

The effect of adding tomato pomace on rumen fermentation parameters, health and growth of Holstein dairy calves

R. Akbari Dahoui¹, M. Alikhani², R. Jahanian², *M. Savari³

1-Msc graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Faculty members, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Isfahan, Iran

3-Assistant Prof., Department of Animal Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

*majid.savari@semnan.ac.ir

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.91127.1225>

Introduction: Many agricultural by-products are relatively high in fiber and are particularly suitable for feeding ruminants. Fibrous by-products have a smaller particle size than most forages, but can have a higher energy value than most forages, due to their high fermentable fiber content. The use of non-forage fiber sources can have a significant effect on the protein components of the diet. Tomato pulp is a by-product of the paste industry, which, depending on the processing method and characteristics of raw tomatoes, contains varying proportions of skin, seeds, and small amounts of tomato flesh. In Iran, about 81,000 tons of wet tomato pulp are produced annually, which can cause environmental pollution. The present study was conducted to investigate the effect of different levels of tomato pomace powder (TPP) on ruminal fermentation parameters and growth performance of Holstein calves.

Materials and Methods: This experiment was carried out using 30 Holstein calves (average weight: 39.7 ± 0.2 kg) based on a completely-randomized design with 3 treatment groups including 10 individual pens per each dietary treatment. Dietary treatments consisted of 1) pelleted starter (control group), 2) pelleted starter + 7.5% TPP, 3) pelleted starter +15% TPP. Calves were fed 4 liters of colostrum in the first three days of life, 5 liters of milk twice daily from 4 to 50 days of age, and 2.5 liters of milk once daily from 50 to 55 days of age. Milk replacer consumption was stopped at 56 days of age in all calves. Calves had free access to water and starter feed from 3 days of age. Calves were kept in individual stalls on straw bedding, and bedding was changed and cleaned daily. The health of the calves in the present study was continuously assessed daily for the occurrence of diarrhea, pneumonia, and bloat. The possible effect of treatments on the health of calves was assessed daily for all calves in terms of fecal scores. Rumen fluid was sampled using an esophageal tube and a vacuum pump about 3 hours after morning feeding. Blood sampling was done with the help of vacuum tubes, at the ages of 35 and 70 days, from 6 calves in each treatment, 3 hours after morning feed. The obtained data were analyzed by SAS software and Mixed procedure. A significant level of $P < 0.05$ was considered.

Results and Discussion: The highest rumen pH after weaning was in the treatment containing 15% TPP, and this treatment showed a significant difference compared to the control treatment ($P = 0.009$). The treatment containing 15% tomato pomace had the highest and the control treatment the lowest rumen ammonia nitrogen concentration ($P=0.04$). According to the results, the concentration of ammonia nitrogen at 70 days of age was affected by the treatments ($P=0.05$). It seems that the simultaneous consumption of tomato pulp and pellet diet increases the flow of saliva to the rumen through more initial chewing and then earlier rumination, resulting in more urea released through saliva, which caused an increase in rumen ammonia nitrogen. The treatment containing 15% tomato pomace had the highest and the control treatment had the lowest number of lymphocytes among the treatments ($P < 0.05$). In

this study, the stool score of calves fed tomato pulp in the starter diet (higher fiber content) was lower than that of the control group (low fiber content). It is likely that treatments containing tomato pulp, due to their high fiber content, have been able to affect the activity of chewing, rumination, and subsequent salivation, leading to an increase in rumen pH. Also, the decrease in pH in the pellet treatment is due to the heat that the pellet has received during the pelleting process, which causes faster and greater decomposition of starch in the rumen and faster production of volatile fatty acids, followed by a decrease in the absorption of the produced volatile fatty acids.

Conclusion: The presence of tomato pulp in the pellet diet reduced non-nutritive behaviors and increased the time spent on feeding actions such as rumination and eating. Regarding health indicators, tomato pulp consumption led to an improvement in fecal score compared to the control treatment. Blood analyses performed in this study showed that the 15% tomato pulp treatment had the lowest serum cholesterol and LDL levels. Given the high lymphocyte count in the blood of calves consuming tomato pulp, lycopene and vitamin C in tomato pulp can have a positive effect on the immune system of Holstein calves.

Key words: Blood metabolites, Dairy calf, Tomato pomace, Rumen parameters.

اثر افزودن تفاله گوجه فرنگی بر فراسنجه های تخمیر در شکمبه، سلامت و رشد گوساله های شیری هلشتاین

رضا اکبری داهوئی^۱، مسعود علیخانی^۲، رحمان جهانیان^۲، مجید سواری^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹

۱- دانش آموز خسته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان،

اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

نویسنده مسئول: majid.savari@semnan.ac.ir

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.91127.1225>

چکیده

جایگزینی منابع الیافی غیر علوفه‌ای به جای غلات جیره می‌تواند راهکار مناسبی در جهت بهبود شرایط شکمبه‌ای باشد. پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر تفاله گوجه‌فرنگی خشک شده بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی گوساله‌های شیری هلشتاین انجام شد. مطالعه حاضر با استفاده از ۳۰ رأس گوساله هلشتاین تازه متولد شده (میانگین وزن: 2 ± 0 کیلوگرم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۱۰ تکرار، انجام گردید. تیمارهای غذایی شامل ۱) استارتر پلت به عنوان شاهد، ۲) خوراک آغازین پلت جایگزین شده با ۷/۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی خشک و ۳) استارتر پلت

جایگزین شده با ۱۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی خشک به صورت مخلوط. در ۷۰ روزگی با استفاده از لوله مری و پمپ خلأ نمونه‌گیری مایع شکمبه حدود ۳ ساعت پس از تغذیه صبح انجام شد. خون‌گیری در سنین ۳۵ و ۷۰ روزگی از تعداد ۶ گوساله در هر تیمار از سیاهرگ وداج ۳ ساعت پس از خوراک صبح انجام شد. داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار SAS ویرایش ۲۱ و رویه مختلط مورد آنالیز قرار گرفت. سطح معنی‌داری ۵ درصد در نظر گرفته شد. ماده خشک مصرفی و افزایش وزن روزانه در کل دوره به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفت ($P < 0.01$). تیمار شامل ۱۵٪ تفاله گوجه‌فرنگی خشک شده بالاترین و تیمار شاهد کمترین مقدار ماده خشک مصرفی و افزایش وزن روزانه را در کل دوره داشتند. بالاترین pH شکمبه در بعد از شیرگیری در تیمار شامل ۱۵٪ تفاله گوجه‌فرنگی خشک بود و این تیمار تفاوت معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد نشان داد ($P < 0.01$). تیمار شامل ۱۵٪ تفاله گوجه‌فرنگی بالاترین و تیمار شاهد کمترین غلظت ازت آمونیاکی شکمبه را در ۷۰ روزگی داشتند. تیمار شامل ۱۵٪ تفاله گوجه‌فرنگی خشک شده بالاترین و تیمار شاهد پایین‌ترین تعداد لنفوسیت را در بین تیمارها داشتند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده استفاده از تفاله گوجه‌فرنگی خشک منجر به بهبود شرایط تخمیر شکمبه‌ای و کاهش رفتارهای غیر تغذیه‌ای (لیس زدن به دیوار و ...) شد.

