نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۵، زمستان ۱۴۰۳
ص‌ص: ۱۱۹~۱۳۷

# اثر متقابل نوع شیر و تعداد دفعات تغذیه شیر بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

* حسین باقری[۱]، فرشید فتاح نیا[۲] و مهدی بهرامی یکدانگی*[۳]، داوود اکبری[۴] و مهرداد رستمی چشمه کچی[۴]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام. ایلام. ایران

۲. دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام. ایلام. ایران.

۳. استادیار مؤسسه تحقیقات علوم دامی. سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی. کرج. ایران.

۴. کارشناس و دامپزشک فنی شرکت قیام، هلدینگ کشاورزی و دامپروری فردوس پارس

تاریخ دریافت : فروردین ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۴۰۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۲۶۳۴۲۵۶۰۰۵

Email: bahrami@asri.ir،

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2024.365328.2379

## چکیده

**شیر ضایعاتی پاستور شده غیرقابل مصرف برای انسان (حاصل از دام‌های تحت درمان) به عنوان یک فرصت برای کاهش هزینه های دوره پرروش محسوب می‌شود،که اطلاعاتی در مورد تاثیر مصرف آن بر عملکرد گوساله های شیرخوار در دسترس نمی‌باشد، از طرفی کاهش دفعات شیردهی همچنان به عنوان یک چالش در جهت افزایش ناهنجاری‌های متابولیکی در گوساله های شیرخوار مطرح می‌باشد و هدف از طراح اثر نوع شیر و تعداد دفعات تغذیه شیر بر عملکرد گوساله های شیرخوار هلشتاین می‌باشد. بدین منظور در این آزمایش از ۳۲ راس گوساله نر و ماده هلشتاین ۳ روزه با میانگین وزن ۱± ۳۷/۵ کیلوگرم به صورت فاکتوریل ۲ ×۲ استفاده شد. گوساله‌ها به ٤ گروه تقریبا یکسان (۸ راس به ازاء هر تیمار آزمایشی) تفسیم و به صورت تصادفی به تیمارهای آزمایشی اختصاص داده‌شدند. تیمارهای آزمایشی شامل شیر معمولی (۲ و ۳ نوبت در روز) و شیر حاوی آنتی‌بیوتیک "ضایعاتی" (۲ و ۳ نوبت در روز) بودند. همه گوساله‌ها در سن ٦۳ روزگی از شیر گرفته شدند و تا سن ۸۳ روزگی در آزمایش باقی ماندند. کمترین مصرف ماده خشک جیره استارتر در پیش از شیرگیری و کل دوره پرورش، کمترین مصرف ماده خشک کل، بیشترین افزایش وزن روزانه در پس از شیرگیری و کل دوره آزمایش و بیشترین بازده استفاده از خوراک در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در ۳ نوبت در روز مشاهده شد (P<۰/۰۵). گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در ۳ نوبت در روز دارای ارتفاع هیپ (زمان شیرگیری و پایان آزمایش)، وزن بدن (پایان آزمایش) و طول بدن (زمان شیرگیری و پایان آزمایش) بیشتری در مقایسه با سایر گروه‌ها بودند (P<۰/۰۵). تغذیه شیر معمولی در مقایسه با شیر حاوی آنتی‌بیوتیک (ضایعاتی) باعث افزایش مصرف ماده خشک شیر، بهبود افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک، وزن بدن بالاتر در زمان شیرگیری و پایان آزمایش در گوساله‌ها شد (P<۰/۰۵). در کل، تغذیه شیر معمولی در ۳ نوبت در روز باعث افزایش عملکرد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین شد، همچنین شیر معمولی باعث کاهش مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه، بهبود رشد اسکلتی و بهبود بازده خوراک شد.**

**واژه‌های کلیدی:** گوساله شیری، نوع شیر مصرفی، تعداد نوبت تغذیه شیر، عملکرد، شاخص رشد اسکلتی.

Copyright: © 2024 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by **Research Journal of Livestock Science** (https://asj.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

**Research Journal of Livestock Science No 145 pp: 119-136**

# Interaction effect of milk type and milk feeding frequency on feed intake, daily weight gain and skeletal growth of Holstein Suckling calves

By: H. Bagheri [1], F. Fatahnia [2] , M. Bahrami- yekdangi [3*], D. Akbari[4] and M. Rostami-Cheshmeghachi[4]
1.Graduated MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, IlamUniversity, Ilam, Iran.
3. Assistant Professor, Animal Sciences Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Karaj. Iran.
4. Technical expert and veterinarian of Qiyam Company, Ferdous Pars Agricultural and Livestock Holding, Iran.
*Corresponding author: M. Bahrami-yekdangi bahrami@asri.ir ،ht.bahrami@gmail.com

**Received: April 2024** **Accepted: May 2024**

Pasteurized waste milk that cannot be consumed by humans (derived from treated animals) is considered as an opportunity to reduce the costs of the intensive process, as information about the effect of its use on the performance of newborn calves is not available. On the other hand, reducing the frequency of milking is still a challenge to increase metabolic abnormalities in calves, and the aim of the designer is the effect of the type of milk and the number of feeding times on the performance of Holstein calves. In this study Thity-two new-born Holstein male and female calves (3-d-old) were randomly assigned to one of four treatments: 1) feeding whole milk (HM) in 2 times/d (2×; HM-2×), 2) feeding HM in 3 times/d (3×; HM-3×), 3) feeding waste milk (WM) in 2× (WM-2×); and 4) feeding WM in 3× (WM-3×). The lowest starter dry matter (DM) intake (pre-weaning and entire period), total DM intake and the highest average daily gain (ADG; post-weaning and entire period) and feed efficiency (FE) were was observed in WM-3× calves compared to other groups (P<0.05). Calves in WM-3× group had the highest hip height (weaning and the end of experiment), body weight (BW; the end of experiment) and body length (weaning and the end of experiment) compared to other groups (P<0.05). Based on the conditions of the present study, it can be concluded that feeding HM at 3× improved Holstein Dairy calves. Further researches are needed to evaluate these findings.

