Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Ruminant Research

Print ISSN: 2345 - 4261
Online ISSN: 2345 - 4253

Effect of milk replacer plane of nutrition on starter feed intake pattern, feeding behavior, and health in cold-stressed neonatal Holstein calves

H. Rezaei[1], S. Kargar[2*]

[1]M.Sc. Graduated Student, Department of Animal Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz 71441–65186, Iran
[2]Associate Professor, Department of Animal Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz 71441–65186, Iran.
Email: skargar@shirazu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 11/13/2022
Revised: 03/11/2023
Accepted: 03/12/2023

Keywords:
Cold stress
Neonatal calf
Starter feed

ABSTRACT

Background and Objectives: Lower critical temperature for a neonatal dairy calf ranges from 5 to 15°C. As the temperature drops below the calf's lower critical temperature, calf needs more dietary energy to maintain body temperature. If calves are fed the same amount of milk as under moderate environmental conditions, less energy will be available to support growth. In most small and medium holder Iranian farms, dairy calves are usually fed with 4 L/d (equivalent to approximately 10% of birth weight) of liquid feed in fixed amounts until they are weaned on 60 d old. The aim of present experiment was to investigate the effect of milk replacer plane of nutrition (restricted vs. moderated; 4 vs. 6 L/d) on starter feed intake pattern, feeding behavior, and health in cold-stressed neonatal Holstein calves.

Materials and Methods: Twenty-four (n = 12 calf/treatment; 3 d old) newborn female Holstein calves (40.1 ± 0.84 kg; BW ± SE) were randomly assigned to receive either restricted (4 L/d; RPN) or moderated (6 L/d; MPN) milk replacer (21% crude protein, 17% fat, and 43% lactose on a dry matter basis) plane of nutrition. Calves were reared outdoor in individual pens with a mean ambient temperature of 3°C during the experiment. Calves were fed milk replacer twice daily at 0800 and 1700 h in pens bedded with wheat straw. Milk replacer intake, starter feed intake, fecal score (on a 1–5 score system), and ambient temperature were measured daily. All calves were visually observed (every 5 min) to monitor the eating, ruminating, resting, standing, lying, drinking, and non-nutritive oral behaviors for a 8-h period (between 0900 and 1700 h) once per 3 successive d before weaning (d 50–52 of the trial) as well as once per 3 successive d after weaning (d 83–85 of the trial). Repeated-measures ANOVA was used to compare feed intake and feeding behaviors between treatment groups, and logistic regression model using a binomial distribution (PROC GLIMMIX) was used to assess the chance of diarrhea (≥3) and needs to medication before weaning. Poisson regression model (PROC GENMOD) was also used to test group differences in frequency and duration of diarrhea and days medicated before weaning.

Results: Milk replacer dry matter intake was greater in MPN vs. RPN fed calves. Meal pattern including meal frequency (6.0 bouts/8-h), meal length (10.7 min), inter-meal interval (80.1 min), eating rate (14.5 g of starter feed/min), and meal size (154.5 g of starter feed/bout) and rumination pattern including the number of bouts (3.8 bouts/8-h), rumination duration (17.1 min), and interval between rumination bouts (129.2 min) were not affected by treatment groups. Time spent ruminating and times devoted to drinking were greater in MPN vs. RPN calves. Meal frequency, meal

length, eating rate, meal size, rumination duration, and time for standing were greater but inter-meal interval and time for lying were lower during the post- vs. pre-weaning period, respectively. Non-nutritive oral behaviors and diarrhea frequency were not affected by experimental treatments. Calves receiving RPN vs. MPN had lower chance of diarrhea and greater chance of medication. Days with diarrhea and medication days were shorter in RPN vs. MPN fed calves.

Conclusion: The lack of significant difference in starter feed intake between experimental treatments was probably due to the lack of difference in the number and size of the meals. Although the calves fed MPN had higher chance of diarrhea with longer duration, the incidence of diarrhea was not affected by the milk replacer feeding level.

Cite this article: Rezaei, H., Kargar, S. (2023). Effect of milk replacer plane of nutrition on starter feed intake pattern, feeding behavior, and health in cold-stressed neonatal Holstein calves. *Journal of Ruminant Research*, 11 (1), 1-18.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejrr.2023.20773.1872
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

پژوهش در نشخوارکنندگان
شاپا چاپی: ۴۲۶۱-۲۳۴۵
شاپا الکترونیکی: ۴۲۵۳-۲۳۴۵

اثر سطح تغذیه جایگزین شیر بر الگوی مصرف خوراک آغازین، رفتار تغذیه‌ای و سلامت گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تحت تنش سرمایی

حسن رضایی[۱]، شهریار کارگر[۲*]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، بخش علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۲. دانشیار بخش علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز ، ایران، رایانامه: skargar@shirazu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۲
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۱

واژه‌های کلیدی:
تنش سرمایی
خوراک آغازین
گوساله شیرخوار

چکیده

سابقه و هدف: حد پایین دمای بحرانی برای گوساله‌های تازه متولدشده بین ۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد است. وقتی دمای هوا کم‌تر از حد کم دمای بحرانی باشد، گوساله برای حفظ دمای بدن به انرژی بیش‌تری نیاز دارد. اگر گوساله در این شرایط با همان مقدار شیری که در شرایط معتدل آب و هوایی دریافت می‌کند تغذیه شود، انرژی کم‌تری صرف رشد خواهد شد. در بسیاری از مزارع کوچک و متوسط ایران، گوساله‌ها به طور معمول با چهار لیتر در روز خوراک مایع به صورت ثابت تا زمان شیرگیری تغذیه می‌شوند. هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر سطح تغذیه جایگزین شیر (۴ در مقابل ۶ لیتر در روز) بر الگوی مصرف خوراک، رفتار تغذیه‌ای و سلامت در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تحت تنش سرمایی بود.

مواد و روش‌ها: بیست‌وچهار رأس گوساله ماده تازه متولدشده هلشتاین (میانگین وزن ۰/۸۴ ± ۴۰/۱) از سه روزگی به‌طور تصادفی به دو گروه دریافت‌کننده سطح محدود (چهار لیتر در روز) یا سطح متوسط (شش لیتر در روز) جایگزین شیر اختصاص داده شدند. گوساله‌ها در فضای باز و در جایگاه‌های انفرادی و با میانگین دمای محیطی سه درجه سانتی‌گراد پرورش داده شدند. مصرف جایگزین شیر، خوراک آغازین، نمره مدفوع و دمای هوا روزانه ثبت شد. تمامی گوساله‌ها سه روز متوالی در دوره پیش (روزهای ۵۰ تا ۵۲) و پس از شیرگیری (۸۳ تا ۸۵) در فاصله ساعت ۰۹:۰۰ صبح تا ۱۷:۰۰ عصر برای ثبت فعالیت‌های خوردن، نشخوار کردن، استراحت کردن، ایستادن، نشستن (لم دادن)، آشامیدن و رفتارهای دهانی غیرتغذیه‌ای هر ۵ دقیقه یک‌بار و به‌صورت مشاهده‌ای پایش شدند. از مدل رگرسیون لجستیک با توزیع دوجمله‌ای برای ارزیابی شانس وقوع اسهال و نیاز به درمان آن و از مدل رگرسیون پویسون نیز برای ارزیابی تفاوت بین تیمارها در شمار وقوع اسهال، مدت زمان ابتلاء به اسهال و روزهای درمان استفاده شد.