کلمات کلیدی: تفاله گوجه‌فرنگی، فراسنجه‌های شکمبه‌ای، گوساله شیری، متابولیتهای خونی

مقدمه

با توجه به کمبود منابع خوراک دام در کشور و از طرفی افزایش روز افزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا برای تولیدات دامی، استفاده از فرآورده‌های فرعی و پسماندهای کارخانجات کشت و صنعت می‌تواند یکی از راهکارهای عملی برای حل مشکلات کمبود خوراک دام باشد (Persia et al., 2003). بسیاری از محصولات جانبی تولید شده در کارخانجات، الیاف نسبتاً بالایی دارند و بطور خاص برای خوراک نشخوارکنندگان مناسب می‌باشند (Mowrey and Spain, 1999). محصولات جانبی الیافی، اندازه ذرات کوچکتری نسبت به بیشتر علوفه‌ها دارند، اما می‌توانند مقدار انرژی بالاتری نسبت به بیشتر علوفه‌ها داشته باشند، که این امر به دلیل مقدار بالای الیاف قابل تخمیر آنها می‌باشد (Heuer et al., 1999). استفاده از منابع الیافی غیر علوفه‌ای می‌تواند اثر معنی‌داری بر بخش‌های پروتئینی جیره داشته باشد. برخی از منابع الیافی غیر علوفه‌ای مثل خوراک گلوتن ذرت، منبع پروتئینی بسیار هضم‌پذیری را فراهم می‌کنند، در حالی که منابع دیگر مثل پس مانده تقطیر الکلی با مواد محلول منابع پروتئینی عبوری بیشتری را فراهم می‌کنند، بخصوص هنگامی که به صورت خشک تغذیه شوند (Kononoff et al., 2007). بر اساس مطالعات گذشته، الیاف نامحلول در شوینده خنثی حاصل از منابع الیاف غیر علوفه‌ای فقط ۰/۳۵ برابر الیاف نامحلول در شوینده خنثی حاصل از علوفه، در حفظ pH شکمبه مؤثر است. فیرکینز (۱۹۹۷)، نتیجه گرفت که الیاف نامحلول در شوینده خنثی حاصل از منابع الیاف غیر علوفه‌ای حدود ۰/۶ برابر الیاف نامحلول در شوینده خنثی حاصل از علوفه در حفظ قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در دستگاه گوارش مؤثر است (Firkins, 1997). میزان عمل نشخوار، با مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی همبستگی بالایی دارد. جیره‌های با میزان علوفه پایین که حاوی مقادیر بالایی از منابع الیاف غیر علوفه‌ای باشند، میزان نشخوار کردن به ازای هر واحد الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه‌ای را افزایش می‌دهند (Grant, 1997). Grant (۱۹۹۷) نتیجه‌گیری کرد که گاوها ممکن است یک مکانیسم سازش‌پذیری داشته باشند که آنها را قادر می‌سازد در زمانی که از جیره‌های با مقادیر پایین تا متوسط الیاف مؤثر مصرف می‌کنند، آنها را به طور مؤثرتری بچونند (Grant, 1997 ; Jeffrey and Firkins).

بسیاری از منابع الیافی غیر علوفه‌ای مواد مغذی ارزشمند دیگری را نیز علاوه بر الیاف قابل هضم فراهم می‌کنند. که در اغلب موارد این ماده مغذی پروتئین می‌باشد. بنابراین معمولاً منابع الیافی غیر علوفه‌ای جایگزین ترکیبی از دانه غلات و کنجاله دانه‌های روغنی در جیره گاوهای شیری می‌شوند (Younker Armentano and Dentine, 1988; *et al.*, 1998). تفاله گوجه فرنگی یکی از فرآورده‌های جانبی صنایع رب سازی است که بسته به روش فرآوری و خصوصیات گوجه فرنگی خام نسبت‌های متفاوت پوست، دانه و مقادیر اندکی گوشت گوجه فرنگی است. در ایران سالانه حدود ۸۱۰۰۰ تن تفاله گوجه فرنگی مرطوب تولید می‌شود که می‌تواند آلودگی زیست محیطی را به دنبال آورد (Mohebedini *et al.*, 2008). متیونین و لایزین اسیدهای آمینه محدود کننده تفاله گوجه فرنگی می‌باشند (Porter و همکاران، ۲۰۰۷). از لحاظ ترکیبات شیمیایی به جهت بالا بودن پروتئین خام تفاله گوجه فرنگی که حدود ۲۲ تا ۲۵ درصد پروتئین است، تفاله گوجه فرنگی می‌توان به عنوان یک منبع پروتئین ارزان قیمت در تغذیه دام‌های اهلی مورد استفاده قرار گیرد (Mohebedini *et al.*, 2008). بررسی‌ها نشان داده است که تفاله گوجه فرنگی با دارا بودن حدود ۲۲ درصد پروتئین، ۱۰ درصد چربی و ۵۵ درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی^۱ به عنوان یک غذای با ارزش در تغذیه دام‌های پروراری و شیری مورد استفاده قرار گیرد (Mohebedini *et al.*, 2008). Gasa و همکاران (1988)، گزارش کردند که تفاله گوجه فرنگی می‌تواند به عنوان یک منبع خوب برای پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه، در تغذیه نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گیرد. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که با جایگزین کردن ۱۵ درصد تفاله گوجه فرنگی در جیره گاوهای شیری تولید شیر افزایش یافته است (Gasa *et al.*, 1988). تفاله گوجه فرنگی منبع خوب پروتئین ویتامین‌ها و مواد معدنی است (Mohebedini *et al.*, 2008). محدودیت عمده در استفاده از این ضایعات در جیره دام و طیور و میزان فیبر نسبتاً بالای تفاله گوجه فرنگی است. قسمت عمده این الیاف در بخش پوسته قرار داشته و منجر به کاهش دسترسی انرژی تفاله گوجه فرنگی می‌گردد (Mansoori and Kiaei, 2008).