**Key words:** Suckling calf, Milk type, Milk feeding frequency, Performance, Skeletal growth index.

## مقدمه

یکی از اهداف اصلی واحدهای پرورش گاو شیری، پرورش گوساله و تلیسه‌های جایگزین سالم با کمترین هزینه می‌باشد. بیشتر راه‌کارهای پرورش گوساله و تلیسه بر اساس کاهش سن در اولین گوساله‌زایی، کاهش هزینه‌های پرورش، افزایش رشد اسکلتی مناسب و افزایش تولید شیر در زمان شیردهی استوار هستند (Heinriches و همکاران، ۲۰۱۷؛ Van Amburgh وهمکاران، ۲۰۱۹؛ Ericson، ۲۰۲۰). با توجه به اثر مثبت رشد و سلامت گوساله در اوایل زندگی بر عملکرد بلند مدت آن، تحقیقات زیادی در سال‌های اخیر در مورد عوامل موثر بر افزایش وزن و کاهش مرگ و میر آن انجام شده‌است (Heinriches و همکاران، ۲۰۱۷). علی‌رغم پیشرفت‌های مناسب هنوز ۱۰ تا ۱۵ درصد گوساله‌های متولد شده به سن اولین گوساله‌زایی نمی‌رسند (De Varies و Macondes ، ۲۰۲۰). این مسئله نشان می‌دهد که هنوز به تحقیقات بیشتر در مورد راه‌کارهای مدیریتی و تغذیه-

ای برای بهبود عملکرد و سلامت گوساله‌های شیری نیاز می‌باشد. دوره قبل از تولد و اوایل دوره زندگی از پتانسیل بالایی برای اعمال راه‌کارهای تغذیه‌ای در مورد گوساله‌ها برخوردار است. برنامه‌های تکاملی پس از تولد توسط راه‌کارهای تغذیه‌ای شامل مدیریت تغذیه آغوز و مصرف مواد مغذی پیش از شیرگیری تحت تاثیر قرار می‌گیرند. به خوبی مشخص شده است که مصرف آغوز و شیر در دوره شیرخوارگی تاثیر زیادی بر رشد (Moallem و همکاران، ۲۰۱۰)، تکامل دستگاه گوارش (Fischer و همکاران، ۲۰۱۹) و تولید شیر در دوره شیردهی (Soberon و همکاران، ۲۰۱۲) دارد. تحقیقات زیادی در مورد مدیریت دوره انتقال گوساله های شیرخوار (حین از شیرگیری) در گوساله‌های شیری انجام شده‌است، اما این مراحل هنوز از پرچالش‌ترین مراحل پرورش گوساله و تلیسه هستند و بیشترین مرگ و میر گوساله در همین دوره زمانی اتفاق می‌افتد (Urei و همکاران، ۲۰۱۸). گوساله‌ها در این دوره زمانی به دلایل مختلف از قبیل اختلال در انتقال ایمنی غیرفعال(Shivley و همکاران، ۲۰۱۸؛ Renaud و همکاران، ۲۰۲۰) و استرس‌های اجتماعی و شرایط محیطی و جایگاه پرورش (Wilcox و همکاران، ۲۰۱۳؛Roland و همکاران، ۲۰۱۶) به شدت مستعد ابتلا به بیماری هستند. گوساله‌ها پس از تولد به مراقبت و مدیریت مناسب نیاز دارند زیرا سیستم ایمنی آنها تکامل نیافته است و حساسیت زیادی به عوامل بیماری‌زای محیطی دارند. از این رو قبل از تکامل سیستم ایمنی خود به مصرف مقدار کافی و با کیفیت آغوز در زمان مناسب وابسته هستند (Van Niekerk و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر نقش حیاتی مدیریت آغوز و تاثیر آن بر سلامت و زنده-مانی گوساله‌ها، انتخاب برنامه مناسب تغذیه خوراک مایع در دوره پیش از شیرگیری نیز سلامت، رشد و تکامل و عملکرد گوساله در آینده را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

شیر غیرقابل استفاده برای انسان (شیر دور ریختنی) از دیگر خوراک‌های مایع است که در واحدهای پرورش گاو شیری برای گوساله‌های شیرخوار استفاده می‌شود (Edrington و همکاران، ۲۰۱۸). این شیر از گاوهای مبتلا به ورم پستان یا گاوهای مبتلا به سایر بیماری‌ها برداشت می‌شود که تحت درمان با آنتی‌بیوتیک‌ها و سایر داروها هستند (Saldana و همکاران، ۲۰۱۹). بررسی‌های انجام شده در سال ۲۰۰۲ در ایالات متحده نشان داد که حدود ۸۷/۲ درصد از واحدهای پرورش گاو شیری از شیر غیر قابل استفاده برای انسان در تغذیه گوساله‌های شیرخوار استفاده می‌کنند (USDA National Agricultural Statistics Service, 2002)

میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا می‌باشد و می‌تواند باعث افزایش ابتلای گوساله‌ها به ناهنجاری‌های گوارشی مانند اسهال شود. از این رو معمولا قبل از مصرف آن را پاستوریزه می‌کنند (Edrington و همکاران، ۲۰۱۸؛ Saldana و همکاران، ۲۰۱۹). در واحدهای پرورش گاو شیری معمولا خوراک‌های مایع در ۲ نوبت در شبانه روز در اختیار گوساله‌ها قرار می‌گیرد. برای مثال حدود ۹۴/۶ درصد کل واحدهای پرورش گاو شیری در ایالات متحده آمریکا، خوراک مایع را ۲ بار در شبانه روز به گوساله‌های شیرخوار تغذیه می‌کنند. در صورتی که حدود ۰/۸ درصد واحدها گوساله‌ها را یک بار تغذیه می‌کنند (NAHMS، ۲۰۱۴). کاهش تعداد وعده‌های تغذیه خوراک مایع باعث کاهش هزینه‌های نیروی کار می‌شود، زیرا دستمزد کارگری بعد از خوراک دومین عامل مهم موثر بر هزینه پرورش تلیسه در واحدهای پرورش گاو شیری را تشکیل می‌دهد (Gabler و همکاران، ۲۰۰۰). اگرچه کاهش تعداد وعده‌های تغذیه خوراک مایع می‌تواند بر انعقاد شیر در شیردان، قابلیت هضم مواد مغذی و سلامت گوساله اثر منفی داشته باشد (Burgstaller و همکاران، ۲۰۱۷). از طرفی، مشخص‌شده که افزایش حجم شیر مصرفی در هر وعده با کاهش pH محتویات شیردان احتمال بروز زخم شیردان و ناهنجاری‌های گوارشی را در گوساله‌های شیرخوار افزایش می‌دهد (Ahmed و همکاران، ۲۰۰۲؛ Okada و همکاران، ۲۰۱۰؛ Bus و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، افزایش تعداد وعده‌های تغذیه خوراک مایع ممکن است بر رشد و سلامت گوساله‌های شیرخوار اثر مثبت داشته باشد. چربی و کازئین شیر نقش مهمی در تشکیل لخته در شیردان دارند و با کاهش سرعت

عبور شیر از شیردان به هضم بهتر مواد مغذی و کاهش اسهال در گوساله‌های شیرخوار کمک می‌کند ( Burgstaller و همکاران، ۲۰۱۷). بنابراین هر عاملی که تشکیل لخته شیر در شیردان را کاهش دهد بر رشد و سلامت گوساله‌های شیرخوار اثر منفی خواهدداشت. کاهش غلظت مواد جامد شیر مخصوصا کازئین و چربی با افزایش pH محتویات شیردان بر تشکیل لخته اثر منفی دارد و در نتیجه سرعت عبور شیر از شیردان افزایش می-یابد (Miyazaki و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به مطالب فوق، در این آزمایش فرض شد که افزایش تعداد دفعات تغذیه شیر مخصوصا شیر دورریختنی باعث تشکیل بهتر لخته شیر در شیردان، بهبود قابلیت هضم موادمغذی در کل دستگاه گوارش و به دنبال آن بهبود عملکرد گوساله‌های شیرخوار می‌شود. امروزه در بیشتر واحدهای پرورش گاو شیری با توجه به وجود دام‌های بیمار مبتلا به ورم پستان، پنومونی و ... از داروهای آنتی‌بیوتیکی متعددی برای بهبود آنها استفاده می‌شود. به دلیل غیر قابل مصرف بودن شیر این دام‌ها برای انسان و کاهش هزینه‌های اقتصادی، پرورش دهندگان این شیر را برای تغذیه گوساله‌ها استفاده می‌کنند. بنابراین دلیل اصلی تغذیه گوساله‌ها با شیر حاوی آنتی‌بیوتیک عمدتاً اقتصادی می‌باشد (Brunton و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیقات انجام شده مشخص شده است که تغذیه گوساله‌ها با شیر دور ریختنی حاوی آنتی‌بیوتیک نه تنها بر میکروارگانیسم‌های روده اثر دارد بلکه باعث افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در گوساله‌ها می‌شود. شیر دور ریختنی حاوی انواع میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا می‌باشد و می‌تواند باعث افزایش ابتلای گوساله‌ها به ناهنجاری‌های گوارشی مانند اسهال شود. از این‌رو معمولا قبل از مصرف آن را پاستوریزه می‌کنند (Saldana و همکاران، ۲۰۱۹؛ Edrington و همکاران، ۲۰۱۸). لذا هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر تعداد دفعات (۲ یا ۳ بار) تغذیه شیر و نوع شیر مصرفی (شیر طبیعی یا شیر حاوی آنتی‌بیوتیک) در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین مصرف ماده خشک استارتر، افزایش وزن روزانه و شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۱۶ راس گوساله نر با میانگین وزن ۱±۳۸ کیلوگرم و ۱۶ راس گوساله ماده با میانگین وزن ۱±۳۷ کیلوگرم استفاده شد. گوساله‌ها بر اساس جنس و وزن بدن به صورت تصادفی بین تیمارهای آزمایشی تقسیم شدند. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار اول گوساله‌های تغذیه شده با شیر ضایعاتی حاوی آنتی‌بیوتیک در ۲ نوبت در روز، تیمار دوم گوساله‌های تغذیه شده با شیر ضایعاتی حاوی آنتی‌بیوتیک در ۳ نوبت در روز، تیمار سوم گوساله‌های تغذیه شده با شیر طبیعی در ۲ نوبت در روز و تیمار چهارم گوساله‌های تغذیه شده با شیر طبیعی در ۳ نوبت در روز بودند. جیره استارتر بر اساس توصیه‌های موسسه تحقیقات ملی (NRC، ۲۰۰۱) تنظیم (جدول ۱) و از روز ۳ پس از تولد در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت (جدول ۳-۲). جیره استارتر دو نوبت در روز در ساعت ۷/۳۰ صبح و ساعت ۱۵ عصر در اختیار گوساله‌ها قرار می‌گرفت. همه گوساله‌ها در طول آزمایش به صورت آزاد به آب و جیره استارتر دسترسی داشتند.

