نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱٤۱، زمستان ۱٤۰۲
ص‌ص: ۳~۲۰

اثر سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک مخمری (*ساکارومایسس سرویسیه*) در جیره بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، برخی فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های پرواری آمیختهٔ زل×آتابای

• **حسن نبی پور افروزی*[1]، مهدی بهاری[2]، محمدرضا صادقی [3] و مریم فرهمندپور [4]**

۱-عضو هیات علمی گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی ساری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان مازندران

۲-دانش آموخته دکتری تغذیه دام، دانشکده کشاورزی ساری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان مازندران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی ساری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان مازندران

۴- دانش آموخته دکتری تغذیه دام، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت : آذر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : بهمن ۱۴۰۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۱۳۳۹۸۱

Email: h_nabipour@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2023.360749.2273

چکیده

در این پژوهش اثر سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک مخمری (*ساکارومایسس سرویسیه*) در جیره بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، برخی فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های پرواری نر آمیختهٔ زل×آتابای بررسی شد. بدین منظور از تعداد ۲٤ رأس برهٔ نرآمیخته زل ×آتابای با میانگین وزن ۲±۲٦ کیلوگرم و میانگین سن ۵/۵ ماه در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ٦ تکرار به مدت ۹۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱-گروه شاهد فاقد مکمل پروبیوتیک، ۲-تیمار حاوی ٤ گرم مکمل پروبیوتیک، ۳-تیمار حاوی ٦ گرم مکمل پروبیوتیک و ٤-تیمار حاوی ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به ازای هر رأس بره به‌صورت روزانه در جیرهٔ مصرفی بودند. نتایج عملکرد رشد نشان داد که بین تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک و گروه شاهد در وزن نهایی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). مقدار افزایش وزن روزانه در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک (۲۲٤ گرم) نسب به گروه شاهد (۱۷۹ گرم) بالاتر بود. ضریب تبدیل خوراک در تیمارهای ٦ و ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد پایین‌تربود. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و پروتئین خام در تیمارهای ٦ و ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک نسب به گروه شاهد به طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). غلظت گلوکز و لیپوپروتئین با دانسیته بالا (HDL) سرم خون در تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). غلظت کلسترول در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک (۳۷/٦٦ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) نسبت به گروه شاهد (۵۱/۳۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). وزن لاشه گرم و سرد در تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بالاتر بود (P<۰/۰۵). بازده لاشه در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود (P<۰/۰۵). درصد سردست در تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). درصد ران در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود (P<۰/۰۵). pH مایع شکمبه در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک (٦/۳۱) نسبت به گروه شاهد (۵/۷٦) به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). غلظت کل اسیدهای چرب فرار، جمعیت کل باکتری‌ها و پروتوزوآ در تیمارهای ٦ و ۸ گرم مکمل نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). خصوصیات ریخت‌شناسی پرزهای شکمبه در تیمارهای حاوی ٦ و ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود یافت (P<۰/۰۵). نتایج کلی نشان داد که مصرف سطوح ٦ و ۸ گرم مکمل پروبیوتیک سبب بهبود عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای شکمبه شد.

واژه‌های کلیدی: برهٔ پرواری، پروبیوتیک مخمری، عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 141 pp: 3-20

The effect of different levels of probiotic yeast (*Saccharomyces servicii*) supplement in the diet on growth performance, apparent digestibility of nutrients, some blood and rumen parameters of Zell x Atabai cross-breed fattening lambs

By: Hassan Nabipour Afrouzi[* 1], Mehdi Bahari [2], Mohammad Reza Sadeghi [3] and Maryam Farahmandpour [4]
1- Faculty member, Sari Faculty of Agriculture, Technical and Vocational University of Mazandaran Province
2- PhD of animal nutrition, lecturer at the Faculty of Agriculture of Sari, Technical and Vocational University of Mazandaran province
3- Msc of Animal science, lecturer of Sari Agricultural Faculty, Technical and Vocational University of Mazandaran Province
4- PhD of animal nutrition, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Email: h_nabipour@yahoo.com

Received: December 2022 **Accepted: February 2023**

In this study, the effect of different levels of probiotic yeast (*Saccharomyces servicii*) supplement in the diet on growth performance, apparent digestibility of nutrients, some blood and rumen parameters of Zell x Atabai cross-breed fattening male lambs was investigated. For this, 24 Zell x Atabai crossbreed lambs with an average weight of 26±2 kg and an average age of 5.5 months were used in a fully randomized design with 4 treatments and 6 replicates for 90 days. Experimental treatments included: 1- control group with no probiotic supplement, 2- treatment with four grams of probiotic supplement, 3- treatment with six grams of probiotic supplement and 4- treatment with eight grams of probiotic supplement per lamb head consumed in the consumption ration daily. Growth performance results showed that there was a significant difference in final weight between the treatments containing probiotic supplement and the control group (P<0.05). Amount of daily weight gain in the treatment with eight grams of probiotic supplement (224 grams) was higher compared to the control group (179 grams). The feed conversion ratio was lower in the six and eight grams probiotic supplement treatments than in the control group. The apparent digestibility of dry matter and crude protein in the six and eight grams probiotic supplement treatments was significantly higher than in the control group (P<0.05).The digestibility of insoluble fiber in neutral detergent was significantly higher in treatments with probiotic supplements than in the control group (P<0.05).The concentration of glucose and high-density lipoprotein (HDL) in the blood serum was significantly higher in the treatments with probiotic dietary supplements than in the control group (P<0.05).Cholesterol concentration in the treatment of eight grams of probiotic supplement (37.66 mg/dL) compared to the control group (51.33 mg/dL) decreased significantly (P<0.05).Hot and cold carcass weight were significantly higher in the treatments with probiotic supplement than in the control group (P<0.05).Carcass yield for treatment with eight grams of probiotic supplement was significantly higher than other treatments (P<0.05).The percentage of shoulder in the treatments with probiotic supplement was significantly higher than in the control group (P<0.05). Percentage of thigh in the treatment with eight grams of probiotic supplement was significantly higher than with other treatments (P<0.05).Rumen fluid pH was significantly higher (P<0.05) in the treatment with eight grams of probiotic supplement (6.31) compared to the control group (5.76).The total volatile fatty acids concentration, the total population of bacteria and protozoa in the six and eight grams of supplements were significantly higher than in the control group (P<0.05).Rumen villi morphological characteristics were significantly improved in treatments with six and eight grams of probiotic supplement compared to the control group (P<0.05). The overall results indicated that consumption of six and eight grams of probiotic supplements improved growth performance, apparent digestibility of nutrients and parameters of ruminal fermentation.

Key words: fattening lamb, yeast probiotic, growth performance, blood and ruminal parameters.

مقدمه

یکی از اهداف مهم متخصصین تغذیه دام، علاوه بر تأمین نیازهای غذایی نشخوارکنندگان، بهبود وضعیت تخمیر در شکمبهٔ آن ها می‌باشد. مواد افزودنی میکروبی که اصطلاحاً به آن پروبیوتیک (زیست‌یار) می‌گویند، موجودات زنده‌ای هستند که به‌عنوان مکمل به خوراک حیوانات افزوده می‌شود (Fuller، ۱۹۹۲). یکی از متداول‌ترین پروبیوتیک‌ها که به‌طور وسیعی در کشورهای مختلف استفاده می‌شود، قارچ مخمر *ساکارومیسس سرویسیه*[1]است. این مخمر یک پروبیوتیک غیرباکتریایی بوده که به‌دلیل وجود اسیدهای دی‌کربوکسیلیک چرخهٔ کربس مانند فورمارات و مالات در