یافته‌ها: ماده خشک مصرفی از جایگزین شیر در گوساله‌های دریافت کننده سطح متوسط جایگزین شیر بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه شده با سطح محدود بود. الگوی مصرف خوراک شامل وعده‌های خوردن (۶/۰ دفعه طی ۸ ساعت)، مدت‌زمان خوردن در هر وعده (۱۰/۷

دقیقه)، فاصله بین وعده‌های غذایی (۸۰/۱ دقیقه)، نرخ خوردن (۱۴/۵ گرم خوراک آغازین در هر دقیقه) و اندازه وعده غذایی (۱۵۴/۵ گرم خوراک آغازین در هر وعده خوردن) و نیز الگوی فعالیت نشخوار شامل وعده‌های نشخوار (۳/۸ دفعه طی ۸ ساعت)، مدت زمان نشخوار در هر وعده (۱۷/۱ دقیقه) و فاصله بین وعده‌های نشخوار (۱۲۹/۲ دقیقه) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. زمان صرف شده برای نشخوار و آشامیدن در گوساله‌های تغذیه شده با سطح متوسط جایگزین شیر بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه شده با سطح محدود بود. در دوره پس از شیرگیری در مقایسه با دوره پیش از شیرگیری، شمار وعده‌های خوردن، مدت زمان خوردن در هر وعده، نرخ خوردن، اندازه وعده غذایی، مدت زمان نشخوار در هر وعده و زمان ایستادن بیش‌تر و فاصله بین وعده‌های غذایی و زمان نشستن کم‌تر بود. شمار وقوع اسهال تفاوتی بین تیمارها نداشت. شانس وقوع اسهال و درمان آن به‌ترتیب در گوساله‌های تغذیه شده با سطح محدود تغذیه جایگزین شیر کم‌تر و بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه شده با سطح متوسط بود. مدت زمان ابتلاء به اسهال و زمان درمان در گوساله‌های تغذیه شده با سطح محدود جایگزین شیر کم‌تر از گوساله‌های تغذیه شده با سطح متوسط بود.

نتیجه‌گیری: به دلیل عدم تفاوت معنی‌دار در شمار و اندازه وعده‌های غذایی، خوراک آغازین مصرفی بین تیمارها تقریباً یکسان بود. اگر چه شانس درگیری با اسهال و مدت زمان ابتلاء و درمان در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر بیش‌تر بود، اما شمار وقوع اسهال تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت.

واژه‌های کلیدی: تنش سرمایی، خوراک مایع، گوساله شیرخوار.

استناد: رضایی، ح.، کارگر، ش. (۱۴۰۲). اثر سطح تغذیه جایگزین شیر بر الگوی مصرف خوراک آغازین، رفتار تغذیه‌ای و سلامت گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تحت تنش سرمایی. *پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۱(۱)، ۱۸-۱

DOI: 10.22069/ejrr.2023.20773.1872

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

گوساله‌ها به خاطر عایق کم بدن (چربی کم زیرپوستی و ضخامت کم پوست بدن)، زیادی نسبت سطح بدن به توده بدنی، کنترل ضعیف عروق پوستی و از دست دادن حرارت به‌صورت تبخیر از سطح بدن خیس در زمان تولد و نیز عدم تکامل ساز و کارهای دخیل در حفظ دمای بدن برای مقابله با تغییرات دمای محیطی به سردی هوا و نوسانات دمایی (فزون بر وزش باد و رطوبت هوا) در فصل زمستان حساس هستند (Olson وهمکاران، ۱۹۸۰؛ Holt، ۲۰۱۴). حد کم دمای بحرانی در گوساله‌هایی با سن زیر سه هفته یا بیش‌تر از آن به ترتیب ۱۵ (Arieli و همکاران، ۱۹۹۵) و ۵ (Drackley، ۲۰۰۸) درجه سانتی‌گراد است که در دماهای کم‌تر از آن ساز و کارهای سوخت و سازی برای گرم نگه داشتن بدن فعال می‌شوند. با سرد شدن هوا حیوانات انرژی بیش‌تری صرف حفظ دمای داخلی بدن خود می‌نمایند که این انرژی صرف شده اگر با ساز و کارهایی مانند تغییر در خوراک مصرفی، از دست دادن یا ذخیره انرژی جبران نشود سبب کاهش رشد شده و می‌تواند آثار منفی بر بازدهی و سلامت حیوانات داشته باشد (Ames، ۱۹۸۰؛ Holt، ۲۰۱۴).

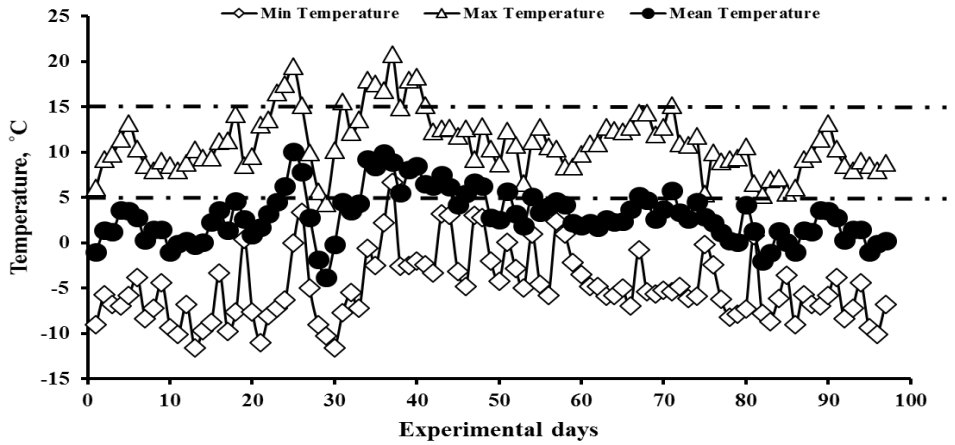
در پژوهشی از ۴۳۸ گوساله‌ای که در فصل زمستان و تابستان مورد ارزیابی قرار گرفتند، نرخ بیماری و مرگ و میر به ترتیب در زمستان ۵۲ و ۲۱ درصد و در تابستان ۱۳ و ۳ درصد بود (Godden و همکاران، ۲۰۰۵). هر چند سردی هوا تنها عامل دخیل در نرخ زیاد بیماری و مرگ و میر در فصل زمستان نیست اما تغذیه نیز به خاطر تأثیر مستقیم بر عملکرد سیستم ایمنی نقش اساسی در آن بازی می‌کند (Nonnecke و همکاران، ۲۰۰۹؛ Holt، ۲۰۱۴). اطمینان از کافی بودن خوراک عرضه شده به گوساله‌های شیرخوار در دوره تنش سرمایی به خاطر افزایش نیاز نگهداری برای تنظیم دمایی دشوار است اما نشان داده شده که گوساله‌های پرورش یافته تحت تنش سرمایی با تغذیه محدود جایگزین شیر با افزایش خوراک آغازین مصرفی سرعت رشد و وزن بدن را حفظ می‌نمایند هر چند این گوساله‌ها بیماری تنفسی بیش‌تری را تجربه کرده و هزینه درمان آنتی‌بیوتیکی بیش‌تری هم داشتند (Nonnecke و همکاران، ۲۰۰۹). با این وجود، ساز و کاری که به واسطه آن خوراک آغازین مصرفی در گوساله‌های تحت تنش سرمایی افزایش پیدا می‌کند به‌طور کامل مشخص نیست و نیاز به بررسی بیش‌تر دارد.