در مطالعه عبدالله زاده و همکاران با جایگزینی تفاله گوجه و تفاله سیب (نسبت ۵۰:۵۰) به جای علوفه یونجه در جیره گاوهای اواسط شیردهی مصرف خوراک در تیمارهای حاوی تفاله نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری داشت همچنین این جایگزینی باعث افزایش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی شد. تولید شیر تیمارهای حاوی تفاله افزایش یافت اما ترکیبات شیر تغییری نکرد (Abdollahzadeh *et al.*, 2010). طبق آزمایش Church و همکاران (2004)، تفاله گوجه فرنگی با ۷ درصد پکتین و تفاله سیب با ۱۵ درصد پکتین می‌تواند به باکتری‌های شکمبه در تولید استیک اسید جهت فرایند تخمیر و تولید چربی شیر کمک کنند. (Yuangklang *et al.*, 2007) نشان دادند تفاله خشک گوجه تاثیر معنی‌داری بر غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه نداشت، اما pH شکمبه افزایش پیدا کرد. Harb و همکاران (1986) گزارش دادند که تفاله خشک گوجه فرنگی را می‌توان تا بیش از ۲۵٪ جیره بره‌ها اضافه نمود، بدون آنکه اثر منفی بر عملکرد آنها داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پودر تفاله گوجه فرنگی بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی گوساله‌های هلشتاین انجام شد.

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی

مطالعه حاضر با استفاده از ۳۰ راس گوساله هلشتاین (میانگین وزن: $39/7 \pm 0/2$ کیلوگرم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۱۰ تکرار (۵ گوساله نر و ۵ گوساله ماده) تا سن ۷۰ روزگی، در شرکت کشت و دام نامفر واقع در استان اصفهان انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) استارتر پلت به عنوان شاهد، (۲) استارتر پلت جایگزین شده با

^۱ Neutral detergent fiber (NDF)

۷/۵ درصد تفاله گوجه و ۳) استارتر پلت جایگزین شده با ۱۵ درصد تفاله گوجه به صورت مخلوط. ترکیبات غذایی و شیمیایی جیره شاهد (پلت) و همچنین ترکیب شیمیایی تفاله خشک گوجه فرنگی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره شاهد (پلت)

Table 1- Ingredient and nutrient composition of the control diet (pellet)

اقلام خوراکی Ingredient of diet	درصد از ماده خشک % of DM
ذرت Corn grain	42.10
جو Barley grain	19.00
سویا Soybean meal	27.50
تفاله چغندر Beet pulp	3.00
ملاس Molasses	2.80
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.40
جوش شیرین Sodium bicarbonate	2.00
مکمل معدنی ^۱ Mineral supplement	1.00
مکمل ویتامینه ^۲ Vitamin supplement	1.00
مخمر Yeast	0.20
ترکیب مواد مغذی Nutrients composition	
ماده خشک Dry matter	89.00
پروتئین خام Crude protein	20.50
انرژی قابل متابولیسم ME	2.73
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	12.80
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	6.59
خاکستر Ash	5.80
فسفر P	0.40
کلیسم Calcium	0.72

۱ بر اساس ماده خشک هر کیلوگرم حاوی به ترتیب ۱۶، ۰/۱۲، ۴، ۰/۱۵، ۰/۸، ۱۰، ۰/۰۸ و ۲۰ گرم روی، کبالت، مس، ید، آهن، منگنز، سلنیم و منسین ۱۰ درصد می باشد.

۲ به ترتیب حاوی ۱۳۰۰، ۳۶۰ و ۱۲ هزار واحد بین المللی بر کیلوگرم ویتامین A، D و E است.

Composition: 1,300,000 IU/kg of vitamin A, 360,000 IU/kg of vitamin D, and 12,000 IU/kg of vitamin E, 16.0 g/kg of Zn, 0.12 g/kg of Co, 4.0 g/kg of Cu, 0.15 g/kg of I, 0.8 g/kg of Fe, 10.0 g/kg of Mn, 0.08 g/kg of Se, and 2.5 g/kg antioxidant.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی تفاله گوجه فرنگی

Table 2- Chemical composition of tomato pomace

ترکیب شیمیایی Chemical Composition	درصد ماده خشک % of DM
ماده خشک Dry matter	96.00
پروتئین Crude protein	23.36
چربی Ether extract	16.80
خاکستر Ash	4.20
فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF	51.64

مدیریت تغذیه و سلامت گوساله ها

گوساله ها در سه روز اول زندگی با ۴ لیتر آغوز و از روز ۴ تا ۵۰ روزانه ۲ بار (۸ صبح و ۴ عصر)، با ۵ لیتر شیر خشک و از ۵۰ تا ۵۵ روزگی، یک مرتبه در روز (تنها وعده عصر) با ۲/۵ لیتر شیر خشک تغذیه شدند. مصرف جایگزین شیر در ۵۶ روزگی در همه گوساله ها متوقف گردید. گوساله ها از سن ۳ روزگی دسترسی آزاد به آب و خوراک آغازین داشتند. گوساله ها در جایگاه های انفرادی و روی بستر کاه نگهداری می شدند و بستر روزانه تعویض و تمیز می شد. برای سلامت گوساله های مورد مطالعه در پژوهش حاضر به طور پیوسته هر روز از نظر بروز اسهال، پنومونی و نفخ مورد ارزیابی قرار می گرفتند. تأثیر احتمالی تیمار ها بر سلامت گوساله ها از نظر اسکور مدفوع به صورت روزانه برای تمامی گوساله ها بررسی شد (Khan و همکاران، ۲۰۰۷).

جمع آوری نمونه ها

مصرف ماده خشک

مصرف خوراک به صورت هفتگی اندازه گیری شد. برای اندازه گیری مصرف ماده خشک کل در دوره قبل از شیرگیری مقدار شیر خشک و خوراک آغازین مصرفی در ماده خشک آنها ضرب شده و جمع شد. نمونه گیری از خوراک بصورت هفتگی برای هر تیمار انجام و نمونه ها تا انجام تجزیه آزمایشگاهی در ۲۰- درجه سانتی گراد نگه داری شدند.

نمونه‌گیری مایع شکمبه

به منظور بررسی تأثیر جیره‌های آزمایشی بر تخمیر شکمبه‌ای، از هر تیمار از شش گوساله، (۳ گوساله نر و ۳ گوساله ماده) در ۷۰ روزگی با استفاده از لوله مری و پمپ خلأ نمونه‌گیری انجام شد. نمونه‌گیری مایع شکمبه حدود ۳ ساعت پس از تغذیه صبح انجام شد. ابتدا محتوای مایع شکمبه از پارچه متقال ۴ لایه عبور داده شد و سپس pH محتویات شکمبه توسط دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. سپس به ازای هر ۱/۲ سی سی مایع شکمبه مقدار ۰/۳ میلی لیتر متا فسفریک ۲۵ درصد به آن افزوده شد (Savari et al., 2018).

