پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری از جمله متیونین شود. به‌نظر می‌رسد بررسی اثر استفاده از متیونین محافظت‌شده در سطوح مختلف پروتئین قابل متابولیسم جیره برای دستیابی به حداکثر عملکرد مفید باشد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر استفاده از متیونین محافظت‌شده در شکمبه در سطوح مختلف پروتئین قابل متابولیسم جیره بر عملکرد میش‌های آبستن قزل در دوره انتقال و بره‌های متولدشده می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل ۲×۲ انجام شد. از ۴۰ رأس میش قزل هتروزیگوت برای ژن‌های Fecb با آبستنی دوقلویی حاصل از هم‌زمان‌سازی فحلی در فصل تولیدمثلی تأییدشده با دستگاه اولتراسونوگرافی با میانگین سنی ۲±۳۶ ماه و میانگین وزنی ۳/۲±۵۶ کیلوگرم استفاده شد. طرح آزمایشی در یک دوره‌ی ۷۴ روزه از ۴۴ روز قبل از زایش مورد انتظار تا ۳۰ روز پس از زایش (۱۴روز عادت‌پذیری به جیره‌های آزمایشی و محل انجام آزمایش، ۳۰ روز قبل از زایش و ۳۰ روز پس از زایش) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره با پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز بدون متیونین محافظت شده، ۲- جیره با پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز به‌همراه ۶ گرم متیونین

محافظت‌شده، ۳- جیره با ۱۰ درصد پروتئین قابل متابولیسم بیشتر از حد نیاز و بدون متیونین محافظت‌شده، ۴- جیره با ۱۰ درصد پروتئین قابل متابولیسم بیشتر از حد نیاز به‌همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده بودند. جیره‌ها به‌صورت مخلوط در دو نوبت در ساعات ۶:۰۰ و ۱۸:۰۰ و به‌صورت انفرادی در اختیار میش‌ها قرار داده شد. به‌منظور تعیین شیر تولیدی، میزان افزایش وزن بره‌ها در دوره‌ی بعد از زایش، همه‌روزه قبل و بعد از شیر خوردن با استفاده از باسکول دیجیتالی وزن شده و نمونه‌ی شیر هفتگی جمع‌آوری‌شده در دو روز متوالی، به‌منظور ارزیابی ترکیب شیر میش‌ها با استفاده از دستگاه میلکواسکن، آنالیز شد. خون‌گیری از میش‌ها و بره‌ها با استفاده از لوله‌های خلا دارای هپارین و ترکیبات ضد متابولیسم بی‌هوازی گلوکز از طریق ورید وداج، ۴ ساعت پس از مصرف خوراک وعده صبح، به‌صورت هفتگی در طول دوره آزمایش، جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی انجام شد. برای بررسی فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای، نمونه‌ی مایع شکمبه، ۴ ساعت پس از مصرف خوراک در روز سی‌ام بعد از زایش با استفاده از روش سوند مری گرفته شد.

نتایج: گوارش‌پذیری پروتئین خوراک در میش‌های مصرف‌کننده خوراک حاوی پروتئین در حد نیاز، کمترین مقدار بوده و در میش‌های دریافت‌کننده ۱۰ درصد پروتئین بیشتر از حد نیاز بدون متیونین و به‌همراه متیونین محافظت‌شده افزایش یافت ($P<۰/۰۲$). گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزودن متیونین محافظت‌شده به جیره نسبت به تیمارهای فاقد مکمل متیونین افزایش معنی‌داری نشان داد ($P<۰/۰۳$). وزن تولد بره‌ها و میزان شیر تولیدی در تیمار حاوی ۱۰ درصد پروتئین قابل متابولیسم بیشتر از نیاز به‌همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده، افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد ($P<۰/۰۴$). غلظت پروتئین کل و آلبومین در میش‌های تغذیه‌شده با جیره‌های پروتئین ۱۰ درصد بیش از نیاز به‌همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده بیشتر از سایر تیمارها بود ($P<۰/۰۰۳$). استات در مایع شکمبه میش‌های تغذیه‌شده با جیره دارای پروتئین در حد نیاز و بدون متیونین محافظت‌شده بیشترین و در میش‌های تغذیه‌شده با جیره دارای ۱۰ درصد پروتئین و بدون متیونین محافظت‌شده کمترین مقدار بود ($P<۰/۰۴$).

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که افزودن متیونین محافظت شده در جیره‌ی میش‌های قزل دوقلو آبستن در دوره‌ی انتقال با بهبود فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای سبب افزایش تولید شیر و همچنین عملکرد حیوان می‌شود. با توجه به اینکه بهترین نتایج در تیمار پروتئین ۱۰ درصد بیش از نیاز به همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده به‌دست آمد بنابراین استفاده از پروتئین ۱۰ درصد بیش از نیاز به همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده در جیره‌ی میش‌های قزل در دوره انتقال پیشنهاد می‌شود.

استناد: آراسته، ر.، پیرمحمدی، ر.، خلیل‌وندی بهروزیار، ح. (۱۴۰۲). اثرات تغذیه‌ای سطوح مختلف متیونین محافظت‌شده و پروتئین متابولیسمی بر عملکرد میش‌های قزل در دوره انتقال و بره های تازه متولدشده. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۱(۲)، ۱۳۰-۱۱۱.

DOI: 10.22069/ejrr.2023.21071.1887

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

رشد موجودات بستگی به ذخیره پروتئین در بافت‌های مختلف از جمله، جفت، عضله اسکلتی و روده کوچک دارد (Bergen، ۲۰۰۸). مصرف کافی اسیدآمینه‌ی جیره‌ای برای رشد مطلوب، توسعه و سلامتی همه‌ی حیوانات ضروری است. لذا کمبود پروتئین موجب کوتاه‌قدی، کم‌خونی، ضعف فیزیکی، ادم، اختلال در عروق و ضعف ایمنی و مصرف اضافی پروتئین نیز سبب اتلاف آن و آلودگی نیتروژنی محیط‌زیست و همچنین موجب اختلالات گوارشی، کبدی، کلیوی و عصبی می‌شود (Waterlow، ۱۹۹۵).

لذا بهینه‌سازی نیازهای جیره‌ای اسیدآمینه‌ها برای حیوانات به‌منظور به حداکثر رسیدن رشد، عملکرد تولیدمثلی، کارایی تغذیه‌ای، بهبود سلامت و همچنین مقاومت آن‌ها در برابر بیماری‌ها مهم است. در سال‌های اخیر جیره‌های نشخوارکنندگان توسط منابع مختلفی از پروتئین غیرقابل‌تجزیه در شکمبه مکمل سازی شده است (Belitz و Grosch، ۱۹۸۷). مقدار پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه[1] به‌طور عمده بستگی به حلالیت پروتئین در شکمبه دارد. شواهد زیادی نشان می‌دهد که پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه جیره‌ای، باکتری‌های شکمبه را تغذیه می‌کند و مقدار مناسبی از پروتئین میکروبی را در رودی کوچک تأمین می‌کند. درحالی‌که پروتئین غیر قابل‌تجزیه در شکمبه[2] جیره در کنار پروتئین میکروبی، پروتئین با کیفیت بالا برای میزبان فراهم می‌کند (NRC، ۲۰۰۱). هضم این پروتئین‌ها توسط باکتری‌های شکمبه موجب ایجاد ضایعاتی می‌شود، زیرا همهٔ پروتئین جیره برای تولید پروتئین میکروبی استفاده نمی‌شود (Tedeschi و Fox، ۲۰۱۶). علاوه بر این، تولید پروتئین میکروبی نیازمند مقدار کافی انرژی است و کارایی تبادلات انرژی برای تولید پروتئین از اسیدآمینه‌ها معمولاً کمتر از ۷۵ درصد است.

