Vol 25, No. 4, Winter 2023

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Effect of feeding bacterial probiotic on performance, diet digestibility, meat quality attributes and the fatty acids composition of muscle and fatty tissues of Marzhoz goat kids

Reza Naseri Harsini[1]✉ | Farokh Kafilzadeh[2]

1. Corresponding Author, Animal Science Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gilan, Iran. E-mail: r.naseri@areeo.ac.ir
2. Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: kafilzadeh@razi.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 3 July 2023
Received in revised form
27 November 2023
Accepted 28 November 2023
Published online
25 December 2023

Keywords:
Bacterial additive
Digestibility
Fat depot
Markhoz kids
Meat quality

ABSTRACT

Introduction: It's well known that quantity and quality of ruminant meat are affected by genetic and environmental factors. Although feeding strategies are known as the most effective environmental factor on alteration of fatty acid composition as well as meat quality attributes, however, the effect of direct-fed microbial on ruminant's meat quality has not been investigated. On the other hand, there is no enough information about Markhoz goat meat quality, despite the fact that this breed is one of the main animal protein providers for the residents of the western regions of Iran. This research was conducted to evaluate carcass and meat quality attributes in Markhoz breed and the effects of feeding a commercial multi-strain bacterial probiotic on performance, diet digestibility, meat quality attributes and fatty acid composition of triceps brachii muscle and omental fat.

Materials and Methods: Sixteen male Markhoz kids (13.2±1.6 kg live body weight, 3 months old) were used based on a completely randomized design with two treatments and eight replicates. The Primalak probiotic was fed daily in the amount of two grams to each kid in the respective treatment. During 119 days of feeding experimental diet, growth performance of kids were recorded individually. At the end of the experimental period, kids were transferred to metabolic cages and effect of probiotic intake on nutrients digestibility were investigated. Then, all kids were slaughtered and enough samples of triceps brachii muscle and omental fat were collected from the left side of each carcass, vacuum-packed and frozen at −20°C until subsequent determination of meat and fat quality attributes including pH_{24}, proximate composition and fatty acids profile. Percentages of drip loss and water holding capacity were determined immediately on the day after slaughtering.

Results and Discussion: Kids growth performance parameters, including average daily feed intake, average daily weight gain, and feed conversion ratio were not affected by feeding the bacterial probiotic. Diet's chemical components (dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, neutral and acid detergent fibers, and non-fibrous carbohydrates) digestibility showed no significant difference between treatments. Similarly, the quality attributes of triceps brachii muscle, including pH_{24}, drip loss, water holding capacity, and chemical composition showed similar values in both experimental treatments. All mentioned meat quality attributes in Markhoz kids had similar values to the ranges reported for other goat breeds. Kids with access to bacterial probiotic had significantly lower saturated fatty acids, higher mono-unsaturated fatty acids and greater unsaturated to saturated fatty acids ratio in examined muscle ($P<0.05$). However, with the exception of lower C15:0 concentration in kids receiving bacterial probiotic ($P<0.05$), fatty acids profile in omental fat tissue did not change in response to probiotic intake.

Conclusion: Results showed that Primalak multi-strain probiotic with the dosage of 2g/d is not an effective additive to make significant changes in diets nutrients digestibility, Markhoz kid's performance, meat quality attributes and fatty acids profile of different fat tissues.

Cite this article: Naseri Harsini, R., & Kafilzadeh, F. (2023). Effect of feeding bacterial probiotic on performance, diet digestibility, meat quality attributes and the fatty acids composition of muscle and fatty tissues of Marzhoz goat kids. *Journal of Animal Production*, 25 (4), 399-414. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.361692.623749

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.361692.623749

دوره بیست و پنجم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۲

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲x-۹۹۴

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

تأثیر خوراندن پروبیوتیک باکتریایی بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های عضلانی و چربی بزغاله‌های مرخز

رضا ناصری هرسینی[۱]✉ | فرخ کفیل‌زاده[۲]

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. رایانامه: r.naseri@areeo.ac.ir

۲. بخش علوم دامی، دانشکدهٔ علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: kafilzadeh@razi.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۰۴

کلیدواژه‌ها:

افزودنی باکتریایی

بافت چربی

بزغالهٔ مرخز

کیفیت گوشت

هضم‌پذیری

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات افزودن یک پروبیوتیک باکتریایی تجاری بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب در عضلهٔ *triceps brachii* و بافت چربی بطنی، از ۱۶ رأس بزغالهٔ نر مرخز (۱/۶±۱۳/۱ کیلوگرم، با سن آغازین سه ماهگی) در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با دو تیمار و هشت تکرار استفاده شد. پروبیوتیک تجاری پریمالاک روزانه به میزان دو گرم به هر بزغاله در تیمار مربوطه خورانده شد. عملکرد رشد بزغاله‌ها، شامل میانگین مصرف خوراک روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تحت‌تأثیر مصرف پروبیوتیک باکتریایی قرار نگرفت. در رابطه با قابلیت هضم اجزای شیمیایی جیره نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. به‌طور مشابه، ویژگی‌های کیفی گوشت در عضلهٔ *triceps brachii* بزغاله‌ها، شامل $pH_{۲۴}$، ضایعات شیرابه‌ای و ظرفیت نگهداری آب و ترکیب شیمیایی گوشت نیز از مقادیر مشابهی بین تیمارهای آزمایشی برخوردار بود. بافت عضلانی بزغاله‌های دریافت‌کنندهٔ پروبیوتیک از درصد اسیدهای چرب اشباع کم‌تر و درصد بالاتر اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه و نیز نسبت بالاتر اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع برخوردار بود ($P<۰/۰۵$). اما در بافت چربی بطنی، به استثنای درصد کم‌تر اسیدچرب C۱۵:۰ در گروه تغذیه‌شده با پروبیوتیک ($P<۰/۰۵$)، تفاوتی در ترکیب اسیدهای چرب بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهند خوراندن پروبیوتیک چندسویه‌ای پریمالاک در سطح روزانه دو گرم به‌ازای هر رأس قادر به ایجاد تغییر قابل‌ملاحظه‌ای در قابلیت هضم مواد مغذی جیره، عملکرد رشد، ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های مختلف چربی بزغاله‌های مرخز نبوده است.

استناد: ناصری هرسینی، رضا و کفیل‌زاده، فرخ (۱۴۰۲). تأثیر خوراندن پروبیوتیک باکتریایی بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های عضلانی و چربی بزغاله‌های مرخز. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۵ (۴)، ۴۱۴-۳۹۹.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.361692.623749

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

نشخوارکنندگان کوچک در مقیاس جهانی و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به‌عنوان یکی از منابع اصلی تأمین پروتئین حیوانی مطرح هستند. منشأ این حیوانات، ویژگی‌های لاشه و کیفیت گوشت آن‌ها از معیارهای مهم مدنظر مصرف‌کنندگان برای اقدام به خرید گوشت هستند (Prache *et al.*, 2022). طی دو دهۀ گذشته اطلاعات منتشرشده در مورد رابطۀ نوع و میزان چربی مصرفی با بروز برخی بیماری‌ها، از جمله تصلب عروق کرونر، سرطان و ورم مفاصل افزایش نگرانی عموم مردم در مورد درصد چربی بالا و نسبت بالای اسیدهای چرب اشباع (SFA) در بافت‌های چربی بدن نشخوارکنندگان و لذا کاهش تمایل به استفاده از این منابع در رژیم غذایی را به‌دنبال داشته است (Perna & Hewlings, 2023). با وجود این، مصرف بافت چربی نشخوارکنندگان اثراتی مطلوب را نیز بر سلامت انسان در پی دارد. در واقع، محتوای قابل‌توجه اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانۀ n-3 (PUFA) و نیز ایزومر سیس-۹ ترانس-۱۱ از اسید لینولئیک مزدوج (CLA) در گوشت این حیوانات در دراز مدت موجب بهبود سلامت مصرف‌کنندگان خواهد بود (Medeiros *et al.*, 2021). در این رابطه، گوشت بز در مقایسه با گوشت گاو و گوسفند برتری مشخصی دارد که به محتوای کم‌تر چربی و ترکیب مناسب‌تر اسیدهای چرب موجود در گوشت آن، محتوای بالاتر PUFA، باز می‌گردد؛ چرا که بزها در قیاس با دیگر نشخوارکنندگان مقادیر بیش‌تری PUFA را در بافت‌های چربی خود انباشته می‌سازند (Fonteles *et al.*, 2018). در هر حال، مصرف گوشت بز در مقیاس جهانی کم‌تر از گوشت گاو و گوسفند است، هرچند در قریب ۲۰ سال گذشته تمایل به مصرف گوشت این حیوان با روندی رو به رشد مواجه بوده است (ناصری هرسینی و کفیل‌زاده، ۱۳۹۵). گزارش‌هایی که در رابطه با ترکیب اسیدهای چرب در بدن بز وجود دارند به‌طور عمده مربوط به بافت‌های چربی عضلانی بوده و ترکیب اسیدهای چرب در بافت‌های چربی داخلی بدن بز تاکنون چندان موردتوجه قرار نگرفته‌اند. این در حالی است که در برخی جوامع مانند کشورهای در حال توسعه- از جمله ایران- چربی‌های داخلی بدن دام بخشی از چربی مورداستفاده در رژیم‌های غذایی ساکنین را تشکیل می‌دهند.

