



Research Article

Vol. 17, No.3, 2025, p. 245-257

The Effect of Adding Tomato (*solanum lycopersicum*) Pomace on Rumen Fermentation Parameters, Health and Growth of Holstein Dairy Calves

Reza Akbari Dahoui¹, Masoud Alikhani¹, Rahman Jahanian¹, Majid Savari^{2*}

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

2-Department of Animal Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Semnan University, Semnan, Iran

*Corresponding Author's Email: majid.savari@semnan.ac.ir

How to cite this article:

Received: 04-01-2025
Revised: 23-04-2025
Accepted: 19-05-2025
Available Online: 05-10-2025

Akbari Dahoui, R., Alikhani, M., Jahanian, R., & Savari, M. (2025). The effect of adding tomato (*solanum lycopersicum*) pomace on rumen fermentation parameters, health and growth of Holstein dairy calves. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 17(3), 245-257. (in Persian with English abstract)
<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



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

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

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 diets containing tomato pulp, due to their high fiber content, influenced chewing activity, rumination, and salivation, thereby contributing to an increase in rumen pH. In contrast, the reduction in pH observed with the pellet treatment may be attributed to the heat generated during the pelleting process, which accelerates starch degradation in the rumen. This, in turn, leads to faster and greater production of volatile fatty acids, accompanied by a reduced absorption rate of these 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.

Keywords: Blood metabolites, Dairy calf, Rumen parameters, Tomato pomace

اثر افزودن تفاله گوجه‌فرنگی (*solanum lycopersicum*) بر فراسنجه‌های تخمیر در شکمبه، سلامت و رشد گوساله‌های شیری هلشتاین

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹

چکیده

جایگزینی منابع الیافی غیرعلوفه‌ای به جای غلات جیره می‌تواند راهکار مناسبی در جهت بهبود شرایط شکمبه‌ای باشد. پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر تفاله گوجه‌فرنگی (*solanum lycopersicum*) خشک‌شده بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی گوساله‌های شیری هلشتاین انجام شد. مطالعه حاضر با استفاده از ۳۰ رأس گوساله هلشتاین تازه متولدشده (میانگین وزن: 39.7 ± 0.2 کیلوگرم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و ۱۰ تکرار انجام گردید. تیمارهای غذایی شامل ۱- استارتر پلت به عنوان شاهد، ۲- خوراک آغازین پلت جایگزین‌شده با ۷/۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی خشک و ۳- استارتر پلت جایگزین‌شده با ۱۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی خشک به صورت مخلوط. در ۷۰ روزگی، با استفاده از لوله مری و پمپ خلأ نمونه‌گیری مایع شکمبه حدود سه ساعت پس از تغذیه صبح انجام شد. خون‌گیری در سنین ۳۵ و ۷۰ روزگی از تعداد شش گوساله در هر تیمار از سیاهرگ و داج سه ساعت پس از خوراک صبح انجام شد. داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار SAS ویرایش ۲۱ و رویه مختلط مورد آنالیز قرار گرفت. سطح معنی‌داری پنج درصد در نظر گرفته شد. ماده خشک مصرفی و افزایش وزن روزانه در کل دوره به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P < 0.01$). تیمار شامل ۱۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی خشک‌شده بالاترین و 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 درصد تفاله گوجه‌فرنگی خشک بود و این تیمار تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد ($P < 0.01$). تیمار شامل ۱۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی بالاترین و شاهد کمترین غلظت ازت آمونیاکی شکمبه را در ۷۰ روزگی داشتند. تیمار شامل ۱۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی خشک‌شده بالاترین و 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.

واژه‌های کلیدی: تفاله گوجه‌فرنگی، عملکرد، فراسنجه‌های شکمبه‌ای، متابولیت‌های خونی

مقدمه

بیشتر علوفه‌ها داشته باشند که این امر به دلیل مقدار بالای الیاف قابل تخمیر آن‌ها می‌باشد (Heuer et al., 1999). استفاده از منابع الیافی غیرعلوفه‌ای می‌تواند اثر معنی‌داری بر بخش‌های پروتئینی جیره داشته باشد. برخی از منابع الیافی غیرعلوفه‌ای مثل خوراک گلوتن ذرت، منبع پروتئینی بسیار هضم‌پذیری را فراهم می‌کنند، درحالی‌که منابع دیگر مثل پس‌مانده تقطیر الکلی با مواد محلول منابع پروتئینی عبوری بیشتری را فراهم می‌کنند، به‌خصوص هنگامی‌که به‌صورت خشک تغذیه شوند (Kononoff et al., 2007). براساس 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 (Firkins, 1997) نتیجه گرفت که الیاف نامحلول در شوینده خنثی حاصل از منابع الیاف غیرعلوفه‌ای حدود ۰/۶ برابر الیاف نامحلول در شوینده خنثی حاصل از علوفه در حفظ قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در