**جدول ۱- مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره استارتر**

| ماده خوراکی | مقدار (درصد از ماده خشک) |
|---|---|
| دانه جو آسیاب شده | ۷ |
| دانه ذرت آسیاب شده | ۴۳/۴ |
| کنجاله سویا | ۴۲/۵ |
| کنجاله کلزا | ۲ |
| مکمل مواد معدنی و ویتامین ۱ | ۱/۳ |
| دی کلسیم فسفات | ۰/۳ |
| بیکربنات سدیم | ۱/۵ |
| اکسید منیزیم | ۰/۳ |
| نمک | ۰/۵ |
| بنتونیت | ۰/۳ |
| ترکیب شیمیایی | |
| انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم) | ۳/۳ |
| پروتئین خام (درصد) | ۲۴ |
| چربی خام (درصد) | ۲/۸ |
| الیاف شوینده خنثی (درصد) | ۱۲/۵ |
| کربوهیدرات‌های غیرالیافی (درصد) | ۵۱/۱ |
| کلسیم (درصد) | ۰/۹ |
| فسفر (درصد) | ۰/۵ |

۱- هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی و ویتامینی حاوی ۱۳۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۱۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۲۰ گرم کلسیم، ۵۰ گرم فسفر، ۴۰ گرم منیزیم، ۲۱۰۰ میلی‌گرم روی، ۷۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۱۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۸۰۰ میلی‌گرم منگنز و ۱۴۰ میلی‌گرم سلنیوم بود.

همه گوساله‌ها پس از تولد و قبل از مصرف آغوز، از مادر جدا شدند و وزن بدن گوساله‌ها ثبت و در یک محفظه محصور موقت در داخل آغوزخانه قرار گرفتند. گوساله‌ها در ۱۲ ساعت اول پس از تولد در ۲ نوبت با ۵ لیتر آغوز (۲/۵ لیتر در هر نوبت) تغذیه شدند و به مدت سه روز در آن محل نگهداری شده و با پستانک شیر دریافت کردند. بعد از ۳ روز گوساله‌ها به جایگاه‌های انفرادی منتقل شدند. برنامه تغذیه شیر به گونه‌ای بود که ۵ لیتر شیر از روز ۳ تا ۱۰، ۷ لیتر از روز ۱۱ تا ۵۳ و ۳ لیتر از روز ۵۴ تا ۶۳ به هر گوساله در شبانه روز تغذیه شد. مقدار شیر مصرفی در دوره ۶۳ روزه برای هر یک از گوساله‌ها برابر بود و مقدار آن ۳۵۹ کیلوگرم بود. همچنین شیر برای گوساله‌های تیمار اول و سوم، دو نوبت در روز در ساعت ۷ صبح و ۴ بعدظهر و در گوساله‌های تیمار دوم و چهارم، سه نوبت در روز در ساعت ۷ صبح، ۴ بعدظهر و ۱۱ شب در اختیار آنها قرار گرفت. ترکیب شیمیایی (درصد پروتئین، چربی، لاکتوز و کل مواد جامد) شیر طبیعی و شیر حاوی آنتی‌بیوتیک به طور روزانه اندازه‌گیری شد (جدول ۲). همچنین، شیر حاوی آنتی‌بیوتیک قبل از تغذیه به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد پاستوریزه شد. گوساله‌ها در سن ۶۳ روزگی از شیر گرفته شدند و تا ۸۳ روزگی در قفس‌های انفرادی باقی ماندند.

**جدول ۲- میانگین ترکیبات شیمیایی شیرهای استفاده شده در آزمایش**

| ترکیب شیمیایی (درصد) | نوع شیر | |
|---|---|---|
| | شیر طبیعی | شیر ضایعاتی |
| ماده خشک | ۱۲/۰۶ | ۱۱/۶۶ |
| چربی | ۳/۳۰ | ۳/۳۳ |
| پروتئین | ۳/۲۲ | ۳/۰۰۶ |
| لاکتوز | ۴/۸۹ | ۴/۶۵ |
| کل مواد جامد بدون چربی | ۸/۷۶ | ۸/۳۳ |

مصرف ماده خشک جیره استارتر به صورت روزانه برای دوره پیش از شیرگیری (۳ تا ۶۳ روزگی)، پس از شیرگیری (۶۴ تا ۸۳ روزگی) و کل دوره (۳ تا ۸۳ روزگی) با توجه مقدار ماده خشک خوراک ریخته شده در آخور و ماده خشک پسماند آنها در روز بعد تعیین و ثبت شد. برای تعیین ترکیب شیمیایی، نمونه جیره استارتر به صورت هفتگی جمع‌آوری و در پایان آزمایش به طور کامل با هم مخلوط شدند. سپس با استفاده از آسیاب ( Ogaw Seiki CO., Ltd., Tokyo, Japan) دارای الک یک میلی-متری خرد شدند. ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و مواد معدنی جیره‌های آزمایشی بر اساس روش‌های استاندارد (AOAC، ۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. کربوهیدرات‌های غیرالیافی به صورت تفاوتی و بر اساس فرمول پیشنهادی (NRC, 2001) محاسبه شد. الیاف شوینده خنثی با استفاده ار آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت و بدون استفاده از سولفیت سدیم و تصحیح برای خاکستر و نیتروژن اندازه‌گیری شد ( Van Soest و همکاران، ۱۹۹۱).

به منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن روزانه، هر ۲۰ روز یک بار و در روزهای ۳ (شروع آزمایش)، ۲۳، ۴۳، ۶۳ (شیرگیری) و ۸۳ (پایان آزمایش) وزن بدن همه گوساله‌ها قبل از خوراک نوبت صبح با استفاده از باسکول دیجیتال ثبت شد. سپس افزایش وزن روزانه با توجه به تغییرات وزن بدن در این فواصل زمانی و بازده استفاده از خوراک برای هر گوساله با توجه به افزایش وزن روزانه و مقدار کل مصرف ماده خشک محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس رویه MIXED از نرم افزار آماری SAS به صورت فاکتوریل ۲ ×۲ در قالب طرح پایه کاملا تصادفی انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل نوع شیر مصرفی (شیر طبیعی یا شیر حاوی آنتی‌بیوتیک) و تعداد وعده‌های تغذیه شیر (۲ یا ۳ بار در روز) بود. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Yijk = \mu + MTi + MF + (MT\times MF)ij + \beta\ (Xi-\bar{X}) + \varepsilon ijk$$

