



Effect of non-steamed flaked barley with milled barley on performance, nutritional behavior, fecal score and blood parameters of Holstein suckling calves

Ghasem Khadem¹ | Taghi Ghoorchi² | Abdolhakim Toghdory³ |
Katayoun Mehrani⁴ | Kamel Amozadeh Araee⁵

1. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ghasem.khadem_s00@gau.ac.ir
2. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ghoorchi.profcms@gau.ac.ir
3. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: toghdory.profcms@gau.ac.ir
4. Corresponding Author, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: katayoun.mehrani_s99@gau.ac.ir
5. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: kamel.amozadeh_s00@gau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received 15 April 2024
Received in revised form
14 August 2024
Accepted 14 August 2024
Published online 4 May 2025

Keywords:

Barley Processing
Fecal Score
Suckling Calf
Weight Gain

ABSTRACT

Objective: Proper raising of suckling calves is important in creating a profitable productive herd. In this regard, the three important principles of nutrition, preservation of the environment and disease control will be effective in reducing losses caused by losses from birth to weaning. In recent years, efforts have been made in calf nutrition to find the best combination of starter diets to justify the best growth and health. Grain processing makes starch available to microbes and increases the rate and extent of starch degradation in the rumen. Considering that there is little information about the effect of barley processing on feed intake and performance behavior in dairy calves, therefore, this study aims to compare non-steamed flaked barley with milled barley on performance, fecal score, chewing behavior and blood parameters of Holstein suckling calves.

Materials and Methods: In this study, 12 Holstein female calves aged 20 to 25 days and an initial body weight of 44 ± 2.7 kg were used in two treatments and six replications. The treatments included: 1- starter diet containing milled barley, and 2- starter diet containing non-steamed flaked barley. The duration of the trial period was 35 days. The experimental diets were isoenergetic and isonitrogenous. On the 58th and 59th days of the experiment, feed intake behavior was calculated by recording activity for 24 hours. During the research period, the calf fecal score was also checked. To measure blood parameters on the 35th day of the experiment, blood was taken four hours after morning feeding using heparinized venoject tubes from the jugular vein of the calves.

Results and Discussion: The results comparing the effect of milled and non-steamed flaked barley on the performance of Holstein calves showed that there is a significant difference between the calves fed non-steamed flaked barley in terms of final weight, weight changes, average daily gain (ADG), dry matter intake (DMI) and feed conversion ratio (FCR) than calves fed milled barley ($P < 0.05$). The calves fed non-steamed flaked barley had more weight changes (11.66) during the experimental period. There was a significant difference in eating behavior, rumination, chewing and rest of calves between experimental treatments ($P < 0.05$). The fecal consistency score, the number of calves with diarrhea and the average days with diarrhea were not affected by the treatments. Blood glucose concentration of calves fed non-steamed flaked barley was higher than that of calves consumed milled barley ($P < 0.05$). However, blood concentrations of triglyceride, cholesterol, urea, total protein, albumin, globulin and their ratio were not affected.

Conclusion: The results of the present study showed that the use of non-steamed flaked barley compared to milled barley increased DMI and ADG, and improved FCR and eating behavior of dairy calves.

Cite this article: Khadem, Gh., Ghoorchi, T., Toghdory, A., Mehrani, K., & Amozadeh Araee, K. (2025). Effect of non-steamed flaked barley with milled barley on performance, nutritional behavior, fecal score and blood parameters of Holstein suckling calves. *Journal of Animal Production*, 27 (1), 15-25.
DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2024.375132.623791>





تأثیر جو پولکی شده بدون بخار با جو آسیاب شده بر عملکرد، رفتار تغذیه‌ای، اسکور مدفوع و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیر خوار هلستاین

قاسم خادم^۱ | تقی قورچی^۲ | عبدالحکیم توغدری^۳ | کتایون مهرانی^۴ | کامل عموزاده آرائی^۵

۱. گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. ghasem.khadem_s00@gu.ac.ir
۲. گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. ghoorchi.profcms@gu.ac.ir
۳. گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. toghdory.profcms@gu.ac.ir
۴. نویسنده مسئول، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. katayoun.mehrani_s99@gu.ac.ir
۵. گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. kamel.amozadeh_s00@gu.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۲/۱۴

هدف: پرورش مناسب و صحیح گوساله‌های شیرخوار سهم قابل توجهی در ایجاد یک گله مولد سودآور دارد. در این رابطه توجه به سه اصل مهم تغذیه، محیط نگهداری و کنترل بیماری در کاهش خسارات مالی ناشی از تلفات از بدو تولد تا زمان شیرگیری گوساله‌ها اثربخش خواهد بود. طی سال‌های اخیر پژوهش‌گران در رابطه با تغذیه گوساله‌ها به دنبال پیدا کردن بهترین ترکیب جیره آغازین بوده‌اند تا بتوانند حداکثر رشد و رفاه قابل توجهی از نظر اقتصادی را برای دام مهیا کنند. فراوری دانه، نشاسته را در دسترس میکروب‌ها قرار می‌دهد و سرعت و میزان تخریب نشاسته را در شکمبه افزایش می‌دهد. با توجه به این که اطلاعات اندکی در مورد تأثیر روش فراوری جو بر مصرف خوراک و رفتار عملکرد در گوساله‌های شیرخوار موجود است، بنابراین، هدف از مطالعه حاضر مقایسه جو پولکی شده بدون بخار با جو آسیاب شده بر عملکرد، اسکور مدفوع، رفتار تغذیه‌ای و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیرخوار هلستاین بود.

روش پژوهش: در این پژوهش از ۱۲ گوساله ماده هلستاین با سن ۲۰ تا ۲۵ روز و وزن اولیه 44 ± 2.7 کیلوگرم در دو تیمار و شش تکرار استفاده شد. تیمارها شامل ۱- جیره آغازین حاوی دانه جو آسیاب شده، ۲- جیره آغازین حاوی دانه جو پولکی شده بدون بخار و مدت دوره آزمایشی ۳۵ روز بود. جیره‌های آزمایشی استفاده شده از نظر میزان پروتئین و انرژی یکسان بودند. در روزهای ۵۸ و ۵۹ آزمایش، رفتار مصرف خوراک با ثبت فعالیت به مدت ۲۴ ساعت محاسبه شد. در طول دوره تحقیق، نمره مدفوع گوساله نیز بررسی شد. به منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در روز ۳۵ آزمایش، خون‌گیری چهار ساعت پس از مصرف خوراک صبح و از سیاهرگ گردنی (وداج) با استفاده از لوله‌های خون‌گیری حاوی ماده ضد انعقاد انجام شد.