مخمر سبب مصرف بیشتر لاکتات در باکتری‌های مصرف‌کنندهٔ لاکتات شده و از این راه می‌تواند غلظت لاکتات در شکمبه را کاهش و به تبع، باعث افزایش عملکرد شود (El-Hassan و همکاران، ۱۹۹۶؛ Alugongo و همکاران، ۲۰۱۷). مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* یکی از متداول‌ترین زیست‌یارها بوده که در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده شده است. بهبود فرآیند تخمیر شکمبه‌ای و قابلیت هضم مواد مغذی در اثر مصرف پروبیوتیک مخمری در نشخوارکنندگان به اثبات رسیده است (Bakr و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج تحقیقات علمی مختلف نشان داده است که افزودن مخمرها به خصوص *ساکارومایسس سرویسیه* در جیره‌ها سبب بهبود سلامت، عملکرد تولیدی و برخی ویژگی‌های لاشه (Khalid و همکاران، ۲۰۱۱؛ Ilgaza و Arn، ۲۰۲۱)، تحریک فعالیت باکتری‌های سلولولیتیک و فیبرولیتیک در شکمبه (Jurkovich و همکاران، ۲۰۱۴؛ Phesatcha و همکاران، ۲۰۲۱) و بهبود مصرف خوراک و افزایش رشد در نشخوارکنندگان شده است (Tripathi و Karim، ۲۰۱۱؛ پورعباسعلی و همکاران، ۱۳۸۶). استفاده بیش از حد از کنسانتره و غلات در خوراک دام در بره‌های پرواری سبب بروز ناهنجاری‌های متابولیکی مانند اسیدوز شده که خود منجر به کاهش عملکرد رشد دام می‌شود. بنابراین برای جلوگیری از این خطرات، استفاده از افزودنی‌های غذایی مانند مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* راه‌حل مؤثری برای کاهش بروز اسیدوز و بهبود عملکرد در نشخوارکنندگان به نظر می‌رسد. باتوجه به موارد مذکور، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف مکمل *ساکارومایسس سرویسیه* در جیره بر عملکرد رشد، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، برخی فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای بره‌های نر پرواری آمیختهٔ زل×آتابای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ماه‌های خرداد تا مرداد ۱۴۰۱ در مزرعهٔ پژوهشی دانشگاه فنی و حرفه‌ای، دانشکده کشاورزی ساری استان مازندران انجام شد. در این آزمایش از ۲۴ رأس برهٔ نر نژاد آمیختهٔ زل با آتابای با میانگین سن ۵/۵ ماه و وزن اولیه ۲±۲۶ کیلوگرم استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱-گروه شاهد فاقد مکمل پروبیوتیک، ۲-تیمار حاوی ۴ گرم مکمل پروبیوتیک، ۳-تیمار حاوی ۶ گرم مکمل پروبیوتیک و ۴-تیمار حاوی ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به ازای هر رأس بره به‌صورت روزانه در جیرهٔ مصرفی بودند. دام‌ها در هر تیمار بعد از گذراندن دورهٔ عادت‌پذیری دو هفته‌ای، در قفس‌های انفرادی (با ابعاد ۱/۵×۱/۲ مترمربع) جهت شروع یک دورهٔ پرواربندی ۹۰ روزه نگهداری شدند. جیره‌ها از نظر انرژی قابل متابولیسم و پروتئین قابل هضم مشابه بودند. جیرهٔ دام‌ها با نرم افزار سیستم تغذیه نشخوارکنندگان کوچک[۲] (SRNS) تنظیم شد (Tedeschi و همکاران، ۲۰۱۰). خوراک مصرفی بره‌ها به صورت جیرهٔ کاملاً مخلوط و در حد اشتها در دو نوبت (۸:۰۰ و ۱۷:۰۰) با ۵ الی ۱۰ درصد باقیمانده در اختیار دام‌ها قرار گرفت. آب به‌صورت آزاد در اختیار بره‌ها قرار داشت. پس از دورهٔ عادت‌پذیری، ماده خشک مصرفی بره‌ها اندازه‌گیری شد. مقدار ماده خشک مصرفی به‌صورت انفرادی تعیین شد. بره‌ها هر ۱۵ روز یک‌بار (۶ دوره طی ۹۰ روز) پیش از نوبت خوراک دادن صبح، جهت تعیین ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن روزانه با ترازوی دیجیتال وزن‌کشی و اطلاعات ثبت شد (Salem و همکاران، ۲۰۱۴). مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* مورد استفاده در این تحقیق با نام تجاری RumYeast® (رومیست)، محصول شرکت دانش بنیان زیست درمان ماهان بود. این محصول حاوی کشت زنده مخمر پروبیوتیک *ساکارومایسس سرویسیه* سویه SC14PM (۱/۵ ×۱۰^{۱۰} CFU/gr) بود که پس از مخلوط با جیرهٔ مصرفی هر تیمار به ازای هر رأس بره به‌طور روزانه مورد مصرف قرار گرفت.

جدول ۱. اقلام خوراکی و ترکیب مواد مغذی جیرهٔ پایه مورد استفاده (بر حسب درصد ماده خشک جیره)

اجزای جیره (درصد)	مقدار (درصد در ماده خشک)
یونجه	۳۰
دانه ذرت	۱۶/۲۵
دانه جو	۳۵
سبوس گندم	۱۲
کنجاله سویا	۴/۷۵
مکمل معدنی+ ویتامینی [۱]	۱
دی کلسیم فسفات	۰/۵
نمک	۰/۵
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)	۲/۶۳
ماده خشک (درصد)	۹۱/۵
ماده آلی (درصد)	۹۰/۴
پروتئین خام (درصد)	۱۴/۲۰
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۳۴/۱۲
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۲۱/۵۰
کلسیم (درصد)	۰/۶۱
فسفر (درصد)	۰/۴۴

[۱] هر کیلوگرم از مکمل ویتامینه شامل :۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین آ، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین د ۳ و ۱۰۰ واحد بین المللی ویتامین ای. هر کیلوگرم از مکمل معدنی شامل ۱۹۰ گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۱۹ گرم منیزیم، ۶۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم آهن، ۵۰۰ میلی‌گرم مس، ۳ گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۳ گرم آنتی اکسیدانت.

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی: برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام و عصاره اتری نمونه‌های خوراک و مدفوع بره‌های آزمایشی بر اساس روش‌های انجمن شیمی‌دانان تجزیه آمریکا[۴] (۱۹۹۵) و مقادیر الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی[۳] به روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شد. در روزهای ۸۵ الی ۹۰ آزمایش، برای تعیین قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی با روش جمع‌آوری کل مدفوع اقدام شد. در طی این ۵ روز، باقی‌مانده مواد خوراکی و مدفوع دام‌های آزمایشی به‌صورت روزانه و جداگانه جمع‌آوری شد. در ابتدای هر روز نیز از خوراک مصرفی نمونه‌گیری شد. بعد از ۵ روز برای هر رأس برهٔ آزمایشی، تعداد ۵ نمونه مدفوع، ۵ نمونه خوراک مصرفی و ۵ نمونه باقی‌مانده خوراک وجود داشت. نمونه‌های تهیه شده از هر بره به‌صورت روزانه درون کیسه‌های پلاستیکی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. بعد از اتمام ۵ روز، نمونه‌های مدفوع، خوراک مصرفی و باقی‌مانده خوراک هر کدام و برای هر حیوان آزمایشی، با هم مخلوط و یک نمونه نهایی از هر کدام اخذ شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و آسیاب شد و برای تعیین ترکیبات شیمیایی مورد آزمایش قرار گرفت. با مقایسه ترکیبات خوراک مصرفی و مدفوع، قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی طبق فرمول زیر (رابطهٔ ۱) تعیین شد (قره‌باش، ۱۳۷۰).

رابطهٔ ۱) $\text{قابلیت هضم ظاهری} = \frac{\text{مقدار ماده دفع شده} - \text{مقدار ماده خورده شده}}{\text{مقدار ماده خورده شده}} \times ۱۰۰$

فراسنجه‌های خونی: خون‌گیری از بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش برای تعیین مقادیر گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین با دانسیته پایین[۵]، لیپوپروتئین با دانسیته بالا[۶] و نیتروژن اوره‌ای خون[۷] ، قبل از مصرف خوراک با اعمال ۱۲ ساعت محرومیت از مصرف خوراک انجام شد. زمان خون‌گیری صبح بود و با استفاده از لوله ونوجکت ۵ میلی‌لیتری حاوی ماده ضد انعقاد EDTA[۸] از سیاهرگ گردن اخذ شد. نمونه‌های خون سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور، به مدت ۱۵ دقیقه) و سرم جدا شد و تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Relling و همکاران، ۲۰۰۹). فراسنجه‌های خونی با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Mandray BS-200) اندازه‌گیری شدند.

فراسنجه‌های شکمبه‌ای و ریخت‌شناسی بافت شکمبه: مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش سه ساعت پس از خوراک‌دهی نوبت صبح با استفاده از لولهٔ مری، از شکمبه گرفته شد. با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال قابل حمل (مدل WPA-CD 500) اندازه‌گیری pH مایع شکمبه بلافاصله بعد از گرفتن نمونه مایع شکمبه بره‌ها انجام شد. سپس نمونه مایع شکمبه با پارچه چهار لایه پارچه تمیز مخصوص صاف شد و نمونه‌ای از آن برای تعیین نیتروژن آمونیاکی و ترکیب اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه به‌طور جداگانه برداشته (۱۰ میلی‌لیتر) شد. پس از افزودن ۱ میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۲۵ درصد به ازاء هر ۴ میلی‌لیتر مایع شکمبه، نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Broderick و Kang، ۱۹۸۰). اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از روش تیتراسیون (Conway، ۱۹۵۰) و ترکیب اسیدهای چرب فرار مایع[۹] شکمبه شامل استیک، پروپیونیک، بوتیریک، والریک و ایزووالریک با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC–PU4410–PHILIPS) انجام شد (Ottenstein و Bartley، ۱۹۷۱). برای بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی بافت دیواره شکمبه پس از شستن شکمبه و نگاری با آب سرد، توسط کارد باز شد و از ۹ نقطه (سه محل در هر قسمت از مرکز، کیسه‌های پشتی و شکمی) و از هر نقطه سه نمونه به اندازه ۱ سانتی‌متر مربع نمونه‌گیری و نمونه با محلول ۲۰ درصد فرمالین ثابت شد و به‌وسیله دستگاه بینی کولار با بزرگنمایی ۲۰، صفات طول، عرض پرزها (۱۰ پرز از هر نمونه)، ضخامت دیواره شکمبه و با بزرگنمایی ۱۰، تراکم پرزها در هر سانتی‌متر مربع در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (Greenwood و Morrill، ۱۹۹۷).