با توجه به کمبود منابع خوراک دام در کشور و از طرفی افزایش روزافزون 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 تولیدشده در کارخانجات، الیاف نسبتاً بالایی دارند و به‌طور خاص برای خوراک نشخوارکنندگان مناسب می‌باشند (Mowrey & Spain, 1999). محصولات جانبی الیافی، اندازه ذرات کوچک‌تری نسبت به بیشتر علوفه‌ها دارند، اما می‌توانند مقدار انرژی بالاتری نسبت به

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

(*) نویسنده مسئول: Email: majid.savari@semnan.ac.ir

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

گوجه‌فرنگی است. قسمت عمده این الیاف در بخش پوسته قرار داشته و منجر به کاهش دسترسی انرژی تفاله گوجه‌فرنگی می‌گردد (Kiaei & Mansoori, 2008).

در مطالعه عبدالله‌زاده و همکاران (Abdollahzadeh et al., 2010) با جایگزینی تفاله گوجه و تفاله سیب (pumila) (Malus) (نسبت ۵۰:۵۰) به جای علوفه یونجه در جیره گاوهای اواسط شیر-دهی، مصرف خوراک در تیمارهای حاوی تفاله نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری 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. طبق آزمایش چرخ و همکاران (Church et al., 2004)، تفاله گوجه‌فرنگی با هفت درصد پکتین و تفاله سیب با ۱۵ درصد پکتین می‌توانند به باکتری‌های شکمبه در تولید اسید استیک جهت فرآیند تخمیر و تولید چربی شیر کمک کنند. (Yuangklang et al., 2007) نشان دادند که تفاله خشک گوجه تأثیر معنی‌داری بر غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه نداشت، اما pH شکمبه افزایش پیدا کرد. هرب و همکاران (Harb et al., 1986) گزارش دادند که تفاله خشک گوجه‌فرنگی را می‌توان تا بیش از ۲۵ درصد جیره بره‌ها اضافه نمود، بدون آنکه اثر منفی بر عملکرد آن‌ها داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پودر تفاله گوجه‌فرنگی بر فراسنج‌های شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی گوساله‌های هلشتاین انجام شد.

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی

مطالعه حاضر با استفاده از ۳۰ رأس گوساله هلشتاین (میانگین وزن: 39.7 ± 0.2 کیلوگرم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و ۱۰ تکرار (پنج گوساله نر و پنج گوساله ماده) تا سن ۷۰ روزگی، در شرکت کشت و دام نامفر واقع در استان اصفهان انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- استارتر پلت به‌عنوان شاهد، ۲- استارتر پلت جایگزین شده با ۷/۵ درصد تفاله گوجه و ۳- استارتر پلت جایگزین شده با ۱۵ درصد تفاله گوجه به‌صورت مخلوط، ترکیبات غذایی و شیمیایی جیره شاهد (پلت) و همچنین ترکیب شیمیایی تفاله خشک گوجه‌فرنگی به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

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 غیرعلوفه‌ای باشند، میزان نشخوار کردن به‌ازای هر واحد الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه‌ای را افزایش می‌دهند (Grant, 1997). گران (Grant, 1997) نتیجه‌گیری کرد که گاوها ممکن است یک سازوکار سازش‌پذیری داشته باشند که آن‌ها را قادر می‌سازد در زمانی که از جیره‌های با مقادیر پایین تا متوسط الیاف مؤثر مصرف می‌کنند، آن‌ها را به‌طور مؤثرتری بچونند (Jeffrey & Firkins, 1997; Grant, 1997).