نمونه‌ها جهت آنالیز اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (Chrompack cp 9002) به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد منتقل شدند. همچنین مقدار ۱ سی سی از مایع شکمبه برای بررسی نیتروژن آمونیاکی شکمبه سریعاً به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد منتقل شد.

تعیین نیتروژن آمونیاکی شکمبه

جهت اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، مایع شکمبه جمع‌آوری شده در ۷۰ روزگی را در سانتیفریوژ با $3000 \times$ به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده و پس از جداسازی سرم نمونه‌ها به میزان ۵۰ میکرولیتر، آن را با ۵ میکرولیتر آب مقطر، ۲/۵ میکرولیتر فنول و ۲ میکرولیتر هیدروکلریک اسید مخلوط و به مدت ۵ دقیقه در بن ماری در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد قرار داده و پس از سرد شدن توسط دستگاه اسپکتوفتومتری (Milton roy) با طول موج ۶۳۰ نانومتر میزان نیتروژن آمونیاکی اندازه‌گیری و توسط استاندارد‌های موجود تصحیح شد (Savari et al., 2018).

آماده‌سازی مایع شکمبه جهت تعیین غلظت اسیدهای چرب فرار

برای این منظور، نمونه مایع شکمبه پس از یخ‌گشایی در میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی لیتری ریخته شده و ۱۲ دقیقه با دور ۱۰۰۰۰ در دقیقه سانتیفریوژ شد. سپس بوسیله سمپلر ۱۲۰۰ میکرولیتر از مایع رویی برداشته و به میکروتیوب‌های حاوی ۲۰۰ میکرولیتر کروتونیک اسید منتقل کرده و دوباره به مدت ۵ دقیقه با دور ۲۰۰۰ در دقیقه سانتیفریوژ شدند. پس از آن، ۱ میکرولیتر از نمونه‌های آماده شده بوسیله سرنگ ۱۰ میکرولیتری برداشت شده و در دستگاه گاز کروماتوگرافی (Chrompack cp 9002) مورد تجزیه تحلیل قرار گرفتند (Savari et al., 2018).

نمونه‌گیری از خون

خون‌گیری با کمک لوله‌های خلاءدار (ونوجکت ۹ سی سی هپارین دار)، در سنین ۳۵ و ۷۰ روزگی از تعداد ۶ گوساله در هر تیمار (۳ گوساله نر و ۳ گوساله ماده) از سیاهرگ وداچ ۳ ساعت پس از تغذیه شیر در دوره شیرخوارگی یا ارائه خوراک آغازین تازه در دوره پس از شیرگیری (قبل از وزن‌کشی یا هر فعالیت تنش‌زای دیگر) به منظور اندازه‌گیری فاکتورهای خونی کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپو پروتئین‌های با چگالی بالا^۱ و لیپو پروتئین‌های با چگالی کم^۲ انجام شد. سرم نمونه‌های خونی بلافاصله پس از خون‌گیری با قرار دادن لوله‌ها بمدت ۲۰ دقیقه در سانتیفریوژ در ۳۰۰۰ دور در دقیقه جداسازی و به میکروتیوب‌های ۱/۵ سی سی منتقل و تا زمان انجام آنالیزهای آزمایشگاهی در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد نگه‌داری شدند. در ۷۰ روزگی از تعداد ۶ گوساله در هر تیمار (۳ گوساله نر و ۳ گوساله ماده) با استفاده از لوله‌های خلاء هپارین دار از سیاهرگ وداچ نمونه خون برای اندازه‌گیری شمارش تفکیکی گلبول‌های سفید (CBC) گرفته و کنار یخ نگهداری شد و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد.

^۱ High-Density Lipoprotein (HDL)

^۲ Low-density lipoprotein (LDL)

آنالیز آماری

فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری در این آزمایش از ۳ دوره نمونه‌گیری حاصل شدند (صفر تا ۵۶ روزگی، ۵۶ تا ۷۰ روزگی و صفر تا ۷۰ روزگی) که توسط نرم افزار SAS و رویه Mixed مورد آنالیز قرار گرفت. اثر استارتر به عنوان اثر تیمار یا اثر اصلی، اثر گوساله به عنوان اثر تصادفی، اثر هفته‌ها به عنوان دوره و وزن اولیه و جنس گوساله‌ها به عنوان کوواریت (متغیر کمکی) در نظر گرفته شد. سطح معنی‌داری در رابطه با کلیه فراسنجه‌ها ($P < 0.05$) در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه اثر جنس در هیچ یک فاکتورها معنی دار نشد از مدل حذف گردید. مدل آماری مورد استفاده در این آزمایش به صورت ذیل می‌باشد:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + ANIM + P_j + \beta_1(IBW_{ijk} - \bar{IBW}) + \beta_{2i}(P_k) + \beta_{3i}(T^*P) + e_{ijk}$$

Y_{ijkl} : ز امین مشاهده از i امین تیمار

μ : میانگین کل

T_i : اثر i امین تیمار

ANIM: اثر تصادفی حیوان

P_k : اثر k امین دوره

IBW: وزن اولیه ی گوساله

β_1 : ضریب رگرسیون مشاهدات از وزن اولیه

β_{2i} : ضریب رگرسیون مشاهدات از دوره ها

β_{3i} : ضریب رگرسیون مشاهدات از اثر متقابل تیمار*دوره

e_{ijkl} : اشتباه تصادفی با میانگین صفر و واریانس σ^2

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی

میانگین پروتئین، ADF، NDF، جیره شاهد همراه با ۷/۵٪ و ۱۵٪ تفاله گوجه در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- میانگین پروتئین، ADF، NDF، جیره‌های آزمایشی

Table 3- Protein, ADF and NDF concentration in experimental diets

ماده‌ی تشکیل دهنده (درصد ماده خشک) Composition (% of DM)	شاهد (Control)	۷/۵ درصد تفاله گوجه (Tomato Pomace: 7.5%)	۱۵ درصد تفاله گوجه (Tomato Pomace: 15%)
پروتئین Crude protein	20.50	20.80	21.10
فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF	12.80	14.20	17.90
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF	6.50	7.80	9.00

مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه

میانگین کل ماده خشک مصرفی گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده، ماده خشک مصرفی و خوراک آغازین مصرفی در کل دوره به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P < 0.0001$). تیمار شامل ۱۵٪ تفاله گوجه فرنگی بالاترین و تیمار شاهد کمترین میزان ماده خشک مصرفی را در کل دوره داشتند. تیمار شامل ۱۵٪ تفاله گوجه تفاوت معنی داری نسبت به تیمار شاهد ($P = 0.0001$) و ۷/۵٪ تفاله ($P = 0.049$) نشان داد. همچنین بین تیمار ۷/۵٪ تفاله گوجه و تیمار شاهد اختلاف معنی داری دیده شد ($P = 0.020$). در مطالعات قبلی نشان داده شد که افزایش منابع فیبری مانند پوسته پنبه دانه (Hill et al., 2009) یا کاه خرد شده (Thomas و Hinks, 1982) به خوراک آغازین موجب افزایش مصرف خوراک در قبل و بعد از شیرگیری شده است. شاید افزایش pH شکمبه بر اثر تغذیه تفاله گوجه به دلیل افزایش رفتار نشخوار و ترشح بزاق بیشتر، موجب مصرف خوراک بیشتر در تیمارهای حاوی تفاله گوجه در قبل از شیرگیری و کل دوره آزمایش شده است، چرا که Laarman و همکاران (۲۰۱۲)، همبستگی مثبتی بین pH شکمبه و مصرف خوراک در گوساله‌ها مشاهده نمودند.