براساس اسناد تاریخی منشأ بز و پرورش آن با پیشینه‌ای بیش از ده هزار سال به خاورمیانه (گنج دره، ایران) بازمی‌گردد و در حال حاضر نیز ایران یکی از ۱۰ کشور دارای بالاترین جمعیت بز در جهان و بالطبع یکی از ۱۰ کشور برتر تولیدکنندۀ گوشت و شیر بز است. نژاد مرخز به‌عنوان شناخته‌شده‌ترین نژاد بز در نواحی غربی ایران و نیز نواحی شرقی کشور عراق (رشته کوه زاگرس) سهم قابل‌توجهی در تأمین پروتئین حیوانی برای ساکنین این نواحی دارد و این در حالی است که پژوهش‌های انجام‌گرفته روی این نژاد معطوف به تولید الیاف بوده و متأسفانه تاکنون ویژگی‌های کیفی گوشت در این نژاد و عوامل احتمالی مؤثر بر آن چندان موردتوجه قرار نگرفته است (ناصری هرسینی و کفیل‌زاده، ۱۳۹۵).

کمیت و کیفیت گوشت نشخوارکنندگان تحت تأثیر ژنتیک و عوامل محیطی قرار دارد. در بین عوامل محیطی، تغذیه و خوراک‌دهی به‌عنوان مؤثرترین ابزار برای ایجاد تغییر در ترکیب اسیدهای چرب و سایر ویژگی‌های کیفی گوشت موردتوجه پژوهش‌گران و تولیدکنندگان قرار دارند (Prache *et al.*, 2022). از جمله سازوکارهای تغذیه‌ای در این حوزه می‌توان به استفاده از افزودنی‌های خوراکی اشاره کرد و پژوهش‌های متعددی به بررسی طیف گسترده‌ای از افزودنی‌ها در این زمینه پرداخته‌اند. پروبیوتیک‌ها به‌عنوان دسته‌ای از افزودنی‌های خوراکی، در ابتدای امر با هدف جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیۀ دام مورداستفاده قرار گرفتند. پژوهش‌های تکمیلی روی انواع متفاوت این افزودنی‌های خوراکی، قابلیت پروبیوتیک‌ها در متأثرساختن عملکرد تولیدی و الگوی تخمیر شکمبه‌ای نشخوارکنندگان و نیز ایجاد دگرگونی در روند جذب اسیدهای چرب از روده و سوخت‌وساز چربی‌ها در بدن دام را نشان داده‌اند (Song *et al.*, 2023). با وجود این، رهگیری بیش‌تر این اثرات و به‌عبارت دیگر بررسی احتمال تأثیر خوراندن پروبیوتیک‌های باکتریایی بر کیفیت گوشت و بافت چربی بدن نشخوارکنندگان تاکنون موردبررسی قرار نگرفته است.

۲. پیشینهٔ پژوهش

پروبیوتیک‌ها به‌طور عمده متشکل از میکروارگانیسم‌هایی با مسیر تخمیری منتهی به تولید اسیدلاکتیک هستند که به‌واسطهٔ پتانسیل ایجاد تغییر در جمعیت میکروبی شکمبه و نیز رودهٔ بزرگ نشخوارکنندگان می‌توانند بر عملکرد رشد و تولید این حیوانات تأثیرگذار باشند. برای مثال، کاهش احتمال وقوع اسیدوز در نتیجهٔ حضور پروبیوتیک‌ها در فلور میکروبی شکمبهٔ دام می‌تواند پایداری بهتر فلور میکروبی شکمبه و در نتیجه بهبود عملکرد هضم تخمیری را به‌دنبال داشته باشد. کاهش جمعیت کلی‌فرم‌ها در نتیجهٔ مصرف پروبیوتیک‌ها نیز می‌تواند کاهش ضخامت دیوارهٔ روده و در نتیجه افزایش میزان و کارایی جذب مواد مغذی در روده و نیز کاهش هزینهٔ انرژی برای فعالیت و تجدیدشوندگی بافت‌های دیوارهٔ روده را سبب شود که نتیجهٔ ثانویهٔ آن بهبود میانگین افزایش وزن روزانه و عملکرد کلی دام خواهد بود (Whitley *et al.*, 2009).

تأثیر گونه‌های متنوع میکروارگانیسم‌های پروبیوتیکی بر عملکرد رشد و تولید گونه‌های مختلف نشخوارکنندگان در پژوهش‌های متعددی موردبررسی قرار گرفته است. در هر حال، گستردگی در نوع گونه و سویه‌های مورداستفاده، نحوهٔ آماده‌سازی و اختلاط در خوراک مصرفی دام، میزان مورداستفاده و هم‌چنین تفاوت در گونه‌های دامی موردبررسی و شرایط فیزیولوژیک خاص آن‌ها در هر پژوهش از جمله عواملی هستند که در اخذ نتایج متفاوت در بین پژوهش‌های این حوزه تأثیرگذار بوده‌اند. استفاده از یک پروبیوتیک تجاری چند سویه‌ای در بزغاله‌های نژاد سانن در بازهٔ سنی ۴۵ تا ۱۳۵ روزگی، اثری بر افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک نداشت (Ataşoğlu *et al.*, 2010). گزارش شده است که در بزغاله‌های نژاد بوئر مصرف خوراک، میانگین افزایش وزن روزانه و بازدهٔ خوراک تحت‌تأثیر استفاده از افزودنی سینبیوتیک (حاوی باکتری‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *انتروکوکوس فاشیوم* و یک فروکتواولیگوساکارید) قرار نمیگیرد، اما در آزمایشی دیگر بهبود افزایش وزن روزانه و بازدهٔ خوراک در بزغاله‌های دریافت‌کنندهٔ ترکیب مذکور گزارش شده است (Whitley *et al.*, 2009). در آزمایشی، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در بره‌های دورگهٔ اوسیمی× رحمنی تحت‌تأثیر افزودن پروبیوتیک تجاری حاوی باکتری‌های اسید لاکتیکی قرار نگرفت، اما تغذیه پروبیوتیک سبب کاهش مصرف خوراک در آن‌ها شد (Hillal *et al.*, 2011). این در حالی است که در پژوهش مذکور مقدار مادهٔ خشک مصرفی روزانه در تیمار حاوی پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری کم‌تر از گروه شاهد بود (Hillal *et al.*, 2011). در مقابل، در بزهای نژاد آلپاین افزودن یک سویه از باکتری اسیدلاکتیکی به جیره سبب افزایش مادهٔ خشک مصرفی و میانگین افزایش وزن روزانه در کل دورهٔ ۱۲۰ روزهٔ آزمایش شده است (Galina *et al.*, 2009). در بزهای نژاد بوئر نیز استفاده از پروبیوتیک باکتریایی به میزان ۶۰ گرم در روز موجب بهبود میانگین افزایش وزن روزانه شده است (Yuan *et al.*, 2023).

در رابطه با تأثیر خوراندن پروبیوتیک‌های باکتریایی بر قابلیت هضم ترکیبات مغذی جیره نیز گزارش‌های متناقضی مشاهده می‌شود. در پژوهشی، عدم تأثیرگذاری مصرف پروبیوتیک تجاری بر قابلیت هضم ظاهری مادهٔ خشک، مادهٔ آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی و انرژی خام در بزغاله‌های گوشتی نژاد بوئر گزارش شده است (Whitley *et al.*, 2009). در بزهای نژاد آلپاین نیز افزودن پروبیوتیک حاوی باکتری‌های اسیدلاکتیکی در جیره تأثیری بر قابلیت هضم ظاهری مادهٔ خشک و مادهٔ آلی جیره نداشت، اما قابلیت هضم حقیقی الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی در تیمار حاوی پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری بیش از گروه شاهد گزارش شده است (Galina *et al.*, 2009). استفاده از پروبیوتیک تجاری متشکل از پنج گونه باکتری اسیدلاکتیکی منجر به نیز افزایش قابلیت هضم پروتئین خام جیره در بره‌های پرواری شده است (Hillal *et al.*, 2011).

میکروارگانیسم‌های پروبیوتیکی به شیوه‌های متفاوتی قادر به مداخله در تنظیم سوخت‌وساز چربی‌ها در بدن میزبان هستند، از جمله تولید آنزیم‌های گوارشی، افزایش جذب و استفاده از مواد جذبی، کاهش سطوح کلسترول و فعالیت‌های ضدالتهابی و محرک ایمنی؛ هرچند سازوکار تأثیرگذاری آن‌ها در مسیرهای یادشده به‌روشنی مشخص نشده است (Song