بسیاری از منابع الیافی غیرعلوفه‌ای، 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 غیرعلوفه‌ای جایگزین ترکیبی از دانه غلات و کنجاله دانه‌های روغنی در جیره گاوهای شیری می‌شوند (Dentine, 1988; Armentano & Younker et al., 1998). تفاله گوجه‌فرنگی (solanum lycopersicum) یکی از فرآورده‌های جانبی صنایع رب‌سازی است که بسته به روش فرآوری و خصوصیات گوجه‌فرنگی خام نسبت‌های متفاوت پوست، دانه و مقادیر اندکی گوشت گوجه‌فرنگی است. در ایران، سالانه حدود ۸۱۰۰ تن تفاله گوجه‌فرنگی مرطوب تولید می‌شود که می‌تواند آلودگی زیست‌محیطی را به دنبال آورد (2008 Mohebedini et al., متیونین و لایزین، اسیدهای آمینه محدودکننده تفاله گوجه‌فرنگی می‌باشند (Porter et al., 2007). تفاله گوجه‌فرنگی از لحاظ ترکیبات شیمیایی دارای میزای بالایی پروتئین خام (حدود ۲۲ تا ۲۵ درصد) است، بنابراین می‌تواند به‌عنوان یک منبع پروتئین ارزان‌قیمت در تغذیه دام‌های اهلی مورد استفاده قرار گیرد (Mohebedini et al., 2008). بررسی‌ها نشان داده است که تفاله گوجه‌فرنگی با دارا بودن حدود ۲۲ درصد پروتئین، ۱۰ درصد چربی و ۵۵ درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی^۱ به‌عنوان یک غذای با ارزش در تغذیه دام‌های پرواری و شیری مورد استفاده قرار گیرد (Mohebedini et al., 2008). گاسا و همکاران (Gasa et al., 1988)، گزارش کردند که تفاله گوجه‌فرنگی می‌تواند به‌عنوان 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 گوجه‌فرنگی در جیره گاوهای شیری تولید شیر افزایش یافته است (Gasa et al., 1988). تفاله گوجه‌فرنگی 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

1 -Neutral detergent fiber (NDF)

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
تفالہ چغندر Beet pulp	3.00
ملاس Molasses	2.80
کلسیم کربنات Calcium carbonate	1.40
جوش شیرین Sodium bicarbonate	2.00
مکمل معدنی ^۱ Mineral supplement	1.00
مکمل ویتامینه ^۲ Vitamin supplement	1.00
خمیر Yeast	0.20
ترکیب مواد مغذی Nutrients composition	
ماده خشک Dry matter	89.00
پروتئین خام Crude protein	20.50
انرژی قابل متابولیسم Metabolizable Energy	2.73
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral Detergent Fiber	12.80
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid Detergent Fiber	6.59
خاکستر Ash	5.80
فسفر P	0.40
کلسیم Ca	0.72
چربی Ether extract	2.98

^۱ براساس ماده خشک هر کیلوگرم حاوی به ترتیب ۱۶، ۴۰، ۱۲، ۴، ۱۵، ۸، ۰، ۱۰، ۰/۸ و ۲۰ گرم روی، کبالت، مس، ید، آهن، منگنز، سلنیم و منسین ۱۰ درصد می‌باشد.

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

^۱ Composition: 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 20 g/kg monensin 10%.

^۲ 1,300,000 IU/kg of vitamin A, 360,000 IU/kg of vitamin D, and 12,000 IU/kg of vitamin E,

جدول ۲- ترکیب شیمیایی تفاله گوجه‌فرنگی

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

مدیریت تغذیه و سلامت گوساله‌ها

گوساله‌ها در سه روز اول زندگی با چهار لیتر آغوز و از روز ۴ تا ۵۰ روزانه دو بار (هشت صبح و چهار عصر)، با پنج لیتر شیر خشک و از ۵۰ تا ۵۵ روزگی، یک مرتبه در روز (تنها وعده عصر) با ۲/۵ لیتر شیر خشک تغذیه شدند. در تمامی گوساله‌ها مصرف جایگزین شیر در ۵۶ روزگی متوقف گردید. گوساله‌ها از سن سه روزگی دسترسی آزاد به آب و خوراک آغازین داشتند. گوساله‌ها در جایگاه‌های انفرادی و روی بستر کاه نگهداری می‌شدند و بستر روزانه تعویض و تمیز می‌شد. برای سلامت گوساله‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر به‌طور پیوسته هر روز از نظر بروز اسهال، پنومونی و نفخ مورد ارزیابی قرار می‌گرفتند. تأثیر احتمالی تیمارها بر سلامت گوساله‌ها از نظر اسکور مدفوع به‌صورت روزانه برای تمامی گوساله‌ها بررسی شد (Khan et al., 2007).