اگر چه آثار سودمند تغذیه سطح متوسط نسبت به سطح محدود جایگزین شیر بر ظرفیت پاسخ ایمنی و سلامت گوساله‌های پرورش یافته در محیط خنثی حرارتی به‌طور جامع بررسی نشده است (Nonnecke و همکاران، ۲۰۰۳؛ Foote و همکاران، ۲۰۰۷؛ Gerbert و همکاران، ۲۰۱۸)، اما تغذیه سطح متوسط جایگزین شیر (۶ لیتر در روز) به‌منظور افزایش فراهمی مواد مغذی نسبت به سطح محدود تغذیه آن (۴ لیتر در روز) برای گوساله در فصل سرد می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار مطرح باشد (Roland و همکاران، ۲۰۱۶). افزایش سطح تغذیه خوراک مایع در دوره پیش از شیرگیری می‌تواند سبب تحریک رشد در آن دوره شده و بهبود عملکرد شیردهی آتی را هم به همراه داشته باشد (Raeth-Knight و همکاران، ۲۰۰۹؛ Soberon و همکاران، ۲۰۱۲؛ Gelsinger و همکاران، ۲۰۱۶). فزون بر آن، پرورش گوساله با سطح زیاد خوراک مایع می‌تواند سبب کاهش علائم گرسنگی (Rosenberger و همکاران، ۲۰۱۷؛ Gerbert و همکاران، ۲۰۱۸) و کاهش بروز بیماری (Ollivett و همکاران، ۲۰۱۲؛ de Passille و همکاران، ۲۰۱۶) شود. به هر حال، آثار تغذیه سطح متوسط در مقایسه با سطح محدود جایگزین شیر بر رفتار تغذیه‌ای،

الگوی مصرف خوراک آغازین و سلامت به طور مبسوط مشخص نیست. از این رو، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر تغذیه سطح متوسط در مقایسه با سطح محدود جایگزین شیر بر رفتار جویدن، الگوی مصرف خوراک آغازین و سلامت گوساله‌های هلشتاین تحت تنش سرمایی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک مزرعه پرورشی و در فاصله ماه‌های آذر تا اسفند سال ۱۳۹۹ انجام شد. از ۲۴ رأس گوساله ماده تازه متولد شده هلشتاین با میانگین وزن (۰/۸۴ ± ۴۰/۱ کیلوگرم) در این پژوهش استفاده شد. گوساله‌ها سالم و با ظاهر عمومی خوب و بدون هیچ‌گونه علائم تب، اسهال، سخت‌زایی در تولد بودند و پروتئین سرم خون (۲۴ ساعت پس از تغذیه وعده اول آغوز) بیش از ۵/۵ گرم بر دسی‌لیتر بود که از سن سه‌روزگی و به‌طور تصادفی به دو گروه شاهد (۱۲ رأس؛ دریافت‌کننده سطح محدود جایگزین شیر به میزان ۴ لیتر در روز) و آزمایشی (۱۲ رأس؛ دریافت‌کننده سطح متوسط جایگزین شیر به میزان ۶ لیتر در روز) اختصاص داده شدند. گوساله‌ها در روز اول تولد دو بار با آغوز پر کیفیت (عدد بریکس بیش‌تر از ۲۳) پاستوریزه شده و در فواصل یک و ۱۲ ساعت پس از تولد و به میزان ۸ درصد وزن بدن تغذیه شدند. در روز دوم پس از تولد گوساله‌ها در دو وعده و در هر وعده با دو لیتر شیر انتقالی (شیرآغوز) پاستوریزه شده تغذیه شدند. جایگزین شیر (دارای ۲۱ درصد پروتئین خام، ۱۷ درصد چربی و ۴۳ درصد لاکتوز) روزانه در دو وعده (۰۸:۰۰ و ۱۷:۰۰) و در هر وعده به مقدار مساوی (۲ یا ۳ لیتر) و با سطل به گوساله‌ها تغذیه می‌شد. گوساله‌ها در دو روز اول پس از تولد در آغوزخانه مسقف نگهداری شده و از روز سوم به جایگاه‌های انفرادی (با ابعاد ۲ × ۱ × ۱/۸ متر؛ طول در عرض در ارتفاع) که از قبل ضدعفونی و شعله‌دهی شده بودند، منتقل شدند. در نگاره ۱، کمینه، میانگین و بیشینه دمای هوا که روزانه در محل پرورش گوساله‌ها ثبت می‌شد (Model HTC-1; Temperature Humidity Meter, Xuzhou Sanhe Automatic Control Equipment Co., Ltd.)، نشان داده شده است. در طول دوره آزمایش متوسط دمای بیشینه، میانگین و کمینه به‌ترتیب ۱۱/۱، ۳/۰ و ۴/۹- درجه سانتی‌گراد بود.



نگاره ۱: الگوی تغییرات روزانه دما (کمینه، میانگین و بیشینه) در طول دوره آزمایش. متوسط دمای بیشینه، میانگین و کمینه به ترتیب ۱۱/۱، ۳/۰ و ۴/۹- درجه سانتی‌گراد بود. خطوط خط‌چین نشان دهنده حد کم دمای بحرانی (۱۵ یا ۵ درجه سانتی‌گراد) به‌ترتیب برای گوساله‌های شیرخوار با سن زیر سه هفته (Arieli و همکاران، ۱۹۹۵) یا بیش از آن (Drackley، ۲۰۰۸) است.

Figure 1: Temporal pattern of minimum (Min), mean, and maximum (Max) temperature during the experiment. The average maximum, mean, and minimum temperature were 11.1, 3.0, and –4.9°C, respectively. Dashed lines indicate the lower critical temperature of 15 or 5°C for newborn calves less than (Arieli et al., 1995) or beyond 21-d (Drackley, 2008) of age, respectively.

گوساله‌ها از روز سوم پس از تولد دسترسی آزاد به آب تمیز و خوراک آغازین متوازن شده (NRC، 2001) داشتند. در جدول ۱ اقلام خوراکی تشکیل‌دهنده جیره آغازین و ترکیبات شیمیایی آن آورده شده است. تهویه در محل نگهداری گوساله‌ها با جریان طبیعی هوا صورت می‌گرفت. از کاه گندم به‌عنوان بستر استفاده می‌شد و در صورت نیاز روزانه تعویض می‌شد تا محل استراحت گوساله‌ها ظاهری تمیز و خشک داشته باشد. گوساله‌ها در گروه سطح محدود شیر از روز یک تا ۵۵ آزمایش چهار لیتر، روزهای ۵۶ و ۵۷ سه لیتر، روزهای ۵۸ و ۵۹ دو لیتر و روز ۶۰ یک لیتر جایگزین شیر دریافت کردند. هم‌چنین، گوساله‌ها در گروه سطح متوسط شیر از روز یک تا ۵۳ شش لیتر، روز ۵۴ پنج لیتر، روزهای ۵۵ و ۵۶ چهار لیتر، روزهای ۵۷ و ۵۸ سه لیتر، روز ۵۹ دو لیتر و روز ۶۰ نیم لیتر جایگزین شیر دریافت کردند. گوساله‌ها ۶۱ روز پس از شروع آزمایش از شیر گرفته شدند و تا یک ماه پس از شیرگیری (روز ۹۱ آزمایش) پایش شدند (Bahadori-Moghadam و همکاران، ۲۰۲۲).

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیبات شیمیایی (درصدی از ماده خشک) جیره آزمایشی

Table 1- Ingredients and chemical composition (% of DM unless otherwise noted) of the experimental diet

اقلام خوراکی (Feed ingredients)	
یونجه خشک خرد شده (Alfalfa hay, chopped)	10.00
سبوس گندم (Wheat bran)	7.10
دانه ذرت آسیاب شده (Corn grain, ground)	47.00
دانه جو آسیاب شده (Barley grain, ground)	14.10
کنجاله سویا (Soybean meal)	18.80
کربنات کلسیم (Calcium carbonate)	1.20
مکمل ویتامینی و معدنی (Vitamin & mineral mix[1])	0.58
نمک (Salt)	0.47
اکسید منیزیم (Magnesium oxide)	0.38
بنتونیت (Bentonite)	0.37
ترکیب شیمیایی (Chemical composition)	
ماده خشک (Dry matter)	91.90
ماده آلی (Organic matter)	94.30
پروتئین خام (Crude protein)	19.10
کربوهیدارت‌های غیرالیافی (Non-fibrous carbohydrate[2])	52.80
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Neutral detergent fiber)	19.20
چربی خام (Ether-extract)	3.20
خاکستر (Ash)	5.70
کلسیم (Ca)	0.74
فسفر (P)	0.43
انرژی قابل سوخت‌وساز (ME, Mcal/kg of DM)[2]	3.01

۱. هر کیلوگرم مکمل دارای ۹۷۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۷۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۸۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۴۳ گرم روی، ۷۶ گرم منگنز، ۴۸/۶ گرم مس، ۱۹/۵ گرم سلنیوم، ۱۸/۴ گرم آهن، ۸ گرم کلسیم و ۱/۳ گرم کبالت بود.