et al., 2023). در هر حال، از تولید دو فراسنجهٔ مهم، شامل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و اسیدهای صفراوی ثانویه، به‌عنوان مهم‌ترین سازوکار مداخلهٔ پروبیوتیک‌ها در سوخت‌وساز چربی‌ها یاد می‌شود (Song *et al.*, 2023). با وجود این شواهد، تاکنون اثر سویه‌های مختلف میکروارگانیسم‌های پروبیوتیکی بر کیفیت گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت چربی نشخوارکنندگان موردبررسی قرار نگرفته است. لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات خوراندن پروبیوتیک باکتریایی تجاری بر عملکرد رشد، قابلیت هضم جیره و ویژگی‌های کیفی و حسی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت چربی داخل عضلانی و احشایی بزغاله‌های مرخز انجام شد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر در مزرعهٔ تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. تعداد ۱۶ رأس بزغالهٔ نر نژاد مرخز در سن سه ماهگی با میانگین وزنی ۱/۶±۱۳/۲ کیلوگرم، با پیشینهٔ پرورشی مشابه از ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان خریداری گردید. بزغاله‌ها همگی از زایش‌های تک‌قلو بوده و در دورهٔ شیرخوارگی علاوه بر تغذیه از شیر مادر، از سن دو تا سه ماهگی به همراه گله به چرا رفته و دسترسی آزاد به گیاهان مرتعی در منطقه داشتند. بزغاله‌ها در بدو ورود به مزرعهٔ تحقیقاتی با محلول ضدکنه شست‌وشو داده شده و پیش از آغاز دورهٔ آزمایش، با استفاده از دُز مناسب از قرص ضدانگل آلبندازول (آلبندازول ۱۵۲، شرکت زاگرس فارمه پارس، بروجرد، لرستان، ایران) انگل‌زدایی شده و با تزریق زیرپوستی واکسن انتروتوکسمی علیه این عارضه واکسینه شدند (مؤسسه واکسن و سرم‌سازی رازی، حصارک، کرج، ایران؛ به‌همراه دُز یادآور با فاصلهٔ دو هفته). بزغاله‌ها به‌مدت یک هفته با جیره‌ای متشکل از ۸۰ درصد علوفه (نسبت برابر از کاه گندم و یونجه) و ۲۰ درصد کنسانتره تغذیه شده و سپس به‌صورت تصادفی و براساس وزن زنده بین دو تیمار آزمایشی (بدون پروبیوتیک، تیمار پروبیوتیک) با هشت تکرار توزیع شدند.

جیرهٔ آزمایشی بر مبنای جدول احتیاجات مواد مغذی (NRC, 2007) برای تأمین نیاز تغذیه‌ای بزغاله‌ها به انرژی، پروتئین، کلسیم، فسفر و دیگر مواد مغذی تنظیم گردید (جدول ۱). بزغاله‌ها به‌صورت انفرادی درون قفس‌هایی با ابعاد ۹۰×۱۵۰ سانتی‌مترمربع قرار گرفته و به‌مدت ۱۳۳ روز با جیرهٔ آزمایشی (کاملاً مخلوط) تغذیه‌شده و دو هفتهٔ آغازین تغذیه به‌عنوان دورهٔ سازگاری با جیرهٔ آزمایشی در نظر گرفته شد. خوراک به‌صورت دسترسی آزاد در دو نوبت در ساعت‌های ۹:۰۰ و ۱۷:۰۰ توزیع شده و بزغاله‌ها در طول دورهٔ آزمایش دسترسی آزاد به آب داشتند. مقدار خوراک توزیع‌شده در هر روز به میزان ۱۰ درصد بیش از مصرف روز قبل در آخور هر دام توزیع گردید تا از مصرف اختیاری خوراک در حد اشتها اطمینان حاصل گردد. مقدار خوراک باقیمانده در آخور هر بزغاله در هر روز پیش از نوبت نخست خوراکدهی روز بعد جمع‌آوری، توزین و ثبت شد. در طول دورهٔ آزمایش افزایش وزن (پس از اعمال ۱۶ ساعت گرسنگی و پیش از توزیع وعدهٔ خوراک صبح) و ضریب تبدیل خوراک به‌صورت ماهیانه محاسبه و ثبت شدند. پروبیوتیک باکتریایی تجاری پریمالاک (PrimaLak، Starlabs Co. ایالات متحدهٔ آمریکا) پیش از وعدهٔ خوراکدهی صبح در قالب دو عدد کپسول خوراکی و در مقدار توصیه‌شده توسط شرکت سازنده (دُز توصیه شده برای گوسفند به قرار روزانه دو گرم) با استفاده از قرص‌خوران گوسفندی فلزی به بزغاله‌های تیمار مربوطه خورانده شد. این محصول حاوی باکتری‌های اسیدلاکتیکی فعال به‌صورت پودرخشک، شامل سویه‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* ($۲/۵\times۱۰^{۷}$ cfu/g)، *لاکتوباسیلوس کازئی* ($۲/۵\times۱۰^{۷}$ cfu/g)، *استرپتوکوکوس فاشیوم* ($۲/۵\times۱۰^{۷}$ cfu/g) و *بیفیدیوباکتریوم ترموفیلم* ($۱/۰\times۱۰^{۸}$ cfu/g) بود.

پس از اتمام دورهٔ ارزیابی عملکرد رشد، بزغاله‌های هر دو تیمار جهت سنجش قابلیت هضم جیره به قفس‌های

متابولیکی منتقل گردیدند. بزغاله‌ها در ابتدا و انتهای دورهٔ آزمایش قابلیت هضم پس از اعمال ۱۶ ساعت گرسنگی توزین شده و جیرهٔ آزمایشی در این فاصله طبق روند قبل در اختیار آن‌ها قرار گرفت. سه روز آغازین انتقال بزغاله‌ها به قفس‌های متابولیکی به‌عنوان دورهٔ عادت‌پذیری به شرایط جدید در نظر گرفته شد و در ادامه مدفوع هر یک از بزغاله‌ها به‌مدت هفت روز به‌صورت روزانه و به‌طور کامل جمع‌آوری گردید (Whitley *et al.*, 2009). از اجزای اصلی جیرهٔ آزمایشی در این دوره، شامل دانهٔ جو، کنجالهٔ سویا، کاه گندم و علوفهٔ یونجه روزانه نمونه‌برداری شده و نمونه‌های مربوط به هر دام در پایان دوره مخلوط و در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شد. مدفوع هر دام نیز پس از ۴۸ ساعت هوا خشک‌شدن توزین و ۲۰ درصد وزنی از آن در کیسه‌های پلاستیکی در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد ذخیره شد. در پایان دورهٔ هفت روزهٔ جمع‌آوری نیز نمونه‌های مدفوع هر دام مخلوط و یک زیرنمونه معادل ۲۰ درصد از وزن نمونه‌های جمع‌آوری‌شده تا زمان انجام آزمایش‌ها در شرایط مذکور ذخیره شد. در زمان انجام آزمایش‌ها، نمونه‌های اجزای جیره و مدفوع پس از یخ‌گشایی و خشک‌کردن به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد، با استفاده از آسیابی با قطر منافذ خروجی یک میلی‌متر آسیاب شده و درصد مادهٔ خشک، پروتئین کل، عصارهٔ اتری، خاکستر (AOAC, 1990) و مقادیر الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی و خنثی (Van Soest *et al.*, 1991) در این نمونه‌ها تعیین گردید.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیرهٔ آزمایشی مورداستفاده در تغذیهٔ بزغاله‌های مرخز

اجزای جیره (درصد از مادهٔ خشک)	
یونجهٔ خشک	۵۷/۵
کاه جو	۶/۱
دانهٔ جو	۳۲/۳
کنجالهٔ سویا	۳/۲
مکمل معدنی[۱]	۰/۳
مکمل ویتامینه[۲]	۰/۳
فسفات مونوبازیک	۰/۱
نمک	۰/۲
ترکیب شیمیایی مواد مغذی	
مادهٔ خشک (درصد)	۸۸/۴
پروتئین خام (درصد از مادهٔ خشک)	۱۴/۱
الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (درصد از مادهٔ خشک)	۲۸/۵
خاکستر (درصد از مادهٔ خشک)	۸/۲
کربوهیدرات‌های غیرالیافی (درصد از مادهٔ خشک)	۳۹/۲
انرژی قابل متابولیسم[۳] (مگاکالری در کیلوگرم)	۲/۴

۱. در هر کیلوگرم حاوی: ۱۸۰ گرم کلسیم؛ ۷۰ گرم فسفر؛ ۳۰ گرم منیزیوم؛ ۵۰ گرم سدیم؛ ۵۰۰۰ میلی‌گرم منگنز؛ ۴۰۰۰ میلی‌گرم آهن؛ ۳۰۰ میلی‌گرم مس؛ ۱۰۰ میلی‌گرم ید؛ ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت؛ ۳۰۰۰ میلی‌گرم روی؛ ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم.

۲. در هر کیلوگرم حاوی: ۶۰۰ هزار واحد بین‌المللی بتاکاروتن؛ ۲۰۰ هزار واحد بین‌المللی کوله‌کلسیفرول؛ ۲۰۰ میلی‌گرم توکوفرول؛ ۲۵۰۰ میلی‌گرم آنتی اکسیدان.

۳. محاسبه شده با استفاده از مقادیر جداول مواد غذایی (NRC, 2007).

در انتهای آزمایش (روز ۱۳۳)، بزغاله‌ها کشتار شدند. پس از کشتار و جداسازی اجزای غیرلاشه‌ای، هر لاشه در راستای ستون فقرات به دو نیمه برش داده شد. از عضلهٔ *triceps brachii* (TB) و چربی بطنی در نیمهٔ چپ هر لاشه نمونه‌هایی در مقادیر کافی و به‌صورت تفکیک‌شده برای بررسی ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت

چربی برداشت و پس از بسته‌بندی در پوشش آلومینیومی و در شرایط خلأ، تا زمان انجام آزمایشات در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شدند، به‌استثنای آزمایش‌های تعیین ضایعات شیرابه‌ای و ظرفیت نگه‌داری آب که بدون انجماد نمونه‌ها و در فاصلهٔ یک روز پس از کشتار (نگهداری در دمای یک تا چهار درجهٔ سانتی‌گراد) به انجام رسید.