هم‌چنین مکمل سازی اسیدآمینه‌های کریستالی در جیره نشخوارکنندگان به‌علت تخریب سریع آن‌ها مؤثر نیست. زیرا به سرعت در شکمبه هضم می‌شوند (Tedeschi و Fox، ۲۰۱۶). بنابراین پروتئین با کیفیت یا اسیدآمینه‌های مکمل‌سازی شده (آرژئین، هیستیدین، لیزین و متیونین) در جیره باید از هضم شکمبه‌ای محافظت شوند. روش‌های متعددی برای کاهش هضم پروتئین در شکمبه ایجادشده‌اند. این روش‌ها شامل تیمار پروتئین با گرمای خفیف، تیمار شیمیایی و کپسوله کردن فیزیکی (پروتئین محافظت‌شده شکمبه‌ای) است (NRC، ۲۰۰۱).

متیونین مهم‌ترین اسیدهای آمینه ضروری برای پستانداران هست و برای تولید پروتئین، رشد، تأمین پروتئین شیر، نگهداری، بازسازی بافت و تولیدمثل استفاده می‌شود. متیونین حاوی سولفور بوده که در بسیاری از مسیرها از جمله تولید فسفولیپیدها، کارنیتین، کراتین و پلی‌آمین درگیر است (Bequette و همکاران ۱۹۹۸). متیونین نقش کلیدی در تولید آپوپروتئینB دارد تخلیه تری‌گلیسیرید از کبد به بافت‌های محیطی را ایفا می‌کند (Bequette و همکاران ۱۹۹۸). متیونین و هیدروکسی آنالوگ آن برای افزایش هضم الیاف در شکمبه و کم کردن کاهش چربی شیر استفاده می‌شوند؛ بنابراین، متیونین که کاملاً از تخریب شکمبه‌ای محافظت نشده است، ممکن است به افزایش تولید چربی شیر کمک کند.

متیونین همچنین توسط بدن در متابولیسم و تولید چربی استفاده می‌شود. پاسخ به مکمل اسیدهای آمینه، به‌ویژه متیونین، می‌تواند توسط مرحله شیردهی، وضعیت بدن و جیره تحت تأثیر قرار گیرد (Rode و Kung، ۱۹۹۶).

1.RDP (Rumen Degradable Protein)
2.RUP (Rumen Undegradable Protein)

در یک پژوهش گزارش شد که مکمل‌سازی کنجاله سویا با متیونین محافظت‌شده سبب افزایش عملکرد بره‌های پرواری آمیخته‌ی زل می‌شود (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۳). به‌نظر می‌رسد که بررسی اثر استفاده متیونین به‌صورت انفرادی در هنگام کاهش پروتئین جیره برای دستیابی به حداکثر عملکرد مفید باشد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی تأثیر استفاده از متیونین پوشش‌دار شده در سطوح مختلف پروتئین قابل متابولیسم در جیره‌ی میش‌های آبستن سنگین بر عملکرد میش‌ها و بره‌های متولدشده در دوره انتقال می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه آموزشی و پژوهشی گروه علوم دامی دانشگاه ارومیه، در فصل زمستان انجام پذیرفت. این پژوهش با استفاده از ۴۰ رأس میش قزل هموزیگوت برای ژن‌های Fecb با آبستنی دوقلویی حاصل از هم‌زمان‌سازی فحلی در فصل تولیدمثلی تأییدشده با دستگاه اولتراسونوگرافی با میانگین سنی ۲±۳۶ ماه و میانگین وزنی ۳/۲±۵۶ کیلوگرم انجام شد. دام‌ها به چهار گروه آزمایشی ۱۰ رأسی تقسیم شدند و در جایگاه انفرادی نگهداری شدند. شرایط پرورشی در همه تیمارهای آزمایشی به‌غیراز جیره‌های غذایی ارائه‌شده یکسان بود. جیره‌های آزمایشی برای تأمین احتیاجات دام، براساس توصیه‌های انجمن ملی تحقیقات، NRC (۲۰۰۷) و با استفاده از نرم‌افزار SRNS[1] تنظیم شد.

تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره با پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز بدون متیونین محافظت‌شده، ۲- جیره با پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز به‌همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده، ۳- جیره با ۱۰ درصد پروتئین قابل متابولیسم بیشتر از حد نیاز و بدون متیونین محافظت‌شده و ۴- جیره با ۱۰ درصد پروتئین قابل متابولیسم بیشتر از حد نیاز به‌همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده بود. جیره‌های غذایی به غیر از میزان پروتئین قابل متابولیسم مشابه بوده و منبع متیونین محافظت‌شده (مپران، اوانیک، آلمان) به‌صورت سرک به جیره اضافه شد.

جهت مخلوط شدن کامل متیونین محافظت‌شده با بقیه اجزای جیره، ابتدا متیونین محافظت‌شده با بخش‌های دیگر کنسانتره‌ای خوراک مخلوط شده، سپس مخلوط آن‌ها نیز با بخش‌های خشبی جیره کاملاً مخلوط شدند تا از مصرف آن به‌صورت کامل در هر وعده اطمینان حاصل شود (جدول ۱). ترکیبات این محصول عبارت بودند از: آمینواسید، نمک‌ها و آنالوگ‌های آن‌ها: ۳c۳۰۱ – دی ال متیونین ۵۰ درصد، حامل: از منشأ پالم. بعد از زایش میش‌ها از یک جیره مشابه بدون متیونین با پروتئین در حد نیاز استفاده کردند (جدول ۲). این پژوهش، پس از طی یک دوره ۱۴ روزه عادت‌پذیری به جایگاه و جیره آزمایشی، در دو دوره‌ی آزمایشی یک ماه قبل از تاریخ مورد انتظار زایش و یک ماه بعد از زایش انجام گرفت.

جیره‌های آزمایشی صرفاً در دوره قبل از زایش مورداستفاده قرارگرفته و پس از زایش ضمن حفظ گروه‌بندی، همه میش‌ها صرف‌نظر از تیمار دوره قبل از زایش، جیره یکسان دریافت کردند. وزن‌کشی دام‌ها در ابتدای آزمایش و سپس هر هفته تا زمان زایش، بلافاصله پس از زایش و بعد از دفع جفت تا انتهای آزمایش قبل از خوراک‌دهی نوبت صبح با استفاده از باسکول دیجیتالی ۲۰۰ کیلویی محک، ساخت شرکت توزین توان سنجش، مدل MDS13000، کشور ایران انجام شد. میزان خوراک مصرفی به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. جهت تعیین ماده‌ی خشک جیره‌ها، نمونه‌برداری از جیره‌های آزمایشی به‌صورت تصادفی هر هفته یک‌بار انجام و مقدار ماده خشک، پروتئین

1.SRNS (Small Ruminant Nutration System)

خام، چربی خام، خاکستر و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با استفاده از روش‌های استاندارد AOAC، (۱۹۹۰) و تعیین قابلیت هضم ظاهری براساس روش Van Keulen و Young (۱۹۷۷) اندازه‌گیری شد. ترکیب شیمیایی جیره‌ها در جدول ۱ نشان داده‌شده است.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب مواد مغذی جیره‌های غذایی میش‌ها در دوره قبل از زایش (ماده خشک)

Table 1- Feed composition of pre- and post-partum experimental diets

بعد از زایش Post-partum	قبل از زایش Pre-partum				اجزای جیره (درصد ماده خشک) Ingredient (%DM)
	پروتئین قابل متابولیسم به میزان ۱۰ درصد بیشتر از نیاز MP, 110 % of requirements		پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز MP, 100 % of requirements		
	متیونین Methionine		متیونین Methionine		
	6 gr/d	0	6 gr/d	0	
32.20	14.98	14.98	14.98	14.98	یونجه Alfalfa hay
12.19	18.73	18.73	18.73	18.73	دانه ذرت Corn grain
32.13	33.71	33.71	33.71	33.71	کاه جو Barley straw
13.85	18.73	18.73	18.73	18.73	دانه جو Barley grain
4.00	-	-	-	-	سبوس گندم Wheat bran
5.54	4.49	4.49	4.49	4.49	کنجاله سویا Soybean meal
1.11	1.50	1.50	1.50	1.50	*مکمل معدنی و ویتامینی Mineral and vitamin premix
1.11	4.49	4.49	4.49	4.49	پودر چربی کلسیمی Ca-salt of FA
0.55	0.75	0.75	0.75	0.75	بیکربنات سدیم Sodium Bicarbonate
0.83	1.87	1.87	1.87	1.87	دی کلسیم فسفات Dicalcium Phosphate
0.55	0.75	0.75	0.75	0.75	نمک Salt
	ترکیب شیمیایی جیره Chemical composition of the experimental diets				
2.48	2.57	2.57	2.49	2.49	انرژی قابل متابولیسم ME(Mcal/kg)
16.00	15.3	15.3	13.9	13.9	پروتئین خام CP%
12.80	12.25	12.25	11.12	11.12	پروتئین قابل متابولیسم MP(%)