در مدل فوق: MTi : اثر نوع شیر مصرفی (شیر شیر طبیعی یا شیر حاوی آنتی‌بیوتیک)، MFj: تعداد وعده‌های تغذیه شیر، (MT×MF)ij: اثر متقابل نوع شیر مصرفی و تعداد وعده‌های تغذیه شیر، B (Xi- $\bar{X}$): اثرکوواریت مربوط به وزن بدن و شاخص‌های رشد اسکلتی در ابتدای آزمایش و eijk: اثر خطای آزمایشی بود. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

## نتایج و بحث

در این مطالعه میانگین افزایش وزن روزانه در دوره پس از شیرگیری و میانگین کل دوره تحت تاثیر نوع شیر مصرفی و اثر متقابل نوع شیر مصرفی و تعداد نوبت تغذیه شیر قرار گرفت (P<۰/۰۵). اثر تعداد نوبت تغذیه شیر نیز تمایل به معنی‌داری داشت (جدول ۳). کمترین مقدار مصرف ماده خشک جیره استارتر دوره پیش از شیرگیری و کل دوره پرورش در گوساله-های تغذیه شده با شیر معمولی در ۳ نوبت تغذیه مشاهده شد (P<۰/۰۵). تغذیه شیر در ۲ نوبت در مقایسه با ۳ نوبت باعث

افزایش مصرف ماده خشک جیره استارتر در دوره پیش از شیرگیری و کل دوره پرورش در گوساله‌ها شد (P<۰/۰۵). مصرف ماده خشک جیره استارتر در دوره پس از شیرگیری تحت تاثیر نوع شیر مصرفی، تعداد نوبت تغذیه شیر و اثر متقابل آنها قرار نگرفت (P>۰/۰۵). مصرف ماده خشک شیر در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در مقایسه با شیر آنتی‌بیوتیکی بیشتر بود (P<۰/۰۵). در صورتی که افزایش تعداد نوبت تغذیه شیر از ۲ به ۳ بار در روز و اثر متقابل آن با نوع شیر مصرفی بر مصرف ماده خشک شیر تاثیری نداشت (P<۰/۰۵). کمترین مقدار کل مصرف ماده خشک در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در ۳ نوبت تغذیه در روز مشاهده شد (P<۰/۰۵). افزایش وزن روزانه گوساله‌ها در پیش از شیرگیری تحت تاثیر تعداد نوبت تغذیه شیر و اثر متقابل آن با نوع شیر قرار نگرفت (P>۰/۰۵). در صورتی که افزایش وزن روزانه در دوره پیش از شیرگیری در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در مقایسه با شیر آنتی‌بیوتیکی تمایل به افزایش داشت (P=۰/۰۶). بیشترین بازده استفاده از خوراک در دوره پیش از شیرگیری، پس از شیرگیری و کل دوره آزمایش در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در ۳ نوبت تغذیه شیر مشاهده شد (P<۰/۰۵). بازده استفاده از خوراک در دوره پیش از شیرگیری، پس از شیرگیری و کل دوره آزمایش در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در مقایسه با شیر آنتی‌بیوتیکی بیشتر بود (P<۰/۰۵). در حالت طبیعی، گوساله‌ای که از مادر خود جدا نشده است به طور متوسط ۷ تا ۱۰ نوبت در روز از پستان مادر شیر می‌خورد و در نتیجه مواد مغذی به خوبی هضم و در اختیار فرآیندهای متابولیکی بدن قرار می‌گیرند. واحدهای پرورش مدرن سعی می‌کنند با استفاده از دستگاه‌های شیردهی اتوماتیک به گوساله‌ها اجازه دهند جیره روزانه خود را در چند نوبت مصرف کنند و شرایط طبیعی را تقلید کنند. اما برخی از واحدهای پرورش گاو شیری ممکن است از تغذیه شیر کامل و شیر ضایعاتی در نتیجه تغییرات در قیمت‌های جایگزین شیر حمایت کنند (Saldana و همکاران، ۲۰۱۹). چندین مطالعه نشان داده‌اند که تغذیه با شیر یا جایگزین شیر یک بار در روز هزینه‌های نیروی کار را بدون هیچ تاثیری منفی بر سلامت، افزایش وزن و مصرف خوراک جامد کاهش می‌دهد (Saldana و همکاران، ۲۰۱۹؛ Stanley و همکاران، ۲۰۰۲)، اما مدیریت دقیق برای موفقیت آن حیاتی است. علاوه بر این، مصرف سریع مقدار زیادی شیر بیش از ظرفیت شیردان ممکن است به کاهش انعقاد پروتئین و در نتیجه کاهش جذب اسیدهای آمینه در طول روز منجر شود (Van den Borne و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعه‌ای توسط Okada و همکاران (۲۰۱۰)، تغذیه مکرر شیر (۶ بار در روز) در گوساله‌های هلشتاین منجر به تشکیل بهتر لخته در مقایسه با ۲ بار در روز شد (Okada و همکاران، ۲۰۱۰). تغذیه مقادیر زیاد شیر در دو نوبت در روز با کاهش حساسیت به انسولین مرتبط است که ممکن است پیامدهایی برای پاسخ‌های متابولیک داشته باشد، این کاهش حساسیت به انسولین در صورتیکه که همراه با افزایش قند خون (ناشی از مصرف بالای شیرخام در هر وعده) باشد به کاهش مصرف استارتر و خوراک منجر خواهد شد (MacPherson و همکاران، ۲۰۱۹). از طرف دیگر، گوساله‌ها را می‌توان با حجم‌های بالاتر در چندین وعده تغذیه کرد تا چالش‌های ذکر شده را کاهش دهد. نشان داده شد که افزایش دفعات تغذیه شیر کارایی مصرف انرژی و پروتئین را در گوساله‌ها افزایش می‌دهد (Van den Borne و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعه حاضر، گوساله‌هایی که ۲ نوبت در روز با شیر تغذیه شدند، میزان مصرف ماده خشک جیره استارتر بیشتری نسبت به ۳ بار در روز داشتند. در مقابل، گوساله‌هایی که با ۲ بار در روز تغذیه می‌شدند خوراک جامد بیشتری مصرف کردند، زیرا زمان طولانی بین نوبت‌های تغذیه شیر را تجربه می‌کردند. در توافق با نتایج مطالعه حاضر، Strzetelski و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که افزایش دفعات تغذیه شیر باعث کاهش مصرف خوراک آغازین و کل ماده خشک مصرفی در گوساله‌های پیش از شیرگیری می‌شود. مصرف بیشتر خوراک آغازین با کاهش دفعات تغذیه شیر می‌تواند به دلیل فاصله طولانی‌تر بین زمان‌های تغذیه خوراک مایع باشد که گوساله‌ها را به جستجوی یک خوراک جایگزین قبل از شیر خوردن نوبت بعد می‌برد (Strzetelski و همکاران، ۲۰۰۱).