یافته‌ها: نتایج مقایسه اثر جو آسیاب شده و پولکی شده بدون بخار بر عملکرد گوساله‌های هلستاین نشان داد که گوساله‌های دریافت‌کننده جو پولکی شده بدون بخار، وزن نهایی، تغییرات وزنی، افزایش وزن روزانه (ADG)، ماده خشک مصرفی (DMI) و ضریب تبدیل خوراک (FCR) بهتری نسبت به گوساله‌های دریافت‌کننده جو آسیاب شده داشتند ($P < 0.05$). گوساله‌های تغذیه شده با جو پولکی شده بدون بخار تغییرات وزن بیش‌تری ($11/66$) در طول دوره آزمایش داشتند ($P < 0.05$). بین تیمارهای آزمایشی از نظر رفتار مصرف خوراک، نشخوار، جویدن و استراحت گوساله‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). نمره قوام مدفوع، تعداد گوساله‌های مبتلا به اسهال و میانگین روزهای اسهال تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. غلظت تری گلیسیرید، کلسترول، اوره، پروتئین تام، آلبومین، گلوبولین و نسبت آن‌ها تحت تأثیر قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از جو پولکی شده بدون بخار شده نسبت به جو آسیاب شده سبب افزایش ماده خشک مصرفی و افزایش وزن روزانه و بهبود ضریب تبدیل و رفتار تغذیه‌ای گوساله‌های شیرخوار می‌شود.

کلیدواژه‌ها:

اسکور مدفوع
افزایش وزن
فراوری جو
گوساله شیرخوار

استناد: خادم، قاسم؛ قورچی، تقی؛ توغدری، عبدالحکیم؛ مهرانی، کتایون و عموزاده آرائی، کامل (۱۴۰۴). تأثیر جو پولکی شده بدون بخار با جو آسیاب شده بر عملکرد، رفتار تغذیه‌ای، اسکور مدفوع و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیرخوار هلستاین. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۷ (۱)، ۱۵-۲۵.
DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2024.375132.623791>



۱. مقدمه

پرورش مناسب و درست گوساله‌های شیرخوار سهم قابل توجهی در ایجاد یک گله مولد سودآور دارد، در این رابطه توجه به سه اصل مهم تغذیه، محیط نگهداری و کنترل بیماری در کاهش خسارات مالی ناشی از تلفات از بدو تولد تا زمان شیرگیری گوساله‌ها اثربخش خواهد بود. بازه زمانی بدو تولد تا هنگامی که گوساله به‌طور کامل برای از شیرگیری آماده می‌شود به‌عنوان یکی از زمان‌های تنش‌زا در پرورش گوساله‌ها در نظر گرفته می‌شود (Ghassemi Nejad *et al.*, 2012). طی سال‌های اخیر پژوهش‌گران در رابطه با تغذیه گوساله‌ها به دنبال پیدا کردن بهترین ترکیب جیره آغازین بوده‌اند تا بتوانند حداکثر رشد و رفاه قابل توجیه از نظر اقتصادی را برای دام مهیا کنند (Khan *et al.*, 2007). بنابراین فراهم کردن شرایط مناسب تغذیه‌ای که بتواند موجب بهبود عملکرد کلی گوساله‌ها و به‌ویژه افزایش وزن نهایی و تکامل شکمبه آن‌ها شود، می‌تواند اثرات مثبتی بر صنعت دام‌پروری داشته باشد (Rezapour *et al.*, 2016). جهت تولید با بازده بالا، گوساله‌ها به یک جیره غذایی پرانرژی مانند نشاسته نیاز دارند که به‌آسانی به شکل دانه‌های غلات عرضه می‌شود که جزء اصلی آن است. باین‌حال، غلات کامل و فرآوری نشده می‌توانند نسبتاً غیرقابل هضم باشند. به‌خوبی شناخته شده است که در دسترس بودن نشاسته با فرآوری غلات افزایش می‌یابد (Castillo *et al.*, 2011).

دانه جو به‌عنوان منبع انرژی یکی از دانه‌های خوراکی مهم برای گونه‌های دام نشخوارکننده در بسیاری از مناطق جهان است (Jarrah *et al.*, 2013). باین‌حال، اندوسپرم هسته جو توسط پریکارپ احاطه شده است که توسط یک پوسته فیبری پوشانده شده است که در برابر تخریب میکروبی در شکمبه بسیار مقاوم است (Jarrah *et al.*, 2013). فرآوری دانه، نشاسته را در دسترس میکروب‌ها قرار می‌دهد و سرعت و میزان تخریب نشاسته را در شکمبه افزایش می‌دهد (Lesmeister & Heinrichs, 2004). اگرچه فرآوری برای به حداکثر رساندن استفاده از دانه جو توسط گاو ضروری است، فرآوری گسترده غلات باعث افزایش تخریب نشاسته شکمبه می‌شود که اغلب باعث کاهش مصرف خوراک در نشخوارکنندگان می‌شود (Nixdorff *et al.*, 2020). از طرفی دیگر فرآوری جیره آغازین و شکل فیزیکی آن، خوش‌خوراکی و ماده خشک مصرفی را در گوساله‌های شیری نیز بهبود می‌بخشد (Ghassemi Nejad *et al.*, 2012) و بر رشد متابولیکی و فیزیکی شکمبه مؤثر است (Dehghan-Banadaky *et al.*, 2007). مطالعات گذشته نشان می‌دهد که اندازه ذرات خوراک آغازین گوساله نباید خیلی ریز باشد و حداقل ۵۰ درصد ذرات می‌باید اندازه آن‌ها بیش‌تر از ۱/۱۹ میلی‌متر باشند. هرچند، گزارش کرده‌اند که آسیاب ریز سبب می‌شود تا سطح در معرض دانه و محل‌های بالقوه برای اتصال میکروب‌ها و آنزیم‌ها نیز افزایش یابد (Bateman *et al.*, 2009). خوراک‌های آغازین ریز، خرد و بلغور موجب کاهش pH و جمعیت باکتری‌های سلولایتیک شکمبه می‌شود (Ghassemi Nejad *et al.*, 2012). در واقع وقتی شکل فیزیکی خوراک متفاوت باشد، مدت‌زمان ماندگاری آن در دستگاه گوارش متغیر خواهد بود و همین امر می‌تواند بر گرسنگی و سیری گوساله تأثیر بگذارد (Bertipaglia *et al.*, 2010). با توجه به این‌که اطلاعات اندکی در مورد تأثیر روش فرآوری جو بر مصرف خوراک و رفتار عملکرد در گوساله‌های شیرخوار موجود است، بنابراین، هدف از مطالعه حاضر مقایسه جو پولکی شده بدون بخار با جو آسیاب شده بر عملکرد، اسکور مدفوع، رفتار تغذیه‌ای و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.