کربوهیدارات غیر الیافی NFC%	37.2	37.2	36.1	36.1	37.52
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF%	42.3	42.3	41.9	41.9	42.3
عصاره اتری EE%	3.4	3.4	4.8	4.8	2.8
خاکستر Ash%	6.2	6.2	6.6	6.6	6.1

*ترکیبات مکمل ویتامینی و معدنی (در کیلوگرم): ویتامین A، ۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی. ویتامین D3 ، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی. ویتامین E، ۳۰۰ واحد بین‌المللی. آهن، ۲۰۰۰ میلی‌گرم. مس، ۲۰۰ میلی‌گرم. منگنز، ۲۰۰۰ میلی‌گرم. روی، ۳۰۰۰ میلی‌گرم. کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم. ید، ۱۰۰ میلی‌گرم. سلنیوم، ۱ میلی‌گرم. آنتی‌اکسیدان، ۵۰۰ میلی‌گرم. منیزیم، ۱۸۰۰۰ میلی‌گرم. فسفر، ۹۰۰۰۰ میلی‌گرم، کلسیم ۱۶۰۰۰۰ میلی‌گرم، سدیم، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم.

Mineral and vitamin premix composition (in kg): Vitamin A, 600,000 International Units, Vitamin D3, 100,000 International Units; Vitamin E 300 International Units, Iron, 2,000 mg, Copper, 200 mg, Manganese, 2,000 mg, Zinc, 3,000 mg, Cobalt, 100 mg, Iodine, 100 mg, Selenium, 1 mg, Antioxidant 500 mg, Magnesium, 18000 mg, Phosphorus, 90,000 mg, Calcium, 160,000 mg, Sodium, 50,000 mg

جیره‌ها به‌صورت کاملاً مخلوط در دو نوبت صبح و بعدازظهر (۶:۰۰ و ۱۸:۰۰) در حد اشتها در اختیار دام‌ها قرار گرفتند. در طول دوره‌ی آزمایش، آب تمیز به‌صورت آزاد در اختیار دام‌ها بود. میزان خوراک ریخته شده در آخور و پس‌ماند روزانه جهت محاسبه ماده خشک مصرفی ثبت و به‌صورت روزانه محاسبه می‌شد.

جهت تعیین نمره‌دهی بدنی برای میش‌ها از تکنیک نمره‌دهی مخصوص استفاده شد (Russel و همکاران ۱۹۶۹). در این روش، میش‌ها ازنظر امتیاز وضعیت بدنی با فاصله ۱ واحد، به پنج گروه از ۱ تا ۵ تقسیم شدند. تعیین نمره وضعیت بدنی با استفاده از انگشتان دست، از طریق لمس زواید افقی و عمودی چهار عدد از مهره‌های کمری پشت و دنده آخر براساس معیارهای پیشنهادشده انجام شد. همچنین برای تعیین تغییرات وزن بره‌ها، توزین هر روز و با استفاده از باسکول دیجیتالی از زمان به‌دنیا آمدن تا آخر دوره، تغییرات و افزایش وزن بره‌ها ثبت گردید. به‌منظور ثبت میزان تولید شیر گوسفندان، شیر تولیدی از روز دوم زایش، به مدت ۳۰ روز به‌صورت روزانه ثبت گردید. برای رکوردبرداری از میزان تولید شیر گوسفندان، از روش توزین بره‌ها و انجام عمل پس دوشی استفاده شد. هر یک از بره‌ها قبل و بعد از شیر خوردن وزن شدند و از تفاضل وزن قبل و بعد از شیر خوردن در دو وعده و همچنین شیر پس‌دوشی شده از مادرانشان با استفاده از سیستم شیردوشی سیار ثبت گردید و با جمع شیر تغذیه‌شده توسط بره‌ها و شیر پس‌دوشی شده در هر وعده، میزان تولید شیر روزانه برای هر گوسفند محاسبه گردید. در هر وعده بره‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه جهت مصرف شیر در پیش میش‌های مادر می‌ماندند.

نمونه‌ی شیر هفتگی جمع‌آوری‌شده در دو روز متوالی، به‌منظور ارزیابی ترکیب شیر میش‌ها با استفاده از دستگاه میلکواسکن (ساخت کشور دانمارک مدل ۷۵۶۱۰) آنالیز شد. نمونه‌ی خون میش‌ها و بره‌ها با استفاده از لوله‌های خلأ حاوی هپارین و ترکیبات ضد متابولیسم بی‌هوازی گلوکز از طریق ورید وداج، ۴ ساعت پس از مصرف خوراک وعده صبح، به‌صورت هفتگی در دوره قبل و بعد از زایش، به‌منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی گرفته شد و فراسنجه‌های خونی شامل: تری‌گلیسرید، آلبومین، کلسترول، نیتروژن اوره‌ی، پروتئین تام و گلوکز با استفاده از کیت‌های تشخیصی پارس آزمون و دستگاه

الایزا ریدر (مدل DA-3200 کشور آلمان) اندازه‌گیری شد.

به‌منظور بررسی فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای، نمونه‌ی مایع شکمبه، ۴ ساعت پس از مصرف خوراک در روز سی‌ام بعد از زایش با استفاده از روش سوند مری گرفته شد. سپس pH مایع شکمبه بلافاصله با استفاده از دستگاه pH متر (مدل Schott Titrator Titroline easy کشور آلمان) اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های مایع شکمبه با استفاده از پارچه ۴ لایه‌ی کنفی صاف‌شده و ۲ نمونه ۵۰ میلی‌لیتری از مایع شکمبه با ۱ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۵۰ درصد با نسبت ۱ به ۵۰ اسیدسولفوریک به مایع شکمبه برای تعیین مقدار نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه و پروفایل اسیدهای چرب فرار شکمبه بر اساس روش Reynal و همکاران (۲۰۰۷) تهیه و بلافاصله در سردخانه با دمای ۲۰- درجه‌ی سانتی‌گراد تا انجام آزمایش‌های بعدی نگهداری شد. اسیدهای چرب فرار به‌وسیله دستگاه HPLC اندازه‌گیری شد. نیتروژن آمونیاکی شکمبه به‌وسیله دستگاه الایزا ریدر (مدل DA-3200 کشور آلمان) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های مایع شکمبه بعد از صاف شدن با توری چهار لایه، برای تثبیت پروتوزوآ با فرمالین ۵۰ درصد به نسبت ۱:۱ مخلوط و در دمای اتاق نگهداری شدند. شمارش پروتوزوآ با استفاده از میکروسکوپ نوری و لام مخصوص با رنگ‌آمیزی متیلن بلو انجام گرفت (Dehority، ۲۰۰۵).

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها: این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد (معادله شماره ۱). داده‌ها با استفاده از رویه‌ی مختلط[1] نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۳) نسخه-ی ۹/۱ مورد ارزیابی قرار گرفت.