مقدار pH ultimate ($pH_{۲۴}$ در پژوهش حاضر) در عضلهٔ TB در سه تکرار و با استفاده از pH متر (inoLab® pH 7110، آلمان) و از طریق واردکردن الکترود (رادیومتر، لیون فرانسه) در برشی که در عضله ایجاد گردید، اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری pH در هر تکرار، pH متر دوباره در دمای چهار درجهٔ سانتی‌گراد با استفاده از بافرهایی با pH ۴/۰۱ و ۷/۰۰ کالیبره گردید و در نهایت میانگین pH قرائت‌شده در سه نوبت ارزیابی به‌عنوان pHu عضله ثبت شد.

برای اندازه‌گیری ضایعات شیرابه‌ای ابتدا نمونه‌های گوشت (در حدود ۲۰ گرم) توزین و درون کیسه‌هایی از جنس پلی‌اتیلن قرار داده شده و کیسه‌ها در شرایط خلأ مهر و موم شدند. پس از گذشت ۲۴ ساعت از قرارگیری نمونه‌ها در دمای چهار درجهٔ سانتی‌گراد، نمونه عضلات از کیسه‌ها خارج و با دستمال کاغذی به آرامی خشک شده و بار دیگر توزین شدند. درصد ضایعات شیرابه‌ای با تعیین میزان افت وزن نسبت به وزن اولیهٔ نمونه‌ها محاسبه شد.

به‌منظور اندازه‌گیری ظرفیت نگه‌داری آب، هر نمونه پس از توزین به قطعاتی کوچک با اشکال نامنظم برش داده شده و مجموع قطعات هر نمونه بین دو لایه کاغذ صافی و دو قطعه شیشه تخت با ابعاد یکسان قرار داده شد. سپس وزنه‌ای ۲۲۵۰ گرمی به‌مدت پنج دقیقه روی نمونه‌ها قرار گرفته و قطعات بار دیگر توزین شدند. ظرفیت نگه‌داری آب به‌عنوان کاهش وزن نمونه‌ها و به‌صورت درصد محاسبه و گزارش شد.

نمونه‌های عضلهٔ TB پس از برداشت چربی زیرپوستی و بافت‌های پیوندی قابل مشاهده، با دستگاه هموژنایزر (T 25 digital ULTRA-TURRAX, IKA، آلمان) هموژن شده و درصد رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین در این نمونه‌ها اندازه گیری شد (AOAC, 1990). در ادامه، به‌منظور تعیین ترکیب اسیدهای چرب، نمونه‌های هموژن‌شده عضلهٔ TB و نیز نمونه‌های هموژن‌شده بافت چربی بطنی جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب مورداستفاده قرار گرفتند. استخراج چربی از نمونه‌ها به‌وسیلهٔ محلول کلروفرم:متانول با نسبت دو به یک انجام پذیرفت. بخش چربی استخراج‌شده به‌وسیلهٔ گاز نیتروژن خشک شده و به‌منظور تهیه مشتقات متیلهٔ اسیدهای چرب، مقدار ۵۰ میلی‌گرم از اسیدهای چرب استخراج‌شده از هر نمونه داخل بالن‌های حجمی تخلیه و پنج میلی‌لیتر سود متانولی ۰/۵ مولار به هر بالن اضافه شد. بالن‌ها به کندانسور متصل شده و به‌مدت دو دقیقه جوشانده شدند. پس از سردشدن، مقدار سه میلی‌لیتر محلول متانولی بوران تری‌فلوراید ۱۴ درصد به هر بالن اضافه گردید. محتویات بار دیگر به‌مدت دو دقیقه جوشانده شده و در ادامه شش میلی‌لیتر هگزان و یک میلی‌لیتر نمک به آن‌ها اضافه گردید. ترکیب حاصله به‌مدت یک دقیقه شیک شده و لایهٔ رویی پس از برداشت صاف گردید. مقدار باقیمانده به‌طور کامل در ۱/۵ میلی‌لیتر هگزان حل شده و تزریق گردید. اسیدهای چرب با استفاده از کروماتوگرافی گازی (South Korea, Yung lin 6300 مجهز به آشکارساز یونی- شعله و ستون موئین Cp-Sil 88 به طول ۱۰۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر) شناسایی شدند. از هلیوم با سرعت تزریق ۱/۵ میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل و از اسید نونادکانوئیک (۱۹:۰؛ خلوص ۹۹ درصد؛ Sigma, St. Louis, MO، ایالات متحدهٔ آمریکا) به‌عنوان استاندارد داخلی استفاده شد. دمای آغازین آون ۱۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد برای پنج دقیقه بود که در ادامه تا رسیدن دما به ۱۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد با سرعت دو درجهٔ سانتی‌گراد در هر دقیقه افزایش داده شد. دما برای ۱۵ دقیقه ثابت نگه‌داشته شده و در ادامه با سرعت پنج درجهٔ سانتی‌گراد در دقیقه تا ۲۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته و به‌مدت پنج دقیقه در این دما حفظ گردید و در نهایت دمای آون با نرخ دو درجهٔ سانتی‌گراد در دقیقه و تا رسیدن به دمای ۳۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش داده شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای مذکور ثابت نگه‌داشته شد. دمای تزریق‌کننده و دتکتور به‌ترتیب و در طی مراحل شناسایی در ۲۵۰ و ۳۰۰

درجهٔ سانتی‌گراد ثابت نگه‌داشته شد. کالیبره‌کردن و شناسایی اسیدهای چرب با استفاده از مقایسهٔ زمان خروج و سطح زیر منحنی اسیدهای چرب با منحنی استاندارد (G004263, 37 Component FAME Mix و cis/trans C18:1, C18:2 و C18:3 FAME isomers on SP-2560, Sigma, St. Louis, MO, USA) انجام شد.

نرمال‌بودن داده‌های حاصل، با کمک آزمون کولموگرف- اسمیرنوف بررسی شد. سپس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه شدند. صفاتی که در طول دوره دارای یک نوبت رکوردبرداری بودند با استفاده از رویهٔ GLM (رابطهٔ ۱) و صفاتی که دارای بیش از یک دوره رکوردبرداری بودند با استفاده از رویهٔ Mixed (رابطهٔ ۲) تجزیه شدند. میانگین اثرات معنی‌دار در تجزیه واریانس، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و فرض خطای ۰/۰۵ مقایسه گردید.

رابطهٔ ۱) $$X_{ij} = \mu + T_i + A_j + e_{ij}$$

در این رابطه، μ، اثر میانگین؛ Ti، اثر تیمار iام؛ Aj، اثر تصادفی حیوان در تیمار و eij، اثر اشتباه آزمایشی مربوط به تیمار iام در تکرار (حیوان) jام هستند.

رابطهٔ ۲) $$X_{ijk} = \mu + T_i + P_j + T_i P_j + A_k + e_{ijk}$$

در این رابطه، μ، اثر میانگین؛ Ti، اثر ثابت تیمار iام؛ Pj، اثر زمان نمونه‌گیری jام؛ TiPj، اثر متقابل تیمار و زمان نمونه‌گیری؛ Ak، اثر تصادفی حیوان در تیمار و eijk اثر اشتباه آزمایشی مربوط به تیمار iام در زمان نمونه‌گیری jام و حیوان kام هستند.

۴. یافته‌های پژوهش و بحث

خوراندن پروبیوتیک باکتریایی به بزغاله‌های مرخز تأثیری بر روند وزن‌گیری بزغاله‌ها طی دوره، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک نداشت (جدول ۲). در همین رابطه، استفاده از پروبیوتیک‌های باکتریایی چندسویه‌ای تجاری در تغذیهٔ بزغاله‌ها (Ataşoğlu *et al.*, 2010) و بره‌ها (Khattab *et al.*, 2020) نیز نتایج مشابهی را به‌دنبال داشته است. در پژوهشی مشابه در قالب چهار آزمایش مستقل مشاهده شد که خوراندن پروبیوتیک تجاری به بزغاله‌های دورگهٔ بوئر در سه آزمایش تأثیری بر عملکرد بزغاله‌ها نداشت (Whitley *et al.*, 2009). در مقابل، در بزهای بوئر تغذیه‌شده با پروبیوتیک‌های باکتریایی افزایش معنی‌دار میانگین افزایش وزن روزانه گزارش شده است (Yuan *et al.*, 2023).

جدول ۲. تأثیر پروبیوتیک پریمالاک بر عملکرد رشد بزغاله‌های مرخز

	پروبیوتیک	شاهد	SEM	P-value
وزن بدن نهایی (کیلوگرم)	۲۱/۵	۲۲/۲	۰/۸۱	۰/۵۲
میانگین مصرف خوراک روزانه (گرم/روز)	۵۷۶/۱	۶۲۱/۲	۱۷/۵	۰/۱۱
خوراک مصرفی روزانه (گرم به‌ازای کیلوگرم وزن متابولیک)	۴۶/۹	۴۸/۵	۰/۷۵	۰/۱۴
میانگین افزایش وزن روزانه (گرم/روز)	۷۰/۱	۷۲/۷	۵/۶۷	۰/۷۵
ضریب تبدیل خوراک (خوراک/افزایش وزن)	۸/۴۸	۸/۷۷	۰/۴۳۳	۰/۶۴

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تناقض در نتایج به‌دست‌آمده در این حوزه ممکن است ناشی از تفاوت در ترکیب جیرهٔ پایه، فرایند آماده‌سازی گونه‌های پروبیوتیک، روش یا بازهٔ زمانی به‌کارگیری پروبیوتیک‌ها در تغذیهٔ دام یا تفاوت در شرایط محیطی و مدیریتی حاکم بر پژوهش‌ها باشد. از سوی دیگر، نوع و تعداد سویه‌های پروبیوتیکی نیز ممکن است کارایی پروبیوتیک‌های باکتریایی را تحت‌تأثیر قرار دهد (Khattab *et al.*, 2020; Yuan *et al.*, 2023). برای مثال، در بررسی جامع به‌عمل‌آمده

در مورداستفاده از افزودنی‌های میکروبی در ترکیب جیرهٔ نشخوارکنندگان چنین نتیجه‌گیری شده است که عدم پاسخ دام به مصرف پروبیوتیک‌ها غالباً در پژوهش‌هایی مشاهده شده است که در آن‌ها دام‌های مورداستفاده با چالش مدیریتی یا بیماری خاصی مواجه نبوده‌اند (Lambo *et al.*, 2021).

