

Research Article

Vol. 18, No.2, 2026, p. 205-216



The Effect of Non-Forage Fiber Sources in the Starter Diet of Holstein Heifer Calves on Performance, Rumen Fermentation and Blood Parameters

Moslem Bashtani¹, Abdolrasoul Melanoroozi¹, Abbasali Naserian², Homayoun Farhangfar¹, Tiya
Radin^{1*}

1- Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

2- Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding Author's Email: Tiyam.Radin.Birjand@gmail.com

Received: 26-11-2025

Revised: 31-01-2026

Accepted: 118-02-2026

Available Online: 22-06-2026

How to cite this article:

Bashtani, M., Melanoroozi, A., Naserian, A., Farhangfar, H., & Radin, T. (2026). The effect of non-forage fiber sources in the starter diet of Holstein heifer calves on performance, rumen fermentation and blood parameters. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 18(2), 205-216. (In Persian).
<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.96569.1280>

Introduction: The long-term sustainability and profitability of dairy farms largely depend on the success of calf and heifer rearing programs. Nutrition is one of the most important pillars of animal husbandry and a key economic tool for optimizing production systems. Forage consumption by calves promotes rumen muscular development, stimulates rumination, and increases saliva secretion. Non-forage fiber sources, which are rich in cell wall components, can be considered alternatives to forages depending on their cost and availability. Utilizing non-forage fiber sources can help meet the nutritional needs of livestock while also reducing feed costs and maintaining rumen health. The aim of this study was to investigate the effects of non-forage fiber sources, including wheat bran and sugar beet pulp, in a starter diet on the performance, rumen fermentation, and blood parameters of Holstein heifer calves. This study may contribute to a better understanding of the role of non-forage fiber sources in improving calf health and performance and provide practical insights for optimizing nutritional strategies in dairy production systems.

Materials and Methods: The experiment was conducted using 24 Holstein heifer calves with an initial body weight of 37 ± 2 kg in a completely randomized design for a period of 90 days. The experimental diets included: (1) a barley-based starter, (2) a starter containing 15% wheat bran (DM basis) replacing barley, and (3) a starter containing 13.5% sugar beet pulp (DM basis) as a partial replacement for barley. The diets were identical in terms of energy content and crude protein content. Daily feed intake was measured and changes in calf weight were examined. Calves were weighed regularly every 15 days until the end of the experimental period. Blood samples were taken three hours after feed consumption from the jugular vein at ages 30, 60, and 90 days. Rumen fluid samples were collected three hours post-feeding using an esophageal tube at the end of the study (90 days), and urine and fecal pH were measured at the end of the study. Fecal consistency was evaluated daily throughout the experiment using a scoring scale from 1 to 5. Weaning age was recorded as an indicator of treatment performance and was defined as the age at which starter intake reached 900 g per day. Rumination was visually assessed, and the onset of rumination was defined as the age at which each calf was observed ruminating for three consecutive days; this age was recorded at the end of the third day.



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

 <https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.96569.1280>

Results and Discussion: The results indicated that calves fed wheat bran had higher average daily feed intake and daily weight gain compared with those fed sugar beet pulp. Incorporating non-forage fiber sources with highly digestible fiber in the diet leads to improvements in intake, health, and productivity. Previous studies on sugar beet pulp have reported both positive and negative effects on dry matter intake and performance in cattle and sheep. The rumen pH was influenced by the experimental treatments, with calves fed wheat bran exhibiting a higher rumen pH compared to the other treatments. Fiber consumption stimulated rumination and increased saliva secretion, which helped maintain a higher rumen pH. The treatments did not significantly affect the ruminal ammonia nitrogen concentration in the rumen fluid. The concentrations of triglycerides and VLDL were significantly lower ($P < 0.05$) in calves fed the wheat bran diet compared with the other treatments. were lower in calves fed the wheat bran diet compared with the other treatments. An increased level of fiber in the diet reduces fat digestion, as these fibers form complexes with bile salts, disrupting the VLDL reabsorption cycle, which consequently lowers VLDL levels in the blood. The lower triglyceride concentration in calves fed wheat bran during the post-weaning period compared to those fed sugar beet pulp may be attributed to higher starter intake during this period. The differences in final weight among the experimental treatments were significant ($P < 0.05$), with calves fed the barley-based starter showing the highest final weight. The differences in final weight among the experimental treatments were significant. Although there was no significant difference in total feed intake and feed efficiency among the treatments, the experimental diet containing sugar beet pulp resulted in a significant reduction in final weight compared to the starter diet containing barley.

Conclusion: The results of this study indicate that the inclusion of wheat bran as a non forage fiber source in the starter diet has beneficial effects on the health parameters of Holstein heifer calves compared with sugar beet pulp. These effects include higher feed intake, greater average daily gain compared with calves fed the sugar beet pulp diet, and improvements in ruminal pH as well as blood metabolites such as triglycerides and very low density lipoproteins (VLDL).

Keywords: Dairy calves, Rumen fluid, Starter, Sugar beet pulp, Wheat bran

اثر منابع فیبر غیر علوفه‌ای در جیره استارتر بر عملکرد، تخمیر شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های ماده هلشتاین

مسلم باشتنی^۱، عبدالرسول ملانوروزی^۱، عباسعلی ناصریان^۲، همایون فرهنگ فر^۱، تیام رادین^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۹

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر منابع مختلف فیبر غیر علوفه‌ای در جیره استارتر بر عملکرد رشد، تخمیر شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های ماده نژاد هلشتاین انجام شد. تعداد ۲۴ رأس گوساله ماده هلشتاین با میانگین وزن اولیه 37 ± 2 کیلوگرم، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و هشت تکرار به مدت ۹۰ روز مورد مطالعه قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- استارتر برپایه دانه جو (HORDEUM VULGARE L) (شاهد)، ۲- جیره حاوی ۱۵ درصد سبوس گندم (TRITICUM AESTIVUM L) به عنوان جایگزین دانه جو و ۳- جیره حاوی ۱۳/۵ درصد تفال خشک چغندرقد (BETA VULGARIS L) به عنوان جایگزین دانه جو بودند. نتایج نشان داد که استفاده از سبوس گندم در مقایسه با تفال چغندرقد موجب افزایش معنی‌دار مصرف خوراک پس از شیرگیری (به ترتیب ۲/۸۹ در برابر ۲/۴۲ کیلوگرم در روز)، افزایش وزن روزانه پس از شیرگیری (به ترتیب ۱/۱۰ در برابر ۰/۸۸ کیلوگرم در روز) و افزایش وزن کل دوره آزمایش (به ترتیب ۰/۷۲ در برابر ۰/۶۳ کیلوگرم در روز) گردید ($P < 0.05$). تفال چغندرقد سبب کاهش معنی‌دار وزن نهایی (۹۴/۳۷ کیلوگرم) در مقایسه با جیره استارتر حاوی جو (شاهد با میانگین ۱۰۵/۵۹ کیلوگرم) گردید ($P < 0.05$). گوساله‌های دریافت‌کننده سبوس گندم دارای pH شکمبه‌ای بالاتر (۶/۹۵ در برابر شاهد ۶/۴۳) و غلظت تری‌گلیسیرید پلاسما پایین‌تر (۲۴/۲۵ در برابر شاهد ۲۹/۳۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) بودند. این تیمار همچنین منجر به سطوح پایین‌تری از لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین نسبت به شاهد شد ($P < 0.05$). در مجموع، جایگزینی جو با سبوس گندم در جیره استارتر، نه تنها باعث بهبود عملکرد در دوره پس از شیرگیری گردید، بلکه اثرات مثبتی بر پروفایل متابولیکی (افزایش pH شکمبه و کاهش تری‌گلیسیرید و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین (VLDL) داشت، لذا این منبع فیبر غیر علوفه‌ای برای این گروه از دام‌ها توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: استارتر، تفال، چغندرقد، سبوس گندم، گوساله‌های شیری، مایع شکمبه