در ارزیابی داده‌هایی که دارای اندازه‌گیری تکرار شده در زمان بودند (مصرف ماده خشک، تولید شیر، تغییرات وزن بدن)، اثر زمان به‌عنوان عامل تکرارشونده وارد مدل آماری شده (معادله شماره ۲) و از ساختار واریانس کوواریانس نوع اول در ارزیابی آماری استفاده شد. داده‌های مربوط به قبل و بعد از زایش به‌طور جداگانه بررسی و برای آنالیز وزن بره‌ها، وزن مادر و وزن تولد به‌عنوان عامل همبسته وارد مدل آماری شدند. در تمام ارزیابی‌های آماری اثر دام به‌عنوان اثر تصادفی درنظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از گزینه PDIFF و آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

معادله (۱):

$$Y_{ijk}=\mu + Ai + B_j + AB_{ij}+e_{ijk}$$

معادله (۲):

$$Y_{ijk}=\mu + Ai + B_j+AB_{ij}+T_k+AT_{ik}+BT_{jk}+ ABT_{ijk}+ e_{ijk}$$

Y_{ijk} =مقدار هر مشاهده، μ=میانگین کل، Ai=اثر سطح پروتئین، B_j= اثر متیونین محافظت‌شده eijk = اثر اشتباه آزمایشی، Tk= اثر زمان (تکرارشونده)، AT_{ik}= اثر متقابل زمان اندازه‌گیری و سطح پروتئین، BT_{jk}= اثر متقابل زمان اندازه‌گیری و سطح متیونین مورداستفاده، ABT_{ijk}= اثر متقابل زمان اندازه‌گیری، سطح پروتئین و سطح مکمل متیونین مورداستفاده

نتایج و بحث

گوارش‌پذیری: گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی و چربی‌خام خوراک مصرف‌شده در میش‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف پروتئین و متیونین با هم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). اما گوارش‌پذیری پروتئین خوراک در میش‌های مصرف‌کننده خوراک حاوی پروتئین در حد احتیاجات کمترین مقدار و در میش‌های دریافت‌کننده ۱۰ درصد پروتئین بیشتر از احتیاجات و بدون متیونین

1. PROC MIXED

و ۶ گرم متیونین محافظت‌شده افزایش یافت (P<۰/۰۲). گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزودن متیونین محافظت‌شده به جیره نسبت به تیمارهای فاقد مکمل متیونین افزایش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۳).

Belal و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که استفاده از متیونین محافظت‌شده در جیره بره‌های نر آواسی، بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. Heydari (۲۰۱۳) گزارش کردند که استفاده از مکمل متیونین محافظت‌شده در جیره بره‌های پرواری بر قابلیت هضم پروتئین تأثیر معنی‌داری نداشت، اما استفاده از مکمل چربی محافظت‌شده در کنار متیونین محافظت‌شده سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری پروتئین شده بود. در این تحقیق نیز گوارش‌پذیری پروتئین خام در میش‌های دریافت‌کننده ۱۰ درصد پروتئین بیشتر از احتیاجات نگهداری بدون متیونین محافظت‌شده و ۶ گرم متیونین محافظت‌شده افزایش یافت. مشاهده‌شده است که با فراهم کردن مقادیر بالای غیر فیزیولوژیک مکمل متیونین (با منابع اچ ام بی آی) در سطوح بالاتر از ۰/۲ درصد روی عملکرد باکتری‌ها تأثیر می‌گذارد (Plank، ۲۰۱۱). البته برای پروتئین‌های با حلالیت کمتر، فرآیند آزادسازی آمونیاک کندتر است و بخش زیادی از پروتئین ممکن است بدون اینکه شکسته شود، از شکمبه به شیردان روده‌کوچک منتقل شود (اسدنژاد و همکاران، ۲۰۲۱).

افزایش گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزودن مکمل متیونین محافظت‌شده را به تأمین احتیاجات اسیدهای آمینه‌ی برخی از باکتری‌های *آمیلولایتیک* و *ساکرولایتیک* نسبت داده‌اند (Baldwin و Allison، ۱۹۸۳). علاوه بر این، باکتری *ساکرولایتیک سلوموناس رومینانتیوم* به‌طور خاصی به اسیدآمینه متیونین نیاز دارد. افزایش در قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در پژوهش حاضر نیز می‌تواند درنتیجه تغییر جمعیت میکروبی ناشی از افزودن متیونین به جیره باشد. گزارش‌شده است که با افزودن پپتید و اسیدآمینه قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی بهبودیافته است (Yang، ۲۰۰۲).

مصرف خوراک و تغییرات وزن بدن: میزان مصرف خوراک قبل از زایش و تغییرات وزن بدن قبل از زایش و همچنین مصرف خوراک و تغییرات وزن پس از زایش به ترتیب در جداول (۳) گزارش‌شده است. هیچ‌یک از صفات عملکردی مانند مصرف خوراک، افزایش وزن و نمره وضعیت بدنی میش‌ها تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند. وزن تولد بره‌های تیمار ۱۰ درصد پروتئین بیشتر از احتیاجات نگهداری به‌همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد و کمترین مقدار در تیمار پروتئین در حد احتیاج بدون متیونین محافظت‌شده مشاهده شد (P<۰/۰۴).

اهمیت استفاده از منابع پروتئین عبوری در تغذیه میش‌های آبستن این امکان را به میش می‌دهد تا از ذخایر بدنی خود به نحو خوبی برای رشد جنین استفاده کند. با این راهکار می‌توان شکاف بین انرژی متابولیسمی تأمین‌شده از خوراک و بخش‌های حاصل از ذخایر بدنی را پوشش داد (Dawson و همکاران ۱۹۹۹).

محققین تغذیهٔ متیونین محافظت‌شده بر فراهمی، الگوی اسیدهای آمینهٔ پلاسما و غلظت انسولین و فراسنجه‌های پلاسمای گاوهای شیری را بررسی کردند (Blum و همکاران ۱۹۹۹).

جدول ۲- گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره میش‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف پروتئین و متیونین محافظت‌شده (درصد)

Table2. Nutrient apparent digestibility of ewes fed with different levels of protein and protected methionine (%)

متغیر Variable	پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز MP, 100 % of requirements		پروتئین قابل متابولیسم به میزان ۱۰ درصد بیشتر از نیاز MP, 110 % of requirements		اشتباه معیار میانگین SEM	سطح معنی‌داری P_value		
	متیونین Methionine		متیونین Methionine					
	0	6 gr/d	0	6 gr/d		پروتئین Protein	متیونین Methionine	پروتئین×متیونین Protein* Methionine
ماده خشک DM	62.30	64.20	62.50	63.40	0.94	0.85	0.90	0.98
ماده آلی OM	72.17	72.01	72.77	72.97	0.10	0.49	0.98	0.87
عصاره اتری EE	72.37	72.61	72.80	72.63	1.30	0.86	0.98	0.88
پروتئین خام CP	63.09^{c}	70.89^{b}	74.26^{a}	74.72^{a}	0.90	<.0001	<.0001	0.02
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	54.42^{b}	61.06^{a}	55.03^{b}	63.66^{a}	0.96	<.0001	0.01	0.03

[a-b] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت ازنظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a-b] In each row data with different superscripts are statistically different (P < 0.05)

Papas و همکاران (۱۹۸۴) اثر متیونین محافظت‌شده بر اسیدهای آمینهٔ محافظت‌شده در شکمبه و تولید گاوهای شیرده را موردبررسی قرار داده و مشخص شد که استفاده از متیونین محافظت‌شده برای انتقال متیونین به بخش‌های پس از شکمبه مؤثر بوده و غلظت‌های متیونین پلاسما را افزایش داد. مادهٔ خشک مصرفی و وزن بدن تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در تحقیق دیگری اثرات تغذیه متیونین و لیزین محافظت‌شده بر توان تولیدی حیوان، مقدار پروتئین شیر و شاخص‌های فیزیولوژیکی را موردبررسی قرار گرفت که در آن پژوهش تفاوت معنی‌داری در خشک مصرفی مشاهده نشد (Donkin، و همکاران ۱۹۸۹). Heydari (۲۰۱۳) در گزارشی بیان کرد که استفاده از مکمل متیونین در جیره بره‌های پرواری سبب افزایش وزن زنده و لاشه بره‌ها شد. نتایج تحقیق حاضر بیانگر این بود با توجه به اینکه بره‌های متولدشده از میش‌های تغذیه‌شده از جیره‌های حاوی مکمل متیونین محافظت‌شده، میزان شیر بیشتری مصرف کرده بودند. هر چند که این روند افزایشی ازنظر آماری معنی‌دار نبود، اما بره‌های این گروه از میش‌ها، افزایش وزن روزانه و هفتگی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. بنابراین به‌نظر می‌رسد مکمل متیونین محافظت‌شده برافزایش وزن و رشد بره‌ها تأثیرگذار بوده است. از طرفی بره‌های تیمار ۱۰ درصد پروتئین بیشتر از حد نیاز به همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده دارای وزن تولد بیشتری بودند و درنتیجه میزان شیر مصرفی بیشتر بره‌های این تیمار در کنار وزن تولد بیشتر سبب افزایش رشد و وزن در بره‌های این تیمار شده است.