جمعیت کل باکتری‌ها و پروتوزوآ مایع شکمبه: برای اندازه‌گیری جمعیت کل باکتری‌های مایع شکمبه، بعد از جمع‌آوری نمونه‌های مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش (۳ ساعت بعد از مصرف وعده خوراک صبح) بلافاصله در فلاسک آب گرم به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه محیط کشت با pH ۷/۵۸ تهیه و سپس مقداری از مایع شکمبه با محلول رقیق‌سازی مخلوط و رقت‌های ۰/۱، ۰/۰۱ و۰/۰۰۱ تهیه و سپس از هررقت سه تکرار با تلقیح ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول رقیق در محیط کشت تهیه و باگازدهی با CO_2 به مدت۳۰ ثانیه درب لوله‌های کشت محکم بسته شد و در گرم‌خانه با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. بعد از ۱۴ روز بررسی و pH قرائت و با تغییر pH و مشاهده رنگ کدر و خاکستری در ته هر لوله، رشد باکتری تعیین و با استفاده از جداول[۱۲] MPV (محتمل‌ترین روش) شمارش شد (Dehority، ۲۰۰۳). برای اندازه‌گیری جمعیت پروتوزوآ مایع شکمبه بره‌های آزمایشی در روز ۹۰ آزمایش، تعداد ۳ رأس بره از هر تیمار انتخاب شد. ۲۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه با استفاده از لوله پلاستیکی از شکمبه حیوان ۳ ساعت بعد از وعده خوراک صبح از شکمبه حیوانات اخذ شد. با استفاده از پارچه چهار لایه کرباسی تمیز مخصوص صاف و با حجم مساوی از فرمالین ۱۸ درصد مخلوط و پس از رنگ آمیزی با رنگ متیلن بلو، بریلیانت گرین و لوگول در تاریکی و در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. برای شمارش یک میلی‌لیتر از نمونه رنگ‌آمیزی شده و با ۹

میلی‌لیتر گلیسرول ۳۰ درصد رقیق و سپس شمارش مژکداران با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی X40 انجام شد. هر نمونه ۴ بار با لام هماسیتومتر (نئوبار) مورد شمارش قرار گرفت. نتایج شمارش به صورت غلظت (تعداد پروتوزوآ در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه) با استفاده از معادله $N= 10.4\times a \times d$ گزارش شد (Dehority، ۲۰۰۳). در معادله بالا، N تعداد مژه داران در یک میلی‌لیتر از مایع شکمبه، a تعداد مژه‌داران در ۴ بخش در لام هماسیستومتر (نئوبار) و d نرخ رقت نمونه است.

صفات کمی و کیفی لاشه: برای اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی لاشه بره‌های آزمایشی، در پایان روز ۹۰ آزمایش و بعد از ۲۴ ساعت از آخرین توزین خوراک، از هر تیمار ۳ بره انتخاب و پس از ۱۲ ساعت محرومیت از خوراک کشتار شد. پس از توزین دام‌های آزمایشی و کشتار آنها، کلیه امعاء و احشا از بدن خارج و بلافاصله لاشه گرم توزین شد. لاشه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در سردخانه نگهداری شد. پس از طی ۲۴ ساعت لاشه‌ها از سردخانه خارج شده و دوباره وزن‌کشی و به عنوان وزن لاشه سرد ثبت شد. برای تعیین وزن نیم لاشه، لاشه‌ها به صورت طولی در امتداد محور مرکزی بدن دقیقاً از وسط ستون فقرات به دو قسمت کاملاً مساوی تقسیم شد. بخش‌های ران، سردست، راسته و گردن تفکیک و توزین شد. به منظور اندازه-گیری pH گوشت، ۲۴ ساعت پس از کشتار بره‌های آزمایشی حدود ۱۰۰ گرم از نمونه گوشت چرخ شده که از ماهیچه راسته ناحیه بین دنده ۱۲ و ۱۳ گرفته در ۴۰ گرم آب دیونیزه مخلوط شد. سپس مخلوط آماده شده از کاغذ صافی مخصوص زبر (واتمن متوسط با قطر یک میلی‌متر) عبور داده شد. در نهایت با استفاده از pH متردیجیتال در دمای ۲ ±۲۴ درجه سانتی‌گراد با ۳ بار تکرار اندازه‌گیری انجام شد (Jeacoce، ۱۹۷۷). همچنین ترکیبات نمونه اخذ شده از لاشه برای ماده خشک، پروتئین، چربی و خاکستر به روش انجمن شیمیدانان تجزیه آمریکا (۱۹۹۵) انجام شد (AOAC، ۱۹۹۵). در نمونه‌های گوشت ماهیچه راسته، پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت ذخیره‌سازی در محیط یخچال، با استفاده از اسید تیوباربیتوریک[10] که نشان‌دهنده تغییرات غلظت مالون دی‌آلدهید می‌باشد، طبق روش Dabbou و همکاران (۲۰۱۸) تعیین شد. جذب نمونه‌های آماده‌شده با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Biochrom Libra S22 UV) در طول موج ۵۳۲ قرائت شد.

تجزیه آماری

تجزیه وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS[11] نسخه ۹/۱ (SAS، ۲۰۰۱) و رویه Mixed با در نظر گرفتن اثر تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه پروار به‌عنوان متغیر کمکی انجام شد (رابطه ۲). به‌دلیل عدم معنی‌داری وزن اولیه پروار به عنوان اثرمتغیر کمکی، از مدل آنالیز آماری حذف شد. آنالیز مشاهدات مربوط به ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک به صورت اندازه‌گیری‌های تکرار شده در زمان (با اثرات ثابت تیمار، زمان) انجام شد (رابطهٔ ۳). مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام شد (Duncan، ۱۹۵۵).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad \text{(رابطهٔ ۲)}$$

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + (T\times B)_{ij} + e_{ij} \quad \text{(رابطهٔ ۳)}$$

در این مدل‌ها، Y_{ij}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین کل مشاهدات، T_i: اثر تیمار، B_j: اثر زمان، $(T\times B)_{ij}$: اثرات ثابت تیمار و زمان و e_{ij}: اثرات اشتباه آزمایشی است.

نتایج و بحث

عملکرد رشد

نتایج عملکرد رشد در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج عملکرد رشد نشان داد که بین تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک و گروه شاهد در وزن نهایی تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$). مقدار افزایش وزن روزانه در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسب به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ($P<۰/۰۵$). ضریب تبدیل خوراک در تیمار ۶ و ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود ($P<۰/۰۵$). همسو با این نتایج، پورعباسعلی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش دادند که مکمل پروبیوتیک *ساکارومیسس سرویسیه* سبب

بهبود افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در بره‌های پرواری آتابای شد. در یک مطالعه بره‌های مصرف‌کننده ۹ گرم در روز مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد دارای افزایش روزانه بالاتری بودند (چاشنی دل و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج سایر مطالعات نیز نشان داد که مصرف مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* سبب بهبود ماده خشک مصرفی (Liu و همکاران، ۲۰۱۹) و ضریب تبدیل خوراک (Gloria-Trujillo و همکاران، ۲۰۲۲) در بره‌های پرواری و بهبود افزایش وزن روزانه (Ilgaza و Arn، ۲۰۲۱) در گوساله‌ها شد.