مقدمه

گوساله‌های سالم، شاداب و با رشد مطلوب، همراه با حداقل مرگ‌ومیر ممکن می‌گردد. این هدف تنها با به کارگیری اصول علمی تغذیه قابل دستیابی است (Cangiano et al., 2020; Caroprese et al., 2009). رشد و توسعه شکمبه فرآیندی پیچیده است که به طور قابل توجهی تحت تأثیر تدابیر تغذیه‌ای قرار دارد (Ballou & DePeters, 2008; Drackley, 2008). ویژگی‌های جیره استارتر و ترکیبات مواد مغذی مانند چربی، پروتئین و علوفه ارتباط نزدیکی با رشد مناسب شکمبه و از شیرگیری موفق دارند. این موارد در نهایت می‌توانند بر آینده تلیسه‌های جایگزین و تولید شیر تأثیرگذار باشند (Gelsinger et al., 2016). مصرف خوراک‌های کنسانتره‌ای به دلیل کاهش میزان نشخوار و جریان بزاق به شکمبه منجر به کاهش pH شکمبه می‌شود.

موفقیت واحدهای پرورش گاو شیری به شدت وابسته به برنامه‌های پرورش گوساله و تلیسه است، چرا که گوساله‌ها در برابر شرایط نامساعد محیطی و تغذیه‌ای بسیار حساس هستند. این حساسیت می‌تواند بر رشد و سلامت آینده دام و در نهایت بر عملکرد تولید شیر گله اثر بگذارد (Ma et al., 2021; Naserian et al., 2017). بهبود وضعیت اقتصادی و پشتیبانی از گله گاو شیری به وسیله

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۲- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(*) نویسنده مسئول: Email: tiyam.radin.birjand@gmail.com

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2026.96569.1280>

گندم و تفال (چغندر قند) به عنوان جایگزین دانه جو در جیره استارتر گوساله‌های ماده هلستاین و ارزیابی جامع اثرات آن‌ها بر عملکرد رشد، شاخص‌های منتخب تخمیر شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دامداری قدس واقع در شمال شرق نیشابور انجام شد. به منظور انجام این مطالعه، ۲۴ رأس گوساله شیرخوار هلستاین ماده با میانگین وزنی 37 ± 2 کیلوگرم در یک طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و هشت تکرار انتخاب شدند. گوساله‌ها بلافاصله پس از تولد از مادر جدا و وزن‌کشی شدند و به میزان ۱۰ درصد از وزن بدن خود به مدت سه روز متوالی آغوز مصرف کردند. در دوره شیرخوارگی، تا زمان از شیرگیری، گوساله‌ها روزانه چهار لیتر شیر را در دو وعده (ساعت ۵:۰۰ و ۱۶:۰۰) به طور ثابت مصرف کردند. پس از سه روزگی، گوساله‌ها وارد جایگاه‌های انفرادی شدند و به صورت تصادفی به یکی از سه تیمار آزمایشی تخصیص یافتند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- استارتر برپایه دانه جو، ۲- ۱۵ درصد سبوس گندم جایگزین دانه جو و ۳- ۱۳/۵ درصد تفال (چغندر قند) جایگزین دانه جو بودند. سطوح متفاوت جو، سبوس و تفال (چغندر قند) بر اساس ملاحظات جیره‌نویسی انتخاب شدند تا جیره‌ها از نظر انرژی و پروتئین خام تا حد امکان هم‌ارزش باشند. مواد خوراکی تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره آغازین در جدول ۱ ارائه شده است. استارتر مصرفی از روز چهارم آزمایش به صورت دستی در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. در طول آزمایش، گوساله‌ها به طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند.

در طول دوره آزمایشی، جیره‌ها پس از توزین روزانه در اختیار گوساله‌ها قرار گرفتند. برای تعیین میزان مصرف خوراک، پیش از ارائه وعده صبحگاهی، باقی‌مانده خوراک روز قبل جمع‌آوری و ثبت گردید. به منظور بررسی تغییرات وزن گوساله‌ها، تا پایان دوره آزمایش، گوساله‌ها به طور مرتب هر ۱۵ روز یک بار در ساعت ۱۶ وزن شدند.

در روزهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ آزمایش، حدود سه ساعت پس از وعده غذایی صبح، خون‌گیری از طریق سیاهرگ و داج انجام شد. نمونه‌های خون جمع‌آوری شده بلافاصله به لوله‌های آزمایش حاوی ضد انعقاد سدیم سیترات منتقل گردید. سپس نمونه‌ها با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. پلاسمای جدا شده تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. غلظت‌های پلاسمایی گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، نیتروژن اوره‌ای، لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین، آلبومین، پروتئین کل، آسپارات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر مدل تارگا ۱۰۰۰ ساخت ایتالیا اندازه‌گیری گردید.

در مقابل، مصرف علوفه توسط گوساله‌ها باعث توسعه بافت ماهیچه‌ای شکمبه، نشخوار و افزایش جریان بزاق به شکمبه می‌گردد. ورود بزاق به شکمبه، pH را پایدار می‌کند و این پایداری منجر به فعال شدن باکتری‌های سلولاییتیک می‌شود. در نتیجه، گوساله قادر خواهد بود که با بازده بیشتری از علوفه استفاده کند و به سرعت از وضعیت تک‌معدده‌ای به نشخوارکننده کارآمد تبدیل شود (Salariyana et al., 2013). از طرف دیگر، گزارش‌های محققان نشان می‌دهد که استفاده از علوفه به دلیل کاهش مصرف استارتر و وزن گوساله‌ها توصیه نمی‌شود (Phillips, 2004). منابع فیبر غیرعلوفه‌ای به عنوان منبع فیبر جیره استارتر باعث تقویت عملکرد ایمنی و بهبود استفاده از نیتروژن در شکمبه بره‌ها در دوره‌های قبل و بعد از شیرگیری می‌گردد (Liu et al., 2021). اکثریت این منابع دارای قابلیت تجزیه دیواره سلولی بیشتر، اندازه ذرات کوچک‌تر و وزن مخصوص و سرعت عبور بالاتر در مقایسه با علوفه‌ها هستند. همچنین استفاده از منابع فیبر غیرعلوفه‌ای نه تنها تأمین نیازهای دام را ممکن می‌سازد، بلکه می‌تواند در کاهش هزینه خوراک و حفظ سلامت شکمبه نیز مؤثر باشد (Salariyana et al., 2013).