جدول ۳- عملکرد میش‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف پروتئین و متیونین محافظت‌شده

Table 3. Performance of ewes fed with diets containing different levels of protein and protected methionine

عملکرد performance	پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز MP, 100 % of requirements		پروتئین قابل متابولیسم به میزان ۱۰ درصد بیشتر از نیاز MP, 110 % of requirements		اشتباه معیار میانگین SEM	سطح معنی‌داری p-Value			
	متیونین Methionine		متیونین Methionine			پروتئین Protein	متیونین Methionine	زمان Time	پروتئین×متیونین Protein* Methionine
	0	6 gr/d	0	6 gr/d					
قبل از زایش Pre-partum									
مصرف ماده خشک DMI (kg/d)	1.98	1.95	2.13	2.00	0.09	0.31	0.41	0.47	0.60
تغییرات وزن بدن هفته Weight changes in ewe per week (kg)	2.76	2.87	2.89	2.96	0.10	0.30	0.37	0.45	0.91
نمره وضعیت بدنی BCS	3.29	3.38	3.46	3.49	0.15	0.08	0.54	0.41	0.19
بعد از زایش Post-partum									
مصرف ماده خشک DMI (kg/d)	2.11	2.03	2.28	2.16	0.09	0.14	0.33	0.12	0.82
تغییرات وزن بدن میش‌ها Weight changes in ewe(gr/day)	-60.52	-59.52	-58.57	-55.33	2.53	0.48	0.61	0.32	0.31
وزن تولد بره‌ها Lamb birth weight (kg)	3.27^{b}	3.55^{ab}	3.43^{ab}	3.73^{a}	0.13	0.92	0.19	-	0.84
افزایش وزن روزانه در ۳۰ روز Daily weight gain for lambs up to 30 days (g / d)	169.05^{b}	241.67^{ab}	214.29^{ab}	255.95^{a}	26.72	0.35	0.58	0.25	0.02
وزن شیرگیری Weaning weight (kg)	8.37^{c}	9.87^{b}	10.83^{ab}	11.44^{a}	0.10	0.041	0.020	0.19	0.001
نمره وضعیت بدنی BCS (30th day)	2.85	3.01	3.10	3.15	0.13	0.26	0.17	0.15	0.06

در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

In each row data with different superscripts are statistically different (P < 0.05).

تولید شیر و ترکیبات آن: مقدار تولید شیر در تیمار مصرف‌کننده‌ی ۱۰ درصد پروتئین بیشتر از حد نیاز به‌همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۳). کمترین مقدار تولید شیر در تیمار پروتئین در حد نیاز بدون متیونین محافظت‌شده مشاهده شد.

سطح پروتئین جیره طی دوره شیردهی رشد غدد پستان، تولید شیر و مقدار DNA موجود در غده پستان را تحت تأثیر قرارداد (Kim و همکاران، ۱۹۹۹). کمبود یک اسیدآمینه خاص می‌تواند به‌واسطه یک خوراک دارای مقادیر بالای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه، تشدید شود (Schwab و Ordway، ۲۰۰۱). ترکیبی از چندین منبع پروتئینی دارای پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه که مکمل یکدیگر می‌باشند، می‌تواند بر این مشکل غلبه کند (Schwab و Ordway، ۲۰۰۱). متیونین مهم‌ترین اسیدهای آمینه ضروری پستانداران هست و برای تولید پروتئین، رشد، پروتئین شیر، نگهداری، بازسازی بافت و تولیدمثل استفاده می‌شود. متیونین حاوی سولفور بوده که در بسیاری از مسیرها از جمله تولید فسفولیپیدها، کارنیتین، کراتین و پلی آمین درگیر است (Bequette و همکاران ۱۹۹۸).

گزارش‌شده است که گاوهایی که در طول ۸ هفتهٔ اول پس از زایش از اسیدهای آمینهٔ محافظت‌شده استفاده می‌کردند تولید شیر و درصد پروتئین و چربی شیر به‌طور معنی‌داری در طی ۸ هفتهٔ اول دوره شیردهی افزایش یافت (Xu و همکاران، ۱۹۹۸). پاسخ به بهبود عرضه متیونین و لیزین محافظت‌شده از تجزیه شکمبه‌ای باعث تغییر در عملکرد پروتئین شیر، تولید شیر و مصرف خوراک می‌شود و همچنین افزایش تولید پروتئین شیر به افزایش عرضه‌ی لیزین یا متیونین در پروتئین قابل متابولیسم بیشتر قابل پیش‌بینی است، در حالی‌که عرضه حاصل از اسیدآمینه دیگر در پروتئین قابل متابولیسم تقریباً نزدیک احتیاجات تخمین زده‌شده است (Schwab و Ordway، ۲۰۰۳). به‌نظر می‌رسد که بررسی اثر استفاده متیونین به‌صورت انفرادی در هنگام کاهش پروتئین جیره برای دستیابی به حداکثر عملکرد مفید باشد (Wang و همکاران، ۲۰۱۰). به‌دلیل جریان پروتئین خام میکروبی به‌سوی خارج از شکمبه و شیردان، پروتئین خام میکروبی اصلی‌ترین منبع پروتئین تولید شیر به‌حساب می‌آید.

در تحقیقی که برای بررسی لیزین و متیونین طراحی‌شده بود، Robert و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که متیونین می‌تواند تولید اجزای شیر را فراتر از نقش یک اسیدآمینه محدودکننده تقویت کند. چون آن‌ها با سطوح بالاتر از سطوح متیونین پیشنهادی احتیاجات کمیته ملی تحقیقات افزایش عددی ولی غیر معنی‌دار در ترکیبات شیر (پروتئین و چربی) را مشاهده کردند. بخش قابل‌توجهی از اسیدهای آمینه گلوکوژنیک به‌منظور تولید لاکتوز استفاده می‌شوند و بنابراین تولید شیر با مقادیر بالا را حمایت می‌کنند. توانایی استفاده غده پستانی از گلوکز برای تولید لاکتوز محدود بوده و بنابراین اسیدهای آمینه جذب‌شده، نقش مثبت اساسی در ارتباط با تولید شیردارند.