جمع‌آوری نمونه‌ها

مصرف ماده خشک

مصرف خوراک به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری 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. نمونه‌گیری از خوراک به‌صورت هفتگی برای هر تیمار انجام و نمونه‌ها تا انجام تجزیه آزمایشگاهی در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه داری شدند.

نمونه‌گیری مایع شکمبه

به‌منظور بررسی تأثیر جیره‌های آزمایشی بر تخمیر شکمبه‌ای، از هر تیمار از شش گوساله، (سه گوساله نر و سه گوساله ماده) در ۷۰ روزگی با استفاده از لوله مری و پمپ خلأ نمونه‌گیری انجام شد. نمونه‌گیری مایع شکمبه حدود سه ساعت پس از تغذیه صبح انجام

شد. ابتدا محتوای مایع شکمبه از پارچه متقال چهار لایه عبور داده شد و سپس pH محتویات شکمبه توسط دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. سپس به‌ازای هر ۱/۲ سی سی مایع شکمبه مقدار ۰/۳ میلی‌لیتر 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 سانتی‌گراد منتقل شدند. همچنین مقدار یک سی سی از مایع شکمبه برای بررسی نیتروژن آمونیاکی شکمبه سریعاً به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شد.

تعیین نیتروژن آمونیاکی شکمبه

جهت اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، مایع شکمبه جمع‌آوری شده در ۷۰ روزگی را در سانتریفیوژ با $3000 \times g$ به‌مدت ۱۰ دقیقه قرار داده و پس از جداسازی سرم نمونه‌ها به‌میزان ۵۰ میکرولیتر، آن را با پنج میکرولیتر آب مقطر، ۲/۵ میکرولیتر فنول و دو میکرولیتر هیدروکلریک اسید مخلوط و به‌مدت پنج دقیقه در بن‌ماری در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از سرد شدن میزان نیتروژن آمونیاکی توسط دستگاه اسپکتوفتومتری (Milton roy) با طول موج ۶۳۰ نانومتر 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 میلی‌لیتری ریخته شده و ۱۲ دقیقه با دور ۱۰۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس به‌وسیله سمپلر ۱۲۰۰ میکرولیتر از مایع رویی برداشته و به میکروتیوب‌های حاوی ۲۰۰ میکرولیتر اسید کروتونیک منتقل کرده و دوباره به‌مدت پنج دقیقه با دور ۲۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از آن، یک میکرولیتر از نمونه‌های آماده

دوره، IBW: وزن اولیه گوساله، β_1 : ضریب رگرسیون مشاهدات از وزن اولیه، β_2 : ضریب رگرسیون مشاهدات از دوره‌ها، β_3 : ضریب رگرسیون مشاهدات از اثر متقابل تیمار $\times$ دوره و e_{ijkl} : اشتباه تصادفی با میانگین صفر و واریانس σ^2 است.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

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

مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه

میانگین کل ماده خشک مصرفی گوساله‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در **جدول ۴** نشان داده شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، ماده خشک مصرفی و خوراک آغازین مصرفی در کل دوره به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفت ($P < 0.0001$). تیمار شامل ۱۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی بالاترین و شاهد کمترین میزان ماده خشک مصرفی را در کل دوره داشتند. تیمار شامل ۱۵ درصد تفاله گوجه تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد ($P = 0.0001$) و ۷/۵ درصد تفاله ($P = 0.049$) نشان داد. همچنین بین تیمار ۷/۵ درصد تفاله گوجه و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P = 0.020$). در مطالعات قبلی نشان داده شد که افزایش منابع فیبری مانند پوسته پنبه‌دانه (Hill et al., 2009) یا کاه خردشده (Thomas and 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 به‌دلیل 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 لارمن و همکاران (Laarman et al., 2012)، 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 قرارگرفت، به‌طوری‌که در تیمار شامل ۱۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی بالاترین و در شاهد پایین‌ترین بود ($P = 0.02$)، تیمار دارای ۷/۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد و همچنین تیمار ۱۵ درصد تفاله گوجه‌فرنگی اختلاف معنی‌داری نداشت. بررسی‌ها نشان داد که هضم منابع فیبری و علوفه‌ای نسبت به کنسانتره حرارت افزایشی بیشتری تولید می‌کند (Heinrichs & Ross, 1991). با توجه به اینکه این طرح در زمستان انجام شد و گوساله‌ها تحت تنش سرمایی شدید بودند، مصرف خوراک بالاتر در گروه‌های دریافت‌کننده تفاله گوجه‌فرنگی و بهبود محیط و شرایط تخمیری شکمبه و حرارت

شده به‌وسیله سرنگ ۱۰ میکرولیتری برداشت شده و در دستگاه گازکروماتوگرافی (Chrompack cp 9002) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Savari et al., 2018).