میانگین افزایش وزن روزانه در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد که افزایش وزن روزانه در کل دوره تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. به طوری که در تیمار شامل ۱۵٪ تفاله گوجه فرنگی بالاترین و در تیمار شاهد پایین ترین بود ($P = 0.02$) تیمار دارای ۷/۵ درصد تفاله گوجه فرنگی با تیمار شاهد و همچنین با تیمار ۱۵ درصد تفاله گوجه فرنگی اختلاف معنی داری نداشت. بررسی ها نشان داد که هضم منابع فیبری و علوفه ای نسبت به کنساتره حرارت افزایشی بیشتری تولید می کند (Heinrichs و Ross, 1991). با توجه به این که این طرح در زمستان انجام شد و گوساله ها تحت تنش سرمایی شدید بودند مصرف خوراک بالاتر در گروه‌های دریافت کننده تفاله گوجه فرنگی و بهبود محیط و شرایط تخمیری شکمبه و حرارت افزایشی بالاتر در این تیمارها، شاید بتواند افزایش وزن بهتر این گروه‌ها نسبت به گروه شاهد را توضیح دهد. Franklin و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که گوساله های مصرف کننده تیمار استارتر بافت دار شده مصرف استارتر و افزایش وزن بالاتری نسبت به استارتر پلت داشت.

جدول ۴- تأثیر تفاله گوجه فرنگی بر عملکرد گوساله‌های شیری هلشتاین

Table 4- The effect of tomato pomace on the performance of Holstein dairy calves

فراسنجه ها Parameters		تیمارها ^۱ Treatments ¹			خطای معیار SEM	سطح معنی داری ^۲ P-value ²
		شاهد	۷/۵٪	۱۵٪		
		Contro l	7.5%	15%		
وزن بدن، کیلو	Initial اولیه	39.56	39.84	39.90	1.60	0.97
Body گرم	شیرگیری	70.97	72.48	75.09	2.12	0.16
weight, kg	weaning					
	Final نهایی	82.57 ^b	86.11	89.2	2.23	0.02

			ab	2 ^a		
افزایش وزن روزانه، گرم در روز	قبل از شیرگیری Before weaning	0.551	0.564	0.606	0.03	0.06
Average daily gain, g/day	بعد از شیرگیری After weaning	0.824 ^b	0.921 ^{ab}	1.038 ^a	0.07	0.02
	کل دوره Total	0.607 ^b	0.636 ^b	0.701 ^a	0.02	0.005
مصرف خوراک آغازین، کیلوگرم در روز	قبل از شیرگیری Before weaning	0.519 ^b	0.572 ^b	0.654 ^a	0.03	<0.0001
Starter intake kg/day	بعد از شیرگیری After weaning	1.79	1.98	2.02	0.15	0.29
	کل دوره Total	0.774 ^c	0.854 ^b	0.922 ^a	0.03	<0.0001
ماده خشک مصرفی، کیلوگرم در روز	قبل از شیرگیری Before weaning	1.08 ^b	1.14 ^b	1.23 ^a	0.03	<0.0001
Dry matter intake ,kg/day	بعد از شیرگیری After weaning	1.79	1.98	2.02	0.15	0.29
	کل دوره Total	1.22 ^c	1.30 ^b	1.37 ^a	0.03	<0.0001
بازده خوراک	کل دوره Total	0.476	0.453	0.471	0.02	0.64
Feed efficiency						

¹ تیمارها به ترتیب شامل: گروه شاهد (پلت)، شاهد جایگزین شده با ۷/۵٪ تفاله گوجه، شاهد جایگزین شده با ۱۵٪ تفاله گوجه

The treatments include: control group (pellet), control replaced with 7.5% tomato pulp, control replaced with 15% tomato pulp

² حروف a, b, c در هر ردیف نشاندهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح معنی داری ۵ درصد می باشد.

² Different superscripts in each row indicate a significant different between treatments (P<0.05).

pH مایع شکمبه ای

نتایج مربوط به میانگین pH شکمبه گوساله های تغذیه شده با جیره های آزمایشی در ۷۰ روزگی در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که pH شکمبه در بعد شیر گیری (۷۰ روزگی) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفت (P= ۰/۰۰۸). بالاترین pH شکمبه در بعد از شیرگیری در تیمار شامل ۱۵٪ تفاله بود و این تیمار تفاوت معنی داری را نسبت به تیمار شاهد نشان داد (P= ۰/۰۰۹). همچنین در این دوره تفاوت معنی داری بین تیمار شاهد و تیمار شامل ۷/۵٪ تفاله وجود داشت (P=۰/۰۲). pH شکمبه حاصل از تولید، جذب و برداشت اسیدهای

چرب فرار شکمبه و لاکتات، غلظت نیتروژن آمونیاکی، بافرینگ ذاتی (بزا) و اگروژنوس شکمبه‌ای است. به احتمال زیاد تیمارهای حاوی تفاله گوجه فرنگی بدلیل محتوای بالای الیاف توانسته اند بر فعالیت جویدن، نشخوار و به دنبال آن ترشح بزاق تاثیر گذار باشند و منجر به افزایش pH شکمبه شوند. همچنین کاهش pH در تیمار پلت ناشی از حرارتی است که پلت در زمان فرآیند پلت سازی دریافت کرده است و باعث تجزیه سریعتر و بیشتر نشاسته در شکمبه و تولید سریعتر اسیدهای چرب فرار به دنبال آن کاهش جذب اسیدهای چرب فرار تولیدی می باشد (Suárez et al., 2007). همسو با نتایج ما، در مطالعه Tahmasebi و همکاران (2001) جایگزینی سطوح مختلف تفاله گوجه به جای سیلاژ ذرت، باعث افزایش PH شکمبه شد.

غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه

با توجه به نتایج موجود در جدول ۵ غلظت نیتروژن آمونیاکی در ۷۰ روزگی تحت تاثیر تیمارها قرارگرفت (۰/۰۵). به نظر می رسد مصرف هم زمان تفاله گوجه و جیره پلت جریان بزاق به شکمبه را از طریق جویدن اولیه بیشتر و پس از آن نشخوار زودتر، افزایش می‌دهد در نتیجه اوره بیشتری از طریق بزاق آزاد شده که باعث افزایش در نیتروژن آمونیاکی شکمبه شد (Gasa et al., 1988). موافق با نتایج ما Yuangklang و همکاران (2007) در بررسی اثر جایگزینی تفاله خشک گوجه فرنگی به جای کنجاله سویا مشاهده کردند که ازت آمونیاکی شکمبه، درصد نیتروژن اوره-ای خون، نیتروژن ادرار و مدفوع با افزایش سطوح تفاله گوجه فرنگی در جیره افزایش پیدا کرد.

غلظت اسیدهای چرب فرار

غلظت استات در ۷۰ روزگی تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت (P=۰/۰۴) و مقدار آن در تیمار شامل ۱۵٪ تفاله بالاتر بود که به احتمال زیاد حضور تفاله گوجه و ماهیت فیبری آن در این تیمارها علتی برای افزایش میزان استات در آن ها می‌باشد. تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری بر غلظت پروپیونات، ایزوبوتیرات و والرات نداشتند (P>۰/۰۵). نسبت استات به پروپیونات تمایل به معنی داری را در هر این دوره نشان داد (P=۰/۰۸). غلظت بوتیرات در ۷۰ روزگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفت (P=۰/۰۰۱) و بیشترین مقدار آن مربوط به جیره شاهد و کمترین مقدار مربوط به ۱۵٪ درصد تفاله بود. تیمار شاهد بیشترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار و تیمار ۱۵٪ تفاله گوجه کمترین مقدار را داشت اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (P=۰/۵۲). Castells و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که افزایش سطح الیاف جیره موجب افزایش نسبت استات به پروپیونات و بوتیرات شد اما غلظت کل اسیدهای چرب فرار در شکمبه کاهش یافت. در همین رابطه مطابق با مطالعات قبلی، میزان بوتیرات و والرات بر اثر افزودن ۱۵٪ تفاله گوجه در کنار پلت کاهش یافته‌اند. در مطالعه Yuangklang و همکاران (۲۰۰۷) جایگزینی تفاله خشک گوجه فرنگی به جای کنجاله سویا و تاثیر معنی داری بر غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه نداشت.

جدول ۵- تاثیر تفاله گوجه فرنگی بر پارامترهای تخمیر شکمبه ای در گوساله های شیری هلشتاین (میلی مول بر لیتر)

Table 5- The effect of tomato pomace on ruminal fermentation parameters of Holstein dairy calves (mmol/L)

فراسنج‌ها Parameters	تیمارها ^۱ Treatments			خطای معیار SEM	سطح معنی داری ^۲ P-value ²
	شاهد	۷/۵٪	۱۵٪		
	Contro l	7.5 %	15%		
pH شکمبه	5.21 ^b	5.54 ^a	5.61 ^a	0.11	0.008
Rumen pH					

ازت آمونیاکی شکمبه					
Ruminal ammonia nitrogen	7.04 ^b	8.37 ^a _b	9.48 ^a	0.89	0.05
استات					
Acetate	38.05 ^b	42.4 ^{ab} ₆	45.18 ^a	2.49	0.04
پروپیونات					
Propionate	41.75	40.1 ⁹	39.23	2.50	0.62
نسبت استات به پروپیونات					
Acetate: Propionate	0.96	1.05	1.15	0.09	0.08
بوتیرات					
Butyrate	18.67 ^a	11.3 ^{6b}	9.69 ^b	1.94	0.001
ایزوبوتیرات					
Isobutyrate	0.41	0.36	0.34	0.05	0.36
والرات					
Valerate	4.20	3.92	3.80	1.14	0.96
غلظت کل اسیدهای چرب فرار					
Total VFA	180.87	172. ⁷⁵	162.18	15.96	0.52

^۱ تیمارها به ترتیب شامل: گروه شاهد (پلت)، شاهد جایگزین شده با ۷/۵٪ تفاله گوجه فرنگی، شاهد جایگزین شده با ۱۵٪ تفاله گوجه فرنگی

^۱The treatments include: control group (pellet), control replaced with 7.5% tomato pulp, control replaced with 15% tomato pulp

^۲ حروف a, b, c در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح معنی داری ۵ درصد می باشد.

^۲ Different superscripts in each row indicate a significant different between treatments (P<0.05).

نمره مدفوع

نتایج بدست آمده (جدول ۶) نشان داد که اسکور مدفوع در قبل از شیرگیری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (P=۰/۰۰۴) و تیمارهای شامل تفاله گوجه فرنگی نمره مدفوع کمتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. در دوره بعد شیرگیری اختلاف معنی داری بین تیمارها دیده نشد (P=۰/۲۸). هرچند از نظر عددی تیمارهای شامل تفاله گوجه فرنگی نمره مدفوع کمتری داشتند. مطابق با نتایج ما پورتر و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کرده بودند، نمره مدفوع در گوساله های تغذیه شده با خوراک آغازین پرالیاف نسبت به کم الیاف، کمتر بوده است (Porter و همکاران، ۲۰۰۷). در این مطالعه نیز نمره مدفوع گوساله های تغذیه شده با تفاله گوجه در خوراک آغازین (محتوای فیبر بالاتر) نسبت به گروه شاهد (محتوای فیبر پایین) کمتر بوده است. در مطالعه Porter و همکاران (2007) استفاده از پوسته پنبه دانه به عنوان منبع فیبر غیر علوفه ای در استارتر گوساله موجب بهبود نمره مدفوع گوساله ها شد.

جدول ۶- تأثیر تفاله گوجه فرنگی بر اسکور مدفوع^۱ گوساله های شیری هلشتاین

Table 6- The effect of tomato pomace on fecal score of Holstein dairy calves

مرحله Stage	تیمارها ^۲ Treatment ^۲			خطای معیار SEM	سطح معنی داری ^۳ P-value ^۳
	شاهد Control	۷/۵٪ 7.5%	۱۵٪ 15%		
قبل از شیرگیری (Before weaning)	1.42 ^a	1.28 ^b	1.26 ^b	0.03	0.004
بعد از شیرگیری (After weaning)	1.13	1.12	1.07	0.03	0.28

^۱ ۱ = نرمال، ۲ = صاف تا شل، ۳ = شل تا آبکی، ۴ = آبکی، موکوس، اندکی خونی، ۵ = آبکی، موکوسی و خونی.