سبوس گندم به عنوان یک محصول جانبی از فرآوری گندم، به دلیل دارا بودن مواد مغذی کافی و قیمت مناسب، می‌تواند به عنوان منبع انرژی جایگزین مؤثری برای تغذیه حیوانات مورد استفاده قرار گیرد (Chaudhary et al., 2001; Giri et al., 2000). به دلیل مصرف بالای نان در کشورهای در حال توسعه، سالانه مقدار قابل توجهی سبوس گندم تولید می‌شود. با توجه به محدودیت استفاده از این ماده در تغذیه طیور، عمدتاً از سبوس گندم در خوراک نشخوارکنندگان استفاده می‌گردد (Ganji et al., 2010). از نظر ارزش غذایی، سبوس گندم نسبت به خود دانه گندم و آرد، دارای میزان بالاتری از پروتئین، مواد معدنی (به ویژه فسفر) و ویتامین‌های گروه B (به خصوص نیاسین) است (Bartnik & Jakubczyk, 1989).

تفال (چغندر قند) که محصول فرعی فرآوری چغندر قند است، به دلیل ترکیبات خاص خود، می‌تواند تأثیرات مثبتی بر سلامت شکمبه و کارایی تغذیه‌ای داشته باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که تفال (چغندر قند)، شرایط بافری مناسبی در شکمبه ایجاد کرده و تولید استات را تحریک می‌کند. تفال (چغندر قند) حاوی مقادیر زیادی پکتین، الیاف قابل هضم و قند است (NRC, 2004; Naderi et al., 2016). با وجود مطالعات متعدد در خصوص استفاده از منابع فیبر غیرعلوفه‌ای در جیره نشخوارکنندگان، اغلب پژوهش‌های انجام شده بر دام‌های بالغ یا بره‌ها متمرکز بوده و اطلاعات محدودی در خصوص تأثیر این منابع در جیره استارتر گوساله‌های ماده شیری، به ویژه در دوره حساس قبل و بعد از شیرگیری وجود دارد. بنابراین، هدف از این پژوهش در مقایسه مستقیم دو منبع مهم و در دسترس فیبر غیرعلوفه‌ای (سبوس

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب مواد مغذی جیره استارتر

Table 1- Feed ingredients and nutrient composition of the starter

اجزای خوراک (درصد) Ingredients (percent)	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments ¹		
	تیمار ۱ Treatment 1	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۳ Treatment 3
ذرت Corn	54.5	54.5	54.5
جو Barley	14	-	-
سبوس گندم Wheat Bran	-	15	-
تفاله چغندر قند Sugar beet pulp	-	-	13.5
سویا Soybean	28.5	27.5	29
مکمل مواد معدنی ^۲ Mineral supplement ²	1	1	1
مکمل مواد ویتامینه ^۳ Vitamin supplement ³	1	1	1
کلسیم کربنات Calcium carbonate	0.5	0.5	0.5
نمک Salt	0.5	0.5	0.5
انرژی متابولیسمی (مگا کالری/کیلوگرم) ME (Mcal/kg)	3.35	3.28	3.27
پروتئین خام (%) Crude protein (%)	18.8	18.9	18.8
کلسیم (%) Calcium (%)	0.6	0.6	0.7
فسفر (%) Phosphorus (%)	0.6	0.7	0.5
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (%) Neutral detergent fiber (%)	12.4	15.4	15.7

^۱ تیمار ۱: استارتر برپایه دانه جو، تیمار ۲: ۱۵ درصد سبوس گندم جایگزین دانه جو، تیمار ۳: ۱۳/۵ درصد تفاله چغندر قند جایگزین دانه جو

^۲ مقادیر به ازای هر کیلوگرم جیره: ۵۲۹۰ قسمت در میلیون مس، ۶۷۵۰۰ قسمت در میلیون منیزیم، ۱۱۷۶۰ قسمت در میلیون منگنز، ۲۰۰۰۰ قسمت در میلیون روی، ۱۰۰ قسمت در میلیون کبالت، ۲۲۰۰۰۰ قسمت در میلیون ید

^۳ مقادیر به ازای هر کیلوگرم جیره: ۳۰۰۰ قسمت در میلیون موننسن، ۴۰ قسمت در میلیون سلنیوم آلی، ۵۴۰۰ قسمت در میلیون مس آلی، ۸۴۰۰ قسمت در میلیون منگنز آلی، ۱۵۶۰ قسمت در میلیون روی آلی، ۲۰۰ قسمت در میلیون بیوتین، ۴۰۰ قسمت در میلیون آنتی اکسیدان، ۱۵۰۰ هزار واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰ هزار واحد بین المللی ویتامین E، ۲۵۰ هزار واحد بین المللی ویتامین D₃

¹ Treatment 1: barley-based starter, Treatment 2: 15% wheat bran replacing barley, Treatment 3: 13.5% sugar beet pulp replacing barley.

² Values per kilogram of diet: 5290 parts per millions of copper, 67500 parts per millions of magnesium, 11760 parts per millions of manganese, 20000 parts per millions of zinc, 100 parts per millions of cobalt, 220000 parts per millions of iodine.

³ Values per kilogram of diet: 3000 parts per million of Monensin, 40 parts per million of organic selenium, 5400 parts per million of organic copper, 8400 parts per million of organic manganese, 1560 parts per million of organic zinc, 200 parts per million of biotin, 400 parts per million of antioxidants, 1500 international units of vitamin A, 10000 international units of vitamin E, 250000 international units of vitamin D₃.

۹۰ آزمایش)، نمونه‌های ادرار و مدفوع هریک از گوساله‌ها جمع‌آوری شده و pH آن‌ها با استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری گردید. همچنین نمونه مایع شکمبه با استفاده از لوله مری، سه ساعت پس از

به منظور بررسی قوام ظاهری مدفوع در طول دوره آزمایشی، قوام مدفوع به صورت روزانه و به روش چشمی با استفاده از مقیاس ۱ تا ۵ ارزیابی شد (Larson et al., 1977). در روز آخر دوره آزمایشی (روز

شکمبه و نیز شکل فیزیکی این ماده مرتبط است. این یافته با نتایج مطالعات پیشین مطابقت دارد که کاهش مصرف را به نرخ عبور آهسته‌تر و ویژگی‌های فیزیکی تفاله چغندر قند نسبت داده‌اند (Rouzbehan et al., 1994).