۲. کربوهیدارت‌های غیر الیافی برابر است با ۱۰۰ منهای (درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی+ درصد پروتئین خام+ درصد چربی+ درصد خاکستر).

[1]Contained per kilogram of the supplement: 975,000 IU of vitamin A, 750,000 IU of vitamin D_3, 1,800 IU of vitamin E, 143.0 g of Zn, 76.0 g of Mn, 48.6 g of Cu, 19.5 g of Se, 18.4 g of Fe, 8 g of Ca, and 1.3 g of Co.

[2] NFC = 100 − (NDF% + CP% + Fat% + Ash%). NRC (2001)

مقدار جایگزین شیر و خوراک آغازین عرضه‌شده و باقی‌مانده آن‌ها روزانه برای محاسبه دقیق ماده خشک مصرفی از خوراک مایع و جامد ثبت می‌شد. کل ماده خشک مصرفی از حاصل جمع ماده خشک مصرفی از خوراک مایع و جامد به دست آمد. تمامی گوساله‌ها سه روز متوالی در دوره پیش (روزهای ۵۰ تا ۵۲) و پس از شیرگیری (روزهای ۸۳ تا ۸۵) در فاصله ساعت ۰۹:۰۰ صبح تا ۱۷:۰۰ عصر به‌مدت ۸ ساعت برای ثبت فعالیت‌های خوردن، نشخوار کردن، استراحت کردن، ایستادن، نشستن، آشامیدن و رفتارهای دهانی غیرتغذیه‌ای (مانند لیس زدن سطوح، لیس زدن هم‌دیگر، چرخاندن زبان و غیره) هر ۵ دقیقه یک‌بار و به‌صورت مشاهده‌ای مورد پایش قرار گرفتند (Kargar و همکاران، ۲۰۲۱). برای ثبت آن فعالیت‌ها از چهار نفر در دو گروه دونفری به صورت چرخشی (پایش هم‌زمان گوساله‌ها با دو نفر برای یک ساعت و استراحت تا ساعت بعد برای نوبت مجدد ثبت) در طول هشت ساعت استفاده شد. برای هر کدام از فعالیت‌های ثبت شده قابلیت اطمینان بین پایش‌کنندگان زیاد و ضریب کاپا کوهن[1] بیش از ۰/۸۵ بود. هر مشاهده برای فعالیت‌های خوردن یا نشخوار کردن دست کم باید ۵ دقیقه به طول می‌انجامید. شمار دفعات خوردن یا نشخوار کردن از شمارش وعده‌های خوردن یا نشخوار کردن در طول هشت ساعت به دست می‌آمد. طول وعده غذایی (دقیقه به ازای هر وعده غذایی) یا نشخوار (دقیقه به ازای هر وعده نشخوار) به صورت میانگین مدت زمان صرف شده به ازای هر وعده غذایی یا نشخوار بیان می‌شود. فاصله بین وعده‌های غذایی یا نشخوار هم به میانگین فاصله زمانی (دقیقه) بین انتهای یک وعده غذایی یا نشخوار تا شروع وعده دیگر اطلاق می‌شد. نرخ خوردن از تقسیم گرم ماده خشک دریافتی از خوراک آغازین به کل مدت زمان صرف شده برای خوردن به دست آمد. اندازه وعده غذایی به کل ماده خشک مصرفی از خوراک آغازین به ازای هر وعده غذایی اطلاق می‌شد (گرم خوراک آغازین مصرفی طی هشت ساعت تقسیم بر شمار وعده‌هایی غذایی) (Kargar و همکاران، ۲۰۲۱).

سلامت گوساله‌ها در دوره پیش از شیرگیری روزانه بر اساس اشتهای حیوانات و میل و رغبت آن‌ها برای مصرف خوراک مایع و جامد و با پایش دمای مقعد و ظاهر عمومی توسط دام‌پزشکی که اطلاعی از تیمارهای آزمایشی نداشت صورت گرفت (Heinrichs و همکاران، ۲۰۰۳). پیش از وعده خوراک‌دهی صبح، نمره مدفوع گوساله‌ها در داخل جایگاه‌های انفرادی و بر اساس شکل فیزیکی و قوام آن مورد ارزیابی قرار می‌گرفت (نمره ۱ = طبیعی؛ نمره ۲ = نرم تا شل؛ نمره ۳ = شل تا آبکی؛ نمره ۴ = آبکی، موکوسی، اندکی خونی و نمره ۵ = آبکی، موکوسی و خونی) (Heinrichs و همکاران، ۲۰۰۳). نمره مدفوع به‌صورت شمار روزهایی با نمره مساوی یا بیش‌تر از سه که غیرطبیعی قلمداد می‌شد، دسته‌بندی گردید. گوساله‌هایی با نمره مدفوع غیرطبیعی برای تأیید اسهال توسط دام‌پزشک مورد معاینه قرار می‌گرفتند و در صورت تأیید با پروتکل(های) مشخص درمان می‌شدند. در طول دوره آزمایش موردی از نمونیا در گوساله‌ها که نیاز به درمان داشته باشد توسط دام‌پزشک گزارش نشد و هیچ مورد مرگ و میری هم در گوساله‌ها وجود نداشت.

بررسی نرمال بودن داده با استفاده از رویه تک‌متغیره[2] نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) انجام شد. داده مربوط به کل ماده خشک مصرفی، ماده خشک مصرفی از جایگزین شیر و خوراک آغازین،

1. Cohen's Kappa Coefficient

2. UNIVARIATE Procedure

ماده خشک مصرفی از خوراک آغازین در زمان ثبت فعالیت‌های تغذیه‌ای، الگوی مصرف خوراک و نشخوار، فعالیت‌های جویدن و رفتارشناسی با رویه مختلط و به‌صورت تکرارشونده در زمان واکاوی شد. در مدل آماری گوساله (Calf) به‌عنوان اثر تصادفی و تیمار (Treat)، دوره (Period) و برهم‌کنش تیمار با دوره (T × P) به عنوان اثرات ثابت در نظر گرفته شدند.

مدل آماری: $Y_{ijkl} = \mu + Calf_i + Treat_j + Period_k + (Treat \times Period)_{jk} + e_{ijkl}$

برای واکاوی آماری داده چندین ساختار کوواریانس مورد آزمون قرار گرفت و از میان آن‌ها ساختار رگرسیون خودکار[1] نوع یک بر مبنای کمینه معیار اطلاعات بیزی[2] انتخاب شد. از گزینه برش[3] برای تفکیک معنی‌داری مربوط به میانگین حداقل مربعات برای برهم‌کنش بین تیمار و دوره استفاده شد. داده به صورت میانگین حداقل مربعات گزارش شد و درصورتی‌که سطح احتمال معنی‌داری مساوی یا کم‌تر از ۰/۰۵ بود معنی‌دار ولی بین مساوی یا کوچک‌تر از ۰/۱۰ و بزرگ‌تر از ۰/۰۵ تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد.