^۱ ۱ = normal, 2 = smooth to loose, 3 = loose to watery, 4 = watery, mucous, slightly bloody, 5 = watery, mucous, and bloody.

^۲ تیمارها به ترتیب شامل: گروه شاهد(پلت)، شاهد جایگزین شده با ۷/۵٪ تفاله گوجه، شاهد جایگزین شده با ۱۵٪ تفاله گوجه فرنگی

¹The treatments include: control group (pellet), control replaced with 7.5% tomato pulp, control replaced with 15% tomato pulp

^۲ حروف a, b, c در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح معنی داری ۵ درصد می باشد.

² Different superscripts in each row indicate a significant different between treatments (P<0.05).

متابولیت های خونی

نتایج بدست آمده در مورد غلظت متابولیت های خونی گوساله ها در دو دوره مربوط به تیمارهای مختلف در جدول ۷ نشان داده شده است. با توجه به نتایج مشخص شده است که غلظت کلسترول سرم خون گوساله ها تحت تاثیر دوره های آزمایشی قرار گرفته است ($P = 0/01$). با زیاد شدن سن گوساله ها غلظت کلسترول سرم خون آنها کاهش یافته است. این نتایج موافق با نتایج Khan و همکاران (2007) می باشد که نشان دادند، سطح کلسترول سرم با افزایش سن پایین تر می آید. این کاهش در کلسترول سرم را می توان به میزان فعالیت کبد نسبت داد. در ابتدای تولد، کبد گوساله فعالیت پایینی دارد و بنابراین کلسترول کمتری را از خون حذف می کند و سطح کلسترول سرم بالاست. با افزایش سن گوساله، فعالیت کبد افزایش می یابد و بنابراین سرعت حذف کلسترول از خون افزایش یافته و سطح کلسترول سرم پایین می آید. غلظت تری گلیسیرید سرم خون تحت تاثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفت ($P = 0/14$). Khan و همکاران (2007) گزارش دادند که با افزایش سن گوساله ها میزان تری گلیسیرید خون آنها کاهش می یابد. معینی و همکاران نشان دادند که با افزایش سن گوساله میزان تری گلیسیرید سرم خون افزایش می یابد.

جدول ۷- تاثیر تفاله گوجه فرنگی بر متابولیت های خونی در گوساله های شیری هلشتاین

Table 7- The effect of tomato pomace on blood metabolites of Holstein dairy calves

پارامتر (میلی گرم بر دسی لیتر) Parameter (mg/dl)	تیمارها ^۱ Treatment ¹						خطای معیار SEM	سطح معنی داری ^۲ P-value ²
	شاهد		% ۷/۵		% ۱۵			
	Control		7.5%		15%			
	35	70	70	35	70			
کلسترول سرم Cholesterol	98.72	75.1	85.4	70.83	80.72	56.3	9.30	0.01
		6	7			3		
تری گلیسیرید Triglyceride	25.00	19.0	19.8	17.90	16.20	15.3	1.90	0.14
		0	3			0		
HDL	55.16	49.6	56.8	52.83	59.66	55.8	2.60	0.07
		6	3			3		

LDL	37.20	22.5	34.2	18.57	33.81	15.4	2.10	0.01
		6	0			1		

¹ تیمارها به ترتیب شامل: گروه شاهد (پلت)، شاهد جایگزین شده با ۷/۵٪ تفاله گوجه، شاهد جایگزین شده با ۱۵٪ تفاله گوجه فرنگی

¹The treatments include: control group (pellet), control replaced with 7.5% tomato pulp, control replaced with 15% tomato pulp

² حروف a, b, c در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح معنی داری ۵ درصد می باشد.

² Different superscripts in each row indicate a significant different between treatments ($P < 0.05$)

با توجه به نتایج مشخص شده است که سطح HDL سرم خون گوساله‌ها تحت تاثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفت ($P = 0.07$) اما تمایل به معنی داری داشت و با افزایش سن گوساله ها میزان HDL سرم خون آنها کاهش یافت. با توجه به نتایج مشخص شده است که غلظت LDL سرم خون گوساله‌ها تحت تاثیر دوره‌های آزمایشی قرار گرفته است ($P = 0.01$)، و با زیاد شدن سن گوساله‌ها غلظت LDL سرم خون آنها کاهش یافته است. این نتایج موافق با نتایج Moini و همکاران (۲۰۱۴) بود که گزارش دادند با افزایش سن گوساله‌ها سطح LDL سرم خون آنها کاهش می‌یابد. روند کاهشی LDL سرم از ۳۵ تا ۷۰ روزگی را می‌توان این طور توجیه کرد که عدم انباشتگی بالای کلسترول بوسیله‌ی نگهداری یک توازن بین منابع کلسترول داخل و خارج سلولی بدست می‌آید. این توازن از طریق تنظیم فیدبک روی راه‌های بیوستنز و هم چنین روی سنتر گیرنده‌های LDL بدست می‌آید. بنابراین کاهش کلسترول سرم سبب افزایش گیرنده‌های سطح سلول برای LDL و بنابراین کنار رفتن LDL از مسیر گردش خون می‌شود و در نتیجه میزان LDL سرم کاهش می‌یابد (Friedman et al., 2000). در این آزمایش تعداد لنفوسیت‌ها تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت ($P < 0.05$)، بطوریکه تیمار شامل ۱۵٪ تفاله گوجه فرنگی بالاترین و تیمار شاهد پایین‌ترین تعداد لنفوسیت را در بین تیمارها داشتند. گزارشاتی وجود دارد که لیکوپن دو برابر بیشتر از بتاکاروتن می‌تواند لنفوسیت‌ها را از دی اکسید نیتروژن که باعث آسیب غشایی و مرگ سلولی می‌شود، حمایت کند (Shi and Maguer, 2000). به نظر می‌رسد که لیکوپن و ویتامین C موجود در تفاله گوجه فرنگی می‌تواند تاثیر مثبتی بر سیستم ایمنی گوساله‌های هلشتاین داشته باشد.

نتیجه گیری

حضور تفاله گوجه فرنگی خشک در جیره پلت سبب کاهش رفتارهای غیر تغذیه‌ای و افزایش مدت زمان مصرفی برای اعمال تغذیه‌ای همچون نشخوار کردن و خوردن شد. در رابطه با شاخص‌های سلامت، مصرف تفاله گوجه فرنگی خشک منجر به بهبود نمره مدفوع نسبت به تیمار شاهد شد. آنالیزهای خونی انجام شده در این طرح نشان داد که تیمار ۱۵٪ تفاله گوجه، کمترین میزان کلسترول و LDL سرم را دارا بود. با توجه به بالا بودن تعداد لنفوسیت در خون گوساله‌های مصرف کننده تفاله گوجه فرنگی خشک، لیکوپن و ویتامین C موجود در تفاله گوجه فرنگی خشک می‌تواند تاثیر مثبتی بر سیستم ایمنی گوساله‌های هلشتاین داشته باشد.