مصرف خوراک جامد، به‌ویژه جیره‌های پرکربوهیدرات، تکثیر میکروبی شکمبه و تولید اسیدهای چرب فرار را تحریک می‌کند و در نتیجه حجم شکمبه را در گوساله‌های شیرخوار افزایش می‌دهد. دانه‌های غلات منبع اصلی نشاسته در جیره نشخوارکنندگان هستند. جو، ذرت، گندم، یولاف و سورگوم معمولاً در سراسر جهان به‌عنوان منابع نشاسته‌ای در خوراک دام ازجمله جیره آغازین گوساله شیرخوار استفاده می‌شود (Jarrah *et al.*, 2013). تغییرات مکانیکی و شیمیایی در طول فرآوری باعث افزایش قرار گرفتن در معرض سطح و بهبود قابلیت هضم نشاسته در شکمبه، روده و کل دستگاه گوارش با افزایش سطح

در معرض آنزیم‌های شکمبه‌ای قرار گرفتن دانه می‌شود (Lesmeister & Heinrichs, 2004). اگرچه ممکن است بسته به نوع فرآوری منجر به افزایش خطر اسیدوز نیز شود. اندازه آسیاب و یا پلت کردن تخمیر میکروبی را با کاهش اندازه ذرات و یا ژلاتینه‌شدن نشاسته افزایش می‌دهد (Bertipaglia et al., 2010). پولکی کردن غلات اندازه ذراتی بزرگ‌تر از آسیاب کردن تولید می‌کند (Dehghan-Banadaky et al., 2007). بنابراین، یک جایگزین مناسب و بهتر از آسیاب کردن یا پلت کردن برای جلوگیری از اسیدوز شکمبه است (Rezapour et al., 2016). همچنین، روش‌های فرآوری دانه و درجه فرآوری بر ماده خشک مصرفی و قابلیت هضم تأثیر می‌گذارد. در همین راستا گزارش کردند که قابلیت هضم نشاسته برای دانه‌های بخارپز شده، آسیاب ریز و پولکی بدون بخار بیش‌تر از دانه کامل و فرآوری نشده بود (Reis & Combs, 2000).

۲. روش پژوهش

این پژوهش در یک واحد گاوداری صنعتی واقع در شهرستان گرگان انجام گرفت. در این مطالعه از ۱۲ رأس گوساله ماده شیرخوار نژاد هلشتاین با سن حدود ۲۰ الی ۲۵ روزگی و وزن بدن اولیه $44 \pm 2/7$ کیلوگرم در دو تیمار و شش تکرار استفاده شد. تیمارها شامل ۱- جیره آغازین حاوی دانه جو آسیاب شده، ۲- جیره آغازین حاوی دانه جو پولکی شده بدون بخار و طول مدت دوره آزمایشی ۳۵ روز بود. گوساله‌ها در باکس‌های انفرادی با کف بتونی حاوی بستری از کلش که قبل شروع آزمایش شعله افکنی و ضد عفونی شده بود، نگهداری شدند. گوساله‌ها تا ۶۰ روزگی با شش لیتر شیر دو بار در روز (هفت صبح و هفت بعدازظهر) تغذیه شدند. گوساله‌ها در طول دوره آزمایش به‌طور آزاد به آب آشامیدنی تمیز دسترسی داشتند. جیره گوساله‌ها از جمله فرآوری دانه جو در همان محل دامداری فرموله و تولید گردید و در اختیار دام‌ها قرار گرفت. لازم به ذکر است که جیره‌های آزمایشی استفاده شده از نظر میزان پروتئین و انرژی یکسان بودند. همچنین، به گوساله‌های دو تیمار علاوه بر جیره آغازین مصرفی، ۱۰ درصد ماده خشک یونجه تازه به جیره آن‌ها اضافه و به‌صورت کاملاً مخلوط در اختیار دام‌ها قرار گرفت. بر همین اساس ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره مورد استفاده گوساله‌های شیرخوار هلشتاین (درصد ماده خشک)

اجزای خوراک (بر اساس درصد ماده خشک)		
تیمارها		
ماده خوراکی (درصد)	جو آسیاب شده	جو پولکی شده
یونجه	۱۰	۱۰
جو آسیاب شده	۲۰	-
جو پولکی شده بدون بخار	-	۴۵
دانه ذرت	۴۵	۵
سبوس گندم	۵	۱۸/۵۱
کنجاله سویا	۱۸/۵۱	۱/۲
مکمل ویتامینی- معدنی ^۱	۱/۲	۰/۰۹
مکمل زیستا	۰/۰۹	۰/۲۰
توکسین بایندر	۰/۲۰	
ترکیب مواد مغذی		
ماده خشک (درصد)	۸۹/۲	۸۹/۲
انرژی قابل سوخت‌وساز (مگا کالری بر کیلوگرم)	۳/۲۶	۳/۲۶
پروتئین خام (درصد)	۱۷/۷	۱۷/۷
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۱۱/۲	۱۱/۲
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۲۰/۱	۲۰/۱
خاکستر (درصد)	۴/۵	۴/۵