نمونه‌گیری از خون

خون‌گیری با کمک لوله‌های خلاءدار (ونوجکت نه سی سی هپارین‌دار)، در سنین ۳۵ و ۷۰ روزگی از تعداد شش گوساله در هر تیمار (سه گوساله نر و سه گوساله ماده) از سیاهرگ وداچ، سه 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) به‌منظور 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 به‌مدت ۲۰ دقیقه در سانتریفیوژ در ۳۰۰۰ دور در دقیقه جداسازی و به میکروتیوپ‌های ۱/۵ سی سی منتقل و تا زمان انجام آنالیزهای آزمایشگاهی در فریزر -۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در ۷۰ روزگی از تعداد شش گوساله در هر تیمار (سه گوساله نر و سه گوساله ماده) با استفاده از لوله‌های خلاء هپارین‌دار از سیاهرگ وداچ نمونه خون برای اندازه‌گیری شمارش تفکیکی گلبول‌های سفید (CBC) گرفته و کنار یخ نگهداری و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد.

آنالیز آماری

فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری در این آزمایش از سه دوره نمونه‌گیری حاصل شدند (صفر تا ۵۶ روزگی، ۵۶ تا ۷۰ روزگی و صفر تا ۷۰ روزگی) که توسط نرم‌افزار SAS و رویه Mixed مورد آنالیز قرار گرفت. اثر استارتر به‌عنوان اثر تیمار یا اثر اصلی، اثر گوساله به‌عنوان اثر تصادفی، اثر هفته‌ها به‌عنوان دوره و وزن اولیه و جنس گوساله‌ها به‌عنوان 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 از فاکتورها معنی‌دار نشد از مدل حذف گردید.

مدل آماری مورد استفاده در این آزمایش به‌صورت معادله ۱

می‌باشد:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + ANIM + P_j + \beta_1(IBW_{ijk} - \bar{IBW}) + \beta_2(P_k) + \beta_3(T \times P) + e_{ijkl} \quad (1)$$

که در آن، Y_{ijkl} : j امین مشاهده از i امین تیمار، μ : میانگین کل، T_i : اثر i امین تیمار، ANIM: اثر تصادفی حیوان، P_k : اثر k امین

1- High-Density Lipoprotein (HDL)
2- Low-density lipoprotein (LDL)

افزایشی بالاتر در این تیمارها، شاید بتواند افزایش وزن بهتر این گروه‌ها نسبت به گروه شاهد را توضیح دهد. فرانکلین و همکاران (Franklin et al., 2003) نشان دادند که گوساله‌های مصرف‌کننده تیمار استارتر بافت‌دار شده، مصرف استارتر و افزایش وزن بالاتری نسبت به استارتر پلت داشت.

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

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

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

جدول ۴- تأثیر تفاله گوجه‌فرنگی بر عملکرد گوساله‌های شیری هلشتاین

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

فراسنجه‌ها Parameters		تیمارها ^۱ Treatments ¹			خطای معیار SEM	سطح معنی‌داری ^۲ P-value ²
		شاهد Control	۷/۵٪ 7.5%	۱۵٪ 15%		
وزن بدن (کیلوگرم) Body weight (kg)	اولیه Initial	39.56	39.84	39.90	1.60	0.97
	شیرگیری Weaning	70.97	72.48	75.09	2.12	0.16
	نهایی Final	82.57 ^b	86.11 ^{ab}	89.22 ^a	2.23	0.02
افزایش وزن روزانه (گرم در روز) Average daily gain (g/day)	قبل از شیرگیری Before weaning	0.551	0.564	0.606	0.03	0.06
	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) Starter intake (kg/day)	قبل از شیرگیری Before weaning	0.519 ^b	0.572 ^b	0.654 ^a	0.03	<0.0001
	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) Dry matter intake (kg/day)	قبل از شیرگیری Before weaning	1.08 ^b	1.14 ^b	1.23 ^a	0.03	<0.0001
	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 Feed efficiency	کل دوره Total	0.476	0.453	0.471	0.02	0.64

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

^۲ حروف a, b, c در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح معنی‌داری پنج درصد می‌باشد.