مدل برای وقوع اسهال و نیاز به درمان در دوره پیش از شیرگیری با استفاده از رگرسیون لجستیک[4] و توزیع دو جمله‌ای[5] و با استفاده از رویه گلایمیکس[6] نرم افزار آماری SAS انجام شد. آزمون بخت برای مقایسه احتمال وقوع هر کدام از رویدادها بین تیمارها استفاده شد. شمار وقوع اسهال، مدت زمان ابتلاء به اسهال و طول دوره درمان با توزیع پویسون[7] و با استفاده از رویه جن‌مد[8] واکاوی شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به اثر سطح تغذیه جایگزین شیر بر ماده خشک مصرفی گوساله‌ها در جدول ۲ آورده شده است. در دوره پیش از شیرگیری، گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر، ماده خشک بیش‌تری در مقایسه با گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود از خوراک مایع دریافت کردند (P = ۰/۰۰۱ × T). ماده خشک دریافتی از خوراک آغازین (P = ۰/۷۵) و کل ماده خشک مصرفی (P = ۰/۳۴) تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (P = ۰/۷۵). بدون توجه به سطح تغذیه جایگزین شیر، خوراک آغازین مصرفی و کل ماده خشک مصرفی با افزایش سن گوساله‌ها افزایش یافت (P = ۰/۰۰۱).

1. Auto-Regression Structure
2. Bayesian Information Criterion (BIC)
4. SLICE Option
5. Logistic Regression
6. Binomial Distribution
7. GLIMMIX Procedure
8. Poisson Distribution
9. GENMOD Procedure

جدول ۲- اثر سطح تغذیه جایگزین شیر (تغذیه سطح محدود در مقابل سطح متوسط) بر ماده خشک مصرفی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تحت تنش سرمایی

Table 2- Effect of milk replacer plane of nutrition (restricted vs. moderated; RPN vs. MPN) on dry matter intake in cold-stressed neonatal Holstein calves

	تیمار (Treat)		خطای استاندارد	سطح احتمال معنی‌داری (*P*-value)		
	RPN	MPN	میانگین (SEM)	تیمار T	دوره Period (P)	تیمار × دوره T × P
جایگزین شیر (Milk replacer)						
ماده خشک مصرفی (روز ۱ تا ۶۱)، گرم در روز Dry matter intake (d 1 to 61, g/d)	413[b]	597[a]	2.58	0.001	0.001	0.001
خوراک آغازین (Starter feed)						
ماده خشک مصرفی (روز ۱ تا ۹۱)، گرم در روز Dry matter intake (d 1 to 91, g/d)	1302	1267	69.60	0.75	0.001	0.84
کل ماده خشک مصرفی (روز ۱ تا ۹۱)، گرم در روز Total dry matter intake (d 1 to 91)	1572	1667	69.39	0.34	0.001	0.57

[a,b] حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد است (*P*<۰/۰۵).

[a,b]Means within a row for each effect with different superscripts are different ($P \leq 0.05$).

نتایج مربوط به اثر سطح تغذیه جایگزین شیر بر الگوی مصرف خوراک و نشخوار در جدول ۳ آورده شده است. شمار وعده‌های خوردن خوراک آغازین تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (*P* = ۰/۵۷) اما شمار آن در دوره پس از شیرگیری بیش‌تر از دوره پیش از شیرگیری بود (*P* = ۰/۰۳). مدت‌زمان صرف شده برای خوردن خوراک آغازین به ازای هر وعده تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (*P* = ۰/۹۶) اما مدت آن در دوره پس از شیرگیری بیش‌تر از دوره پیش از شیرگیری بود (*P* = ۰/۰۰۴). فاصله زمانی بین وعده‌های غذایی تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (*P* = ۰/۲۳) اما مدت آن در دوره پس از شیرگیری کم‌تر از دوره پیش از شیرگیری بود (*P* = ۰/۰۲). نرخ خوردن خوراک آغازین (*P* = ۰/۶۵) و اندازه وعده غذایی (*P* = ۰/۹۰) تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت اما گوساله‌ها در دوره پس از شیرگیری نرخ خوردن و اندازه وعده غذایی بیش‌تری نسبت به دوره پیش از شیرگیری داشتند (*P* = ۰/۰۰۱). ماده خشک مصرفی از خوراک آغازین تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (*P* = ۰/۹۱) اما میزان آن در دوره پس از شیرگیری بیش‌تر از دوره پیش از شیرگیری بود (*P* = ۰/۰۰۱). شمار وعده‌های نشخوار تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (*P* = ۰/۲۲) و همین‌طور شمار آن در دوره پیش و پس از شیرگیری متفاوت نبود (*P* = ۰/۴۳). مدت زمان نشخوار در هر وعده تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (*P* = ۰/۲۱) اما مدت آن در دوره پس از شیرگیری بیش‌تر از دوره پیش از شیرگیری بود (*P* = ۰/۰۲). فاصله بین وعده‌های نشخوار تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (*P* = ۰/۲۳) و همین‌طور شمار آن در دوره پیش و پس از شیرگیری متفاوت نبود (*P* = ۰/۴۳).

جدول ۳- اثر سطح تغذیه جایگزین شیر (تغذیه سطح محدود در مقابل سطح متوسط) بر الگوی مصرف خوراک و نشخوار گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تحت تنش سرمایی

Table 3- Effect of milk replacer plane of nutrition (restricted vs. moderated; RPN vs. MPN) on meal and rumination patterns in cold-stressed neonatal Holstein calves

	تیمار (Treat)		خطای استاندارد	سطح احتمال معنی‌داری (*P*-value)		
	RPN	MPN	میانگین (SEM)	تیمار T	دوره Period (P)	تیمار × دوره T × P
خوردن (Meal)						
شمار وعده‌های خوردن (لقمه/ بازه زمانی ۸ ساعت) Meal frequency, bouts/8-h period	6.1	5.9	0.32	0.57	0.03	0.89
مدت زمان خوردن در هر وعده (دقیقه) Meal length, min	10.7	10.6	0.77	0.96	0.004	0.21
فاصله بین وعده‌های غذایی (دقیقه) Inter-meal interval, min	78.7	81.4	7.77	0.23	0.02	0.88
نرخ خوردن (گرم ماده خشک خوراک آغازین/ دقیقه) Eating rate, g of starter DM/min	14.3	14.7	1.48	0.65	0.001	0.63
اندازه وعده غذایی (گرم ماده خشک خوراک آغازین/لقمه) Meal size, g of starter DM/bout	152.8	156.1	14.83	0.90	0.001	0.43
ماده خشک مصرفی از خوراک آغازین (گرم/ بازه زمانی ۸ ساعت) Starter DM intake, g/8-h period	932	921	74.18	0.91	0.001	0.66
نشخوار (Rumination)						
شمار وعده‌های نشخوار (لقمه/بازه زمانی ۸ ساعت) Rumination frequency, bouts/8-h period	3.4	4.1	0.38	0.22	0.43	0.32
مدت زمان نشخوار در هر وعده (دقیقه) Rumination length, min	16.2	17.9	0.94	0.21	0.02	0.19
فاصله بین وعده‌های نشخوار (دقیقه) Rumination interval, min	141.2	117.1	26.94	0.23	0.43	0.34