۱. پیش مخلوط ویتامین و مواد معدنی ارائه شده به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A: ۱,۰۰۰,۰۰۰ IU؛ ویتامین D3: ۲۵,۰۰۰ IU؛ ویتامین E: ۳,۰۰۰ IU؛ منیزیم ۳۲,۰۰۰ میلی‌گرم، منگنز: ۱۰,۰۰۰ میلی‌گرم؛ روی: ۱۰,۰۰۰ میلی‌گرم؛ مس: ۳۰۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم ۱۰۰ میلی‌گرم؛ کلسیم: ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن: ۳,۰۰۰ میلی‌گرم؛ کبالت ۱۰۰ میلی‌گرم؛ فسفر ۳,۰۰۰ میلی‌گرم؛ مونسین: ۱۵۰۰ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم.
تیمارها شامل ۱- جیره آغازین حاوی دانه جو آسیاب شده، ۲- جیره آغازین حاوی دانه جو پولکی شده بدون بخار.

مقدار خوراک مصرفی روزانه از اختلاف خوراک داده شده برای هر گوساله و خوراک باقی مانده در آخور روز بعد همان گوساله محاسبه شد که در همین راستا افزایش میزان خوراک داده شده به گوساله‌ها بر اساس پس آخور هر دام در روز بعد مشخص شد. به طوری که اگر پس آخور گوساله‌ای کمتر از ۱۰ درصد باقی مانده بود خوراک آن نیز افزایش می‌یافت. گوساله‌ها در ابتدا و انتهای دوره به صورت ناشتا و قبل از تغذیه صبح توزین شدند. تغییرات وزنی گوساله‌ها نیز از تفاوت وزن اولیه با وزن نهایی گوساله‌ها به دست آمد. افزایش وزن روزانه از تقسیم کردن اختلاف وزن در دوره زمانی بر تعداد روزهای همان بازه زمانی محاسبه شد. همچنین، ضریب تبدیل خوراک هم با تقسیم کردن میانگین مقدار ماده خشک مصرفی روزانه هر گوساله بر میانگین افزایش وزن روزانه همان دام اندازه گیری شد.

در روزهای ۵۸ و ۵۹ دوره آزمایش رفتار مصرف خوراک به صورت ثبت فعالیت برای طول مدت ۲۴ ساعت محاسبه شد. زمان صرف شده برای فعالیت‌های خوردن، نشخوار، جویدن (خوردن + نشخوار) و استراحت کردن به فاصله هر پنج دقیقه به صورت بصری و با فرض این که آن فعالیت در پنج دقیقه گذشته نیز ادامه داشته است برای تمام دام‌ها در طی ساعات شبانه روز ثبت گردید (Araujo et al., 2008). برای ثبت این فعالیت‌ها از چهار نفر در دو گروه دو نفره به صورت چرخشی (پایش هم زمان گوساله‌ها با دو نفر) استفاده شد. شمار دفعات خوردن یا نشخوار کردن از شمارش وعده‌های خوردن یا نشخوار کردن در طول ۲۴ ساعت به دست آمده است (Kargar et al., 2021).

در طول دوره پژوهش اسکور مدفوع گوساله نیز بررسی شد. بر این اساس امتیاز یک برای مدفوع طبیعی (مدفوع طبیعی محکم که شکل فیزیکی آن بعد از افتادن در جایگاه حفظ شود)، امتیاز دو برای مدفوع نرم مدفوعی کپه‌ای که پس از افتادن در جایگاه پخش شود و بخش جامد از مایع بیش تر است)، امتیاز سه برای مدفوع شل (مدفوعی که پس از افتادن در جایگاه پخش شود و بخش مایع و جامد آن برابر باشد و روی زمین جاری شود) و امتیاز چهار برای مدفوع آبکی (مدفوعی که آبکی و موکوسی باشد) در نظر گرفته شد (Larson et al., 1977). زمانی که نمره مدفوع به طور متوسط برای سیالیت و قوام مدفوع بیش تر از سه بود یک روز اسهال برای گوساله ثبت می‌شد.

به منظور اندازه گیری فراسنجه‌های خونی (غلظت گلوکز، تری گلیسرید، کلسترول، اوره، پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین) در روز ۳۵ آزمایش، خون گیری چهار ساعت پس از مصرف خوراک صبح و از سیاهرگ گردنی (وداج) با استفاده از لوله‌های خونگیری (ونوجکت) حاوی ماده ضد انعقاد هپارین گرفته شد و نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه مربوطه ارسال شد. برای اندازه گیری متابولیت‌های خون، از کیت‌های شیمیایی شرکت پارس‌آزمون و دستگاه اتوآنالایزر (اسپانیا، BT 3500) استفاده شد. میانگین‌های دو گروه جهت بررسی معنی داری، به وسیله آزمون تی (Test T) با نرم افزار SAS (نسخه ۸/۲) و سطح احتمال پنج درصد مورد بررسی قرار گرفتند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این رابطه، Y_{ij} ، مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام؛ μ ، اثر میانگین؛ T_i ، اثر تیمار i ام است.

۳. یافته‌های پژوهش

نتایج مقایسه تأثیر جو آسیاب شده و پولکی شده بدون بخار بر عملکرد گوساله‌ها هشتاین در جدول (۲) ارائه شده است. گوساله‌های دریافت کننده جو پولکی شده بدون بخار، وزن نهایی، تغییرات وزنی، افزایش وزن روزانه و ماده خشک مصرفی بالاتر و ضریب تبدیل خوراک کمتری نسبت به گوساله‌های دریافت کننده جو آسیاب شده داشتند ($P < 0.05$).