منابع

Abdollahzadeh, F., Pirmohammadi, R., Fatehi, F., & Bernousi, I. (2010). Effect of feeding ensiled mixed tomato and apple pomace on performance of Holstein dairy cows. *Slovak Journal of Animal Science*, 43(1), 31-35.

- Armentano, L. E., & Dentine, M. R. (1988). Wet corn gluten feed as a supplement for lactating dairy cattle and growing heifers. *Journal of Dairy Science*, 71, 990-995. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79645-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79645-9).
- Castells, L., Bach, A., Aris, A., & Terré, M. (2013). Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 5226-5236. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6419>.
- Firkins, J. L. (1997). Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1426-1437. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76072-7. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76072-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76072-7).
- Franklin, S., Amaral-Phillips, D., Jackson, J., & Campbell, A. (2003). Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter. *Journal of dairy science*, 86(6), 2145-2153.
- Friedman, M., Fitch, T., & Yokoyama, W. (2000). Lowering of plasma LDL cholesterol in hamsters by the tomato glycoalkaloid tomatine. *Food and Chemical Toxicology*, 38(7), 549-553. [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(00\)00050-8](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(00)00050-8).
- Gasa, J., Castrillo, C., & Guada, J. (1988). Nutritive value for ruminants of the canning industry by-products: 1. Tomato pomace and pepper residues.
- Grant, R. J. (1997). Interactions among forages and nonforage fiber sources. *Journal of Dairy Science*, 80, 1438–1446. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76073-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76073-9).
- Harb, M. (1986). Fattening of Awassi male lambs using tomato pomace. *Dirasat (Jordan)*, 13(5).
- Heinrichs, J., & Ross, D. (1991). Environment influences nutritional requirements of calves. *Feedstuffs*, 63, 12 – 14.
- Heuer, C., Schukken, Y., & Dobbelaar, P. (1999). Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 82(2), 295-304. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75236-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75236-7).
- Hill, S., Hopkins, B., Davidson, S., Bolt, S., Diaz, D., Brownie, C., . . . Whitlow, L. (2009). The addition of cottonseed hulls to the starter and supplementation of live yeast or mannanoligosaccharide in the milk for young calves. *Journal of dairy science*, 92(2), 790-798.
- Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Kim, S. B., Ki, K. S., Ha, j. K., Lee, H.G., & Choi, Y. J. (2007). Pre-and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 876-885. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71571-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71571-0)
- K Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Kim, S. B., Ki, K. S., Park, S. J., Ha, J. K., & Choi, Y. J. (2007). Starch source evaluation in calf starter: I. Feed consumption, body weight gain, structural growth, and blood metabolites in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 5259-5268. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0338>
- Kononoff, P. J., Ivan, S. K., & Klopfenstein, T. J. (2007). Estimation of the proportion of feed protein digested in the small intestine of cattle consuming wet corn gluten feed. *Journal of Dairy Science*, 90, 2377–2385. doi:10.3168/jds.2006-552.
- Laarman, A., Sugino, T., & Oba, M. (2012). Effects of starch content of calf starter on growth and rumen pH in Holstein calves during the weaning transition. *Journal of dairy science*, 95(8), 4478-4487.
- Mansoori, B., Modirsanei, M., & Kiaei, M. M. (2008). Influence of dried tomato pomace as an alternative to wheat bran in maize or wheat based diets, on the performance of laying hens and traits of produced eggs. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 9: 341-346. <https://doi.org/10.22099/IJVR.2008.2616>.

- Mohebedini, H., Bedbadek, S., & Qarakhani, M. (2008). Use of tomato pomace in feeding livestock and poultry. Proceedings of the first national congress of tomato production and processing. Mashhad. (In Persian).
- Moini, H. (2014). The effect of the physical form of calf starter feed on liver and small intestine histology, blood metabolic indices and the population of some pathogenic bacteria in the small intestine, Master's Thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. (In Persian).
- Mowrey, A., & Spain, J. N. (1999). Results of a nationwide survey to determine feedstuffs fed to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(2), 445-451. doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75251-3
- Persia, M., Parsons, C., Schang, M., & Azcona, J. (2003). Nutritional evaluation of dried tomato seeds. *Poultry science*, 82(1), 141-146. <https://doi.org/10.1093/ps/82.1.141>
- Pond, W. G., Church, D. B., Pond, K. R., & Schoknecht, P. A. (2004). *Basic animal nutrition and feeding*: John Wiley & Sons.
- Porter, J., Warner, R., & Kertz, A. (2007). Effect of fiber level and physical form of starter on growth and development of dairy calves fed no forage. *The Professional Animal Scientist*, 23(4), 395-400.
- Porter, J. C., Warner, R. G., & Kertz, A. F. (2007). Effect of fiber level and physical form of starter on growth and development of dairy calves fed no forage. *The Professional Animal Scientist*, 23, 395-400.
- Savari, M., Khorvash, M., Amanlou, H., Ghorbani, G.R., Ghasemi, E., Mirzaei, M., 2018. Effects of rumendegradable protein: rumen-undegradable protein ratio and corn processing on production performance, nitrogen efficiency, and feeding behavior of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101: 1–12
- Shi, J., & Maguer, M. L. (2000). Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Critical reviews in food science and nutrition*, 40(1), 1-42.
- Suárez, B., Van Reenen, C., Stockhofe, N., Dijkstra, J., & Gerrits, W. (2007). Effect of roughage source and roughage to concentrate ratio on animal performance and rumen development in veal calves. *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2390-2403. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-524>.
- Tahmasebi, R. (2001). Investigating the chemical characteristics of corn and tomato pomace silage and its effect on the productive performance of Holstein dairy cows, master's thesis in animal science, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
- Thomas, D. B., & Hinks, C. E. (1982). The effect of changing the physical form of roughage on the performance of the early-weaned calf. *Anim. Prod.*, 35, 375–384.
- Younker, R. S., Winland, S. D., Firkins, J. L., & Hull, B. L. (1998). Effects of replacing forage fiber or nonfiber carbohydrates with dried brewers grains. *Journal of Dairy Science*, 81, 2645–2656. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75822-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75822-9)
- Yuangklang, C., Vasupen, K., Srenanul, P., Wongsuthavas, S., Mitchaothai, J., & Kongwaha, K. (2007). Effect of substitution of soybean meal by dried tomato pomace on feed intake, rumen fermentation and nitrogen utilisation in goats. Proceedings of the British Society of Animal Science. 2007;2007:134-134. doi:10.1017/S1752756200020378