جدول ۲. اثر سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک بر عملکرد رشد بره‌های پرواری

صفات عملکرد	سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک* (گرم در روز به ازای هر رأس بره)				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	صفر	۴	۶	۸		
وزن اولیه پروار (کیلوگرم)	۲۶/۷۵	۲۵/۵۰	۲۶/۴۴	۲۵/۶۷	۰/۴۸	۰/۲۳۴
وزن نهایی پروار (کیلوگرم)	۴۲/۶۶^{b}	۴۴/۵۵^{a}	۴۵/۱۲^{a}	۴۵/۷۷^{a}	۰/۶۵	۰/۰۲۵
افزایش وزن روزانه (گرم)	۱۷۹^{b}	۲۱۲^{ab}	۲۰۸^{ab}	۲۲۴^{a}	۳/۲۲	۰/۰۲۱
ماده خشک مصرفی روزانه (کیلوگرم)	۱/۳۱	۱/۳۹	۱/۳۴	۱/۳۶	۰/۰۴	۰/۰۶۴
ضریب تبدیل خوراک	۷/۳۲^{a}	۶/۶۹^{ab}	۶/۳۳^{b}	۶/۰۸^{b}	۰/۱۲	۰/۰۱۰

* تیمارهای آزمایشی شامل: ۱-گروه شاهد فاقد مکمل پروبیوتیک، ۲-تیمار حاوی ۴ گرم مکمل پروبیوتیک، ۳-تیمار حاوی ۶ گرم مکمل پروبیوتیک و ۴-تیمار حاوی ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به ازای هر رأس بره به‌صورت روزانه در جیره مصرفی بودند.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<۰/۰۵$).

در تأیید نتایج این آزمایش، نتیجه یک مطالعه نشان داد که با افزایش سطح پروبیوتیک (۶ و ۹ گرم)، ضریب تبدیل خوراک در بره‌ها به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش یافت (چاشنی‌دل و همکاران، ۱۳۹۷). شاید یکی از دلایل بهبود ضریب تبدیل خوراک در تیمار دریافت‌کننده مکمل پروبیوتیک مخمری در تحقیق حاضر، وضعیت سلامت آنها باشد. زیرا بهبود در عملکرد اثر تجمعی از افزایش مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک بهتر و احتمالاً عرضه پروتئین میکروبی بالاتر است (Donovan و همکاران، ۲۰۰۲). بهبود در ضریب تبدیل خوراک گوساله‌های هلشتاین با مصرف روزانه ۲ گرم مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* گزارش شده است (مهرداد و همکاران، ۱۳۹۶). مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* با مصرف اکسیژن موجود در شکمبه، محیط بی‌هوازی مناسبی را برای فعالیت میکروب‌های بی‌هوازی فراهم نموده و موجب بهبود و رشد این گروه‌ها از میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌های اسید لاکتیک) و در ادامه سبب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی جیره و در نهایت افزایش وزن بدن دام‌ها خواهد شد (Desnoyers، ۲۰۰۸).

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

نتایج قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و پروتئین خام در تیمارهای ۶ و ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ($P<۰/۰۵$). قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی، تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک نسب به گروه شاهد به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ۳. اثر سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره‌های آزمایشی (درصد)

قابلیت هضم (درصد)	سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک* (گرم در روز به ازای هر رأس بره)				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	صفر	۴	۶	۸		
ماده خشک	۷۵/۶۴^{b}	۷۸/۵۶^{ab}	۸۱/۱۸^{a}	۷۹/۱۴^{a}	۰/۷۹	۰/۰۲۱
ماده آلی	۶۹/۱۷	۶۸/۶۶	۷۰/۱۴	۷۰/۴۵	۰/۶۴	۰/۱۷۹
پروتئین خام	۶۷/۱۱^{b}	۶۸/۰۲^{b}	۷۰/۶۶^{a}	۷۱/۰۲^{a}	۰/۷۵	۰/۰۱۴
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵۹/۲۳^{b}	۶۲/۶۶^{a}	۶۲/۰۹^{a}	۶۳/۱۷^{a}	۰/۸۲	۰/۰۲۳
عصاره اتری	۶۰/۹۳	۶۰/۶۴	۶۱/۲۳	۶۲/۱۹	۰/۹۴	۰/۳۵۰

*تیمارهای آزمایشی شامل: ۱-گروه شاهد فاقد مکمل پروبیوتیک، ۲-تیمار حاوی ۴ گرم مکمل پروبیوتیک، ۳-تیمار حاوی ۶ گرم مکمل پروبیوتیک و ۴-تیمار حاوی ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به ازای هر رأس بره به‌صورت روزانه در جیره مصرفی بودند.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<۰/۰۵$).

در تأیید نتایج این آزمایش، مصرف مکمل پروبیوتیک مخمری سبب افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در بره‌های پرواری (Song و همکاران، ۲۰۲۱)، ماده خشک در گوسفند (Ben Saïd و همکاران، ۲۰۲۲) و پروتئین خام در گوسفند (Osita و همکاران، ۲۰۱۹) شد. Phesatcha و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که افزودن مکمل *ساکارومایسس سرویسیه* در جیره سبب بهبود قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گاوهای گوشتی شد. ایجاد شرایط بی‌هوازی و افزایش رشد باکتری‌های سلولولایتیک و مصرف‌کننده لاکتات از جمله مکانیسم‌های احتمالی پروبیوتیک‌های مخمری در افزایش قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در دام‌های نشخوارکننده است (Riddell و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات نشان دادند که پروبیوتیک مخمری موجود در جیرهٔ بره‌های پرواری با افزایش جمعیت باکتری‌های پروتئولیتیک (Plata و همکاران، ۱۹۹۴) و باکتری‌های تجزیه‌کننده الیاف (Hovell و همکاران، ۱۹۸۶)، احتمالاً به افزایش قابلیت هضم پروتئین خام و الیاف خام کمک می‌کند. نتایج یک تحقیق نشان داد که مصرف روزانه ۶ گرم مکمل *ساکارومایسس سرویسیه* سبب بهبود قابلیت هضم ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گوسفند شد (رستم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

فراسنجه‌های خونی

نتایج فراسنجه‌های خونی در جدول ۴ نشان داده شده است. غلظت گلوکز و HDL سرم خون در تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P<۰/۰۵$). غلظت کلسترول در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$).

جدول ٤. اثر سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک بر برخی فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری

فراسنجه‌ها (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک* (گرم در روز به ازای هر رأس بره)				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	صفر	۴	۶	۸		
گلوکز	۵۹/۵۰^{b}	۶۶/۸۳^{a}	۶۷/۱۶^{a}	۶۸/۳۳^{a}	۲/۲۴	۰/۰۳۲
تری‌گلیسرید	۳۵/۱۶	۳۳/۳۳	۳۷/۰۰	۳۴/۸۳	۱/۸۱	۰/۲۹۶
کلسترول	۵۱/۳۳^{a}	۴۳/۰۰^{ab}	۴۹/۲۳^{ab}	۳۷/۶۶^{b}	۲/۷۲	۰/۰۲۰
لیپوپروتئین با دانسیته بالا	۳۷/۵۰^{b}	۴۴/۳۳^{a}	۴۶/۸۳^{a}	۴۸/۱۶^{a}	۱/۵۹	۰/۰۱۶
لیپوپروتئین با دانسیته پایین	۲۰/۸۳	۱۹/۵۵	۲۱/۰۰	۱۸/۱۶	۰/۹۸	۰/۵۸۳
نیتروژن اوره‌ای خون	۱۹/۱۳	۲۰/۳۱	۲۱/۱۱	۱۹/۶۶	۰/۸۶	۰/۷۴۴

* تیمارهای آزمایشی شامل: ۱-گروه شاهد فاقد مکمل پروبیوتیک، ۲-تیمار حاوی ۴ گرم مکمل پروبیوتیک، ۳-تیمار حاوی ۶ گرم مکمل پروبیوتیک و ۴-تیمار حاوی ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به ازای هر رأس بره به‌صورت روزانه در جیره مصرفی بودند.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵).

همسو با نتایج این آزمایش، چندین مطالعه نشان داد که مصرف مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* سبب افزایش غلظت گلوکز و HDL در بره‌های پرواری (زمانی و همکاران، ۱۳۹۹) و بزغاله‌ها (Chiofalo و همکاران، ۲۰۰۴)، کاهش غلظت کلسترول خون در گوساله‌ها (ریاضی و همکاران، ۱۳۹۴) و گوسفند (رستم زاده و همکاران، ۱۳۹۴) و عدم تأثیر روی نیتروژن اوره‌ای خون در گاوهای شیری (نیکخواه و همکاران، ۱۳۸۳) و بزغاله‌های بومی (دره زرشکی پور و همکاران، ۱۳۹۲) شد. در اثر مصرف مخمر در جیره، یکی از سوبستراهای اصلی برای سنتز گلوکز که همان پروپیونات است در اثر ارتقاء ماده خشک مصرفی، افزایش یافته و به تبع می‌توان انتظار داشت که میزان گلوکز خون نیز افزایش یابد (افشار مازندرانی و همکاران، ۱۳۸۶). یکی از دلایل احتمالی کاهش غلظت سرم خون بره‌های پرواری در تحقیق حاضر، اثرات کاهش کلسترول سرمی پروبیوتیک‌های مخمری بیشتر از طریق اثرات آنها بر مسیر انتقال دهنده‌های کلسترول و لیپوپروتئینی است (Ooi و Liong، ۲۰۱۰). نتیجه یک مطالعه نشان داد که مکمل نمودن ۶ گرم در روز مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* در جیره گاوهای هلشتاین، HDL پلاسما را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (فیروزنیا و همکاران، ۱۳۹۸). در یک تحقیق گزارش شد که مکمل پروبیوتیک سبب افزایش غلظت HDL خون میش‌ها نسبت به گروه فاقد مکمل پروبیوتیک شد (Kafilzadeh و همکاران، ۲۰۱۹). تفاوت در نتایج به‌دست آمده به ترکیب شیمیائی جیرهٔ مورد آزمایش، سویه مخمر مورد استفاده، مقدار مصرف مخمر و شرایط فیزیولوژیکی حیوان تحت آزمایش بر می‌گردد (Patra، ۲۰۱۲).