گنجاندن منابع فیبر غیرعلافه‌ای با قابلیت تخمیر بالا در جیره نشخوارکنندگان، می‌تواند موجب بهبود مصرف خوراک، سلامت دستگاه گوارش و کارایی رشد شود (Vojvodic et al., 2016; Miron et al., 2010). باین‌حال، نتایج حاصل از استفاده از تفاله چغندر قند در جیره‌های دامی متناقض بود. تغذیه تفاله چغندر قند جایگزین ذرت در جیره گاوهای شیری، مصرف ماده خشک را ۵/۶ درصد کاهش داده است (Mansfield et al., 1994). جایگزینی ۲۴ درصد تفاله چغندر قند با جو در جیره‌های حاوی کاه در بره‌های پروری منجر به کاهش مصرف کنساتره گردید (Bodas et al., 2007). درحالی‌که اثرات جایگزینی تفاله چغندر قند به‌جای علوفه ذرت و جو در جیره‌ها بر مصرف خوراک گاوهای شیری تحت تنش گرمایی منجر به افزایش خطی در مصرف ماده خشک و قابلیت هضم فیبر نامحلول در شونده خنثی گردید (Heydari et al., 2021). نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌کند که نوع منبع فیبر غیرعلافه‌ای می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در مصرف خوراک و کارایی رشد داشته باشد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت پلاسماهای شاخص‌های متابولیکی خون شامل گلوکز (Glu)، کلسترول (Cho)، تری‌گلیسرید (TG)، نیترژن اوره‌ای (BUN)، لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین (VLDL)، آلبومین (ALB)، پروتئین کل (TP)، آسپارات‌آمینوترانسفراز (AST) و آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT) در سنین ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روزگی در جدول ۳ ارائه شده است. براساس نتایج، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت Glu، Cho، BUN، ALB، TP، AST و ALT نداشتند. باین‌حال، غلظت TG و VLDL پلاسما به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت ($P < 0.05$). در سنین ۶۰ و ۹۰ روزگی (به‌ترتیب مربوط به دوره پس از شیرگیری و کل دوره آزمایش)، تیمار حاوی سبوس گندم موجب کاهش به‌ترتیب معنی‌دار (مقادیر میانگین مشاهده‌شده به‌ترتیب جیره حاوی سبوس گندم، تفاله چغندر قند و شاهد ۲۴/۲۵، ۳۰/۶۳ و ۲۹/۳۳ میلی‌گرم/دسی‌لیتر) و تمایل به معنی‌داری ($0.05 < P < 0.10$) TG در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی گردید ($P < 0.05$).

لیپوپروتئین‌های کم‌چگال که در کبد سنتز می‌شود، نقش مهمی در انتقال تری‌گلیسریدها از کبد به بافت‌های محیطی ایفا می‌کند. در مطالعه حاضر، بیشترین غلظت VLDL در شاهد (جیره پایه براساس دانه جو) با میانگین ۷/۰۷ میلی‌گرم/دسی‌لیتر مشاهده شد. این غلظت از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار حاوی سبوس گندم با میانگین ۵/۸۲ میلی‌گرم/دسی‌لیتر داشت ($P < 0.05$). درحالی‌که تفاوت

خوراک‌دهی صبح جمع‌آوری شد. برای جلوگیری از تأثیر بزاق بر pH مایع شکمبه، نخستین نمونه گرفته‌شده دور ریخته شد. غلظت نیترژن آمونیاکی مایع شکمبه مطابق روش فنل هیپوکلرایت تعیین گردید (Broderick & Kang, 1980).

سن از شیرگیری به‌عنوان معیاری برای ارزیابی عملکرد تیمارها ثبت شد. معیار از شیرگیری، مصرف ۹۰۰ گرم جیره استارتر توسط گوساله‌های هر تیمار بود (Leaver & Yarrow, 1972). همچنین سن شروع نشخوار در هر سه تیمار به‌صورت چشمی ارزیابی گردید، به‌طوری‌که هر گوساله به مدت سه روز متوالی عمل نشخوار را انجام داد و در پایان روز سوم، سن شروع نشخوار هر گوساله ثبت شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (2003) و رویه GLM انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی کرامر استفاده شد.

معادله مدل آماری مورد استفاده به‌صورت معادله ۱ بود.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad (1)$$

که در آن، Y_{ij} : متغیر وابسته، μ : میانگین جمعیت برای متغیر، T_i : اثر تیمار و E_{ij} : اثر تصادفی مربوط به خطای آزمایشی مشاهده ij است.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک گوساله‌های تغذیه‌شده با تیمارهای آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$). استفاده از سبوس گندم در جیره استارتر در مقایسه با تفاله چغندر قند منجر به بهبود معنی‌دار در شاخص‌های عملکردی پس از شیرگیری شد ($P < 0.05$). مصرف خوراک در تیمار حاوی سبوس گندم به‌طور معنی‌داری بالاتر از تفاله چغندر قند در دوره پس از شیرگیری بود (۲/۸۹ در برابر ۲/۴۲ کیلوگرم در روز). همچنین افزایش وزن روزانه در تیمار حاوی سبوس گندم به ۱/۱۰ کیلوگرم در روز رسید که نسبت به ۰/۸۸ کیلوگرم در روز در تیمار حاوی تفاله چغندر قند برتری داشت ($P < 0.05$). این برتری در افزایش وزن کل دوره آزمایش نیز مشاهده شد (۰/۷۲ کیلوگرم در روز برای سبوس گندم در برابر ۰/۶۳ کیلوگرم در روز برای تفاله چغندر قند). باین‌حال، ضریب تبدیل خوراک بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

افزایش مصرف خوراک در گوساله‌های دریافت‌کننده سبوس گندم می‌تواند ناشی از هضم‌پذیری بالاتر نشاسته و فیبر قابل تخمیر موجود در سبوس باشد که به‌طور کلی شرایط مطلوب‌تری را برای تخمیر شکمبه‌ای فراهم می‌آورد. در مقابل، مصرف پایین‌تر خوراک در تیمار حاوی تفاله چغندر قند احتمالاً به نرخ عبور آهسته‌تر ماده خشک از

بین تیمارهای حاوی سبوس گندم و تفال‌ه چغندر قند معنی‌دار نبود. فیبرهای جیره‌ای بسته به نوع و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خود می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر کاهش جذب چربی و تنظیم متابولیسم لیپیدها داشته باشند. غلظت TG کمتر در گوساله‌هایی که در دوره

پس از شیرگیری با سبوس گندم تغذیه شده بودند، در مقایسه با گوساله‌هایی که با تفال‌ه چغندر قند تغذیه شده بودند، ممکن است به مصرف بیشتر خوراک آغازین در این دوره نسبت داده شود.