نتایج مربوط به اثر سطح تغذیه جایگزین شیر بر فعالیت جویدن و زمان صرف شده برای استراحت، ایستادن، نشستن (لم دادن)، آشامیدن و رفتارهای دهانی غیرتغذیه‌ای در جدول ۴ نشان داده شده است. زمان صرف شده برای خوردن خوراک آغازین تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (۰/۷۴ = *P*) اما مدت آن در دوره پس از شیرگیری بیش‌تر از دوره پیش از شیرگیری بود (۰/۰۰۱ = *P*). زمان صرف شده برای نشخوار در گوساله‌های تغذیه شده با سطح متوسط شیر بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود شیر بود (۰/۰۳ = *P*) اما زمان آن در دوره پیش و پس از شیرگیری تغییری نکرد (۰/۳۷ = *P*). زمان استراحت گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر کم‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود آن بود (۰/۰۱ = *P*) و همین‌طور گوساله‌ها در دوره پس از شیرگیری زمان کم‌تری در مقایسه با دوره پیش از شیرگیری برای استراحت داشتند (۰/۰۱ = *P*). زمان صرف شده برای ایستادن تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (۰/۲۹ = *P*) اما مدت آن در دوره پس از شیرگیری بیش‌تر از دوره پیش از شیرگیری بود (۰/۰۳ = *P*). زمان صرف شده برای نشستن (لم دادن) تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (۰/۲۹ = *P*) اگرچه مدت آن در دوره پس از شیرگیری کم‌تر از دوره پیش از شیرگیری بود (۰/۰۳ = *P*). زمان صرف شده برای آشامیدن آب در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط شیر بیش‌تر

از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود شیر بود (P = ۰/۰۳) اما زمان آن در دوره پیش و پس از شیرگیری تغییری نکرد (P = ۰/۶۶). رفتارهای دهانی غیرتغذیه‌ای تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر و دوره پرورش (پیش و پس از شیرگیری) قرار نگرفت.

جدول ۴- اثر سطح تغذیه جایگزین شیر (تغذیه سطح محدود در مقابل سطح متوسط) بر رفتار جویدن و زمان صرف شده برای استراحت، ایستادن، نشستن (لم دادن)، آشامیدن و رفتارهای دهانی غیرتغذیه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تحت تنش سرمایی

Table 4- Effect of milk replacer plane of nutrition (restricted vs. moderated; RPN vs. MPN) on chewing behavior and time devoted to resting, standing, lying, drinking, and non-nutritive oral behaviors (NNOB) in cold-stressed neonatal Holstein calves

سطح احتمال معنی‌داری (P-value)			خطای استاندارد میانگین (SEM)	تیمار (Treat; T)		
تیمار × دوره T × P	دوره Period (P)	تیمار T		MPN	RPN	
						فعالیت جویدن (Chewing behavior)
0.23	0.001	0.74	3.92	62.5	65.3	زمان خوردن (دقیقه/بازه زمانی ۸ ساعت) Eating time, min/8-h period
0.21	0.37	0.03	6.60	73.4[a]	55.1[b]	زمان نشخوار(دقیقه/بازه زمانی ۸ ساعت) Ruminating time, min/8-h period
0.22	0.01	0.01	7.60	310.4[b]	332.7[a]	زمان استراحت (دقیقه/بازه زمانی ۸ ساعت) Resting time, min/8-h period
0.29	0.03	0.29	7.10	163.4	174.3	زمان ایستادن (دقیقه/بازه زمانی ۸ ساعت) Standing time, min/8-h period
0.29	0.03	0.29	7.10	316.6	305.7	زمان نشستن (لم دادن) (دقیقه/بازه زمانی ۸ ساعت) Lying time, min/8-h period
0.33	0.66	0.05	1.48	11.1[a]	6.9[b]	زمان آشامیدن (دقیقه/بازه زمانی ۸ ساعت) Drinking time, min/8-h period
0.35	0.17	0.40	2.12	22.6	20.0	رفتارهای دهانی غیرتغذیه‌ای(دقیقه/بازه زمانی ۸ ساعت) NNOB, min/8-h period

[a,b] حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

[a,b]Means within a row for each effect with different superscripts are different ($P \leq 0.05$).

مدل لجستیک برای وقوع اسهال (نمره مدفوع ۳ و بیش‌تر) در دوره پیش از شیرگیری (روزهای ۱ تا ۶۱) در جدول ۵ آورده شده است. شانس وقوع اسهال در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود جایگزین شیر ۵۰ درصد کم‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط آن بود (P = ۰/۰۰۱). شانس درمان اسهال در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود جایگزین شیر بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط آن بود (P = ۰/۰۰۱). جدول ۶ رگرسیون پویسون برای دفعات وقوع و مدت زمان ابتلاء به اسهال (نمره مدفوع ۳ و بیش‌تر) و روزهای درمان در دوره پیش از شیرگیری (روزهای ۱ تا ۶۱) را نشان می‌دهد. شمار وقوع اسهال تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت (P = ۰/۳۷). مدت زمان ابتلاء به اسهال در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر ۳/۷ روز بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود آن بود (P = ۰/۰۰۱). دوره درمان اسهال در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر ۳/۱ روز بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود آن بود (P = ۰/۰۰۱).

جدول ۵- مدل لجستیک برای وقوع اسهال (نمره مدفوع ۳ و بیش‌تر) و درمان آن در دوره پیش از شیرگیری (روزهای ۱ تا ۶۱) تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر (تغذیه سطح محدود در مقابل سطح متوسط) در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تحت تنش سرمایی

Table 5- Logistic model for the occurrence of diarrhea (≥3)[1] and needs to medication during the preweaning period (d 1-61) as influenced by milk replacer plane of nutrition (restricted vs. moderated; RPN vs. MPN) in cold-stressed neonatal Holstein calves

متغیر و مقایسه Variable and comparison	ضریب Coefficient	خطای استاندارد میانگین (SEM)	نسبت بخت Odds ratio[2]	حدود اطمینان (۹۵٪) 95% CI[3]	سطح احتمال معنی‌داری *P*-value
وقوع اسهال Diarrhea occurrence سطح محدود در مقابل متوسط RPN vs. MPN	−0.6868	0.18	0.50	0.34, 0.72	0.001
درمان اسهال Diarrhea medication occurrence سطح محدود در مقابل متوسط RPN vs. MPN	0.6953	0.20	2.00	1.33, 3.01	0.001

[1]Where 1 = normal; 2 = soft to loose; 3 = loose to watery; 4 = watery, mucous, and slightly bloody; and 5 = watery, mucous, and bloody (Heinrichs et al., 2003).
[2]The odds ratio (OR) indicates the probability of having diarrhea (≥3) for the experimental treatments (RPN vs. MPN). If the OR is > 1, a given treatment in the comparison is more likely to have diarrhea (≥3) than the other treatment by a factor of the difference above 1. If the OR is < 1, a given treatment has a lower probability of occurrence than the other treatment.
[3]Confidence interval.

جدول ۶- رگرسیون پویسون برای دفعات وقوع و مدت زمان ابتلاء به اسهال (نمره مدفوع ۳ و بیش‌تر) و روزهای درمان در دوره پیش از شیرگیری (روزهای ۱ تا ۶۱) تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر (تغذیه سطح محدود در مقابل سطح متوسط) در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین تحت تنش سرمایی

Table 6- Poisson regression for frequency and duration of diarrhea (≥3)[1] and days medicated during the preweaning period (d 1-61) as influenced by milk replacer plane of nutrition (restricted vs. moderated; RPN vs. MPN) in cold-stressed neonatal Holstein calves

	تیمار (T)		خطای استاندارد میانگین (SEM)	سطح احتمال معنی‌داری (*P*-value)
	RPN	MPN		تیمار T
شمار وقوع اسهال Diarrhea frequency, no. of times diagnosed	0.7	1.1	0.32	0.37
مدت زمان ابتلاء به اسهال (روز) Diarrhea duration, d	4.4[b]	8.1[a]	0.12	0.001
مدت زمان درمان اسهال (روز) Diarrhea medication, d	3.5[b]	6.6[a]	0.14	0.001

[a,b] حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد است (*P*<۰/۰۵).