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

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

pH مایع شکمبه‌ای

نتایج مربوط به میانگین pH شکمبه گوساله‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در ۷۰ روزگی در **جدول ۵** نشان داده شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید که pH شکمبه در بعد از شیرگیری (۷۰ روزگی) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفت ($P=0/008$). بالاترین pH شکمبه در بعد از شیرگیری در تیمار شامل ۱۵ درصد تفاله بود و این تیمار تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داد ($P=0/009$). همچنین در این دوره تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمار شامل ۷/۵ درصد تفاله وجود داشت ($P=0/02$). pH شکمبه حاصل از تولید، جذب و برداشت اسیدهای چرب فرار شکمبه و لاکتات، غلظت نیتروژن آمونیاکی، بافرینگ ذاتی (بزاق) و اکزوژنوس شکمبه‌ای است. به احتمال زیاد تیمارهای حاوی تفاله گوجه‌فرنگی به‌دلیل محتوای بالای الیاف توانسته‌اند که بر فعالیت جویدن، نشخوار و به‌دنبال آن ترشح بزاق تأثیرگذار باشند و منجر به افزایش pH شکمبه شوند. همچنین کاهش pH در تیمار پلت ناشی از حرارتی است که پلت در زمان فرآیند پلت‌سازی دریافت کرده است و باعث تجزیه سریع‌تر و بیشتر نشاسته در شکمبه و تولید سریع‌تر اسیدهای چرب فرار به‌دنبال آن کاهش جذب اسیدهای چرب فرار تولیدی می‌باشد (Suárez et al., 2007). همسو با نتایج ما، در مطالعه طهماسبی و همکاران (Tahmasebi et al., 2001) جایگزینی سطوح مختلف تفاله گوجه به‌جای 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 تأثیر تیمارها قرار گرفت ($P=0/05$). به نظر می‌رسد که مصرف هم‌زمان 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 یانگ‌کلانگ و همکاران (Yuangklang et al., 2007) در بررسی اثر جایگزینی تفاله خشک گوجه‌فرنگی به‌جای کنجاله سویا مشاهده کردند که ازت آمونیاکی شکمبه، درصد نیتروژن اوره‌ای خون، نیتروژن ادرار و مدفوع با افزایش سطوح تفاله گوجه‌فرنگی در جیره افزایش پیدا کرد.

غلظت اسیدهای چرب فرار

غلظت استات در ۷۰ روزگی تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت ($P=0/04$) و مقدار آن در تیمار شامل ۱۵ درصد تفاله بالاتر بود که به احتمال زیاد حضور تفاله گوجه و ماهیت فیبری آن در این تیمارها

علتی برای افزایش میزان استات در آن‌ها می‌باشد. تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر غلظت پروپیونات، ایزوبوتیرات و والرات نداشتند ($P>0/05$). نسبت استات به پروپیونات تمایل به معنی‌داری را در طی این دوره نشان داد ($P=0/08$). غلظت بوتیرات در در ۷۰ روزگی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفت ($P=0/001$) و بیشترین مقدار آن مربوط به جیره شاهد و کمترین مقدار مربوط به ۱۵ درصد تفاله بود. شاهد بیشترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار و تیمار ۱۵ درصد تفاله گوجه کمترین مقدار را داشت، اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($P=0/52$). کستلر و همکاران (Castells et al., 2013) 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 درصد تفاله گوجه در کنار پلت کاهش یافتند. در مطالعه یانگ‌کلانگ و همکاران (Yuangklang et al., 2007)، جایگزینی تفاله خشک گوجه‌فرنگی به‌جای کنجاله سویا تأثیر معنی‌داری بر غلظت اسیدهای چرب فرار شکمبه نداشت.

نمره مدفوع

نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۶) نشان داد که اسکور مدفوع در قبل از شیرگیری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P=0/004$) و تیمارهای شامل تفاله گوجه‌فرنگی نمره مدفوع کمتری نسبت به شاهد داشتند. در دوره بعد از شیرگیری اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($P=0/28$). هرچند از نظر عددی تیمارهای شامل تفاله گوجه‌فرنگی نمره مدفوع کمتری داشتند. مطابق با نتایج ما پورتر و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که نمره مدفوع در گوساله‌های تغذیه شده با خوراک آغازین پرالیاف نسبت به کم‌الیاف، کمتر بوده است (Porter et al., 2007). در این مطالعه نیز نمره مدفوع گوساله‌های تغذیه‌شده با تفاله گوجه در خوراک آغازین (محتوای فیبر بالاتر) نسبت به گروه شاهد (محتوای فیبر پایین) کمتر بوده است. در مطالعه پورتر و همکاران (Porter et al., 2007) استفاده از پوسته پنبه‌دانه به‌عنوان منبع فیبر غیرعلوفه‌ای در استارتر گوساله موجب بهبود نمره مدفوع گوساله‌ها شد.