در پژوهش حاضر مصرف پروبیوتیک باکتریایی تأثیر معنی‌داری بر درصد قابلیت هضم مادهٔ خشک، مادهٔ آلی و دیگر اجزای شیمیایی جیره شامل پروتئین خام، عصارهٔ اتری، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی و کربوهیدرات‌های غیرالیافی نداشت (جدول ۳). در تأیید نتایج پژوهش حاضر، در بزغاله‌های گوشتی نژاد بوئر نیز مصرف پروبیوتیک تجاری حاوی باکتری‌های اسیدلاکتیکی بر قابلیت هضم ظاهری مادهٔ خشک، مادهٔ آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی و انرژی خام تأثیری نداشت (Whitley *et al.*, 2009). در بزهای نژاد آلپاین نیز پروبیوتیک حاوی باکتری‌های اسیدلاکتیکی تأثیری بر قابلیت هضم ظاهری مادهٔ خشک و مادهٔ آلی جیره نداشت، اما قابلیت هضم حقیقی الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی در تیمار حاوی پروبیوتیک به‌طور معنی‌داری بیش از گروه شاهد بود (Galina *et al.*, 2009). در پژوهش‌های انجام‌شده در دیگر گونه‌های نشخوارکننده نیز نتایج مشابهی به‌دست آمده است. در بره‌های تغذیه‌شده با پروبیوتیک حاوی چهار گونه از باکتری‌های اسیدلاکتیکی و یک گونه از باکتری *پدیکوکوس*، در بین ترکیبات شیمیایی جیره (مادهٔ خشک، مادهٔ آلی، پروتئین خام، الیاف خام و عصارهٔ اتری) تنها قابلیت هضم پروتئین خام بالاتر ($P<۰/۰۵$) از گروه شاهد گزارش شد (Hillal *et al.*, 2011). قابلیت هضم ظاهری مادهٔ خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی در گاوهای شیرده در اواسط دورهٔ شیردهی تحت‌تأثیر استفاده از پروبیوتیک (باکتری *P. freudenreichii*) قرار نگرفت (Raeth-Knight *et al.*, 2007). اما نتایج گزارشی دیگر حاکی از افزایش معنی‌دار هضم شکمبه‌ای مادهٔ خشک علوفه در گاوهای شیری تغذیه‌شده با پروبیوتیک باکتریایی در دوره‌های پیش و پس از زایش است (Nocek & Kautz, 2006). وجود این تناقضات نشان می‌دهد علاوه بر عوامل شناخته‌شدهٔ مؤثر بر قابلیت هضم اجزای جیره، نوع سویهٔ پروبیوتیکی و مقدار مورداستفادهٔ آن نیز ممکن است بر بروز اثرات پروبیوتیک‌ها در این زمینه تأثیرگذار باشد.

جدول ۳. تأثیر پروبیوتیک پریمالاک بر قابلیت هضم ترکیبات شیمیایی جیرهٔ بزهای مرخز (درصد)

	مادهٔ خشک	مادهٔ آلی	پروتئین خام	چربی خام	الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی	الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی	کربوهیدرات‌های غیرالیافی
شاهد	۶۵/۱۷	۶۷/۳۸	۶۴/۵۳	۷۰/۷۱	۴۶/۸۷	۳۷/۵۲	۸۴/۰۲
پروبیوتیک	۶۶/۷۴	۶۸/۵۶	۶۳/۲۵	۷۱/۹۲	۴۸/۱۶	۳۹/۷۰	۸۴/۷۳
SEM	۱/۲۲۴	۱/۵۷۳	۱/۰۴۲	۱/۶۰۱	۱/۳۰۷	۰/۵۴۷	۰/۹۶۶
P-value	۰/۴۵	۰/۵۰	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۳۱	۰/۸۸

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

مقادیر میانگین $pH_{۲۴}$، ضایعات شیرابه‌ای، ظرفیت نگهداری آب و ترکیب شیمیایی گوشت در عضلهٔ TB بزغاله‌های مرخز در جدول (۴) ارائه شده است. خوراندن پروبیوتیک باکتریایی تأثیری بر pH عضله در ۲۴ ساعت پس از کشتار نداشت. مقدار pHu مهم‌ترین شاخص کیفیت گوشت در سطح تجاری است، چرا که این عامل می‌تواند بر ویژگی‌های کیفی حائز اهمیتی مانند ظرفیت نگهداری آب و نیز کاهش وزن در اثر طبخ، رنگ و تردی گوشت تأثیرگذار باشد. برای مثال، بالابودن pHu عضله موجب افزایش ظرفیت نگه‌داری آب و تیرگی رنگ و کاهش تردی گوشت می‌شود (Jankowiak *et al.*, 2021). بررسی‌ها نشان می‌دهد مقدار میانگین pH ثبت‌شده در پژوهش حاضر، ۵/۸۷ در دامنهٔ طبیعی گزارش شده برای عضلات بز قرار دارد. باید به این نکته توجه داشت که مقدار pHu در عضلات مختلف به‌واسطهٔ

تفاوت این عضلات در نسبت بین فیبرهای عضلانی (قرمز و سفید) و به‌دنبال آن در روند سوخت‌وساز انرژی در دورهٔ پیش و پس از مرگ، متفاوت از یکدیگر خواهد بود، به‌نحوی‌که عضلات قرمز و اکسیداتیو در مقایسه با عضلات سفید و گلیکولیتیک حاوی گلیکوژن کم‌تری بوده و منجر به تولید گوشتی با pHu بالاتر می‌شوند (Jankowiak *et al.*, 2021).

ضایعات شیرابه‌ای و ظرفیت نگهداری آب در عضلهٔ TB نیز تحت‌تأثیر مصرف پروبیوتیک باکتریایی قرار نگرفت (جدول ۴). پروتئین‌ها نقش اصلی را در تعیین ظرفیت نگهداری آب برعهده دارند (Kudryashov & Kudryashova, 2023) و لذا تشابه درصد پروتئین عضله در هر دو تیمار می‌تواند گواه تشابه ظرفیت نگهداری آب در بین تیمارهای آزمایشی باشد. در پژوهش حاضر، میانگین درصد ضایعات شیرابه‌ای در عضلهٔ بزغاله‌های مرخز در هر دو تیمار برابر با ۳/۷ درصد بود که اندکی بالاتر از مقدار میانگین (۲/۸) حاصل از بررسی دیگر پژوهش‌های انجام‌شده در بزها می‌باشد. میانگین ظرفیت نگهداری آب در گوشت بز در حدود ۳۶/۵ درصد و حداکثر آن ۵۷ درصد گزارش شده است. بنابراین، مقدار میانگین ۴۰/۷ درصد به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر در محدودهٔ قابل‌قبول برای گوشت بز قرار دارد. شاخص ظرفیت نگه‌داری آب در زمینهٔ فرآوری گوشت از اهمیت بسیاری برخوردار است و گوشت‌هایی که مقدار این شاخص در آن‌ها پایین باشد، نه برای مصرف مردم و نه برای صنایع فرآوری مناسب نیستند (Kudryashov & Kudryashova, 2023).

خوراندن پروبیوتیک باکتریایی تغییر معنی‌داری را در محتوای رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر عضلهٔ TB سبب نشد (جدول ۴). درصد رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در گوشت بز در منابع مختلف به‌ترتیب در دامنهٔ ۶۶ تا ۸۱ درصد، ۱۸ تا ۲۴ درصد، ۱/۸ تا ۱۱/۵ درصد و ۰/۷۴ تا ۱/۲۰ درصد برمبنای وزن غیرخشک گزارش شده است. در هر حال، علاوه بر تأثیر عوامل نژاد، جنس، سن/وزن کشتار و مدیریت تغذیه، مسائلی مانند انجام ارزیابی در عضله‌ای خاص یا ترکیبی از گوشت لاشه، نحوهٔ آماده‌سازی نمونهٔ گوشت و جداسازی چربی‌ها از عضلات در پژوهش‌های مختلف نیز در گستردگی دامنه‌های مذکور بی‌تأثیر نبوده‌اند.