۱. ۱: مدفوع نرمال، ۲: مدفوع سفت تا شل، ۳: مدفوع شل تا آبکی، ۴: مدفوع آبکی، همراه با موکوس و کمی خون و ۵: مدفوع آبکی، همراه با موکوس و خون (Heinrichs و همکاران، ۲۰۰۳).

[a,b]Means within a row for each effect with different superscripts are different ($P \leq 0.05$).
[1]Where 1 = normal; 2 = soft to loose; 3 = loose to watery; 4 = watery, mucous, and slightly bloody; and 5 = watery, mucous, and bloody (Heinrichs et al., 2003).

مصرف خوراک تابعی از اندازه وعده غذایی و شمار وعده‌های غذایی است که بر آن اساس و به‌ترتیب میزان سیری و گرسنگی تعیین می‌گردد. اندازه وعده غذایی با نرخ خوردن و طول هر وعده غذایی (مدت زمان خوردن در هر وعده) و شمار وعده‌های غذایی با فاصله بین وعده‌های غذایی و طول هر وعده غذایی مشخص می‌گردد. نرخ خوردن با عوامل جیره‌ای مرتبط با شکل فیزیکی، فرسته‌های

حسی مربوط به چشایی و بویایی، پیش‌ساز انرژی جذب شده، تعاملات اجتماعی بین حیوانات و غیره تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Allen، ۲۰۱۴؛ Kargar و همکاران، ۲۰۲۱). طبق انتظار، ماده خشک دریافتی در دوره پیش از شیرگیری در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر ۱۸۴ گرم در روز بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح کم جایگزین شیر بود. به خاطر عدم تفاوت معنی‌دار در اندازه وعده غذایی و شمار وعده‌های غذایی، ماده خشک مصرفی از خوراک آغازین و کل ماده خشک مصرفی تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت. هم‌سو با یافته‌های آزمایش حاضر، در پژوهش دیگری گوساله‌های تغذیه‌شده با سطوح محدود و متوسط جایگزین شیر تفاوتی در ماده خشک مصرفی از خوراک آغازین نداشتند (Silper و همکاران، ۲۰۱۴). در دوره پس از شیرگیری به دلیل افزایش اندازه وعده غذایی (و به‌تبع آن افزایش نرخ خوردن و افزایش طول هر وعده غذایی) و شمار وعده‌های غذایی (و به‌تبع آن کم شدن فاصله بین وعده‌های غذایی و افزایش طول هر وعده غذایی) ماده خشک مصرفی در مقایسه با دوره پیش از شیرگیری افزایش یافت که هم‌سو با یافته‌های دیگران بود (Kargar و همکاران، ۲۰۲۱). به دلیل عدم تفاوت در شمار وعده‌های غذایی و طول هر وعده غذایی، سطح تغذیه جایگزین شیر تأثیری بر زمان صرف شده برای خوردن نداشت. هر چند شاخص‌های مربوط به الگوی نشخوار تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت؛ اما به دلیل افزایش عددی و غیرمعنی‌دار شمار وعده‌های نشخوار (۰/۷+) و کاهش عددی و غیرمعنی‌دار فاصله بین وعده‌های نشخوار (۲۴/۱–) زمان صرف شده برای نشخوار در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر به‌صورت عددی بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود جایگزین شیر بود. به هر حال، برای مشخص شدن دلیل افزایش زمان صرف شده برای نشخوار نیاز است فعالیت و شاخص انتخاب‌گری گوساله‌های تغذیه‌شده با سطوح متفاوت جایگزین شیر در آزمایش‌های پی‌آیند مورد ارزیابی قرار بگیرد که در این آزمایش اندازه‌گیری نشده است. در دوره پس از شیرگیری در مقایسه با دوره پیش از شیرگیری به دلیل افزایش ماده خشک مصرفی، گوساله‌ها زمان بیش‌تری صرف نشخوار کردن در هر وعده کردند. در پژوهشی افزایش ماده خشک مصرفی در دوره پس از شیرگیری همراه با انتخاب برای ذرات درشت و الیافی خوراک آغازین و نیز افزایش شمار وعده‌های نشخوار و کاهش فاصله بین وعده‌های نشخوار بود که سبب افزایش زمان صرف شده برای نشخوار شد (Kargar و همکاران، ۲۰۲۱). اگرچه در پژوهش حاضر زمان صرف شده برای نشخوار تفاوتی در دوره پیش و پس از شیرگیری نداشت (جدول ۴)، گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر به دلیل صرف زمان بیش‌تر برای نشخوار کردن زمان استراحت کم‌تری داشتند. هم‌سو با پژوهش حاضر در آزمایش دیگری گوساله‌ها در دوره پس از شیرگیری به دلیل ماده خشک مصرفی بیش‌تر و به‌تبع آن صرف زمان بیش‌تر برای خوردن، زمان کم‌تری برای استراحت و نشستن (لم دادن) در مقایسه با دوره پیش از شیرگیری داشتند (Kargar و همکاران، ۲۰۲۱).

افزایش زمان صرف شده برای آشامیدن در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر در مقایسه با گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود شیر هم‌سو با یافته‌های دیگران بود (Wickramasinghe و همکاران، ۲۰۱۹). عدم تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر بر شمار وقوع اسهال هم‌سو با یافته‌های دیگران بود که گزارش کردند گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود جایگزین شیر (روز هشتم پس از تولد) دو روز دیرتر از گوساله‌های

تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر (روز ششم پس از تولد) اولین اسهال را پس از تولد تجربه کردند (Silper و همکاران، ۲۰۱۴). از این روی، شانس وقوع اسهال در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر در آن پژوهش (Silper و همکاران، ۲۰۱۴) بیش‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود جایگزین شیر بود که هم‌سو با یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد.

گزارش شده است که مصرف اختیاری شیر در سن یک تا دو هفتگی که هم‌زمان با اوج وقوع اسهال در گوساله می‌باشد، کاهش می‌یابد (Jasper و Weary، ۲۰۰۲). کاهش اشتها بخشی از پاسخ رفتاری به عفونت‌ها بوده و مرتبط با سایتوکاین‌های پیش‌التهابی می‌باشد (Borderas و همکاران، ۲۰۰۷). علی‌رغم شانس بیش‌تر وقوع اسهال و مدت زمان طولانی ابتلاء به آن، گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر سریع‌تر به روند طبیعی مصرف خوراک خود بازگشتند به طوری که در کل دوره آزمایش تفاوتی از نظر مصرف خوراک بین تیمارها وجود نداشت. ناهم‌سو با یافته‌های این پژوهش، سایر پژوهش‌گران افزایش وقوع اسهال را با تغذیه شیر در حد اشتها گزارش نکردند (Jasper و Weary، ۲۰۰۲؛ Khan و همکاران، ۲۰۰۷؛ Rosenberger و همکاران، ۲۰۱۷). معمولاً وقوع زیاد اسهال به جای مقدار شیر دریافتی روزانه با بهداشت، مدیریت و شرایط محل نگهداری گوساله مرتبط است (Hammon و همکاران، ۲۰۰۲). گوساله‌ها می‌توانند مقدار زیادی شیر را مصرف و گوارش بکنند وقتی شیر در دفعات زیاد و مقادیر کم عرضه بشود (حالتی که گوساله در طبیعت از مادر شیر می‌خورد؛ Albright و Arave، ۱۹۹۷) در مقایسه با حالتی که شیر مصرفی روزانه به صورت ثابت (مقادیر زیاد و دفعات کم) تغذیه شود (Khan و همکاران، ۲۰۰۷). در پژوهش حاضر شرایط بهداشتی، مدیریتی و محل نگهداری گوساله‌ها یکسان بود اما گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر در هر وعده یک لیتر شیر بیش‌تری نسبت به گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود جایگزین شیر دریافت کردند که شاید دلیل احتمالی شانس زیاد وقوع اسهال و نیز مدت زمان طولانی ابتلاء به آن باشد. فزون بر آن، کیفیت جایگزین شیر تغذیه شده هم می‌تواند در این خصوص اثرگذار بوده باشد. شماری از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر به پروتکل‌های درمانی اسهال پاسخ ندادند و دام‌پزشک ادامه درمان را متوقف کرد و این در حالی بود که هم‌چنان نمره مدفوع برای آن‌ها ثبت می‌شد؛ از این روی، شانس درمان در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر کم‌تر از گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح محدود شیر بود (Kargar و همکاران، ۲۰۲۱). به دلیل طولانی شدن مدت زمان ابتلاء به اسهال، مدت زمان درمان اسهال نیز در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر بیش‌تر بود.