متابولیت‌های خونی

نتایج به‌دست‌آمده در مورد غلظت متابولیت‌های خونی گوساله‌ها 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 گوساله‌ها تحت تأثیر دوره‌های آزمایشی قرار گرفته است ($P=0/01$).

جدول ۵- تأثیر تفاله گوجه‌فرنگی بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در گوساله‌های شیری هلشتاین (میلی‌مول بر لیتر)

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

فراسنجه‌ها Parameters	تیمارها ^۱ Treatments			خطای معیار SEM	سطح معنی‌داری ^۲ P-value ²
	شاهد Control	% ۷/۵ 7.5%	% ۱۵ 15%		
pH شکمبه Rumen pH	5.21 ^b	5.54 ^a	5.61 ^a	0.11	0.008
ازت آمونیاکی شکمبه Ruminal ammonia nitrogen	7.04 ^b	8.37 ^{ab}	9.48 ^a	0.89	0.05
استات Acetate	38.05 ^b	42.46 ^{ab}	45.18 ^a	2.49	0.04
پروپیونات Propionate	41.75	40.19	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	11.36 ^b	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 Volatile Fatty Acids	180.87	172.75	162.18	15.96	0.52

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

^۲ حروف a, b, c در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح معنی‌داری پنج درصد می‌باشد.

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

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

جدول ۶- تأثیر تفاله گوجه‌فرنگی بر اسکور مدفوع^۱ گوساله‌های شیری هلشتاین

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

مرحله Stage	تیمارها ^۲ Treatment ²			خطای معیار SEM	سطح معنی‌داری ^۳ P-value ³
	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.

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

^۳ حروف a, b, c در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح معنی‌داری پنج درصد می‌باشد.

¹ 1: normal, 2: smooth to loose, 3: loose to watery, 4: watery, mucous, slightly bloody, 5: watery, mucous and bloody.

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

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

با زیاد شدن سن گوساله‌ها، غلظت کلسترول سرم خون آن‌ها (et al., 2007) می‌باشد که نشان دادند، سطح کلسترول سرم با افزایش سن پایین‌تر می‌آید. این کاهش در کلسترول سرم را می‌توان

کاهش یافته است. این نتایج موافق با نتایج خان و همکاران (Khan

خون تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ($P=0/14$). خان و همکاران (Khan et al., 2007) گزارش دادند که با افزایش سن گوساله‌ها، میزان تری‌گلیسیرید خون آن‌ها کاهش می‌یابد. معینی (Moini, 2014) نشان داد که با افزایش سن گوساله میزان تری-گلیسیرید سرم خون افزایش می‌یابد.

به میزان فعالیت کبد نسبت داد. در ابتدای تولد، کبد گوساله فعالیت پایینی دارد و بنابراین کلسترول کمتری را از خون حذف می‌کند و سطح کلسترول سرم بالا است. با افزایش سن گوساله، فعالیت کبد افزایش می‌یابد و بنابراین سرعت حذف کلسترول از خون افزایش یافته و سطح کلسترول سرم پایین می‌آید. غلظت تری‌گلیسیرید سرم

جدول ۷- تأثیر تفاله گوجه‌فرنگی بر متابولیت‌های خونی در گوساله‌های شیری هلشتاین
Table 7- The effect of tomato pomace on blood metabolites of Holstein dairy calves

مشخصه (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	75.16	85.47	70.83	80.72	56.33	9.30	0.01
تری گلیسیرید Triglyceride	25.00	19.00	19.83	17.90	16.20	15.30	1.90	0.14
لیوپروتئین با دانسیته بالا HDL ³	55.16	49.66	56.83	52.83	59.66	55.83	2.60	0.07
لیوپروتئین با دانسیته پایین LDL ³	37.20	22.56	34.20	18.57	33.81	15.41	2.10	0.01

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

^۲ حروف a, b, c در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی در سطح معنی‌داری پنج درصد می‌باشد.