صفات لاشه

نتایج خصوصیات کمی و کیفی لاشه در جدول ۵ نشان داده شده است. تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد دارای وزن نهایی بالاتری بود (P<۰/۰۵). وزن لاشه گرم و سرد در تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بالاتر بود (P<۰/۰۵). بازده لاشه در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود (P<۰/۰۵). درصد سردست در تیمارهای حاوی مکمل پروبیوتیک نسب به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). درصد ران نیز در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به سایر گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). نتایج چندین مطالعه نشان داد که مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* سبب افزایش وزن لاشه گرم و سرد و نیز راندمان لاشه (Hernández-García و همکاران، ۲۰۱۵؛ Kawas و همکاران، ۲۰۰۷)، افزایش درصد ران و سردست (زمانی و

همکاران، ۱۳۹۹) در بره‌های پرواری و عدم معنی‌داری روی صفات کیفی لاشه در گوساله‌ها (Quigley و همکاران، ۲۰۰۲) شد. با توجه به اینکه ارتقاء افزایش وزن روزانه و بهبود قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در بره‌های دریافت‌کننده ۸ گرم مکمل پروبیوتیک در تحقیق حاضر مشاهده شد و نیز ارتباط آن با افزایش وزن قطعات با ارزش لاشه، می‌تواند یکی از دلایل احتمالی افزایش وزن قطعات لاشه بره‌های پرواری باشد. نتیجه یک تحقیق نشان داد که مصرف مکمل پروبیوتیک در سطح ۹ گرم در روز سبب افزایش بازده لاشه نسبت به گروه شاهد در بره‌ها شد (چاشنی‌دل و همکاران، ۱۳۹۷). مطالعات چندانی در رابطه با سازوکار اثرگذاری پروبیوتیک‌ها بر صفات لاشه در دسترس نیست. در مواردی که پروبیوتیک‌ها قادر به افزایش میزان خوراک مصرفی و میانگین افزایش وزن روزانه بوده‌اند، می‌توان انتظار داشت که تفاوت در وزن لاشه گرم در انتهای دورهٔ آزمایش نیز معنی‌دار باشد (Krehbiel و همکاران، ۲۰۰۳).

جدول ۵. اثر سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک بر خصوصیات کمی، pH و تغییرات اکسایشی مالون دی‌آلدئید لاشه بره‌های پرواری

خصوصیات لاشه	سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک* (گرم در روز به ازای هر رأس بره)				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	صفر	۴	۶	۸		
وزن زنده (کیلوگرم)	۴۲/۶۶^{b}	۴۴/۵۵^{a}	۴۵/۱۲^{a}	۴۵/۷۷^{a}	۰/۶۵	۰/۰۲۵
وزن لاشه گرم (کیلوگرم)	۲۰/۰۳^{b}	۲۱/۴۰^{a}	۲۱/۹۸^{a}	۲۲/۳۴^{a}	۰/۳۷	۰/۰۳۰
وزن لاشه سرد (کیلوگرم)	۱۹/۷۲^{b}	۲۱/۰۴^{a}	۲۱/۱۴^{a}	۲۲/۰۴^{a}	۰/۳۹	۰/۰۲۲
بازده لاشه (درصد)	۴۶/۲۴^{b}	۴۷/۲۱^{b}	۴۶/۶۴^{b}	۴۸/۴۷^{a}	۰/۴۱	۰/۰۳۲
سردست (درصد)	۱۶/۶۶^{b}	۱۸/۶۴^{a}	۱۸/۱۳^{a}	۱۹/۱۰^{a}	۰/۶۵	۰/۰۱۰
ران (درصد)	۳۱/۲۱^{b}	۳۳/۳۸^{ab}	۳۲/۷۰^{ab}	۳۴/۶۳^{a}	۰/۷۲	۰/۰۱۲
گردن (درصد)	۶/۸۸	۷/۳۷	۷/۰۱	۷/۶۰	۰/۲۶	۰/۴۱۲
ترکیبات شیمیایی (درصد)						
رطوبت (درصد)	۷۲/۱۷	۷۰/۶۷	۷۱/۴۷	۷۲/۳۴	۱/۰۹	۰/۱۲۸
پروتئین (درصد ماده خشک لاشه)	۱۷/۲۴	۱۸/۰۴	۱۸/۶۴	۱۸/۲۰	۰/۹۴	۰/۴۵۸
چربی (درصد ماده خشک لاشه)	۱۹/۴۵	۲۰/۲۱	۲۰/۳۶	۲۰/۶۵	۰/۸۴	۰/۳۶۹
خاکستر (درصد ماده خشک لاشه)	۲/۰۹	۲/۱۲	۲/۱۶	۲/۱۹	۰/۰۴	۰/۶۵۰
pH (۲۴ ساعت بعد از کشتار)	۶/۴۰	۶/۴۴	۶/۵۰	۶/۳۴	۰/۰۸	۰/۱۹۵
تغییرات اکسایشی مالون دی‌آلدئید (میلی گرم مالون دی آلدئید به کیلوگرم گوشت ماهیچه راسته)						
۲۴ ساعت بعد از کشتار	۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۸۴۳
۴۸ ساعت بعد از کشتار	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۱۰	۰/۵۶۰

*تیمارهای آزمایشی شامل: ۱-گروه شاهد فاقد مکمل پروبیوتیک، ۲-تیمار حاوی ۴ گرم مکمل پروبیوتیک، ۳-تیمار حاوی ۶ گرم مکمل پروبیوتیک و ۴-تیمار حاوی ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به ازای هر رأس بره به‌صورت روزانه در جیره مصرفی بودند.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<۰/۰۵$).

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای و ریخت‌شناسی پرزهای شکمبه

نتایج فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در جدول ۶ نشان داده شده است. pH مایع شکمبه در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). غلظت کل اسیدهای چرب فرار، جمعیت کل باکتری‌ها و پروتوزوآ در تیمارهای ۶ و ۸ گرم مکمل نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۵). نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها کاهش یافت (P<۰/۰۵). ضخامت دیواره شکمبه، ارتفاع و تراکم پرزهای شکمبه در تیمارهای حاوی ۶ و ۸ گرم مکمل پربیوتیک نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵). همچنین عرض پرزهای شکمبه در تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵).

جدول ٦. اثر سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای، ریخت‌شناسی پرزهای شکمبه و جمعیت باکتری‌ها و پروتوزوآ