جدول ۲- اثر منابع فیبر غیر علوفه‌ای در جیره استارتر گوساله‌های ماده هلشتاین بر عملکرد

Table 2- The effect of non-forage fiber sources in the starter diet of Holstein calves on performance

صفت Parameter	دوره Period	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments ¹			خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی داری P-value
		تیمار ۱ Treatment 1	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۳ Treatment 3		
مصرف خوراک (کیلوگرم/روز) Feed intake (kg/d)	قبل از شیرگیری Before weaning	0.453	0.427	0.383	0.07	0.80
	بعد از شیرگیری After weaning	2.79 ^{ab}	2.89 ^a	2.42 ^b	0.13	0.04
	کل دوره The whole period	1.24	1.25	1.06	0.07	0.17
افزایش وزن (کیلوگرم/روز) Weight gain (kg/d)	قبل از شیرگیری Before weaning	0.520	0.533	0.503	0.04	0.84
	بعد از شیرگیری After weaning	1.12 ^a	1.10 ^a	0.88 ^b	0.04	0.0005
	کل دوره The whole period	0.72 ^a	0.72 ^a	0.63 ^b	0.03	0.04
ضریب تبدیل خوراک (کیلوگرم اضافه وزن/کیلوگرم خوراک) Feed conversion ratio (kg feed/kg weight gain)	قبل از شیرگیری Before weaning	0.654	0.607	0.604	0.07	0.86
	بعد از شیرگیری After weaning	0.412	0.391	0.365	0.14	0.39
	کل دوره The whole period	1.28	1.29	1.33	0.07	0.88

^۱ تیمار ۱: استارتر برپایه دانه جو، تیمار ۲: ۱۵ درصد سبوس گندم جایگزین دانه جو، تیمار ۳: ۱۳/۵ درصد تفال‌ه چغندر قند جایگزین دانه جو

^۲ هر ردیف که دارای حروف غیر مشابه است در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد.

¹ Treatment 1: barley-based starter, Treatment 2: 15% wheat bran replacing barley, Treatment 3: 13.5% sugar beet pulp replacing barley.

² Different letters in the rows indicate significance at the 5% level

نگرفته است (Mohsen et al., 2021; Belibasakis & Tsirgogianni, 1996).

نتایج مربوط به pH شکمبه، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه و pH ادرار و مدفوع گوساله‌های تغذیه‌شده با تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه و pH ادرار و مدفوع از نظر آماری معنی‌دار نبود. گوساله‌های دریافت‌کننده سبوس گندم دارای pH شکمبه‌ای بالاتر (۶/۹۵) در برابر شاهد (۶/۴۳) از گوساله‌های دریافت‌کننده جیره پایه حاوی دانه جو بودند ($P < 0.05$). افزایش pH شکمبه‌ای در گوساله‌های دریافت‌کننده منابع فیبر غیر علوفه‌ای با یافته‌های سایر

فیبر بالای جیره بر متابولیسم لیپید تأثیر گذاشته و به‌طور بالقوه باعث افزایش بسیج چربی و کاهش ذخیره چربی شد (Wu et al., 2024). یافته‌های مشابهی در مطالعات دیگر گزارش شده است که در آن‌ها فیبر غذایی با کاهش جذب چربی و افزایش دفع چربی، متابولیسم لیپید را افزایش داده است (Zebeli et al., 2012). این تنظیم متابولیکی برای حفظ تعادل انرژی، به‌ویژه در نشخوارکنندگان که متابولیسم کارآمد چربی برای تولید شیر و عملکرد رشد حیاتی است، بسیار مهم می‌باشد (Wu et al., 2024). همسو با نتایج پژوهش حاضر، محققان گزارش کرده‌اند که غلظت Glu، TG و Cho در گروه‌های آزمایشی تغذیه‌شده با تفال‌ه چغندر قند تحت تأثیر قرار

شکمه‌ای، احتمال بروز اسیدوز تحت حاد شکمه‌ای را کاهش داده و محیط شکمه را در شرایط پایدارتری حفظ می‌کند. فیبر نامحلول در شوینده خنثی، الگوی تخمیر شکمه را به سمت تولید استات تغییر می‌دهد، غلظت لاکتات را در شکمه کاهش می‌دهد و جویدن و نشخوار را تحریک می‌کند و در نتیجه شدت اسیدوز شکمه‌ای تحت حاد را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، تکثیر باکتری‌های سلولولیتیک را در شکمه افزایش می‌دهد و استفاده از فیبر را افزایش می‌دهد (Zhang *et al.*, 2025). در نتیجه، افزودن منابع فیبر غیرعلافه‌ای با قابلیت تخمیر متوسط، از جمله سبوس گندم، به خوراک آغازین گوساله‌ها می‌تواند به پایداری محیط شکمه کمک کند.

پژوهشگران همسو است. استفاده از یک منبع فیبر غیرعلافه‌ای خوب می‌تواند سبب افزایش و تثبیت pH شکمه گردد (Ferreira, Pires, Susin, Mendes, Gentil, Araujo, Amaral *et al.*, 2011; Ferreira, Pires, Susin, Mendes, Queiroz, Araujo, Gentil *et al.*, 2011; Silva Vicente *et al.*, 2023). افزون بر این، مصرف منابع فیبری موجب تحریک عمل نشخوار و افزایش ترشح بزاق می‌گردد. بزاق دارای خاصیت بافری بوده و ورود آن به شکمه از طریق افزایش غلظت یون‌های بی‌کربنات، به تثبیت pH در دامنه مطلوب کمک می‌کند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که گنجانیدن منابع فیبر غیرعلافه‌ای مانند سبوس گندم در جیره استارتر گوساله‌ها، ضمن بهبود تخمیر

جدول ۳- اثر منابع فیبر غیرعلافه‌ای در جیره استارتر گوساله‌های ماده هلشتاین بر شاخص‌های خون

Table 3- The effect of non-forage fiber sources in the starter diet of Holstein calves on blood parameters