جدول ۲. اثر جو آسیاب شده و پولکی بدون بخار بر عملکرد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی		صفت
		جو پولکی شده	جو آسیاب شده	
۰/۶۹۸۸	۱/۴۱۸	۴۵/۱۲	۴۴/۷۱	وزن اولیه (کیلوگرم)
۰/۰۰۰۱	۱/۰۴۹	۵۶/۷۸ ^a	۵۳/۵۵ ^b	وزن نهایی (کیلوگرم)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۴۰	۱۱/۶۴ ^a	۸/۸۴ ^b	تغییرات وزنی (کیلوگرم)
۰/۰۰۰۱	۱۷/۱۶۹	۳۳۳/۱۴ ^a	۲۵۲/۵۷ ^b	افزایش وزن روزانه (گرم در روز)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۱	۰/۷۸۳ ^a	۰/۶۸۷ ^b	مصرف جیره آغازین (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۰۱	۰/۱۲۸	۲/۳۴ ^b	۲/۷۳ ^a	ضریب تبدیل خوراک

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

اطلاعات مربوط به رفتار مصرف گوساله‌ها در جدول (۳) آمده است. استفاده از جو پولکی شده بدون بخار سبب افزایش میزان خوردن، نشخوار و جویدن گوساله‌ها و کاهش زمان استراحت شد ($P < 0.05$).

جدول ۳. اثر جو آسیاب شده و پولکی بدون بخار بر رفتار تغذیه‌ای (دقیقه در روز) گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی		صفت
		جو پولکی شده	جو آسیاب شده	
۰/۰۰۰۱	۲۴/۴۱۹	۴۶۹/۸۸ ^a	۴۱۲/۴۷ ^b	خوردن
۰/۰۰۰۱	۱۲/۸۹۴	۲۸۹/۲۷ ^a	۲۴۸/۱۱ ^b	نشخوار
۰/۰۰۰۱	۹/۵۶۴	۷۵۹/۱۵ ^a	۶۶۰/۵۸ ^b	جویدن
۰/۰۰۰۱	۱۱/۴۲۰	۶۸۰/۸۵ ^b	۷۷۹/۴۲ ^a	استراحت

a-b: حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح پنج درصد است ($P < 0.05$).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

ابتلا به اسهال در گوساله‌های شیرخوار در جدول (۴) نشان داده شده است. استفاده از جو آسیاب شده و پولکی شده بدون بخار در تغذیه گوساله‌ها اثری بر نمره قوام مدفوع، تعداد گوساله‌های مبتلا به اسهال و میانگین روزهای مبتلا به اسهال نداشت. با این حال گوساله‌هایی که جو پولکی بدون بخار دریافت کردند به‌طور غیر معنی‌داری قوام مدفوع بهتری داشتند.

جدول ۴. اثر جو آسیاب شده و پولکی بدون بخار بر اسکور مدفوع گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی		صفت
		جو پولکی شده	جو آسیاب شده	
۰/۷۴۱۸	۰/۰۲۴	۱/۴۲	۱/۴۸	اسکور مدفوع
۰/۴۷۱۱	۰/۱۲۵	۳	۴	تعداد گوساله‌های مبتلا به اسهال
۰/۵۸۸۲	۰/۲۴۱	۲/۲۵	۲/۵۰	میانگین روزهای مبتلا به اسهال

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول (۵) داده‌های اندازه‌گیری شده تغییرات فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین در طول آزمایش را نشان می‌دهد. غلظت گلوکز خون گوساله‌های دریافت‌کننده جو پولکی شده بدون بخار بیش‌تر از گوساله‌های مصرف‌کننده جو آسیاب شده بود ($P < 0.05$). هرچند سایر فراسنجه‌های خونی مانند تری‌گلیسیرید، کلسترول، اوره، پروتئین کل،

آلبومین، گلوبولین و نسبت آن‌ها بین گوساله‌های دریافت کننده جو آسیاب شده و پولکی شده بدون بخار تفاوت معنی داری نداشت.

جدول ۵. اثر جو آسیاب شده و پولکی بدون بخار بر فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

P-Value	SEM	تیمارهای آزمایشی		صفت
		جو پولکی شده	جو آسیاب شده	
۰/۰۰۰۱	۱/۱۷۸	۷۹/۴۴ ^a	۷۱/۰۹ ^b	گلوکز (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۶۲۶۸	۲/۱۲۴	۳۹/۱۱	۳۶/۳۸	تری گلیسرید (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۴۲۱۹	۳/۲۴۹	۶۹/۰۱	۶۷/۸۴	کلسترول (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۴۷۴۸	۰/۱۱۲	۹/۰۱	۸/۸۶	اوره (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۵۶۵۷	۰/۱۹۰	۷/۶۶	۷/۴۱	پروتئین کل (گرم / دسی لیتر)
۰/۲۷۸۴	۰/۰۱۲	۴/۶۹	۴/۳۰	آلبومین (گرم / دسی لیتر)
۰/۱۹۴۱	۰/۰۴۲	۲/۹۷	۳/۱۱	گلوبولین (میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۰۸۹۸	۰/۰۱۹	۱/۵۷	۱/۳۸	نسبت آلبومین/گلوبولین

a-b: حروف متفاوت نشان دهنده معنی داری در سطح پنج درصد است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۴. بحث

پژوهش‌ها در مورد اثرات فرآوری غلات در سال‌های اخیر فراسنجه‌های تولید مانند وزن نهایی، مصرف ماده خشک، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک را بررسی کرده است. بر همین اساس، گزارش شده است که افزایش نسبت نشاسته هضم شده در شکمبه منجر به جذب بیش تر و تقسیم بندی متفاوت مواد مغذی توسط بافت‌های روده و کبد می شود که پیامدهایی برای متابولیسم و سلامت حیوانات دارد (Owens et al., 1997). همسو با پژوهش حاضر، بیش ترین میزان مصرف خوراک در حیوانات تغذیه شده با جیره غذایی حاوی غلات پولکی شده بدون بخار مشاهده شد و به دنبال آن دانه غلات کامل، پولکی با بخار و دانه‌های ریز آسیاب شده که منجر به کم ترین میزان مصرف خوراک شدند (Zhang et al., 2010). در توافق با یافته‌های این پژوهش، گزارش کردند که گوساله‌هایی که با جیره ترکیب جو+ ذرت آسیاب شده تغذیه شدند، مقادیر میانگین افزایش روزانه آن‌ها در مقایسه با گوساله‌هایی که با جیره‌های ترکیبی جو+ ذرت پولکی بدون بخار و جو پولکی+ ذرت آسیاب شده تغذیه شدند، کم تر بود (Rezapour et al., 2016). مطابق با یافته‌های حاضر پژوهش گران گزارش کردند استفاده از جو پولکی بدون بخار در جیره گوساله‌ها در مقایسه با گروه جو آسیاب شده افزایش وزن روزانه بالاتری را نشان داد (Coverdale et al., 2004; Bateman et al., 2009). نتایج ما با نتایج Coverdale et al. (2004) مطابق است. آن‌ها گزارش کردند زمانی که گوساله‌ها با جیره آغازین درشت تر تغذیه شدند، عملکرد بهتری در مقایسه با یک جیره آغازین ریز آسیاب شده داشتند.