خصوصیات مورد بررسی	سطوح مختلف مکمل پروبیوتیک * (گرم در روز به ازای هر رأس بره)				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	صفر	۴	۶	۸		
pH مایع شکمبه	۵/۷۶^{b}	۶/۲۴^{ab}	۶/۱۶^{ab}	۶/۳۱^{a}	۰/۰۴	۰/۰۲۳۸
نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه (میلی‌گرم در دسی لیتر)	۱۸/۷۲^{a}	۱۶/۲۴^{ab}	۱۷/۶۹^{a}	۱۳/۰۸^{b}	۰/۴۲	۰/۰۳۵
کل اسیدهای چرب فرار (میلی‌مول در لیتر)	۷۷/۷۳^{b}	۸۴/۱۵^{a}	۸۲/۳۰^{a}	۸۷/۹۲^{a}	۲/۱۲	۰/۰۲۰
اسید استیک (درصد از کل اسیدهای چرب فرار)	۴۸/۴۲^{b}	۵۱/۳۳^{ab}	۵۰/۱۲^{ab}	۵۳/۱۶^{a}	۰/۷۱	۰/۰۱۲
اسید پروپیونیک (درصد از کل اسیدهای چرب فرار)	۱۸/۴۴^{b}	۲۱/۳۳^{ab}	۲۰/۱۶^{ab}	۲۳/۱۲^{a}	۰/۴۶	۰/۰۱۰
اسید بوتیریک (درصد از کل اسیدهای چرب فرار)	۸/۶۴	۹/۱۲	۹/۳۳	۹/۰۸	۰/۳۷	۰/۷۸۰
اسید والریک (درصد از کل اسیدهای چرب فرار)	۱/۱۴	۱/۲۴	۱/۴۵	۱/۳۳	۰/۱۸	۰/۲۳۶
اسید ایزووالریک (درصد از کل اسیدهای چرب فرار)	۱/۰۸	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۲۲	۰/۲۱	۰/۳۶۴
جمعیت کل باکتری‌ها (10^{9}×تعداد در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه)	۹/۲۰^{b}	۱۰/۳۳^{ab}	۱۲/۰۸^{a}	۱۲/۲۳^{a}	۰/۰۶	۰/۰۳۸
جمعیت پروتوزوآ (10^{4}×تعداد در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه)	۳/۲۲^{b}	۳/۶۴^{ab}	۴/۱۰^{a}	۴/۳۶^{a}	۰/۱۳	۰/۰۱۱
ضخامت دیواره شکمبه (میلی‌متر)	۱/۴۵^{b}	۱/۶۶^{ab}	۱/۷۳^{a}	۱/۷۷^{a}	۰/۰۲	۰/۰۱۱
ارتفاع پرزهای شکمبه (میلی‌متر)	۲/۳۷^{b}	۲/۴۸^{ab}	۲/۶۸^{a}	۲/۷۳^{a}	۰/۰۲	۰/۰۱۰
عرض پرزهای شکمبه (میلی‌متر)	۱/۲۵^{b}	۱/۳۰^{b}	۱/۴۶^{ab}	۱/۵۶^{a}	۰/۰۲	۰/۰۱۰
تراکم پرزهای شکمبه (تعداد در سانتی‌متر مربع)	۷۸/۲۳^{b}	۸۴/۶۶^{ab}	۹۲/۴۲^{a}	۹۶/۱۱^{a}	۱/۹۸	۰/۰۲۴

* تیمارهای آزمایشی شامل: ۱-گروه شاهد فاقد مکمل پروبیوتیک، ۲-تیمار حاوی ۴ گرم مکمل پروبیوتیک، ۳-تیمار حاوی ۶ گرم مکمل پروبیوتیک و ۴-تیمار حاوی ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به ازای هر رأس بره به‌صورت روزانه در جیره مصرفی بودند.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵).

همسو با نتایج تحقیق حاضر، نتایج مطالعات دیگر نشان داد که pH مایع شکمبه در گوساله‌ها (مهرداد و همکاران، ۱۳۹۶) و گوسفندهای (Han و همکاران، ۲۰۲۱) دریافت‌کننده مکمل *ساکارومایسس سرویسیه* افزایش معنی‌داری داشت. یکی از دلایل احتمالی افزایش pH مایع شکمبه بره‌ها در تحقیق حاضر، کاهش غلظت اسید لاکتیک از طریق افزایش فعالیت باکتری‌های مصرف‌کننده لاکتات، با تأمین عوامل رشد مانند ویتامین‌های گروه ب و اسیدهای دی‌کربوکسیک چرخه کربس مانند فومارات و مالات در شکمبه دام‌های تغذیه شده با جیرهٔ مکمل‌سازی شده با مخمر باشد (Callaway و Martin، ۱۹۹۷). نتیجه دو مطالعه نشان داد که مکمل *ساکارومایسس سرویسیه* سبب کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در گوسفند (رستم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴؛ Khadem و همکاران، ۲۰۰۷) و گوساله‌های هلشتاین (مهرداد و همکاران، ۱۳۹۶) شد. کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی به‌دلیل وجود مخمر و باکتری‌های تولید کننده لاکتات، به دلیل افزایش تعداد باکتری‌های سلولولیتیک و مصرف کننده لاکتات و افزایش ساخت پروتئین میکروبی است (Williams و Newbold، ۱۹۹۰). مصرف مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* سبب افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه در گاوهای شیری شد (Zhu و همکاران، ۲۰۱۷). داده‌های حاصل از میزان اسیدهای چرب فرار در تحقیق حاضر نشان داد که افزودن مخمر منجر به تداوم و ثبات تخمیر شکمبه‌ای تا چندین ساعت پس از مصرف خوراک حاوی مخمر شد و منجر به افزایش معنی‌دار غلظت اسیدهای چرب فرار نسبت به گروه شاهد شد. افزایش میزان اسیدهای چرب فرار می‌تواند ناشی از افزایش باکتری‌های سلولولیتیک در شکمبه باشد که احتمالاً نتیجه فراهمی فاکتورهای رشد توسط کشت‌های مخمری برای این میکروارگانیسم‌ها باشد (Piva و همکاران، ۱۹۹۳). نتایج مطالعات نشان داد که مصرف مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* سبب افزایش جمعیت باکتری‌های مایع شکمبه در گاوهای گوشتی (Phesatcha و همکاران، ۲۰۲۱)، گاوهای شیری (Sousa و همکاران، ۲۰۱۸) و افزایش غلظت پروتوزوآ در بره‌های پرواری (چاشنی دل و همکاران، ۱۳۹۸) شد. افزایش مصرف پروبیوتیک مخمری می‌تواند منجر به افزایش جمعیت باکتریایی شکمبه شود که در نهایت باکتری‌ها به عنوان منبع انرژی و پروتئین مورد مصرف پروتوزوآ قرار می‌گیرند. همچنین پروبیوتیک می‌تواند باعث حفظ و تثبیت pH مایع شکمبه شده و از این طریق می‌تواند باعث افزایش مقدار خوراک مصرفی و افزایش تعداد و فعالیت پروتوزوآی شکمبه شود (Callaway و Martin، ۱۹۹۷)، که در تحقیق حاضر چنین نتایجی حاصل شد. نتایج خصوصیات ریخت‌شناسی پرزهای شکمبه نشان داد تیمار ۸ گرم مکمل پروبیوتیک به طور معنی‌داری دارای بیشترین ضخامت، ارتفاع، عرض و تراکم پرزهای شکمبه و تیمار شاهد دارای کمترین مقادیر بود ($P<0/05$). همسو با این نتایج، مطالعات گزارش دادند که مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* سبب افزایش طول و عرض پرزهای شکمبه در گوساله‌ها (Alugongo و همکاران، ۲۰۱۷؛ Xiao و همکاران، ۲۰۱۴) شد. از دلایل احتمالی بهبود ریخت شناسی پرزهای شکمبه در تحقیق حاضر، افزایش سطح جذب بیشتر اسیدهای چرب فرار از شکمبه و سایر سوبستراهای مواد مغذی توسط میکروب‌های شکمبه است (Lesmeister و همکاران، ۲۰۰۴؛ Xiao و همکاران، ۲۰۱۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی تحقیق حاضر نشان داد، مصرف جیرهٔ حاوی ۸ گرم مکمل پروبیوتیک مخمری سبب افزایش وزن روزانه، بهبود ضریب تبدیل خوراک و بازده لاشه بره‌های پرواری شد. همچنین مصرف جیره‌های حاوی سطوح ۶ و ۸ گرم مکمل پروبیوتیک سبب بهبود قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، پروتئین خام، افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار و جمعیت کل باکتری‌ها و پروتوزوآ و بهبود خصوصیات ریخت‌شناسی پرزهای شکمبه در بره‌های پرواری شد.

سپاسگزاری

از همکاران محترم دانشکده کشاورزی ساری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان مازندران و از آزمایشگاه تغذیه دام دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جهت انجام

آزمایش‌های تغذیه‌ای قدردانی می‌شود.

پاورقی‌ها

1- *Saccharomyces servicii*
2- Small Ruminant Nutrition System (SRNS)
3- Neutral detergent fiber (NDF)
4- Association of Official Analytical Chemists (AOAC)
5- Low-density lipoprotein (LDL)
6- High-density lipoprotein (HDL)
7- Blood Urea Nitrogen (BUN)
8- Ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA)
9- Volatile Fatty Acids (VFA)
10- Thiobarbituric acid
11- Statistical Analysis System (SAS)
12- Mean Platelet Volume (MPV)

منابع

افشار مازندرانی، ن.، رجبی، الف و کیایی، م. (۱۳۸۶). پروبیوتیک‌ها و کاربرد آن‌ها در تغذیه دام و طیور، انتشارات نوربخش، ص. ۵۶-۶۲.

پورعباسعلی، ن.، تربتی نژاد، ن.، حسنی، قره باش، ع. (۱۳۸۶). بررسی اثر مخمر *ساکارومیسس سرویسیه* بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری نژاد آتابای، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، دوره ۱۴، شماره ۳، ص. ۹۷-۸۹.