صفت Parameter	روز Day	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments ¹			خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی داری P-value
		تیمار ۱ Treatment 1	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۳ Treatment 3		
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر) Glucose (mg/dL)	30	77.33	78.77	72.83	3.247	0.45
	60	61.33	57.37	51.16	3.816	0.19
	90	69.47	67.98	62.08	2.743	0.17
کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر) Cholesterol (mg/dL)	30	74.31	70.93	68.58	3.715	0.54
	60	65.02	58.08	59.77	3.590	0.40
	90	69.68	64.87	64.02	2.895	0.33
تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر) Triglycerides (mg/dL)	30	41.40	35.19	34.26	2.808	0.17
	60	29.33 ^a	24.25 ^b	30.63 ^a	1.826	0.04
	90	35.36	29.70	32.49	1.695	0.08
نیترژن اورده‌ای خون (میلی گرم در دسی لیتر) Blood urea nitrogen (mg/dL)	30	10.56	12.42	10.55	0.895	0.25
	60	9.19	10.26	9.39	0.514	0.32
	90	9.90	11.35	9.95	0.621	0.20
لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین (میلی گرم در دسی لیتر) VLDL (mg/dL)	30	8.28	6.80	6.86	0.535	0.11
	60	5.86	4.85	5.69	0.334	0.09
	90	7.07 ^a	5.82 ^b	6.28 ^{ab}	0.319	0.03
آلبومین (گرم در دسی لیتر) Albumin (g/dL)	30	2.86	2.72	2.83	0.115	0.66
	60	2.84	2.96	2.66	0.199	0.57
	90	2.85	2.84	2.74	0.106	0.73
پروتئین کل (گرم در دسی لیتر) Total protein (g/dL)	30	5.83	5.81	5.65	0.215	0.80
	60	5.52	5.64	5.56	0.229	0.93
	90	5.68	5.73	5.60	0.151	0.84
آسپارات آمینوترانسفراز (واحد بین‌المللی) Aspartate aminotransferase (IU)	30	46.96	51.99	47.16	4.277	0.65
	60	67.14	68.70	73.08	4.666	0.67
	90	56.88	59.86	60.38	3.072	0.68
آلانین آمینوترانسفراز (واحد بین‌المللی) Alanine aminotransferase (IU)	30	10.69	9.66	10.08	0.811	0.66
	60	19.04	17.23	19.56	1.205	0.39
	90	14.80	13.54	14.95	0.692	0.31

^۱ تیمار ۱: استارتر برپایه دانه جو، تیمار ۲: ۱۵ درصد سبوس گندم جایگزین دانه جو، تیمار ۳: ۱۳/۵ درصد تقاله چغندر قند جایگزین دانه جو

^۲ هر ردیف که دارای حروف غیرمشابه است در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد.

¹ Treatment 1: barley-based starter, Treatment 2: 15% wheat bran replacing barley, Treatment 3: 13.5% sugar beet pulp replacing barley.

² Different letters in the rows indicate significance at the 5% level

جدول ۴- اثر منابع فیبر غیر علوفه‌ای بر pH شکمبه، نیتروژن آمونیاکی شکمبه و pH ادرار و مدفوع

Table 4- The effect of non-forage fiber sources on rumen pH, rumen ammonia nitrogen and urine and feces pH

صفت Parameter	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments ¹			خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی‌داری P-value
	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳		
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3		
pH شکمبه Rumen pH	6.43 ^b	6.95 ^a	6.84 ^{ab}	0.12	0.01
نیتروژن آمونیاکی شکمبه (میلی مول بر لیتر) Rumen ammonia nitrogen (mmol/L)	16.73	15.07	15.29	0.98	0.45
pH ادرار Urine pH	8.13	8.21	8.23	0.03	0.20
pH مدفوع Fecal pH	6.92	7.09	7.10	0.15	0.64

^۱ تیمار ۱: استارت بر پایه دانه جو، تیمار ۲: ۱۵ درصد سبوس گندم جایگزین دانه جو، تیمار ۳: ۱۳/۵ درصد تفال چغندر قند جایگزین دانه جو

^۲ هر ردیف که دارای حروف غیر مشابه است در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد.

¹ Treatment 1: barley-based starter, Treatment 2: 15% wheat bran replacing barley, Treatment 3: 13.5% sugar beet pulp replacing barley.

² Different letters in the rows indicate significance at the 5% level

آنزیم‌های گوارشی موجب بهبود هضم و جذب مواد مغذی و کاهش سرعت عبور مواد هضمی از دستگاه گوارش می‌شود. مصرف بیشتر رژیم‌های غذایی با فیبر کمتر و انرژی بیشتر و تولید شیر بالاتر منجر به مدفوع با امتیاز قوام پایین می‌گردد (Ireland-Perry & Stallings, 1993). در گوساله‌هایی که با استارت حاوی فیبر غیر علوفه پسته پنبه‌دانه تغذیه شده بودند، نمره مدفوع سفت‌تری مشاهده شده است (Hill et al., 2009).

قوام مدفوع گوساله‌های تغذیه‌شده با تیمارهای مختلف در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر قوام مدفوع نداشتند. اگرچه استفاده از منابع مختلف فیبر غیر علوفه‌ای در جیره منجر به اختلافات آماری معنی‌دار بین تیمارها نشد، اما از نظر عددی، قوام مدفوع گوساله‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی فیبر تا حدودی بهبود یافت. فیبر از طریق کاهش حرکات دودی روده، افزایش سطح تماس مواد هضمی از طریق ایجاد شبکه‌های موئین و فراهم‌سازی شرایط مطلوب‌تر برای عملکرد

جدول ۵- اثر منابع فیبر غیر علوفه‌ای در جیره استارت گوساله‌های ماده هلشتاین بر قوام مدفوع

Table 5- The effect of non-forage fiber sources in the starter diet of Holstein calves on feces scores

دوره Period	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments ¹			خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی‌داری P-value
	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳		
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3		
قبل از شیرگیری Before weaning	3.12	3.15	3.88	0.50	0.49
بعد از شیرگیری After weaning	3.12	3.19	3.19	0.06	0.71
کل دوره The whole period	3.12	3.16	3.65	0.34	0.49

^۱ تیمار ۱: استارت بر پایه دانه جو، تیمار ۲: ۱۵ درصد سبوس گندم جایگزین دانه جو، تیمار ۳: ۱۳/۵ درصد تفال چغندر قند جایگزین دانه جو

^۲ نمره دهی مدفوع به ترتیب شامل: ۱: خیلی شل، ۲: شل، ۳: متوسط، ۴: سفت، ۵: خیلی سفت در نظر گرفته شد.

^۳ هر ردیف که دارای حروف غیر مشابه می‌باشد در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد.

¹ Treatment 1: barley-based starter, Treatment 2: 15% wheat bran replacing barley, Treatment 3: 13.5% sugar beet pulp replacing barley.

² Stool scoring was considered as follows: 1: very loose, 2: loose, 3: moderate, 4: hard, 5: very hard.