جدول ۴- تولید و ترکیب شیر تولیدی میش‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف پروتئین و متیونین محافظت‌شده

Table 4. Milk yield and composition of ewes fed with different levels of protein and protected methionine

متغیر Variable	پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز MP, 100 % of requirements		پروتئین قابل متابولیسم به میزان ۱۰ درصد بیشتر از نیاز MP, 110 % of requirements		اشتباه معیار میانگین SEM	سطح معنی‌داری P_value			
	متیونین Methionine		متیونین Methionine			پروتئین Protein	متیونین Methionine	زمان Time	پروتئین×متیونین Protein* Methionine
	0	6	0	6					
شیر تولیدی Milk yield (Kg/d)	1.37[c]	1.44[c]	1.46[b]	1.77[a]	0.02	0.0006	0.03	0.68	0.33
ترکیب شیر (درصد) Milk composition (%)									
کل ماده جامد Total solid	19.45	18.95	19.51	19.11	0.16	0.46	0.06	-	0.87
چربی Fat	5.50	5.35	5.45	5.40	0.09	0.81	0.26	-	0.80
پروتئین Protein	4.36[c]	4.45[c]	4.64[b]	4.90[a]	0.02	0.0001	0.0009	-	0.01
لاکتوز Lactose	4.88	4.76	5.19	5.14	0.04	0.02	0.15	-	0.51
ترکیب شیر (گرم در روز) Milk composition (g/d)									
کل ماده جامد Total solid	266.87	319.92	272.85	338.30	5.71	0.14	0.009	-	0.40
چربی Fat	75.65	89.40	77.03	94.74	2.95	0.31	0.006	-	0.53
پروتئینProtein	60.02	76.10	64.14	86.82	1.55	0.008	0.002	-	0.11
لاکتوز Lactose	67.17	85.08	68.60	90.98	1.17	0.03	<.0001	-	0.13

[a-b] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a-b] In each row data with different superscripts are statistically different (P < 0.05)

فراسنجه‌های خونی: داده‌های مربوط به فراسنجه‌های خونی بعد از زایش میش‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف پروتئین و متیونین محافظت‌شده در جدول (۵) گزارش‌شده است. پروتئین کل و آلبومین در میش‌های تغذیه‌شده با جیره‌های پروتئین ۱۰ درصد بیش از نیاز به همراه ۶ گرم متیونین محافظت‌شده بیشتر از میش‌های تغذیه‌شده با جیره دارای پروتئین در حد نیاز و بدون متیونین و میش‌های تغذیه‌شده با جیره دارای ۱۰ درصد پروتئین بیش از احتیاجات نگهداری و بدون متیونین محافظت‌شده بود (P<۰/۰۴). کمترین مقدار پروتئین و آلبومین در تیمارهای پروتئین در حد نیاز به همراه و بدون متیونین محافظت‌شده مشاهده شد. نیتروژن اوره‌ای خون در تیمار پروتئین در حد نیاز بدون متیونین افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد (P<۰/۰۰۳).

ولی در بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نسبت به هم مشاهده نشد. سایر فراسنجه‌های خونی شامل تری‌گلیسیرید، کلسترول و گلوکز نیز تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵). نتایج یک تحقیق

نشان داد که دام‌هایی که متیونین مصرف کرده بودند، میزان گلوکز خون بالاتری در هفته پیش از زایش و همچنین در ۲ روز ابتدای شیردهی داشتند و میزان گلوکز در ۲ روز ابتدای شیردهی در گاوهایی که متیونین محافظت‌شده دریافت کرده بودند، نسبت به گاوهای گروه شاهد بالاتر بود، که این امر را به بهبود گلوکونئوژنز در کبد ارتباط داده بودند (Strzetelski و همکاران، ۲۰۰۹). در تحقیقی Bell و Ehrhardt (۲۰۰۰) بیان داشتند با وجود تأمین پروتئین جیره در میش‌های آبستن یکی از منابع تأمین‌کننده اسیدآمینه موجود در گردش خون آن‌ها از موبلیزاسیون پروتئین از بافت‌های ماهیچه‌ای تأمین می‌شود که این میزان حدود ۱۰ درصد پروتئین قابل‌هضم مصرفی است و این امر به‌دلیل جریان مستقیم جریان اسیدهای آمینه از خون به سمت رحم آبستن و جنین است و محاسبه‌شده است که این میزان حدود ۸۰ درصد پروتئین قابل‌هضم ظاهری را به خود اختصاص می‌دهند. علاوه بر این‌که نیازهای اسیدآمینه‌ای در بافت پستانی نیز باید موردتوجه قرار بگیرد.

برخلاف گلوکز، جنین بیشتر از جفت نیازمند تأمین اسیدهای آمینه است که این موضوع اهمیت تأمین اسیدهای آمینه موردنیاز به‌ویژه متیونین در میش‌های آبستن را نشان می‌دهد. کاهش نیتروژن اوره‌ای خون با متیونین می‌تواند مربوط به افزایش بازچرخش اوره به شکمبه به‌دلیل کاهش آمونیاک شکمبه در نتیجه کاهش پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه و در نتیجه بهبود بازدهی ناخالص نیتروژن باشد. بازچرخش نیتروژن اوره‌ای معنی‌داری هم‌زمان با کاهش غلظت آمونیاک شکمبه به کمتر از ۹/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر گزارش کردند (Remond و همکاران ۲۰۰۲).

همچنین St-pierre و Noftsger (۲۰۰۳) پیشنهاد کردند که غلظت حداقل نیتروژن آمونیاکی در شکمبه برای تولید مناسب پروتئین میکروبی می‌تواند بیش از ۱۱میلی‌گرم در هر دسی لیتر باشد. در مطالعه حاضر نیز هر چند تفاوت معنی‌داری در نیتروژن اوره‌ای میش‌ها قبل از زایش مشاهده نشد، اما در تیمارهای مصرف‌کننده ۶ گرم متیونین محافظت‌شده سطح آن کمتر از تیمارهای فاقد متیونین محافظت‌شده بود. به‌نظر می‌رسد که اثرات کلی مشاهده‌شده در بخش آزمایش فرآسنجه‌های خونی اثرات کاهش نیتروژن اوره‌ای خون مؤثر در بهبود عملکرد سیستم تولیدمثلی در جهت افزایش مقاومت و سلامت دام است. بررسی نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تغییرات فیزیولوژیکی و احتیاجات به مواد مغذی در میش‌های آبستن، بعد از زایش بر فراسنجه‌های خونی تأثیرگذار بوده است و در این بین استفاده از مکمل متیونین محافظت‌شده و افزایش سطح پروتئین جیره تأثیر زیادی بر برخی فراسنجه‌ها داشته است. به‌طوری‌که با حضور متیونین محافظت‌شده در جیره، سطح تری‌گلیسرید در نتیجه تولید لیپوپروتئین‌های با چگالی کم در میش‌ها کاهش یافت.

با اینکه گلوکز بین تیمارها معنی‌دار نشد، اما سطح آن در تیمارهای مصرف‌کننده متیونین محافظت‌شده افزایش یافت، که احتمالاً متیونین فرآیند گلوکونئوژنز را در این میش‌ها تحریک کرده است. افزایش سطح آلبومین و پروتئین خون نیز به‌دلیل افزایش سطح پروتئین و مکمل متیونین افزوده‌شده به جیره افزایش یافت، که احتمالاً در نتیجه تغییر سطح پروتئین و مکمل متیونین بوده است. کاهش سطح نیتروژن اوره‌ای خون در نتیجه افزوده شدن متیونین محافظت‌شده به جیره نیز در میش‌ها پس از زایش سبب افزایش سطح سلامتی و بهبود سیستم ایمنی بدن میش‌ها شده است.

جدول ۵- فراسنجه‌های خونی میش‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف پروتئین و متیونین محافظت‌شده

Table 5. Blood metabolite of ewes fed with different levels of protein and protected methionine