نتایج برخی گزارش‌ها در تناقض با نتایج مطالعه حاضر بود (Kmicikewycz و همکاران، ۲۰۱۳). MacPherson و همکاران (۲۰۱۹) با افزایش دفعات تغذیه شیر از ۲ به ۴ بار در روز، تفاوتی در مصرف ماده خشک خوراک مشاهده نکردند. Saldana و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که مصرف خوراک آغازین گوساله‌ها با یک و دو بار در روز تغذیه شیر به ترتیب ۲۴۲/۳ و ۱۹۸/۷ گرم در روز بود، با این حال این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (Saldana و همکاران، ۲۰۱۹). به طور مشابه، Thomas (۲۰۱۴)، هیچ تفاوتی در مصرف خوراک آغازین بین گوساله‌های تغذیه شده با شیر در دو یا سه بار در روز مشاهده نکردند (Thomas، ۲۰۱۴). در مطالعه حاضر همسو با نتایج Jafari و همکاران (۲۰۲۱)، علیرغم کاهش در کل ماده خشک مصرفی (عمدتاً به دلیل کاهش مصرف خوراک آغازین)، افزایش وزن بدن با افزایش دفعات تغذیه با شیر کاهش پیدا نکرد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار در افزایش وزن روزانه قبل از شیرگیری گوساله‌ها با مطالعات قبلی انجام شده قابل مقایسه است. به عنوان مثال، در مطالعه Kaufhold و همکاران (۲۰۰۰) تغذیه گوساله‌ها با مخلوطی از شیر کامل و جایگزین شیر به مدت ۶ هفته با دفعات تغذیه ۲ بار در روز (تغذیه با سطل) یا ۶ بار در روز (با استفاده از دستگاه‌های خودکار تغذیه) هیچ تفاوتی در افزایش وزن روزانه و وزن بدن در دوره پیش از شیرگیری مشاهده نکردند (Kaufhold و همکاران، ۲۰۰۰). به طور مشابه، Vicari و همکاران (۲۰۰۸) هیچ تفاوتی در وزن بدن و افزایش وزن روزانه در گوساله‌های هلشتاین تغذیه شده با جایگزین شیر با تعداد دفعات تغذیه ۱، ۲ یا ۴ بار در روز مشاهده نکردند (Vicari و همکاران، ۲۰۰۸). در آزمایشی دیگر Strezteleski و همکاران (۲۰۰۱) به این نتیجه رسیدن که افزایش تعداد دفعات تغذیه شیر بر میانگین افزایش وزن روزانه گوساله‌ها تاثیری ندارد (Strzetelski و همکاران، ۲۰۰۱). به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش تعداد دفعات تغذیه شیر به گوساله‌ها سبب بهبود افزایش وزن روزانه آنها به خصوص در دوره پس از شیرگیری شد و در نتیجه وزن بدن آنها نسبت به گروه ۲ بار در روز تغذیه شیر بیشتر بود. این نتایج اهمیت افزایش تعداد وعده‌های تغذیه شیرد در گوساله‌ها را روشن‌تر می‌کند. بر اساس منابع بررسی شده به نظر می‌رسد افزایش تعداد دفعات تغذیه شیر به گوساله‌ها سبب بهبود توزین مواد مغذی در طول روز می‌شود. بهبود توزین مواد مغذی ورودی نیز علاوه بر افزایش شاخص‌های رشد حیوان، به خودی خود سبب بهبود شرایط سلامتی گوساله‌ها نیز خواهد شد. در راستای نتایج پژوهش پیش رو در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که افزایش دفعات مصرف شیر سبب بهبود شرایط سلامتی و وزن بدن گوساله در آب و هوای سرد شده است (Grice و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین پژوهشگران دیگری نشان دادند که ارایه خوراک به صورت دو بار در روز سبب کاهش بروز اسهال در گوساله‌ها نسبت به یک بار می‌شود (Saldana و همکاران، ۲۰۱۹؛ Salazar و همکاران، ۲۰۱۹). این مورد خود دال بر اهمیت تغذیه گوساله‌ها در تعداد دفعات بالا بر سلامتی آنها است که در نهایت بر میزان رشد و سود اقتصادی گله‌ها تاثیر مستقیمی دارد. همچنین در راستای نتایج پژوهش پیش رو در پژوهشی دیگر، Meager و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که استفاده گوساله‌ها از شیر مادر سبب بهبود وضعیت بدنی و همچنین ویژگی‌های رفتاری آنها می‌شود. آنها اشاره کردند که عدم جداسازی گوساله‌ها از مادر با افزایش تعداد دفعات مکیدن شیر سبب افزایش وزن از شیرگیری آنها می‌شود (Meager و همکاران، ۲۰۱۹). به نظر می‌رسد زمانی که تعداد دفعات شیردهی افزایش می‌یابد افزایش جذب مواد مغذی سبب بهبود عملکرد گوساله‌ها می‌شود. مطالعه‌ای که توسط Kmicikwycz و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد نشان داد که تغذیه شیر به گوساله در تعداد دفعات بیشتر سبب بهبود وزن گیری، افزایش میزان کل چربی‌های ذخیره شده در عضلات و افزایش محیط عضله قلبی می‌شود. آنها گزارش کردند که افزایش تعداد دفعات مصرف شیر از ۲ به ۴ بار در روز سبب افزایش دو برابری وزن در روز ۵۶ پس از تولد شد. همچنین افزایش دفعات مصرف سبب کاهش میزان مصرف کنسانتره شد (Kmicikwycz و همکاران، ۲۰۱۳). در پژوهشی دیگر Strzetelski و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که