³ Different letters in the rows indicate significance at the 5% level

($P < 0.05$). گزارش‌های موجود در مورد تأثیر تفاله چغندر قند بر مصرف خوراک و عملکرد دام نیز متناقض است؛ به‌طوری‌که برخی پژوهش‌ها نتایج مثبت و برخی دیگر نتایج منفی را گزارش کرده‌اند (Rymer & Armstrong, 1989; Rouzbehan *et al.*, 1994; Bodas *et al.*, 2007; Kargar *et al.*, 2025).

میانگین وزن تولد، وزن در زمان آغاز نشخوار، وزن از شیرگیری و وزن پایانی گوساله‌های تغذیه‌شده با تیمارهای آزمایشی در جدول ۶ ارائه شده است. براساس نتایج، تنها وزن پایانی تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری میان آن‌ها مشاهده شد. گوساله‌هایی که جیره حاوی تفاله چغندر قند دریافت کردند، وزن نهایی کمتری نسبت به گوساله‌های تغذیه‌شده با جیره استارتر حاوی جو داشتند.

جدول ۶- اثر منابع فیبر غیرعلوفه‌ای در جیره استارتر گوساله‌های ماده هلشتاین بر میانگین وزن بدن تولد، زمان شروع نشخوار، از شیرگیری و پایانی

Table 6- The effect of non-forage fiber sources in the starter diet of Holstein calves on average birth body weight, time to start rumination, weaning, and final

دوره Period	تیمارهای آزمایشی ^۱ Experimental treatments ¹			خطای استاندارد میانگین SEM	سطح معنی‌داری P-value
	تیمار ۱ Treatment 1	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۳ Treatment 3		
وزن تولد (کیلوگرم) Birth weight (kg)	38.64	35.18	36.87	1.18	0.15
وزن زمان شروع نشخوار (کیلوگرم) Weight at the start of rumination (kg)	42.04	42.46	40.87	0.82	0.34
وزن از شیرگیری (کیلوگرم) Weaning weight (kg)	65.03	65.90	65.30	1.35	0.90
وزن پایانی (کیلوگرم) Final weight (kg)	105.59 ^a	102.25 ^{ab}	94.37 ^b	2.97	0.03

^۱ تیمار ۱: استارتر برپایه دانه جو، تیمار ۲: ۱۵ درصد سبوس گندم جایگزین دانه جو، تیمار ۳: ۱۳/۵ درصد تفاله چغندر قند جایگزین دانه جو

^۲ هر ردیف که دارای حروف غیرمشابه است در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد.

¹ Treatment 1: barley-based starter, Treatment 2: 15% wheat bran replacing barley, Treatment 3: 13.5% sugar beet pulp replacing barley.

² Different letters in the rows indicate significance at the 5% level

در مقایسه با جیره‌های حاوی تفاله چغندر قند و جو بود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از سبوس گندم به‌عنوان منبع فیبر غیرعلوفه‌ای در جیره استارتر، در شرایط پرورش، ترکیب جیره و مدیریت اعمال‌شده در این پژوهش، می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای بهبود برخی شاخص‌های رشد و سلامت گوساله‌های ماده هلشتاین باشد. با این حال، تعمیم این نتایج به سایر شرایط پرورشی، سطوح مختلف جیره استارتر و سیستم‌های مدیریتی نیازمند انجام تحقیقات بیشتر است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش براساس شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده نشان داد که جایگزینی فیبر غیرعلوفه‌ای سبوس گندم به‌جای تفاله چغندر قند در جیره استارتر، در شرایط این آزمایش، با بهبود برخی شاخص‌های عملکردی و فیزیولوژیک گوساله‌های ماده هلشتاین همراه بوده است. این بهبودها شامل افزایش دوره‌ای مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه در کل دوره آزمایش و همچنین بهبود pH شکمبه و غلظت متابولیت‌های خونی تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین

References

- Ballou, M., & DePeters, E. (2008). Supplementing milk replacer with omega-3 fatty acids from fish oil on immunocompetence and health of Jersey calves. *Journal of Dairy Science*, 91, 3488-3500. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1017>
- Bartnik, M., & Jakubczyk, T. (1989). Chemical composition and the nutritive value of wheat bran. G. H. Bourne (ed). *Nutritional Value of Cereal Products, Beans and Starches. World Review of Nutrition and Dietetics*, 60, 92-131. <https://doi.org/10.1159/000417521>
- Belibasakis, N., & Tsirgogianni, D. (1996). Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 60, 87-92. <https://doi.org/10.1016/0377->

8401(95)00927-2

Bodas, R., Giráldez, F. J., López, S., Rodríguez, A. B., & Mantecón, A. R. (2007). Inclusion of sugar beet pulp in cereal-based diets for fattening lambs. *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 250-254. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.07.006>

Broderick, G. A., & Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*, 63, 64-75. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82888-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8)

Cangiano, L. R., Yohe, T. T., Steele, M. A., & Renaud, D. L. (2020). Invited review: Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing. *Journal of Applied Animal Science*, 36, 630-651. <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02049>

Caroprese, M., Marzano, A., Entrican, G., Wattegedera, S., Albenzio, M., & Sevi, A. (2009). Immune response of cows fed polyunsaturated fatty acids under high ambient temperatures. *Journal of Dairy Science*, 92, 2796-2803. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1809>

Chaudhary, L. C., Sahoo, A., Agarwal, N., Kamra, D. N., & Pathak, N. N. (2001). Effect of grain with deoiled rice bran and molasses from the diets of lactating cows. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 14, 646-650.

Drackley, J. K. (2008). Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinic North American Food Animal Practice*, 24(1), 55-86. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.01.001>

Ferreira, E. M., Pires, A. V., Susin, I., Mendes, C. Q., Gentil, R. S., Araujo, R. C., Amaral, R. C., & Loerch, S. C. (2011a). Growth, feed intake, carcass characteristics, and eating behavior of feedlot lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. *Journal of Animal Science*, 89, 4120-4126. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3417>

Ferreira, E. M., Pires, A. V., Susin, I., Mendes, C. Q., Queiroz, M. A. A., Araujo, R. C., Gentil, R. S., & Loerch, S. C. (2011b). Apparent digestibility, nitrogen balance, and ruminal constituents in ram lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. *Journal of Animal Science*, 89, 4127-4133. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3419>

Ganji, F., Bashtani, M., Farhangfar, S. H., & Asghari, M. (2010). Use of different levels of wheat bran on intake and fattening performance in Baluchi male lambs. *Journal of Animal Science Research*, 21(1), 63-74. (In Persian). <https://sid.ir/paper/147485/fa>

Gelsinger, S. L., Heinrichs, A. L., & Jones, C. M. (2016). A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99, 6206-6214. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10744>

Giri, S. S., Sahoo, A., & Pathak, N. N. (2000). Feed intake, digestibility, plane of nutrition and live weight gain by crossbred growing bulls fed on grain less diets containing different nitrogen sources. *Animal Feed Science and Technology*, 83, 195-203. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00139-X](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00139-X)