متغیر Variable			پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز MP, 100 % of requirements		پروتئین قابل متابولیسم به میزان ۱۰ درصد بیشتر از نیاز MP, 110 % of requirements		اشتباه معیار میانگین SEM	سطح معنی‌داری P_value		
			متیونین Methionine		متیونین Methionine			پروتئین Protein	متیونین Methionine	پروتئین×متیونین Protein* Methionine
			0	6 gr/d	0	6 gr/d				
گلوکز	قبل از	Pre-partum	65.25	66.65	74.01	70.28	2.77	0.27	0.13	0.59
Glucose (mg/dl)	بعد از	Post-partum	66.03	68.31	72.88	76.48	4.57	0.12	0.41	0.68
پروتئین کل	قبل از	Pre-partum	7.74	7.57	7.47	7.60	0.21	0.61	0.88	0.54
Total Protein (g/dl)	بعد از	Post-partum	7.65^{b}	7.59^{b}	7.91^{ab}	9.15^{a}	0.35	0.05	0.008	0.003
نیتروژن اوره ای خون	قبل از	Pre-partum	26.00	26.00	26.10	26.30	0.74	0.85	0.56	0.65
BUN (mg/dl)	بعد از	Post-partum	31.04^{a}	26.33^{b}	27.66^{b}	25.02^{b}	1.01	0.24	0.01	0.04
کلسترول	قبل از	Pre-partum	81.76	81.73	81.63	84.73	2.71	0.45	0.42	0.41
Cholesterol (mg/dl)	بعد از	Post-partum	80.89	82.77	82.46	86.10	0.92	0.35	0.07	0.72
آلبومین	قبل از	Pre-partum	3.42	3.88	3.13	3.82	0.23	0.48	0.06	0.65
Albumin (g/dl)	بعد از	Post-partum	3.49^{b}	4.35^{ab}	3.18^{b}	4.81^{a}	0.23	0.62	0.006	0.04
تری گلیسیرید	قبل از	Pre-partum	41.04	38.00	40.90	39.75	0.86	0.35	0.03	0.30
Triglyceride (mg/dl)	بعد از	Post-partum	42.01	39.66	40.33	39.02	0.94	0.35	0.02	0.67

[a-b] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a-b] In each row data with different superscripts are statistically different (P < 0.05)

فراسنجه‌های شکمبه‌ای: نتایج نشان دادند که استات در مایع شکمبه‌ی میش‌های تغذیه‌شده با جیره دارای پروتئین در حد نیاز و بدون متیونین محافظت‌شده بیشترین و در میش‌های تغذیه‌شده با جیره دارای ۱۰ درصد پروتئین و بدون متیونین محافظت‌شده کمترین مقدار بود ($P<0/04$). سایر اسیدهای چرب فرار ازجمله پروپیونات، بوتیرات، والرات و ایزووالرات در میش‌های مختلف تفاوت و کل اسیدهای چرب فرار معنی‌داری نداشت. نسبت اسیدهای چرب فرار با نوع جیره غذایی متفاوت است.

کربوهیدرات‌ها (به‌عنوان‌مثال، نشاسته و قندها) سریعاً تخمیر می‌شوند و به‌طورمعمول استات و پروپیونات را در نسبت مولی مشابه، همراه با مقادیر کوچکتری بوتیرات تولید می‌کنند، در حالی‌که سلولز و همی‌سلولز معمولاً استات، پروپیونات و بوتیرات را در نسبت تقریباً ۶: ۲: ۱ تولید می‌کنند (Anil Kumar و همکاران ۲۰۱۵). پروتوزوآی شکمبه محصولات نهایی تخمیر، مانند محصولاتی که توسط باکتری‌ها تولید می‌شوند به‌خصوص استات، بوتیرات و هیدروژن را تولید می‌کنند. پروتوزوآها می‌توانند مقادیر زیادی نشاسته را در یک‌زمان استفاده کنند و آن را در بدن خود ذخیره کنند. این امر به کم کردن سرعت تولید اسیدهایی که pH شکمبه را کاهش می‌دهند، کمک می‌کند (Williams، ۱۹۷۹).

کربوهیدرات‌ها به اسیدهای چرب فرار (عمدتاً استیک، پروپیونیک و بوتیریک‌اسید) تخمیر می‌شوند که حدود ۵۰ درصد از انرژی موردنیاز نشخوارکنندگان را تأمین می‌کند. هنگامی‌که مقدار زیادی علوفه تغذیه می‌شود، تولید اسید استیک (۶۰ تا ۷۰ درصد) افزایش و پروپیونات (۱۵–۲۰ درصد) کاهش می‌یابد. اما بوتیریک اسید (۵–۱۵ درصد) کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Anil Kumar و همکاران ۲۰۱۵). در برخی مطالعات نشان داده شده است که غلظت اسیدهای چرب استات، پروپیونات و بوتیرات پس از افزودن منابع متیونین به جیره تغییری نمی‌کند و یا کاهش می‌یابد. همچنین گزارش‌شده است که غلظت بوتیرات معمولاً روند کاهشی نشان داده است (Gil و همکاران،۱۹۷۳) یا اصلاً تغییر پیدا نکرده است (Lundquist و همکاران، ۱۹۸۳). غلظت والرات، ایزو بوتیرات و ایزووالرات بدون تغییر بوده است (Lundquist و همکاران، ۱۹۸۳).

تغییرات غلظت اسیدهای چرب فرار احتمالاً به جمعیت میکروب‌ها بستگی دارد که می‌تواند در آزمایش‌های مختلف بسته به نوع جیره و سایر عوامل تغییر کند. از علل کاهش pH افزایش سطح اسیدهای چرب فرار در شکمبه است که در این آزمایش اسیدهای چرب فرار بین تیمارها به‌جز استات کاهش یا افزایشی نداشتند و بالطبع آن pH معنی‌دار نشد. در این آزمایش استات همراه با افزوده شدن متیونین به جیره روند کاهشی داشت. احتمالاً افزوده شدن این مکمل بر قابلیت هضم سلولز و الیاف نامحلول در شوینده خنثی[1] تأثیرگذار بوده درنتیجه میزان استات در این تیمارها افزایش‌یافته است.

[1] ADF (Insoluble Acid Detergent Fiber)

جدول ۶- فراسنجه‌های شکمبه‌ای میش‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف پروتئین و متیونین محافظت‌شده

Table 6. Rumen metabolite of ewes fed with different levels of protein and protected methionine

متغیر Variable	پروتئین قابل متابولیسم در حد نیاز MP, 100 % of requirements		پروتئین قابل متابولیسم به میزان ۱۰ درصد بیشتر از نیاز MP, 110 % of requirements		اشتباه معیار میانگین SEM	سطح معنی‌داری P_value		
	متیونین Methionine		متیونین Methionine					
	0	6 gr/d	0	6 gr/d		پروتئین Protein	متیونین Methionine	پروتئین×متیونین Protein* Methionine
pH	6.50	6.46	6.53	6.43	0.08	0.68	0.44	0.71
نیتروژن آمونیاکی N-NH3(mg/l)	14.30	14.26	14.40	14.33	0.10	0.46	0.65	0.87
جمعیت پروتوزوآیی Protozoa ($\times10^5$/ml)	11.40^{b}	11.96^{c}	11.76^{c}	12.16^{a}	0.07	0.01	0.004	0.27
کل اسیدهای چرب فرار Total VFA (m mol/ml)	74.51	72.15	66.66	52.32	3.76	0.03	0.09	0.15
اسید استیک (درصد) Acetic acid (%)	45.76^{a}	44.87^{ab}	43.35^{b}	44.94^{ab}	1.78	0.23	0.78	0.04
پروپیونیک اسید Propionic acid (%)	29.89	31.30	32.29	30.05.83	2.34	0.61	0.86	0.18
بوتیرات**(درصد)** Butyric acid (%)	12.73	12.03	12.24	12.48	0.78	0.73	0.92	0.56
اسید والریک(درصد) Valeric acid (%)	5.60	5.10	5.60	6.16	0.52	0.83	0.96	0.62
ایزو بوتیریک(درصد) Isobutyric acid (%)	5.48	6.19	6.12	5.78	0.31	0.24	0.16	0.34
اسید ایزووالریک(درصد) Iso-Valeric acid (%)	0.53	0.51	0.40	0.59	0.006	0.16	0.25	0.26

[a-b] در هر ردیف میانگین‌های با حروف متفاوت از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[a-b] In each row data with different superscripts are statistically different (P < 0.05)

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که افزودن متیونین محافظت‌شده در جیره‌ی میش‌های قزل در دوره‌ی انتقال با بهبود فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای سبب افزایش تولید و همچنین عملکرد حیوان می‌شود. با توجه به اینکه بهترین نتایج در تیمار پروتئین ۱۰ درصد بیشتر از احتیاجات به همراه ۶ درصد متیونین محافظت‌شده مشاهده شد. بنابراین این سطح از پروتئین و متیونین در جیره‌ی میش‌های دوقلو آبستن قزل در دوره انتقال توصیه می‌شود. هرچند نیازمند مطالعات بیشتر در این زمینه می‌باشد.