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

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

^۳ High Density Lipoprotein, Low Density Lipoprotein

تفاله گوجه‌فرنگی بالاترین و شاهد پایین‌ترین تعداد لنفوسیت را در بین تیمارها داشتند. گزارشات وجود دارد که لیکوپن دو برابر بیشتر از بتاکاروتن می‌تواند لنفوسیت‌ها را از دی‌اکسید نیترژن که باعث آسیب غشایی و مرگ سلولی می‌شود، حمایت کند (Shi & Maguer, 2000). به نظر می‌رسد که لیکوپن و ویتامین C موجود در تفاله گوجه‌فرنگی می‌تواند تأثیر مثبتی بر سیستم ایمنی گوساله‌های هلشتاین داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

حضور تفاله گوجه‌فرنگی خشک در جیره پلت سبب کاهش رفتار-های غیر تغذیه‌ای و افزایش مدت زمان مصرفی برای اعمال تغذیه‌ای همچون نشخوار کردن و خوردن شد. در رابطه با شاخص‌های سلامت، مصرف تفاله گوجه‌فرنگی خشک منجر به بهبود نمره مدفوع نسبت به شاهد شد. آنالیزهای خونی انجام‌شده در این طرح نشان داد که تیمار ۱۵ درصد تفاله گوجه، کمترین میزان کلسترول و LDL سرم را دارا بود. با توجه به بالا بودن تعداد لنفوسیت در خون گوساله‌های مصرف‌کننده تفاله گوجه‌فرنگی خشک، لیکوپن و ویتامین C موجود در تفاله گوجه‌فرنگی خشک می‌تواند تأثیر مثبتی بر سیستم

با توجه به نتایج مشخص شده است که سطح HDL سرم خون گوساله‌ها تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ($P=0/07$)، اما تمایل به معنی‌داری داشت و با افزایش سن گوساله‌ها، میزان HDL سرم خون آن‌ها کاهش یافت. با توجه به نتایج مشخص شده است که غلظت LDL سرم خون گوساله‌ها تحت تأثیر 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 معینی (Moini, 2014) 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 غلظت بالای کلسترول به وسیله ایجاد توازن بین منابع کلسترول داخل و خارج سلولی به دست می‌آید. این توازن از طریق تنظیم فیدبک روی راه-های بیوستز و هم‌چنین روی سنتز گیرنده‌های LDL حاصل می‌شود. 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 تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت ($P<0/05$)، به‌طوری‌که تیمار شامل ۱۵ درصد

References

1. 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.
2. 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).
3. 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>.
4. Firkins, J. L. (1997). Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1426-1437. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76072-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76072-7).
5. 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. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73804-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73804-1).
6. 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).
7. Gasa, J., Castrillo, C., & Guada, J. (1988). Nutritive value for ruminants of the canning industry by-products: 1. Tomato pomace and pepper residues. *Investigación Agraria, Producción y Sanidad Animales* 1988, 3, 57-73.
8. 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).
9. Harb, M. (1986). Fattening of Awassi male lambs using tomato pomace. *Dirasat (Jordan)*, 13(5), 51-71.
10. Heinrichs, J., & Ross, D. (1991). Environment influences nutritional requirements of calves. *Feedstuffs*, 63, 12 - 14.
11. 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).
12. Hill, S., Hopkins, B., Davidson, S., Bolt, S., Diaz, D., Brownie, C., Brown, T., Huntington, G. B., Whitlow, L. W. (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. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1320>.
13. 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).
14. 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>.
15. 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. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-552>.
16. 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. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4822>.
17. 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>.
18. 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).
19. 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).
20. 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. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75251-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75251-3).
21. 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>.
22. Pond, W. G., Church, D. B., Pond, K. R., & Schoknecht, P. A. (2004). *Basic Animal Nutrition and Feeding*: John

- Wiley & Sons.
23. 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. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30994-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30994-3)
24. 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. *Journal of Dairy Science*. 101: 1–12 . <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12776>
25. 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. <https://doi.org/10.1080/10408690091189275>
26. 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>.
27. 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).
28. Thomas, D. B., & Hinks, C. E. (1982). The effect of changing the physical form of roughage on the performance of the early-weaned calf. *Animal Production*., 35, 375–384. <https://doi.org/10.1017/S0003356100001069>
29. 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)
30. 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, 134-134. <https://doi.org/10.1017/S1752756200020378>