Heydari, M., Ghorbani, G. R., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Rafiee, H., Ahamdi, F., & Saeidy, H. (2021). Beet pulp substituted for corn silage and barley grain in diets fed to dairy cows in the summer months: Feed intake, total-tract digestibility, and milk production. *Animal*, 15(1), 100063. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100063>

Hill, S. R., Hopkins, B. A., Davidson, S., Bolt, S. M., Diaz, D. E., 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, 790-798. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1320>

Ireland-Perry, R. L., & Stallings, C. C. (1993). Fecal consistency as related to dietary composition in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 76(4), 1074-1082. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77436-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77436-6)

Kargar, H., Danesh Mesgaran, M., Vakili, S. A. R., Ebrahimi, S. H. (2025). The effect of pectin, peri and probiotic on growth performance and blood parameters in Holstein suckling female calves. *Journal of Ruminant Research*, 13(1), 73-92. (In Persian). <https://doi.org/10.22069/ejrr.2024.22443.1959>

Larson, L. L., Owen, F. G., Albright, J. L., Appleman, R. D., Lamb, R. C., & Muller, L. D. (1977). Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. *Journal of Dairy Science*, 60, 989-991. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(77\)83975-1](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(77)83975-1)

Leaver, J. D., & Yarrow, N. H. (1972). Rearing of dairy cattle 1. Type and level of milk substitute offered once daily to calves. *Animal Science*, 14, 155-159. <https://doi.org/10.1017/S0003356100010825>

Liu, T., Li, F., Xu, J., La, Y., Zhou, J., Zheng, C., & Weng, X. (2021). Transcriptomic analysis reveals that non-forage or forage fiber source promotes rumen development through different metabolic processes in lambs. *Animal Biotechnology*, 34(4), 1058-1071. <https://doi.org/10.1080/10495398.2021.2011738>

Ma, J., Wang, C., Wang, Z., Cao, G., Hu, R., Wang, X., Zou, H., Kang, K., Peng, Q., Xue, B., Wang, L., Zhu, Y., & Zhu, M. (2021). Active dry yeast supplementation improves the growth performance, rumen fermentation, and immune response of weaned beef calves. *Journal of Animal Nutrition*, 7(4), 1352-1359.

Mansfield, H. R., Stern, M. D., & Otterby, E. E. (1994). Effects of beet pulp and animal by-products on milk yield and *in vitro* fermentation by rumen microorganisms. *Journal of Dairy Science*, 77, 205-216. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)76943-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)76943-5)

Miron, J., Adin, G., Solomon, R., Nikbachat, M., Zenou, A., Yosef, E., Brosh, A., Shabtay, A., Asher, A., Gacitua,

- H., Kaim, M., Yaacobi, S., Portnik, Y., & Mabjeesh, S. J. (2010). Effects of feeding cows in early lactation with soy hulls as partial forage replacement on heat production, retained energy and performance. *Animal Feed Science and Technology*, 155, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.09.012>
- Mohsen, M. K., Ali, M. F., Gaafar, H. M., Al-Sakka, T. S., Aboelenin, S. M., Soliman, M. M., & Dawood, M. A. O. (2021). Impact of dry sugar beet pulp on milk production, digestibility traits, and blood constituents of dairy Holstein cows. *Animals*, 11, 3496. <https://doi.org/10.3390/ani11123496>
- Naderi, N., Ghorbani, G. R., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Nasrollahi, S. M., & Beauchemin, K. A. (2016). Shredded beet pulp substituted for corn silage in diets fed to dairy cows under ambient heat stress: Feed intake, total-tract digestibility, plasma metabolites, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 99, 1-11. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11029>
- Naserian, A. A., Elmi, H., Tahmasebi, A. M., & Farzaneh, N. (2017). Effect of flaxseed and rapeseed on digestibility and some blood parameters of Kurdish ewes during late pregnancy period. *Journal of Animal Science*, 115, 167-178. (In Persian).
- National Research Council. (2001). Nutrient Requirement of Dairy Cattle. (7th rev. ed.) Natl. Acad. Sci., Washington, DC. USA.
- Phillips, C. J. C. (2004). The effects of forage provision and group size on the behavior of calves. *Journal of Dairy Science*, 87, 1380-1388. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73287-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73287-7)
- Rouzbehan, Y., Galbraith, H., Rooke, J. A., & Perrott, J. G. (1994). A note on the effects of dietary inclusion of a yeast culture on growth and ruminal metabolism of lambs given diets containing unground pelleted molassed dried sugar-beet pulp and barley in various proportions. *Animal Production*, 59, 147-150. <https://doi.org/10.1017/S0003356100007601>
- Rymer, C., & Armstrong, D. G. (1989). Digestion by sheep of ground and unground dried molassed sugar beet pulp diets and the effect of partially replacing the beet pulp with barley. *The Journal of Agricultural Science*, 113, 223-231. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086809>
- Salariyania, A., Fathi, N., Farhangfar, M. H., & Naeimipour, H. (2013). Effect of two different levels of dietary fiber starting on feed intake, daily gain, feed intake and rumen properties Holstein dairy cattle. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 4, 334-323. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/IJASR.V4I4.20332>
- Silva Vicente, A. C., Paula Carlis, M. S., Santos, I. J., Silva, A. L. A., Dias Júnior, P. C. G., Assis, R. G., Sturion, T. U., Socolovski Biava, J., Vaz Pires, A., & Maia Ferreira, E. (2023). Performance, nutritional behavior, and carcass characteristics of feedlot lambs fed diets with non-forage fiber source or sodium bicarbonate. *Tropical Animal Health and Production*, 54, 287. <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03297-2>
- Vojvodic, A., Komes, D., Vovk, I., Belscak-Cvitanovic, A., & Busic, A. (2016). Compositional evaluation of selected agro-industrial wastes as valuable sources for the recovery of complex carbohydrates. *Food Research International*, 89, 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.023>
- Wu, D., He, X., Lu, Y., Gao, Z., Chong, Y., Hong, J., Wu, J., Deng, W., & Xi, D. (2024). Effects of different dietary combinations on blood biochemical indicators and rumen microbial ecology in wenshan cattle. *Microorganisms*, 12(11), 2154. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12112154>
- Zebeli, Q., Aschenbach, J. R., Tafaj, M., Boguhn, J., Ametaj, B. N., & Drochner, W. (2012). Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95, 1041-1056. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4421>
- Zhang, Z., Li, F., Li, F., Wang, Z., Guo, L., Weng, X., Sun, X., He, Z., Meng, X., Liang, Z., & Li, X. (2025). Influence of dietary forage neutral detergent fiber on ruminal fermentation, chewing activity, nutrient digestion, and ruminal microbiota of Hu sheep. *Animals*, 15, 314. <https://doi.org/10.3390/ani15030314>