تغذیه گوساله با جایگزین شیر به صورت یکبار در روز نسبت به دو یا سه بار در روز سبب کاهش عملکرد کلی گوساله می‌شود در حالیکه تغذیه به فاصله دو یا سه بار در روز عملکرد بهتری را سبب می شود. در پژوهش حاضر استفاده از شیر معمولی نسبت به شیر ضایعاتی باعث بهبود در افزایش وزن روزانه و وزن بدن گوساله‌ها شد. این نتایج با اکثر مطالعات قبلی متناقض است به طوری که با ارزیابی عملکرد رشد گوساله‌های هلشتاین، با توجه به مدیریت تغذیه شیر ضایعاتی در مقایسه با شیر سالم، هنگامی که ترکیب شیر مقایسه شد، تفاوت معنی‌داری در درصد پروتئین شیر بین انواع شیر وجود نداشت. اما افزایش وزن زنده روزانه بالاتر پس از تغذیه با شیر ضایعاتی در مقایسه با شیر سالم و تأثیر مثبت بر پروفایل برخی از شاخص‌های سرم خون مانند گلوکز گزارش شد ( Zou et al., 2017). در مقابل، شواهدی وجود داشت که نشان می‌داد یک واکنش التهابی در ژژنوم و ایلئوم در شیر ضایعاتی رخ می‌دهد. به طور کلی، این مطالعه نشان داد که شیر سالم منبع تغذیه بهتری برای سلامت گوساله در مقایسه با شیرهای ضایعاتی است ( Zou و همکاران، ۲۰۱۷). در مطالعه دیگری توسط Li و همکاران (۲۰۱۹)، رشد گوساله و تخمیر شکمبه در ۳۵ روز اول مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهایی مانند وزن بدن، ارتفاع جدوگاه، طول بدن و دور سینه بررسی شد. علاوه بر این، مایع شکمبه برای بررسی pH، اسیدهای چرب فرار و غلظت آمونیاک تجزیه و تحلیل شد. هیچ تفاوتی بین هیچ یک از این پارامترها در گوساله-های تغذیه شده با جایگزین شیر با یا بدون باقی‌مانده‌های ضدمیکروبی مشاهده نشد ( Li و همکاران، ۲۰۱۹). Zhang و همکاران (۲۰۱۹) میانگین افزایش وزن روزانه کمتری را در روز ۵۸ در گوساله‌های تغذیه شده با جایگزین شیر سالم در مقایسه با شیر ضایعاتی را گزارش کردند. با این حال، تجزیه و تحلیل ترکیب خوراک نشان داد که جایگزین شیر مورد استفاده در این مطالعه دارای درصد پروتئین خام و چربی خام بسیار کمتری نسبت به شیر ضایعاتی تغذیه شده به گوساله‌ها بود. علاوه بر این، این تفاوت بین گروه‌های مختلف از سن ۵۸ تا ۱۸۰ روزگی معنی‌دار نبود ( Zhang و همکاران، ۲۰۱۹). در یک مطالعه کوچک روی ۱۸ گوساله سالم مشخص شد که گوساله‌های تغذیه شده با شیر ضایعاتی در سن ۴۲ روزگی ۶ کیلوگرم بیشتر از گوساله‌های گروه کنترل (تغذیه شیر سالم) وزن داشتند ( Maynou و همکاران، ۲۰۱۹). در این مطالعه، نویسندگان سعی کردند جیره‌های غذایی را از نظر مواد مغذی با هم مقایسه کنند، به این ترتیب، گزارش شده است که جایگزین شیر حاوی ۲۶ درصد پروتئین خام و ۳۱ درصد چربی (بر اساس ماده خشک) بود، در حالی که شیر ضایعاتی حاوی ۲۸/۴ درصد پروتئین خام و ۳۰/۱ درصد چربی (بر اساس ماده خشک) بود. تفاوت بین گروه شیر ضایعاتی و جایگزین شیر با توجه به میانگین افزایش وزن روزانه (کیلوگرم در روز)، نسبت افزایش وزن زنده به خوراک و همچنین مصرف استارتر (کیلوگرم) در روز نیز از نظر آماری معنی‌دار بود ( Maynou و همکاران، ۲۰۱۹). به طور خلاصه، Maynou و همکاران (۲۰۱۹) توانستند یک رابطه مثبت بین افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک با شیر ضایعاتی نشان دهند، همان طور که Zou و Leagues (۲۰۱۷) انجام دادند. Zhang و همکاران (۲۰۱۹) افزایش مشابهی را با جایگزین شیر حاوی آنتی‌بیوتیک به صورت تجربی گزارش کردند. از سوی دیگر، Li و همکاران (۲۰۱۹) و Pereira و همکاران (۲۰۱۸) تفاوتی را در افزایش وزن روزانه مشاهده نکردند. در برخی از مطالعات، تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن روزانه هنگام تغذیه با شیر ضایعاتی یافت نشد (Thames و همکاران، ۲۰۱۲؛ Pereira و همکاران، ۲۰۱۴؛ Langford و همکاران، ۲۰۰۳ و Aust و همکاران، ۲۰۱۳). در مقابل، گروه‌های دیگر افزایش وزن روزانه بیشتر را هنگام تغذیه با شیر ضایعاتی مشاهده کرده‌اند ( Brunton و همکاران، ۲۰۱۴). اما همسو با نتایج ما Penati و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که گوساله‌های تغذیه شده با شیر سالم از هفته اول تا هفته هشتم آزمایش وزن بدن بالاتری نسبت به گوساله‌های تغذیه شده با شیر ضایعاتی داشتند. با این حال، باید توجه داشت که پارامتر نرخ رشد، چند عاملی است و به ترکیب تغذیه‌ای شیر تغذیه شده و همچنین تفاوت‌های فردی بستگی دارند و اغلب به مدیریت خوراک به تنهایی وابسته نیستند ( Penati و همکاران، ۲۰۲۱). به