نتیجه‌گیری

به‌دلیل عدم تفاوت معنی‌دار شمار وعده‌های غذایی و اندازه وعده غذایی، سطح تغذیه جایگزین شیر (متوسط در مقابل محدود) تأثیری بر خوراک آغازین مصرفی در زمان تنش سرمایی نداشت. در دوره پس از شیرگیری با افزایش شمار وعده‌های غذایی و اندازه وعده غذایی، مصرف خوراک آغازین در مقایسه با دوره پیش از شیرگیری افزایش یافت. الگوی نشخوار و رفتار دهانی غیرتغذیه‌ای تحت تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر در دوره تنش سرمایی قرار نگرفت، اما گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر زمان بیش‌تری صرف نشخوار و نوشیدن آب کردند. هر چند شمار وقوع اسهال تحت

تأثیر سطح تغذیه جایگزین شیر قرار نگرفت اما شانس درگیری با اسهال در گوساله‌های تغذیه‌شده با سطح متوسط جایگزین شیر بیش‌تر و مدت زمان طولانی‌تری اسهال را تجربه کردند.

منابع

Albright, L.L., and C.W. Arave. 1997. The Behavior of Cattle. CAB International, Wallingford, UK.

Allen, M.S. 2014. Drives and limits to feed intake in ruminants. Animal Production Science, 54:1513–1524.

Ames, D. 1980. Thermal environment affects production efficiency of livestock. Bioscience, 30:457–460.

Arieli, A., Schrama, J.W., Van-Der-Hel, W., and Verstegen. M.W.A. 1995. Development of metabolic partitioning of energy in young calves. Journal of Dairy Science, 78:1154–1162.

Bahadori-Moghadam, M., Kargar, S., Mahmoodi, A., Forooghi, H., Kanani, M., and Taasoli, G., 2022. Effect of extended transition milk feeding on nutrients intake, feeding behavior and rumination pattern of Holstein dairy calves. Journal of Ruminant Research, 10: 103–118. (In Persian)

Borderas, F., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., Rushen, J., de Passillé, A.M., and Van Amburgh. M.E. 2007. Letter to the editor: The effects of force-feeding sick dairy calves: A comment on Quigley et al. (2006). Journal of Dairy Science, 90:3567–3568.

de Passille, A.M., Rabeyrin, M., and Rushen. J. 2016. Associations between milk intake and activity in the first days of a calf's life and later growth and health. Applied Animal Behavior Science, 175:2–7.

Drackley, J.K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24:55–86.

Foote, M.R., Nonnecke, B.J., Beitz, D.C., and Waters, W.R. 2007. High growth rate fails to enhance adaptive immune responses of neonatal calves and is associated with reduced lymphocyte viability. Journal of Dairy Science, 90:404–417.

Gelsinger, S.L., Heinrichs, A.J., and 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.

Gerbert, C., Frieten, D., Koch, C., Dusel, G., Eder, K., Stefaniak, T., Bajzert, J., Jawor, P., Tuchscherer, A., and Hammon, H.M. 2018. Effects of ad libitum milk replacer feeding and butyrate supplementation on behavior, immune status, and health of Holstein calves in the postnatal period. Journal of Dairy Science, 101:7348–7360.

Godden, S.M., Fetrow, J.P., Feirtag, J.M., Green, L.R., and Wells, S.J. 2005. Economic analysis of feeding pasteurized nonsalable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. Journal of the American Veterinary Medical Association, 226:1547–1554.

Hammon, H.M., Schiessler, G., Nussbaum, A., and Blum, J.W., 2002. Feed intake patterns, growth performance, and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. Journal of Dairy Science, 85:3352–3362.

Heinrichs, A.J., Jones, C.M., VanRoekel, L.R., and Fowler, M.A. 2003. Calf Track: A system of dairy calf workforce management, training, and evaluation and health evaluation. Journal of Dairy Science, 86(Suppl. 1):115. (Abstr.)

Holt, S.D. 2014. Ambient temperature, calf intakes, and weight gains on preweaned dairy calves. MS thesis. Animal, Dairy, and Veterinary Sciences, Utah State University, Logan. Accessed Nov. 10, 2022. http://digitalcommons.usu.edu/etd/2324.

Jasper, J. and Weary, D.M. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. Journal of Dairy Science, 85:3054–3058.

Kargar, S., Nowroozinia, F., and 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.

Khan, M.A., Lee, H.J., Lee, W.S., Kim, H.S., Kim, S.B., Ki, K.S., Ha, J.K., Lee, H.G., and Choi, Y.J. 2007. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. Journal of Dairy Science, 90:876–885.

Nonnecke, B.J., Foote, M.R., Miller, B.L., Fowler, M., Johnson, T.E., and Horst, R.L. 2009. Effects of chronic environmental cold on growth, health, and select metabolic and immunologic responses of preruminant calves. Journal of Dairy Science, 92:6134–6143.

Nonnecke, B.J., Foote, M.R., Smith, J.M., Pesch, B.A., and Van Amburgh, M.E. 2003. Composition and functional capacity of blood mononuclear leukocyte populations from neonatal calves on standard and intensified milk replacer diets. Journal of Dairy Science, 86:3592–3604.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci. USA.

Ollivett, T.L., Nydam, D.V., Linden, T.C., Bowman, D.D., and Van Amburgh, M.E. 2012. Effect of nutritional plane on health and performance in dairy calves after experimental infection with *Cryptosporidium parvum*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 241:1514–1520.

Olson, D.P., Papasian, C.J., and Ritter. R.C., 1980. The effects of cold stress on neonatal calves: I. Clinical condition and pathological lesions. The Canadian Journal of Comparative Medicine, 44:11–18.

Raeth-Knight, M., Chester-Jones, H., Hayes, S., Linn, J., Larson, R., Ziegler, D., Ziegler, B., and Broadwater, N. 2009. Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. Journal of Dairy Science, 92:799–809.

Roland, M., Drillich, M., Klien-Jobst, M., and Iwersen, M., 2016. Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. Journal of Dairy Science, 99:2438–2452.

Rosenberger, K., Costa, J.H.C., Neave, H.W., von Keyserlingk, M.A.G., and Weary, D.M. 2017. The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. Journal of Dairy Science, 100:504–512.

Silper, B.F., Lana, A.M.Q., Carvalho, A.U., Ferreira, C.S., Franzoni, A.P.S., Lima, J.A.M., Saturnino, H.M., Reis, R.B., and Coelho. S.G. 2014. Effects of milk replacer feeding strategies on performance, ruminal development, and metabolism of dairy calves. Journal of Dairy Science, 97:1016–1025.

Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W., and Van Amburgh, M.E. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. Journal of Dairy Science, 95:783–793.

Wickramasinghe, H.K.J.P., Kramer, A.J., and Appuhamy, J.A.D.R.N. 2019. Drinking water intake of newborn dairy calves and its effects on feed intake, growth performance, health status, and nutrient digestibility. Journal of Dairy Science, 102:377–387.