منابع

Asadnejad, B., Pirmohammadi, R., Khalilvandi, H., 2021. Processing of Feather meal using ozone gas and evaluation of its nutritional value using *in vitro* and *in situ* nylon bags techniques. Journal of Ruminant Research. 9, 121-136.

Anil, K. P., Rameshwar, S. and Devki, N. K. 2015. Rumen Microbiology_ From Evolution to Revolution-Springer India.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Office. Anal.Chem. Washington. DC.

Baldwin, R. and Allison, M. 1983. Rumen metabolism. Journal of Animal Science, 57: 461.

Belal, S.O., Abdullah, Y.A. Mofleh, S.A., Rami, T., Kridli, H.H. and Rasha, I.Q. 2008. Effect of methionine supplementation on performance and carcass characteristics of Awassi ram lambs fed finishing diets. Asian- Australasion Journal of Animal Science, 21: 831-837

Belitz, H.D. and W. Grosch. 1987. Reactions involved in food chemistry. In: Food Chemistry. Springer-Berlug, Berlin, Germany, 53-75

Bell, A.W. and Ehrhardt R.A. 2000. Regulation of macronutrient partitioning between maternal and conceptus tissues in the pregnant ruminant. In: Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Cronje, P.B. (ed.). CABI Publishing, CAB International, Wallingford, 275-293.

Bequette, B.J., Backwell, F.R.C. and Crompton, L.A. 1998. Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. Journal of Dairy Science, 81: 2540-2559.

Bergen, W.G. 2008. Measuring *in vivo* intracellular protein degradation rates in animal systems. Journal of Animal Science, 86: 3–12.

Blum, J.W., Bruckmair, R.M. and Jans, F. 1999. Rumen-Protected Methionine Fed to dairy Cows: Bioavailability and Effects on Plasma Amino Acid Pattern and Plasma Metabolite and Insulin Concentrations, Journal of Dairy Science, 81:1991-1998.

Dehority, B.A. 2005. Effect of pH on viability of *Entodinium caudatum*, *Entodinium exiguum*, *Epidinium caudatum*, and *Ophryoscolex purkynjei in vitro*. Journal of Eukaryotic Microbiology, 52: 339-342.

Donkin, G. A. Varga, T. F. Sweeney. and L. D. Muller. 1989. Rumen protected methionine and lysine: Effects on animal performance, milk protein yield and physiological measures. Journal of Dairy Science, 72: 1484-1491.

Dawson, L.E.R., Carson, A.F. and Kilpatrick, D.J. 1999. The effect of digestible undegradable protein concentration of concentrates and protein source offered to ewes in late pregnancy on colostrum production and lamb performance. Animal Feed Science and Technology, 82: 21-36.

Gil, L. A., Shirley, R.L. and J.E. Moore. 1973. Effect of methionine hydroxy analog on bacterial protein synthesis fromurea and glucose, starch orcellulosebyrumen microbes. *In vitro*. Journal of Animal Science, 37:159-163.

Heydari, L. 2013. The effect of nutritional supplement of protected fatty ascid and methionine on the performance and characteristics of fattening lamb carcasses. Master's thesis in animal nutrition, Faculty of Agriculture, Yasouj University.

Kim, S.W., Hurley,W.L., Han, I.K., Stein, H.H. and Easter, R.A. 1999. Effect of nutrient intake on mammary gland growth in lactating sows. Journal of Animal Science, 77: 3304-3315.

Leonardi, C., Stevenson, M. and Armentano, L.E. 2003. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. Journal of Dairy Science, 86:4033-4042.

Lundquist, R.G., Linn, J.G. and Otterby, D.E. 1983. Influence of dietary energy and protein on yield and composition of milkfromcows fed methionine hydroxy analog. Journal of Dairy Science, 66:475-491.

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

National Research Council .2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. National Academy Press, Washington, DC.

Noftsger, S. and St-pierre, N. R. 2003. Supplementation of methionine and selection of highly digestable rumen undegradable protein to improve nitrogen efficiency for milk production. Journal of Dairy Science, 86:958-969.

Papas, A.M., Vicini, J.L., Clark, J.H. and Peirce-Sandner, S. 1984. Effect of rumen-protected methionine on plasma free amino acids and production by dairy cows. Journal of Nutrition, 114:2221-2227.

Plank, C. 2011. Methionine and methionine analog supplementation: comparison of

bioavailability in dairy cows and differential utilization by rumen microbes in batch culture. Thesis. Ohio State University. Ohio. US.

Remond, D., Noziere, P. and Poncet, C. 2002. Effect of time of starch supply to the rumen on the dynamics of urea and ammonia net flux across the rumen wall of sheep. Animal Research, 51: 3–13.

Reynal, S.M., Ipharraguerre, I.R., Liñ eiro, M., Brito, A.F., Broderick, G.A. and Clark, J.H. 2007. Omasal flow of soluble proteins, peptides, and free aino acids in dairy cows fed diets supplemented with proteins of varying ruminal degaradbilities. Journal of Dairy Science, 90: 1887-1903.

Robert, J.C, Richard, C. and Bouza, B. 2001. Influence of monomer and dimer forms of isopropyl ester of HMB on the supply of metabolizable methionine to the blood of ruminants. Journal of Dairy Science, 84:(Suppl.1):281.

Rode, L.M. and Kung Jr, L. 1996. Rumen-protected amino acids improve milk production and milk protein yield. Advances in Dairy Technol. Proc. Western Canadian Dairy Seminar, Red Deer, AB, Canada. JJ Kennelly, ed. University of Alberta, Edmonton, AB, Canada, 289-300.

Russel, A.J., Doney, F.J. and Gunn, R.G. 1969. Subjective assessment of fat in live sheep. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 72: 451–454.

SAS Institute. 2003. STAT user's guide: Statistics. Version 9.1. Cary, NC: Statistical Analysis System Institute.

Schwab, C.G. and Ordway, R.S. 2001. Amino Acid Nutrition of Lactating Cows. In: Proceedings of the 36th Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference.

Strzetelski, J. A., Kowalski, Z. M., Kowalczyk, J., Borowiec, F.,Osięgłowski, S. and Ślusarczyk, K. 2009. Protected methionine as a methyl-group donor for dairy cows fed diets with different starch sources in the transition period. Journal of Animal feed Science, 18: 28–41.

Tedeschi, L.O. and Fox, D.G. 2016. The Ruminant Nutrition System. XanEdu, Acton, MA.

Wang, C., Liu, H., Wang, Y., Yang, Z., Liu, J., Wu, Y., Yan, T. and Ye, H. 2010. Effects of dietary supplementation of methionine and lysine on milk production and nitrogen utilization in dairy cows. Journal of Dairy Science, 93: 3661-3670.

Waterlow, J.C. 1995. Whole-body protein turnover in humans—Past, present, and future. Annual Reviews of Nutrition. 15:57–92.

Williams, A.G. 1979. The selectivity of carbohydrate assimilation in the anaerobic rumen ciliate Dasytricha ruminantium. Journal of Applied Bacteriology, 47:511–520

Xu, S., Harrison, J.H., Chalupa, W., Sniffen, C., Julien, W., Sato, H., Fujieda, T., Watanabe, K., Ueda, T. and Suzuki, H. 1998. The effect of ruminal bypass lysine and methionine on milk yield and composition of lactating cows. Journal of Dairy Science, 81:1062-1077.

Van Keulen, J. and Young, B. A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44: 282–287.

Yang, J. 2002. Nutritional manipulation of milk protein yield. University of Alberta. [Online]. Available:http://www.westerndairyscience.com/html/milkprotein.html[cited 2 July 2005].

Yousefian, S., Teimoury Yansary, A., Ansari Pirsaraei, Z. 2013. Dietary Effects of Micronized Soybean Meal and in Compare with Protected Methionine on Growing Performance of Zel crossbred Lambs. Iranian Journal of Animal Science Research, 5:136-146.