جدول ٤. تأثیر پروبیوتیک پریمالاک بر ویژگی‌های کیفی و ترکیب شیمیایی عضلهٔ *triceps brachii* بزغاله‌های مرخز

	پروبیوتیک	شاهد	SEM	P-value
ویژگی‌های کیفی				
$pH_{۲۴}$	۵/۹۰	۵/۸۵	۰/۲۰۵	۰/۸۸
ضایعات شیرابه‌ای (درصد)	۳/۷۴	۳/۶۹	۰/۲۲۶	۰/۶۱
ظرفیت نگهداری آب (درصد)	۳۹/۹۱	۴۱/۴۵	۱/۴۱۰	۰/۴۷
ترکیب شیمیای (درصد)				
رطوبت	۷۴/۵۹	۷۴/۰۴	۰/۵۹۲	۰/۵۴
پروتئین	۲۰/۱۲	۱۹/۷۷	۰/۱۸۸	۰/۲۵
چربی	۳/۰۳	۳/۳۴	۰/۵۸۶	۰/۷۳
خاکستر	۱/۰۴	۱/۰۲	۰/۰۲۸	۰/۵۴

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

در جدول‌های (۵) و (۶) به‌ترتیب ترکیب اسیدهای چرب در عضلهٔ TB و بافت چربی بطنی براساس درصد از کل اسیدهای چرب ارائه شده است. در عضلهٔ TB درصد اسید چرب ۱۴:۱trans در نتیجهٔ مصرف پروبیوتیک باکتریایی بیش از مقادیر متناظر در گروه شاهد بود (P<۰/۰۵؛ جدول ۵). علاوه بر این، نسبت اسیدهای چرب ۱۶:۱، ۱۸:۱cis، مجموع ۱۸:۱ و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) و نیز نسبت اسیدهای چرب غیراشباع (UFA) به اسیدهای چرب اشباع در عضلهٔ TB در بزغاله‌های دریافت‌کنندهٔ پروبیوتیک باکتریایی بالاتر از گروه شاهد بود (P<۰/۰۵).

جدول ۵. تأثیر پروبیوتیک پریمالاک بر ترکیب اسیدهای چرب (درصد از کل اسیدهای چرب) در عضلهٔ *triceps brachii* بزغاله‌های مرخز

اسیدهای چرب	پروبیوتیک	شاهد	SEM	P-value
C12:0	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۰۲۸	۰/۳۱
C13:0	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۱۱	۰/۱۲
C14:0	۲/۱۷	۲/۹۳	۰/۲۴۳	۰/۱۱
C14:1 trans	۰/۳۹^{a}	۰/۲۲^{b}	۰/۰۳۵	۰/۰۴
C14:1 cis	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۰۳۳	۰/۹۹
Total C14:1 n5	۰/۹۴^{a}	۰/۷۶^{b}	۰/۰۲۰	۰/۰۱
C15:0	۰/۵۱	۰/۴۷	۰/۱۱۴	۰/۸۲
C15:1 n7	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۰۲۹	۰/۶۶
C16:0	۲۳/۴۰	۲۴/۷۷	۰/۵۸۳	۰/۲۰
C16:1 trans n9	۰/۵۷	۰/۳۷	۰/۰۷۷	۰/۱۶
C16:1 cis n7	۲/۸۷	۲/۲۰	۰/۱۷۱	۰/۰۷
Total C16:1	۳/۴۳^{a}	۲/۵۷^{b}	۰/۱۳۸	۰/۰۲
C17:0	۱/۲۷	۱/۱۳	۰/۳۵۵	۰/۸۱
C17:1 n7	۲/۰۳	۱/۹۷	۰/۳۹۱	۰/۹۱
C18:0	۱۳/۸۳	۱۵/۳۳	۰/۶۴۱	۰/۲۱
C18:1 trans n7	۰/۷۲	۰/۶۱	۰/۰۹۸	۰/۵۷
C18:1 cis n9	۴۶/۷۷^{a}	۴۳/۰۰^{b}	۰/۴۵۸	۰/۰۰۶
Total C18:1	۴۷/۴۹^{a}	۴۳/۴۳^{b}	۰/۴۲۹	۰/۰۰۵
Total C18:2 n6	۲/۸۳	۳/۵۰	۱/۱۹۹	۰/۱۲
C18:3 trans n3	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۰۰۸	۱/۰۰
C18:3 cis n3	۰/۵۷	۰/۸۰	۰/۳۵۸	۰/۶۸
Total C18:3 n3	۰/۸۷	۱/۱۰	۰/۳۵۸	۰/۶۸
C20:0	۰/۳۶	۰/۲۴	۰/۰۳۹	۰/۱۳
C20:1 n9	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۰۴۲	۰/۸۱
C22:0	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۰۴۸	۰/۴۱
C22:1 n9	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۱۱	۰/۱۲
CLA 9/11 c/t	۰/۳۳	۰/۳۰	۰/۱۲۷	۰/۸۶
CLA 7/9 t/c	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۱۴	۰/۷۵
CLA 11/13 t/c	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۱۴	۰/۶۹
CLA 9/11 t/t	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۰۷	۱/۰۰
CLA 11/13 t/t	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۰۶	۰/۱۲
CLA 12/14 t/t+ 12/14 c/t+ 11/13 c/t	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۵۸	۱/۰۰
Total CLA	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۱۵۱	۰/۹۰
SFA	۴۱/۷۵^{b}	۴۵/۱۸^{a}	۰/۶۹۲	۰/۰۴
UFA	۵۹/۸۲	۵۵/۷۵	۱/۱۶۳	۰/۰۵
MUFA	۵۵/۶۶^{a}	۴۹/۸۷^{b}	۰/۴۹۸	۰/۰۰۴
PUFA n3	۰/۸۷	۱/۱۰	۰/۳۵۸	۰/۶۸
PUFA n6	۲/۸۳	۳/۵۰	۱/۱۹۹	۰/۷۲
Total PUFA	۵/۹۸	۶/۶۹	۱/۵۶۹	۰/۷۷
UFA/SFA	۱/۴۵^{a}	۱/۲۶^{b}	۰/۰۳۸	۰/۰۴
n6/n3	۳/۳۶	۳/۰۸	۰/۲۹۰	۰/۵۴
PUFA/SFA	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۳۸	۰/۸۸
OCFA	۶/۳۸	۵/۹۷	۰/۲۴۰	۰/۳۰
Total desirable	۷۵/۴۷	۷۱/۸۹	۰/۸۷۹	۰/۰۶
(18:0+18:1)/16:0	۲/۶۸	۲/۳۹	۰/۱۰۶	۰/۱۶

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

SFA، اسیدهای چرب اشباع؛ UFA، اسیدهای چرب غیراشباع؛ MUFA، اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ PUFA، اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه؛ OCFA، اسیدهای چرب با تعداد اتم کربن فرد؛ Total desirable، MUFA+PUFA+C18:0.

جدول ٦. تأثیر پروبیوتیک پریمالاک بر ترکیب اسیدهای چرب (درصد از کل اسیدهای چرب) در بافت چربی بطنی بزغاله‌های مرخز

اسیدهای چرب	پروبیوتیک	شاهد	SEM	P-value
C10:0	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۸۴	۰/۱۱
C12:0	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۳۵	۰/۵۵
C13:0	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۱۱	۰/۱۲
C14:0	۲/۸۰	۲/۷۳	۰/۳۶۶	۰/۹۱
C14:1 trans	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۰۶۱	۰/۳۱
C14:1 cis	۰/۷۰	۰/۴۵	۰/۲۱۴	۰/۴۷
Total C14:1 n5	۱/۰۱	۰/۶۷	۰/۲۵۳	۰/۴۱
C15:0	۰/۳۰^{b}	۰/۶۳^{a}	۰/۰۴۳	۰/۰۱
C15:1 n7	۰/۴۰	۰/۱۳	۰/۱۲۴	۰/۲۳
C16:0	۲۳/۷۳	۲۳/۰۰	۰/۸۴۸	۰/۵۹
C16:1 trans n9	۰/۷۰	۰/۵۳	۰/۰۹۷	۰/۳۱
C16:1 cis n7	۲/۳۳	۲/۰۳	۰/۲۵۵	۰/۴۷
Total C16:1	۳/۰۳	۲/۵۷	۰/۱۹۷	۰/۱۹
C17:0	۰/۸۰	۱/۱۳	۰/۲۸۶	۰/۴۷
C17:1 n7	۲/۸۴	۲/۴۰	۰/۳۱۷	۰/۴۰
C18:0	۲۲/۷۰	۲۵/۴۳	۳/۵۸۶	۰/۷۶
C18:1 trans n7	۰/۷۸	۰/۹۷	۰/۱۰۶	۰/۳۱
C18:1 cis n9	۳۶/۵۰	۳۵/۲۳	۲/۴۷۶	۰/۷۴
Total C18:1	۳۶/۲۸	۳۶/۲۱	۲/۵۳۹	۰/۷۸
Total C18:2 n6	۲/۲۸	۱/۹۷	۰/۳۰۵	۰/۰۷
C18:3 trans n3	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۰۰۰	۰/۹۹
C18:3 cis n3	۰/۶۳	۰/۴۳	۰/۲۰۷	۰/۶۳
Total C18:3 n3	۰/۹۳	۰/۷۷	۰/۲۲۰	۰/۶۸
C20:0	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۰۲۷	۰/۵۱
C20:1 n9	۰/۲۳	۰/۳۰	۰/۰۸۶	۰/۶۲
C22:0	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۰۴۲	۰/۵۴
C22:1 n9	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۰۴۵	۰/۵۴
CLA 9/11 c/t	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۱۰۷	۰/۳۳
CLA 7/9 t/c	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۰۹	۰/۸۰
CLA 11/13 t/c	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۱۶	۰/۴۳
CLA 9/11 t/t	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۰۴	۱/۰۰
CLA 11/13 t/t	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۱۱	۰/۴۵
CLA 12/14 t/t+ 12/14 c/t+ 11/13 c/t	۰/۲۹	۰/۳۰	۰/۰۲۱	۰/۳۵
Total CLA	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۱۱۷	۰/۴۹
SFA	۵۰/۹۷	۵۳/۷۱	۲/۶۶۱	۰/۶۸
UFA	۴۹/۵۴	۴۶/۸۹	۲/۶۸۲	۰/۴۱
MUFA	۴۵/۱۵	۴۲/۵۲	۲/۵۶۷	۰/۵۲
PUFA n3	۰/۹۳	۰/۷۷	۰/۲۲۰	۰/۶۸
PUFA n6	۲/۱۷	۱/۹۷	۰/۳۰۵	۰/۰۷
Total PUFA	۵/۱۹	۴/۳۷	۰/۲۴۸	۰/۰۷
UFA/SFA	۰/۹۹	۰/۹۲	۰/۱۰۷	۰/۶۷
n6/n3	۲/۷۳	۲/۶۳	۰/۶۷۴	۰/۹۲
PUFA/SFA	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۰۸	۰/۱۵
OCFA	۶/۳۳	۶/۱۷	۰/۰۴۲	۰/۰۷
Total desirable	۷۴/۰۴	۷۲/۳۲	۱/۰۰۵	۰/۳۱
(18:0+18:1)/16:0	۲/۵۹	۲/۶۹	۰/۱۲۰	۰/۶۰