خراسانی، الف.، چاجی، م و باغبان، ف. (۱۳۹۹). مقایسه اثر بافر بی کربنات سدیم با باکتری مگاسفر السدنی به عنوان مصرف کننده اسید تولیدی در شکمبه بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی بره‌های پرواری در جیره با کنسانتره بالا، پژوهشهای علوم دامی (دانش کشاورزی)، دوره ۳۰، شماره ۲، ص. ۹۹-۸۵.

چاشنی دل، ی.، بهاری، م و موسوی کاشانی، س. م. (۱۳۹۷). اثر سطوح مختلف پروبیوتیک پروتکسین در جایگزین شیر بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی بره‌های شیرخوار زل، نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان، جلد ۶، شماره ۱، ص. ۶۷-۴۹.

چاشنی دل، ی.، موسوی کاشانی، س و بهاری، م. (۱۳۹۸). اثر سطوح مختلف پروبیوتیک پروتکسین در جایگزین شیر بر توسعه، تکامل و فراسنجه‌های شکمبه‌ای بره‌های شیرخوار زل، مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۷۴، شماره ۳، ص. ۳۴۷-۳۳۷.

دره زرشکی پور، م.، پارسایی مهر، خ.، حسین زاده، س و فرهومند، پ. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر سطوح مختلف مکمل پری‌بیوتیکی (ای-ماکس) بر قابلیت هضم و برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم بزغاله‌های بومی آذربایجان‌غربی، آسیب شناسی درمانگاهی دامپزشکی، دوره ۷، ش ۴، ص. ۳۲۱-۳۱۴.

ریاضی، ح.، کریمی، ن.، عسگری جعفرآبادی، ق و غفوری، الف. (۱۳۹۴). مقایسه پروبیوتیک باکتریایی، مخمری و اثرات هم کوشی آنها بر شاخص‌های خونی، مصرف خوراک و وزن گوساله‌های ماده شیرخوار هلشتاین، مجله میکروبیولوژی کاربردی در صنایع غذایی، سال یکم، شماره ۱، ص. ۲۰-۱۲.

رستم زاده، پ.، تقی زاده، الف.، حسین خانی، ع و مقدم، غ. (۱۳۹۴). تأثیر مخمر *ساکارومایسس سرویسیا* بر قابلیت هضم جیره‌های پرواری و فاکتورهای شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی گوسفند، نشریه پژوهشهای علوم دامی، جلد ۲۵، شماره ۲، ص. ۱۷۵-۱۸۸.

زمانی، م.، چاشنی دل، ی.، تیموری یانسری، الف، کاظمی فرد، م و دلدار، ح. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر مخمر غنی از مانان الیگوساکارید و سین‌بیوتیک بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و ویژگی‌های لاشه بره‌های نر زل در زمان از شیرگیری، پژوهشهای تولیدات دامی، سال ۱۱، ش ۲۸، ص. ۹۵-۸۴.

قره باش. الف. م. (۱۳۷۰). مطالعه توان پرواری گوسفندان آتابای (ترکمنی) و گوسفندان زل با استفاده از جیره‌های غذائی مختلف و اندازه گیری ضریب هضمی جیره‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

فیروزنیا، ح.، تقی زاده، الف.، علیجانی، ص و محمدزاده، ح. (۱۳۹۸). تأثیر افزودنی پروبیوتیک بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی گاوهای شیرده هلشتاین، نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران، جلد ۱۱، ش ۱، ص. ۲۶-۱۷.

مهرداد، ن.، چاشنی دل، ی.، تیموری یانسری، الف و خوروش، م. (۱۳۹۶). اثر دو نوع پروبیوتیک بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای در گوساله‌های نر هلشتاین، نشریه پژوهش در

نشخوارکنندگان، جلد ۵، شماره ۱، ص. ۴۳-۲۳.

نیکخواه، ع.، دهقان بنادکی، زالی، الف. (۱۳۸۳). اثر مخمر *ساکارومایسس سرویسیه* روی تولید و ترکیبات شیر گاو هلشتاین، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۱، ص. ۶۰-۵۳.

Alugongo, G.M., Xiao, J.X., Chung, Y.H., Dong, S.Z., Li, S.L., Yoon, I. and Cao, Z.J. (2017). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on dairy calves: Performance and health. *Journal of Dairy Science*. 100(2): 1189-1199.

AOAC. (1995). Official methods of analysis. (16th ed.) Association of Official Analytical Chemists., Arlington, USA.

Bakr, H.A., Hassan, M.S., Giadinis, N.D., Panousis, N., Ostojić-Andrić, D., Abd, E.T.M. and Bojkovski, J. (2015). Effect of Saccharomyces cerevisiae supplementation on health and performance of dairy cows during transition and early lactation period. *Biotechnology in animal husbandry*. 31(3): 349-364.

Ben Saïd, S., Jabri, J., Amiri, S., Aroua, M., Najjar, A., Khaldi, S. and Mahouachi, M. (2022). The effect of *Saccharomyces cerevisiae* Supplementation on Reproductive Performance and Ruminal Digestibility of Queue Fine de l'Ouest Adult Rams Fed a Wheat Straw-Based Diet. *Agriculture*. 12(8): 1268-1278.

Broderick, G.A and Kang J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*. 63 :64-75.

Callaway, E.S and Martin S.A. (1997). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *Journal Dairy Science*. 80: 2035 – 2044.

Cameron, M.G., Fahey Jr, G.C., Clark, J.H., Merchen, N.R. and Berger, L.L. (1990). Effects of feeding alkaline hydrogen peroxide-treated wheat straw-based diets on digestion and production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 12: 3544-3554.

Chandrasekharaiah, M., Sampath, K.T., Prakash, C. and Praveen, U.S. (2002). Effect of supplementation of different concentrate ingredients on in vitro NDF digestibility of finger millet straw. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 2: 169-176.

Chiofalo, V., Liotta, L. and Chiofalo, B. (2004). Effects of the administration of Lactobacilli on body growth and on the metabolic profile in growing Maltese goat kids. *Reproduction Nutrition Development*. 44: 449-457.

Conway, E.J. (1950). Micro diffusion. Analysis and Volumetric Error. (2nd Ed.). Crosby Lockwood and Son, London.

Das, T., Hasanuzzaman, M., Rana, E.A., Deb, P., Roy, S.R.K. and Bari, M.S. (2018). Impact of rice gruel on rumen metabolites and growth performance of sheep. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research.* 4: 432-438.

Dabbou, S., Gasco, L., Rotolo, L., Pozzo, L., Tong, J.M., Dong, X.F., Rubiolo, P., Schiavone, A. and Gai, F. (2018). Effects of dietary alfalfa flavonoids on the performance, meat quality and lipid oxidation of growing rabbits. Asian-Australasian *Journal of Animal Sciences*. 31(2): 270-277.

Desnoyers, M. (2008). Intérêt de l'apport de levures sur la susceptibilité à l'acidose et le comportement alimentaire du ruminant (application à la chèvre laitière) (Doctoral dissertation, Paris, AgroParisTech).

Dehority, B. A. (2003). Rumen microbiology. Academic Press, London.

Donovan, D.C., Franklin, S.T., Chase, C.C. and Hippen, A.R. (2002). Growth and health of Holstein calves fed replacer supplemented with antibiotics or entero guard. *Journal of Dairy Science*. 85: 947-950.

Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 1: 1-42.

El Hassan, S.M., Newbold, C.J., Edwards, I.E., Topps, J.H. and Wallace, R.J. (1996). Effect of yeast culture on rumen fermentation, microbial protein flow from the rumen and live-weight gain in bulls given high cereal diets. *Animal Science*. 62(1): 43-48.

Fuller, R. (1992). The effect of probiotics on the gut micro-ecology of farm animals. In The Lactic Acid Bacteria Volume 1 (pp. 171-192). Springer, Boston, MA.

Gloria-Trujillo, A., Hernández-Sánchez, D., Crosby-Galván, M.M., Hernández-Mendo, O., Mata-Espinosa, M.Á., Pinto-Ruiz, R. and Osorio-Teran, A.I. (2022). Performance and carcass characteristics of lambs fed diets supplemented with different levels of *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51.

Grant, R.J. (1997). Interactions among forages and nonforage fiber sources. *Journal of Dairy Science*. 7: 1438-1446.

Greenwood, R.H., Morrill, J.L., Titgemeyer, E.C. and Kennedy, G.A. (1997). A new method of measuring diet abrasion and effect on the development of the forestomach, *Journal Dairy Science*. 80: 2. 534-541.

Han, G., Gao, X., Duan, J., Zhang, H., Zheng, Y., He, J. and Gu, S. (2021). Effects of yeasts on rumen bacterial flora, abnormal metabolites, and blood gas in sheep with induced subacute ruminal acidosis. *Animal Feed Science and Technology*. 280: 115042.