تفاوت در اندازه، شکل و برهم کنش‌های گرانول نشاسته بین آمیلوز و ترکیبات سطحی می تواند سرعت هضم آنزیمی نشاسته‌های دانه را تغییر دهد و ممکن است بر مصرف جیره آغازین و در نتیجه عملکرد گوساله در طول دوره پرورش تأثیر بگذارد (Ghassemi Nejad et al., 2012). Porter et al. (2007) میانگین افزایش روزانه، مصرف خوراک بیش تر و زمان شروع به نشخوار زودتر را در گوساله‌های شیرخوار که با جیره ذرات درشت در مقایسه با جیره ذرات ریز آسیاب شده تغذیه می شوند، گزارش کردند. با این حال، حداقل اندازه ذرات مورد نیاز است، زیرا مصرف جیره‌های غذایی با ذرات ریز بیش از حد می تواند منجر به پاراکراتوزیس در شکمبه شود. داده‌های گزارش شده توسط Porter et al. (2007) پیشنهاد کرد

که پاراکراتوز و نفخ شکمبه زمانی به حداقل می‌رسد که ۷۵ درصد از ذرات در یک جیره آغازین از قطر ۱/۱۹ میلی‌متر بیش‌تر شود. مطالعه Coverdale *et al.* (2004) نشان می‌دهد گوساله‌های که از جیره آغازین درشت تغذیه‌شده بودند، ضریب تبدیل خوراک بهتری داشتند که با یافته‌های ما مطابقت دارد.

به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که دانه جو ریزآسیاب‌شده یا افزایش سطح در دسترس برای اتصال میکروبی همراه است که سریع‌تر از دانه جو پولکی‌شده بدون بخار تخمیر می‌شود و ممکن است بهره‌وری گوساله را کاهش دهد. از طرفی دیگر استفاده از غلات ریزآسیاب‌شده در جیره غذایی ممکن است باعث گردوغبار جیره شده و مصرف ماده خشک را کاهش دهد (Rezapor *et al.*, 2016). همچنین جیره‌هایی که با ذرات ریز فرموله می‌شوند منجر به کراتینه‌شدن سلول‌های اپیتلیال شکمبه شده و این عمل سبب شاخه‌شاخه‌شدن پرزهای شکمبه و در مجموع کاهش فعالیت‌های متابولیکی شکمبه می‌شود که با کاهش جذب اسیدهای چرب فرار از دیواره شکمبه همراه می‌شود و در نهایت ماده خشک مصرفی نیز کاهش می‌یابد (Coverdale *et al.*, 2004).

نشخوار، رفتاری است که نشخوارکنندگان را از حیوانات تک معده‌ای متمایز می‌کند و یک فرایند فیزیولوژیکی است که سبب تجزیه بیش‌تر خوراک خورده‌شده می‌شود و هضم مواد مغذی را تحریک می‌کند. علاوه بر این، رفتار نشخوار می‌تواند تولید بزاق را برای حفظ یک محیط سالم شکمبه تحریک کند (Khan *et al.*, 2007). به‌خوبی شناخته‌شده است که بروز و توسعه رفتارهای نشخوارکننده به معده قدامی نشخوارکننده بستگی دارد. نشخوارکنندگان تازه متولدشده به دلیل عدم وجود نشخوار معمولاً تک‌معده در نظر گرفته می‌شوند. با این حال، آن‌ها چند هفته پس از تولد به دلیل توسعه شکمبه شروع به نشخوار می‌کنند (Porter *et al.*, 2007). هنگامی که نشخوار شروع می‌شود، مدت نشخوار در گوساله‌ها با افزایش سن به سرعت افزایش می‌یابد. پژوهش‌گران دریافته‌اند که مدت نشخوار به ترتیب در ۲۳ و ۶۵ روزگی می‌تواند به ۱۸۵ و ۲۹۷ دقیقه در روز برسد و همبستگی بالایی بین مدت نشخوار و مصرف خوراک جامد وجود دارد (Khan *et al.*, 2016). همچنین پژوهشی توسط Strusińska *et al.* (2009) در رابطه با تأثیر شکل فیزیکی خوراک بر عملکرد گوساله انجام و مشاهده شد که تفاوت اندازه ذرات خوراک آغازین، عملکرد گوساله را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب افزایش وزن روزانه بیش‌تر و توسعه زود هنگام وظایف شکمبه و به عبارتی کاهش سن اولیه نشخوار می‌شود. براساس یک‌سری از گزارش‌ها شکل فیزیکی خوراک آغازین بر زمان از شیرگیری گوساله مؤثر است، زیرا معمولاً پذیرش خوراک توسط گوساله‌ها در زمان مصرف خوراک آغازین درشت‌آسیاب‌شده در مقایسه با جیره‌های آغازین پلت‌شده و آسیاب‌شده بهتر بوده و مصرف خوراک افزایش می‌یابد که این امر در نهایت از شیرگیری راحت و بدون تنش را در سنین پایین‌تر میسر می‌سازد (Khan *et al.*, 2016).