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

SFA، اسیدهای چرب اشباع؛ UFA، اسیدهای چرب غیراشباع؛ MUFA، اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ PUFA، اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه؛ OCFA، اسیدهای چرب با تعداد اتم کربن فرد؛ Total desirable، MUFA+PUFA+C18:0.

لازم به ذکر است که اسید اولئیک به‌عنوان مهم‌ترین اسید چرب دخیل در کاهش غلظت کلسترول پلاسما دارای اثرات مثبتی بر سلامت مصرف‌کنندگان است (Perna & Hewlings, 2023). از سوی دیگر، مجموع اسیدهای چرب

اشباع در عضلهٔ TB از درصد کم‌تری در بزغاله‌های دریافت‌کنندهٔ پروبیوتیک باکتریایی برخوردار بودند (P<۰/۰۵). با استناد به این مشاهدات، به‌نظر می‌رسد پروبیوتیک تجاری مورداستفاده در پژوهش حاضر به نحوی در ساخت از نو (de novo) یا در روند غیراشباع‌شدن اسیدهای چرب در سلول‌های بافت چربی مداخله کرده است. در نشخوارکنندگان، اسیدهای چرب بلندزنجیر با یک پیوند دوگانه تحت عملکرد جمعیت میکروبی شکمبه دچار هیدروژناسیون شده و به اسیداستئاریک تبدیل می‌شوند. این امر نشان می‌دهد که هرگونه افزایش معنی‌دار در درصد این اسیدهای چرب در بافت چربی از ساخت از نوی آن‌ها در حضور آنزیم Δ9 دسچوراز منشأ می‌گیرد (Mushi *et al.*, 2010). از سوی دیگر، کاهش جذب اسیدهای چرب در نتیجهٔ هیدرولیز نمک‌های صفراوی به‌وسیلهٔ پروبیوتیک‌های اسیدلاکتیکی می‌تواند کاهش انباشت چربی در بافت‌های چربی بدن و نیز افزایش ساخت از نوی اسیدهای چرب در نتیجهٔ کاهش سهم اسیدهای چرب اگزوژن (برون‌زاد) در ذخایر متابولیک بدن را به‌دنبال داشته باشد که مورد اخیر به‌طور مشخص با افزایش سهم اسیدهای چرب با طول زنجیر کوتاه یا متوسط در ذخایر بافتی همراه خواهد بود (Song *et al.*, 2023). بنابراین، احتمال می‌رود محتوای بالاتر اسیدهای چرب غیراشباع متوسط زنجیر در عضلات بزغاله‌های تغذیه‌شده با پروبیوتیک باکتریایی ناشی از سهم بالاتر فسفولیپیدهای ساختاری غشاءهای سلولی در نتیجهٔ کاهش انباشت چربی در عضلات باشد (Mushi *et al.*, 2010). متأسفانه در بررسی‌های انجام گرفته توسط نویسندگان، پژوهشی در رابطه با بررسی تأثیر مصرف پروبیوتیک‌های باکتریایی بر ترکیب اسیدهای چرب گوشت نشخوارکنندگان یافت نشد.

فراوان‌ترین اسیدهای چرب در عضلهٔ TB به‌ترتیب نزولی عبارت بودند از اولئیک (۹–cis ۱۸:۱)، پالمیتیک (۱۶:۰) و استئاریک (۱۸:۰) که میانگین کلی آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۴۴/۷، ۲۴/۱ و ۱۴/۵ درصد بود. نقش اسیدهای چرب اشباع بلندزنجیر در افزایش سطوح کلسترول پلاسما، به‌عنوان عامل انسداد عروق، به خوبی شناخته شده است (Perna & Hewlings, 2023). از سوی دیگر، اسیدهای چرب غیراشباع، از جمله اسیدهای چرب غیراشباع ۳–n، به‌ویژه ۱۸:۳، دارای اثرات مثبتی بر سلامت انسان هستند که در این بین می‌توان به کاهش انسداد عروق و اختلال در انعقاد خون اشاره کرد (Perna & Hewlings, 2023). ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی حاوی درصد چربی بالا به‌طور معمول با درنظرگرفتن نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع و نیز نسبت اسیدهای چرب ۶–n به ۳–n سنجیده می‌شود. توصیه‌های تغذیه‌ای ارائه‌شده در مورد رژیم غذایی انسان حد مطلوب نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چندین پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع را ۰/۴۵ یا بیش‌تر و نسبت اسیدهای چرب ۶–n به ۳–n را چهار یا کم‌تر بیان داشته است (Bessa *et al.*, 2015).

در پژوهش حاضر، نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع در عضلهٔ TB کم‌تر از دامنهٔ ۰/۱۶ تا ۰/۴۹ گزارش شده برای گوشت بز است. در پژوهش حاضر، غلظت برخی اسیدهای چرب غیراشباع با چندین پیوند دوگانه (مانند اسیدهایی با ۲۰ و ۲۲ کربن) به‌دست نیامد که این امر می‌تواند دلیل سهم کم‌تر اسیدهای چرب غیراشباع با چندین پیوند دوگانه در کل اسیدهای چرب شناسایی شده باشد. در هر حال، چنین مقادیر پایینی (۰/۱ تا ۰/۲) در بزهای بوئر و بزهای وحشی استرالیایی نیز گزارش شده است (Werdi Pratiwi *et al.*, 2016). در بین سه اسید چرب غالب در گوشت، اسید چرب ۱۶:۰ افزایش غلظت کلسترول خون را سبب می‌شود، ۱۸:۰ تأثیری بر غلظت این فراسنجه نداشته و ۱۸:۱ کاهش غلظت آن را به‌دنبال دارد (Perna & Hewlings, 2023). نسبت ۱۸:۰/۱۶:۰+۱۸:۱ می‌تواند شاخص مفیدی در توصیف قابلیت تأثیرگذاری انواع مختلف مواد غذایی چرب بر سلامت انسان باشد (Banskalieva *et al.*, 2000).

ترکیب اسیدهای چرب بافت چربی بطنی تغییرات اندکی را در ارتباط با مصرف پروبیوتیک باکتریایی نشان داد (جدول ۶). تنها تفاوت در درصد اسید چرب ۱۵:۰ مشاهده شد که در بزغاله‌های گروه شاهد مقدار بالاتری را به خود اختصاص داد (P<۰/۰۵). به مانند بافت چربی داخل عضلانی، فراوان‌ترین اسیدهای چرب در بافت چربی بطنی نیز اسیدهای ۱۸:۱

(۳۶/۲ درصد)، ۱۸:۰ (۲۴/۱ درصد) و ۱۶:۰ (۲۳/۴ درصد) بودند. در هر حال، تفاوت مهمی در ترتیب آن‌ها بین بافت چربی بطنی با بافت چربی داخل عضلانی وجود دارد. نسبت ۱۸:۰ در بافت چربی بطنی بسیار بیش‌تر از بافت چربی داخل عضلانی است، به‌نحوی‌که این اسید چرب با پیشی‌گرفتن از اسید چرب ۱۶:۰ در جایگاه دوم فراوان‌ترین اسیدهای چرب بافت چربی بطنی جای گرفت. در بافت چربی کلیوی نیز ترتیب مشابهی گزارش شده و توالی اسیدهای چرب ۱۸:۰ و ۱۶:۰ در بافت چربی کلیوی عکس بافت چربی داخل عضلانی بوده است (Banskalieva *et al.*, 2000).

افزایش تقریبی ۱۰ درصدی سهم ۱۸:۰ در بافت چربی بطنی منجر به کاهش معنی‌دار نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع در قیاس با مقدار مربوطه در بافت چربی داخل عضلانی شد (۰/۹۶ در مقابل ۱/۳۷). میانگین درصد اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت چربی داخل عضلانی ۵۲/۸ درصد بود، اما در بافت چربی بطنی به ۴۳/۸ درصد کاهش یافت. در رابطه با درصد اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه نیز روند مشابهی مشاهده شده و نسبت مورد اشاره از ۶/۳ درصد در بافت چربی داخل عضلانی به ۴/۸ درصد در بافت چربی بطنی کاهش یافت. پیش‌تر نیز در موارد متعددی به افزایش تصاعدی درجهٔ اشباع بودن اسیدهای چرب با حرکت از بافت‌های چربی محیطی به بافت‌های چربی مستقر در بخش‌های داخلی‌تر بدن اشاره شده است (Mushi *et al.*, 2010; Baik *et al.*, 2014). نسبت بالاتر اسیدهای چرب اشباع در بافت‌های چربی درونی‌تر بدن احتمالاً در نتیجهٔ نوعی سازگاری به شیب دمایی با هدف حفظ سیالیت فیزیکی چربی‌ها در این نواحی نمود پیدا کرده است.