Hernández-García, P.A., Lara-Bueno, A., Mendoza-Martínez, G.D., Bárcena-Gama, J.R., Plata-Pérez, F.X., López-Ordaz, R. and Martínez-García, J.A. (2015). Effects of feeding yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), organic selenium and chromium mixed on growth performance and carcass traits of hair lambs. *Journal of Integrative Agriculture*. 14(3): 575-582.

Hovell, F.D., Ngambi, J.W.W., Barber, W. P. and Kyle, D.J. (1986). The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags. *Animal Science*. 42(1): 111-118.

Ilgaza, A. and Arne, A. (2021). Comparative effect of different amount of inulin and symbiotic on growth performance and blood characteristics 12 weeks old calves.

Jeacoce, R.E. (1977). Continuous measurements of the pH of beef muscle in intact beef carcasses. *International Journal of Food Science & Technology*. 4: 375-386.

Jurkovich, V., Brydl, E., Kutasi, J., Harnos, A., Kovács, P., Könyves, L. and Fébel, H. (2014). The effects of *Saccharomyces cerevisiae* strains on the rumen fermentation in sheep fed with diets of different forage to concentrate ratios. *Journal of Applied Animal Research*. 42(4): 481-486.

Kafilzadeh, F., Payandeh, S., Gómez-Cortés, P., Ghadimi, D., Schiavone, A. and Martínez Marín, A.L. (2019). Effects of probiotic supplementation on milk production, blood metabolite profile and enzyme activities of ewes during lactation. *Italian Journal of Animal Science*. 18; 134-139.

Kawas, J.R., García-Castillo, R., Fimbres-Durazo, H., Garza-Cazares, F., Hernández-Vidal, J.F.G., Olivares-Sáenz, E. and Lu, C.D. (2007). Effects of sodium bicarbonate and yeast on nutrient intake, digestibility, and ruminal fermentation of light-weight lambs fed finishing diets. *Small Ruminant Research*. 67(2-3): 149-156.

Khadem, A.A., Pahlavan, M., Afzalzadeh, A. and Rezaeian, M. (2007). Effects of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* on fermentation parameters and microbial populations of rumen, total tract digestibility of diet nutrients and on in situ degradability of alfafa hay in Iranian Chall sheep. *Pakistan Journal of Biological Science*.10(4): 590-597.

Khalid, M.F., Shahzad, M.A., Sarwar, M., Rehman, A.U., Sharif, M. and Mukhtar, N. (2011). Probiotics and lamb performance: A review. *African Journal of Agricultural Research*. 6(23): 5198-5203.

Krehbiel, C.R., Rust, S.R., Zhang, G. and Gilliland, S. E. (2003). Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. *Journal of Animal Science*. 81: 120-132.

Lesmeister, K.E., Heinrichs, A.J. and Gabler, M.T. (2004). Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 87(6): 1832-1839.

Liu, Y.Z., Lang, M., Zhen, Y.G., Chen, X., Sun, Z., Zhao, W. and Qin, G.X. (2019). Effects of yeast culture supplementation and the ratio of nonstructural carbohydrate to fat on growth performance, carcass traits and the fatty acid profile of the longissimus dorsi muscle in lambs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 103(5): 1274-1282.

Ottenstein, D.M. and Bartley, D.A. (1971). Separation of free acids C2–C5 in dilute aqueous solution column technology. Journal of Chromatographic Science, 11: 673-681.

Ooi, L.G. and Liong, M.T. (2010). Cholesterol-lowering effects of probiotics and prebiotics: a review of in vivo and in vitro findings. International Journal of Molecular Sciences, 11: 2499-2522.

Osita, C.O., Ani, A.O., Ikeh, N.E., Oyeagu, C.E., Akuru, E.A., Ezemagu, I.E. and Udeh, V.C. (2019). Growth performance and nutrient digestibility of West African dwarf sheep fed high roughage diet containing *Saccharomyces cerevisiae*. Agro-Science, 18(3): 25-28.

Patra, A.K. (2012). The use of live yeast products as microbial feed additives in ruminans nutrition. *Asian Journal of Animal and Veterinay Advanced*. 7: 366-375.

Phesatcha, K., Phesatcha, B., Chunwijitra, K., Wanapat, M. and Cherdthong, A. (2021). Changed rumen fermentation, blood parameters, and microbial population in fattening steers receiving a high concentrate diet with *Saccharomyces cerevisiae* improve growth performance. Veterinary Sciences, 8(12): 294.

Piva, G.S., Belladonna, S., Fusconi, G. and Sicbaldi, F. (1993). Effects of Yeast on dairy cow performance ruminal fermentation, blood components, and milk manufactyring properties. *Journal Dairy Sciene*. 76: 2717-2722.

Plata, F.P. and Bárcena-Gama, J.R. (1994). Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber digestion in steers fed oat straw based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 49(3-4): 203-210.

Quigley, J.D., Kost, C.J. and Wolfe, T.A. (2002). Effects of spray-dried animal plasma in milk replacers or additives containing serum and oligosaccharides on growth and health of calves. *Journal of Dairy Science*. 2: 413-421.

Relling, A.E., Crompton, L.A., Loerch, S.C. and Reynolds, C.K. (2009). Plasma concentration of glucose-dependent insulin tropic polypeptide is negatively correlated with respiratory quotient in lactating dairy cows. *Journal of Dary Science*. 92: 470-471.

Riddell, J.B., Gallegos, A.J., Harmon, D. L. and Mcleod, K.R. (2010). Addition of a Bacillus based probiotic to the diet of preruminant calves: Influence on growth, health, and blood parameters1, 2, 3. *The International Journal of Applied Research in Veterinary*. 8: 78-85.

Salem, A.Z., Kholif, A.E., Olivares, M., Elghandour, M.M., Mellado, M. and Arece, J. (2014). Influence of S. babylonica extract on feed intake, growth performance and diet in vitro gas production profile in young lambs. *Tropical Animal Health and Production*. (46)1: 213-219.

SAS. (2001). Statistical Analysis System User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Sousa, D.O., Oliveira, C.A., Velasquez, A.V., Souza, J.M., Chevaux, E., Mari, L.J. and Silva, L.F.P. (2018). Live yeast supplementation improves rumen fibre degradation in cattle grazing tropical pastures throughout the year. *Animal Feed Science and Technology*. 236: 149-158.

Song, B., Wu, T., You, P., Wang, H., Burke, J. L., Kang, K. and Sun, X. (2021). Dietary Supplementation of Yeast Culture Into Pelleted Total Mixed Rations Improves the Growth Performance of Fattening Lambs. *Frontiers in Veterinary Science*. 8: 657816.

Sutton, J.D., McGilliard, A.D. and Jacobson, N.L. (1963). Functional development of rumen mucosa. I. Absorptive ability. *Journal of Dairy Science*. 5: 426-436.

Tamura, Y., Kataoka, T., Tamura, K. and Sakai, M. (2012). Breeding of paddy rice varieties for animal feed in warm regions of Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 3: 205-213.

Tedeschi, L.O., Cannas A. and Fox D.G. (2010). A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: the development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small Ruminant Research*. 89: 174–184.

Tripathi, M.K. and Karim, S.A. (2011). Effect of yeast cultures supplementation on live weight change, rumen fermentation, ciliate protozoa population, microbial hydrolytic enzymes status and slaughtering performance of growing lamb. *Livestock Science*. 135(1): 17-25.

Vadiveloo, J. (2000). Nutritional properties of the leaf and stem of rice straw. *Animal Feed Science and Technology*. 1: 57-65.

Van Soest, P.V., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 10: 3583-3597.

Wanga, M., Zhaoa, X.G., Tan, Z.L., Tang, S.X., Zhou, C.S., Sun, Z.H. and Wang, C.W. (2010). Effects of increasing level of dietary rice straw on chewing activity, ruminal fermentation and fibrolytic enzyme activity in growing goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 8: 1022-1027.

Williams, P.E.V. and Newbold, C.J. (1990). Rumen probiosis: the effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant productivity. In: Recent Advances in Animal Nutrition. Haresign, W., Cole, D.J.A. (eds.). Butterworths. London, UK. P. 211-227.

Xiao, J.X., Alugongo, G.M., Chung, R., Dong, S.Z., Li, S.L., Yoon, I., Wu ,Z. H. and Cao, Z.J. (2014). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on dairy calves: Ruminal fermentation, gastrointestinal morphology, and microbial community. *Journal Dairy Science*. 99: 1-12.

Zhu, W., Wei, Z., Xu, N., Yang, F., Yoon, I., Chung, Y. and Wang, J. (2017). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on performance and rumen fermentation and microbiota in dairy cows fed a diet containing low quality forage. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 8(1): 1-9.