Porter *et al.* (2007) در این رابطه نشان دادند که مصرف خوراک در گوساله‌ها در زمان استفاده از خوراک‌های آغازین درشت‌آسیاب‌شده نسبت به خوراک آغازین ریزتر بالاتر است. علاوه بر این، مطالعات گزارش کرده‌اند که گوساله‌هایی که با انواع مختلف خوراک جامد تغذیه می‌شوند، مدت‌زمان نشخوار متفاوتی را در همان سن نشان می‌دهند (Montoro *et al.*, 2013). Ghassemi Nejad *et al.* (2012) دریافته‌اند که نشخوار اولیه در گوساله‌هایی که فقط با خوراک کنسانتره پلت‌شده تغذیه می‌شدند در حدود هفته سوم زندگی اتفاق افتاد و تفاوت معنی‌داری در گوساله‌هایی که با قطره‌های مختلف خوراک پلت‌شده تغذیه شدند، مشاهده نشد. با این حال، مطالعه دیگری نشان داد که گوساله‌هایی که فقط با خوراک کنسانتره پلت‌شده تغذیه می‌شوند، در هفته ششم زندگی شروع به نشخوار می‌کنند (Khan *et al.*, 2016). بر همین اساس گوساله‌هایی که جو پولکی بدون بخار مصرف کردند زمان بیش‌تری را صرف خوردن، نشخوار و جویدن کردند و شکل فرآوری در رفتار نشخوار نیز مؤثر بوده و همین موضوع سبب بهبود عملکرد دام از جمله وزن نهایی می‌شود.

در این پژوهش مقایسه روش فرآوری جو بر اسکور مدفوع در کل دوره بررسی شد. از نظر عددی گوساله‌هایی که

جیره حاوی جو پولکی بدون بخار خورده بودند، اسکور مدفوع کم‌تری نسبت به جو آسیاب شده داشتند. افزایش اسکور مدفوع، تعداد گوساله‌های مبتلا به اسهال و همچنین، میانگین روزهای مبتلا به اسهال در گوساله‌هایی که جو پولکی بدون بخار مصرف کردند می‌تواند به دلیل هضم محدود نشاسته، فعالیت جویدن بالا و اثر بافری بزاق باشد که موجب می‌شود شرایط پایدارتر محیط شکمبه و pH بالاتر را حمایت کند (Montoro et al., 2013). قوام مدفوع و اسهال گوساله‌های شیرخوار تحت تأثیر شرایط مختلفی مانند عوامل فیزیولوژیکی، محیطی، بهداشتی و مدیریتی بوده و کم‌تر تحت تأثیر نوع و ترکیب خوراک آغازین قرار می‌گیرد (Lesmeister & Heinrichs, 2004). مطابق با پژوهش حاضر Bateman et al. (2009) عدم تأثیر عمل‌آوری‌های مختلف دانه غلات بر نمره مدفوع و اسهال در گوساله‌های شیرخوار را گزارش کردند. نمره قوام مدفوع گوساله‌ها در این پژوهش نزدیک ۱/۵ بود و این نمره به‌عنوان حد نرمال در گوساله‌های در حال رشد در نظر گرفته می‌شود (Lesmeister & Heinrichs, 2004).

تغییرات غلظت گلوکز خون به عواملی همچون سن، مقدار مصرف شیر و خوراک جامد بستگی دارد. در این مطالعه، سطح گلوکز به‌طور کلی در محدوده طبیعی ۴۵-۷۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود (Kaneko et al., 2008) و به محتوای بالای دانه در هر دو جیره نسبت داده شد (Castillo et al., 2011). تفاوت معنی‌دار بین دو تیمار می‌تواند به دلیل در دسترس بودن نشاسته و استفاده بهینه از انرژی و نیتروژن در زمان پرک کردن دانه غلات باشد (Castillo et al., 2011). بنابراین، به نظر می‌رسد پولکی کردن بدون بخار یا دانه‌های آسیاب شده باعث ایجاد تغییراتی در پیش‌سازهای گلوکز (پروبیون‌ها و لاکتات) می‌شود. از طرفی دیگر، سطح گلوکز بیش‌تر را می‌توان به مصرف خوراک بالاتر در پاسخ به افزودن جو پولکی شده بدون بخار در جیره آغازین نسبت داد (Castillo et al., 2009). اندازه‌گیری نیتروژن اوره‌ای خون یک شاخص از وضعیت پروتئین در بدن دام‌هاست و در آزمایش حاضر به نظر می‌رسد به علت شرایط تغذیه‌ای گوساله‌های مورد استفاده و تأمین غلظت مناسبی از پروتئین و مشابه بودن مواد مغذی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها به‌طور کلی مشاهده نشد. تنش، ازدست‌دادن آب بدن و تغذیه از جمله مواردی هستند که بر میزان پروتئین کل پلاسما می‌تواند تأثیرگذار باشد. ازدست‌دادن آب بدن باعث کم‌شدن حجم و تغلیظ سرم می‌شود که در نهایت باعث افزایش پروتئین کل می‌شود. تغذیه ناکافی پروتئین جیره‌ای باعث کاهش میزان پروتئین کل سرم می‌شود (Ghassemi Nejad et al., 2012). با توجه به این که در پژوهش حاضر جیره آزمایشی از نظر پروتئین و سایر مواد مغذی یکسان بود تفاوت معنی‌داری از نظر غلظت پروتئین کل بین تیمارها مشاهده نشد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از جو پولکی شده بدون بخار در مقایسه با جو آسیاب شده سبب بهبود عملکرد گوساله‌ها می‌شود. همچنین، استفاده از غلات ریز آسیاب شده در جیره غذایی باعث افزایش گردوغبار جیره می‌شود که این عمل با تأثیر منفی بر عملکرد دام روبرو است. در مجموع بسیار مهم است که مزایای یک روش فرآوری، مانند پولکی کردن بدون بخار نسبت به سایر فرآوری‌ها سنجیده شود تا یک هزینه اضافی جهت استقرار و نگهداری تجهیزات به دامدار تحمیل نشود.

۶. ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌ها است.