چربی‌های عضلانی از چربی‌های قطبی (به‌طور عمده فسفولیپیدهای غنی از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه مستقر در غشاهای سلولی) و چربی‌های خنثی که به‌طورعمده شامل تری‌آسیل‌گلیسرول‌های مستقر درون سلول‌های بافت چربی هستند (دارای سطوح بالای اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع دارای یک پیوند دوگانه)، تشکیل شده‌اند (Fonteles *et al.*, 2018). مقدار فسفولیپیدها به‌طور تقریبی مستقل از محتوای چربی سلول است و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در ساختار آن‌ها به‌منظور حفظ ویژگی‌های کارکردی غشا به‌شدت کنترل می‌شود. در صورتی‌که مقدار تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها در سلول همبستگی مثبت و بالایی با محتوای چربی سلول دارد (Bessa *et al.*, 2015). بنابراین، در بافت چربی بطنی که از محتوای چربی به مراتب بالاتری در مقایسه با عضلات برخوردار است، نسبت تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها به فسفولیپیدها و متعاقب آن سهم اسیدهای چرب اشباع بسیار بالاتر خواهد بود. از طرف دیگر، با بررسی اندازه سلول‌ها در گوساله‌های نر اخته مشخص شده است که بافت چربی بطنی در مقایسه با بافت چربی داخل عضلانی سلول‌های بزرگ‌تری دارد (Baik *et al.*, 2014). بررسی‌ها نشان می‌دهد انباشت چربی در چربی بطنی بیش‌تر در قالب هایپرتروفی رخ می‌دهد تا هایپرپلازیا، درحالی‌که انباشت چربی در درون عضلات از هر دو سازوکار در حدی مشابه بهره می‌گیرد (Baik *et al.*, 2014). بنابراین، نسبت فسفولیپیدها در سلول چربی و در دوره‌های زمانی مختلف از حیات دام در بافت چربی داخل عضلانی بیش از بافت‌های چربی درونی خواهد بود. علاوه بر این، نرخ تولید و تجزیهٔ چربی در سلول‌های چربی داخل عضلانی کندتر از دیگر بافت‌های چربی است و سطح هفت ژن مرتبط با سوخت‌وساز چربی‌ها در بدن در چربی داخل عضلانی کم‌تر از دیگر بافت‌های چربی گزارش شده است (Baik *et al.*, 2014). برآیند نهایی این یافته‌ها بار دیگر بر بالاتر بودن نسبت چربی‌های قطبی در سلول‌های چربی داخل عضلانی تأکید دارد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

براساس نتایج حاصل، استفاده از پروبیوتیک باکتریایی پریمالاک تأثیری بر قابلیت هضم ترکیبات شیمیایی جیره، عملکرد

رشد و صفات کیفی گوشت در بزغاله‌های از شیر گرفته نژاد مرخز، ندارد. با این‌حال، پروبیوتیک پریمالاک موجب تغییر در ترکیب اسیدهای چرب در بافت چربی داخل عضلانی می‌شود.

۶. تشکر و قدردانی

از پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی به جهت فراهم‌آوردن امکانات مورد نیاز برای انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. منابع

ناصری هرسینی، رضا و کفیل‌زاده، فرخ. (۱۳۹۵). تأثیرات استفاده از پروبیوتیک تجاری برعملکرد تولید، فراسنجه‌های پلاسما و صفات لاشهٔ بزغاله‌های مرخز. *مجلهٔ تولیدات دامی*، ۱۸(۴)، ۷۶۱-۷۷۳.

References

AOAC. (1990). *Official Methods of Aanalysis*, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, DC, USA.

Ataşoğlu, C., Akbağ, H. I., Tölü, C., Daş, G., Savaş, T., & Yurtman, I. Y. (2010). Effects of kefir as a probiotic source on the performance of goat kids. *South African Journal of Animal Science*, 40(4), 363-370.

Baik, M., Jeong, J. Y., Thao Vu, T. T., Piao, M. Y., & Kang, H. J. (2014). Effects of castration on the adiposity and expression of lipid metabolism genes in various fat depots of Korean cattle. *Livestock Science*, 168, 168-176.

Banskalieva, V., Sahlu, T., & Goesch, A. L. (2000). Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: A review. *Small Ruminant Research*, 37, 255-268.

Bessa, R. J. B., Alves, S. P., & Santos-Silva, J. (2015). Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117, 1325-1344.

Fonteles, N. L. O., Alves, S. P., Madruga, M. S., Queiroga, R. R. E., Andrade, A. P., Silva, D. S., Leal, A. P., Bessa, R. J. B., & Medeiros, A. N. (2018). Fatty acid composition of polar and neutral meat lipids of goats browsing in native pasture of Brazilian Semiarid. *Meat Science*, 139, 149-156.

Galina, M. A., Ortiz-Rubio, M. A., Delgado-Pertinez, M., & Pineda, L. J. (2009). Goat kids growth improvement with a lactic probiotic fed on a standard base diet. *Options Medlterraneennes*, 85, 315-322.

Hillal, H., El-Sayaad, G., & Abdella, M. (2011). Effect of growth promoters (probiotics) supplementation on performance, rumen activity and some blood constituents in growing lambs. *Archives Animal Breeding*, 54(6), 607-617.

Jankowiak, H., Cebulska, A., & Bocian, M. (2021). The relationship between acidification (pH) and meat quality traits of polish white breed pigs. *European Food Research and Technology*, 247, 2813-2820.

Khattab, I. M., Adel-Wahed, A. M., Kattab, A. S., Anele, U. Y., El-Keredy, A., & Zaher, M. (2020). Effect of dietary probiotics supplementation on intake and production performance of ewes fed Atriplex hay-based diet. *Livestock Science*, 237, 104065.

Kudryashov, L. S., & Kudryashova, O. A. (2023). Water-holding and water-binding capacity of meat and methods of its determination. *Theory and Practice of Meat Processing*, 8(1), 62-70.

Lambo, M. T., Chang, X., & Liu, D. (2021). The recent trend in the use of multistrain probiotics in livestock production: An overview. *Animals*, 11(10), 2805.

Medeiros, L. B., Almeida Alves, S. P., de Bessa, R. J. B., Barbosa Soares, J. K., Costa, C. N. M., Aquino, J. S., Guerra, G. C. B., Araujo, D. F., Toscano, L. T., Silva, A. S., Alves, A. F., Lemos, M. L. P., Araujo, W. J., Medeiros, A. N., Oliveira, C. J. B., & Queiroga, R. C. R. E. (2021). Ruminant fat intake improves gut microbiota, serum inflammatory parameter and fatty acid profile in tissues of Wistar rats. *Scientific Reports*, 11, 18963.

Mushi, D. E., Thomassen, M. S., Kifaro, G. C., & Eik, L. O. (2010). Fatty acid composition of minced meat, *longissimus* muscle and omental fat from Small East African goats finished on different levels of concentrate supplementation. *Meat Science*, 86, 337-342.

Naseri Harsini, R., & Kafilzadeh, F. (2017). Effects of a commercial probiotic supplement on performance, plasma metabolites and carcass characteristics in Morkhoz goat kids. *Journal of Animal Production*, 18(4), 761-773. (In Persian)

Nocek, J. E., & Kautz, W. P. (2006). Direct-fed microbial supplementation on ruminal digestion, health and performance of preand postpartum dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89, 260-266.

NRC. (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids*. National Academy Press, Washington, D.C.

Perna, M., & Hewlings, S. (2023). Saturated fatty acid chain length and risk of cardiovascular disease: A systematic review. *Nutrients*, 15(1), 30.

Prache, S., Schreurs, N., & Guillier, L. (2022). Review: Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. *Animal*, 16, 100330.

Raeth-Knight, M. L., Linn, J. G., & Jung, H. G. (2007). Effect of direct-fed microbials on performance, diet digestibility, and rumen characteristics of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 1802-1809.

Song, X., Liu, Y., Zhang, X., Weng, P., Zhang, R., & Wu, Z. (2023). Role of intestinal probiotics in the modulation of lipid metabolism: implications for therapeutic treatments. *Food Science and Human Wellness*, 12, 1439-1449.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

Werdi Pratiwi, N. M., Murray, P. J., & Taylor, D. G. (2016). The fatty acid composition of muscle and adipose tissues from entire and castrated male Boer goats raised in Australia. *Animal Science*, 79(2), 221-229.

Whitley, N. C., Cazac, D., Rude, B. J., Jackson-O'Brien, D., & Parveen, S. (2009). Use of a commercial probiotic supplement in meat goats. *Journal of Animal Science*, 87, 723-728.

Yuan, K., Ma, J., Liang, X., Tian, G., Liu, Y., Zhou, G., Chen, Y., & Yang, Y. (2023). Effects of microbial preparation on production performance and rumen microbial communities of goat. *Food Science and Technology* (*Campinas*), 43, e117622.