۷. مشارکت نویسندگان

قاسم خادم: جمع‌آوری داده‌ها؛

قاسم خادم و کامل عموزاده آرائی: تهیه گزارش پژوهش؛

کتابیون مهرانی و کامل عموزاده آرائی: تحلیل داده‌ها؛

تقی قورچی و عبدالحکیم توغدری: بررسی و کنترل نتایج؛

کامل عموزاده آرائی و کتابیون مهرانی: تهیه پیش‌نویس مقاله؛

تقی قورچی، عبدالحکیم توغدری و کتابیون مهرانی: مطالعه و بازبینی و نهایی‌سازی مقاله.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و شرکت کشت و صنعت و دامپروری مهر ماندگار گلستان به‌خاطر فراهم‌نمودن امکانات لازم برای انجام پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۰. منابع

- Araujo, R. C., Pires, A. V., Susin, I., Mendes, C. Q., Rodrigues, G. H., Packer, I. U., & Eastridge, M. L. (2008). Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coast cross (*Cynodon species*) hay. *Journal of Animal Science*, 86(12), 3511-3521. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0940>
- Bateman Ii, H. G., Hill, T. M., Aldrich, J. M., & Schlotterbeck, R. L. (2009). Effects of corn processing, particle size, and diet form on performance of calves in bedded pens. *Journal of Dairy Science*, 92(2), 782-789. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1242>
- Bertipaglia, L. M. A., Fondevila, M., Van Laar, H., & Castrillo, C. (2010). Effect of pelleting and pellet size of a concentrate for intensively reared beef cattle on *in vitro* fermentation by two different approaches. *Animal Feed Science and Technology*, 159(3-4), 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.05.010>
- Castillo, C., Benedito, J. L., Pereira, V., Sotillo, J., Suárez, A., Méndez, J., & Hernández, J. (2011). Influence of grain processing in regard to serum metabolites and enzymes for finishing bull calves. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20(4), 483-492. <http://dx.doi.org/10.22358/jafs/66202/2011>
- Castillo, C., Benedito, J. L., Pereira, V., Vázquez, P., Gutiérrez, C., & Hernández, J. (2009). Acid-base status and serum l-lactate in growing/finishing bull calves fed different high-grain diets. *Livestock Science*, 120(1-2), 66-74. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.04.011>
- Castillo, C., Hernandez, J., Pereira, V., Vazquez, P., Sotillo, J., Lopez-Alonso, M., & Benedito, J. L. (2011). Serum metabolite concentrations and enzyme activities in finishing bull calves fed different types of high-grain diets. *Archives Animal Breeding*, 54(2), 137-146. <https://doi.org/10.5194/aab-54-137-2011>
- Coverdale, J. A., Tyler, H. D., Quigley III, J. D., & Brumm, J. A. (2004). Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *Journal of Dairy Science*, 87(8), 2554-2562. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73380-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73380-9)
- Dehghan-Banadaky, M., Corbett, R., & Oba, M. (2007). Effects of barley grain processing on productivity of cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 137(1-2), 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.11.021>

- Ghassemi Nejad, J., Torbatinejad, N., Naserian, A. A., Kumar, S., Kim, J. D., Song, Y. H., & Sung, K. I. (2012). Effects of processing of starter diets on performance, nutrient digestibility, rumen biochemical parameters and body measurements of Brown Swiss dairy calves. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(7), 980-987. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11457>
- Jarrah, A., Ghorbani, G. R., Rezamand, P., & Khorvash, M. (2013). Effects of processing methods of barley grain in starter diets on feed intake and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7269-7273. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6645>
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W., & Bruss, M. L. (Eds.). (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press. San Diego. USA.
- Kargar, S., Nowroozinia, F., & Kanani, M. (2021). Feeding fennel (*Foeniculum vulgare*) seed as potential appetite stimulant to newborn Holstein dairy calves: Effects on meal pattern, ingestive behavior, oro-sensorial preference, and feed sorting. *Animal Feed Science and Technology*, 278, 115009. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115009>
- Khan, M. A., Bach, A., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2016). Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 885-902. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9975>
- Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Kim, S. B., Ki, K. S., & 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>
- 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(6), 989-991. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83975-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83975-1)
- Lesmeister, K. E., & Heinrichs, A. J. (2004). Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3439-3450. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73479-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73479-7)
- Montoro, C., Miller-Cushon, E. K., DeVries, T. J., & Bach, A. (2013). Effect of physical form of forage on performance, feeding behavior, and digestibility of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 96(2), 1117-1124. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5731>
- Nixdorff, C., McKinnon, J. J., Shreck, A. L., Juárez, M., & Penner, G. B. (2020). Comparison of the effects of dry rolling, temper rolling, and steam flaking barley grain on dry matter intake, growth, and carcass characteristics of finishing beef steers. *Applied Animal Science*, 36(6), 820-829. <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02020>
- Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., & Gill, D. R. (1997). The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. *Journal of Animal Sciences*, 75, 868-879. <https://doi.org/10.2527/1997.753868x>
- 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(4), 395-400. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30994-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30994-3)
- Reis, R. B., & Combs, D. K. (2000). Effects of corn processing and supplemental hay on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *Journal of Dairy Science*, 83(11), 2529-2538. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75145-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75145-9)
- Rezapour, M., Chashnidel, Y., Dirandeh, E., Shohreh, B., & Ghaffari, A. H. (2016). The effect of grain processing and grain source on performance, rumen fermentation and selected blood metabolites of Holstein calves. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 25, 203-209. <http://dx.doi.org/10.22358/jafs/65549/2016>
- SAS. (2001). Statistical Analysis System, User's Guide: Statistics. Version 8.2. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Strusińska, D., Minakowski, D., Bomba, G., Otrocka-Domagala, I., Wiśniewska, M., & Tywończuk, J. (2009). Effect of whole cereal grains contained in the ration on calf performance and selected morphometric parameters of the rumen and small intestine. *Czech Journal of Animal Science*, 54, 540-551. <http://dx.doi.org/10.17221/133/2009-CJAS>
- Zhang, Y. Q., He, D. C., & Meng, Q. X. (2010). Effect of a mixture of steam-flaked corn and soybeans on health, growth, and selected blood metabolism of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 93(5), 2271-2279. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2522>