طور کلی، مطالعات علمی هنوز نتایج بحث برانگیزی در مورد استفاده از شیر ضایعاتی ارائه می‌دهند. با توجه به سهم آغوز (شیر دوشش اول پس از زایش) و شیر انتقالی (شیر تولید شده از دوشش‌های بعدی گاو)، شیر ضایعاتی ممکن است غلظت بالاتری از کل مواد جامد را نشان دهد که در مطالعه حاضر شیر ضایعاتی درصد ماده خشک و پروتئین کمتر و درصد آب اضافی بالاتری داشت و شیر معمولی مواد جامد بالاتری داشت که به نوبه خود، مواد جامد بالاتر می‌توانند به افزایش سلامت و عملکرد کمک کنند. با این حال فاسد شدن احتمالی محتوای شیر و کیفیت پایین-تر شیر ضایعاتی عواملی هستند که ممکن است دلیل عملکرد پایین‌تر در گوساله‌های تغذیه شده با شیر ضایعاتی باشند. از طرفی دیگر عملکرد پایین‌تر در گوساله‌های تغذیه شده با شیر ضایعاتی، ممکن است مربوط به بروز بالای اسهال باشد که در مطالعه ما مشاهده شد. بروز اسهال در گوساله قبل از شیرگیری به طور مشهود با کاهش رشد گوساله همراه است ( Quast و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف ماده خشک جیره استارتر تحت تاثیر نوع شیر مصرفی قرار نگرفت. مطالعاتی برای ارزیابی تفاوت‌ها در پارامترهای عملکرد در گوساله‌های تغذیه‌شده با شیر ضایعاتی و شیر سالم انجام شده است، اما هیچ تفاوتی بین گروه‌های ارزیابی‌شده مشاهده نشد ( Edrington و همکاران، ۲۰۱۷). در مقابل، در مطالعه دیگری، گوساله‌های تغذیه شده با شیر ضایعاتی در مقایسه با شیر سالم مصرف کنسانتره بیشتری داشتند ( Zou و همکاران، ۲۰۱۷). در مطالعه Vieira و همکاران (۲۰۲۱) مصرف ماده خشک شیر بالاتر گوساله‌هایی که با شیر سالم تغذیه شدند را به تفاوت در ارزش غذایی شیر مورد استفاده در هر تیمار ارتباط دادند. اگرچه هر حیوانی هر روز حجم یکسانی شیر دریافت می‌کرد (۶ لیتر)، محتوای ماده خشک نوسانات روزانه را نشان می‌داد. شیر مورد استفاده (مصرف ماده خشک شیر، گرم در روز) در تیمار شیر سالم (جدول۳) تغذیه مقادیر بالاتری از ماده خشک را در مقایسه با شیر ضایعاتی و شیر ضایعاتی پاستوریزه نشان می‌دهد که مصرف ماده خشک بالاتر مشاهده شده برای تیمار شیر سالم را توضیح می‌دهد ( Vieira و همکاران، ۲۰۲۱). این نتایج می‌تواند تحت تاثیر ماده خشک، پروتئین، و لاکتوز کمتر شیرضایعاتی در مقایسه با شیرمعمولی باشد، برخلاف این یافته‌ها، در مطالعه دیگری، هیچ تفاوتی برای کل شیر مصرفی یا کل مصرف کنسانتره بین گوساله‌های تغذیه شده با شیر ضایعاتی، شیر ضایعاتی پاستوریزه، شیر سالم و شیر سالم پاستوریزه مشاهده نشد ( Aust و همکاران، ۲۰۱۲ ).

**جدول۳- اثر نوع شیر (شیر معمولی یا شیر آنتی‌بیوتیکی) و تعداد دفعات تغذیه شیر (۲ یا ۳ بار در روز) بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین**

| صفت اندازه گیری شده | شیر معمولی | | شیر آنتی بیوتیکی | | SEM[1] | P-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲ نوبت تغذیه شیر | ۳ نوبت تغذیه شیر | ۲ نوبت تغذیه شیر | ۳ نوبت تغذیه شیر | | نوع شیر | تعداد نوبت تغذیه شیر | نوع شیر×تعداد نوبت تغذیه شیر |
| مصرف ماده خشک استارتر (گرم در روز) | | | | | | | | |
| پیش از شیرگیری (۳ تا ۶۳ روزگی) | ۳۶۰ $^{a}$ | ۲۸۰ $^{b}$ | ۳۸۰ $^{a}$ | ۳۳۰ $^{ab}$ | ۲۰/۳ | ۰/۱۸ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ |
| پس از شیرگیری (۶۴ تا ۸۳ روزگی) | ۳۷۲۰ $^{a}$ | ۲۵۳۰ $^{b}$ | ۳۷۰۰ $^{a}$ | ۳۴۰۰ $^{b}$ | ۱۳۰/۵ | ۰/۶۵ | ۰/۰۸ | ۰/۳۴ |
| کل دوره (۳ تا ۸۳ روزگی) | ۱۱۹۰ $^{a}$ | ۸۴۰ $^{b}$ | ۱۲۱۰ $^{a}$ | ۱۱۰۰ $^{ab}$ | ۷۰/۲ | ۰/۳۶ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ |
| مصرف ماده خشک شیر (گرم در روز) | ۷۲۱ $^{b}$ | ۷۲۱ $^{b}$ | ۷۰۵ $^{a}$ | ۷۰۵ $^{a}$ | ۰/۹۸ | ۰/۰۱ | ۱ | ۰/۳۱ |
| کل مصرف ماده خشک (استارتر + شیر) (گرم در روز) | ۱۹۱۰ $^{a}$ | ۱۵۶۰ $^{b}$ | ۱۹۱۰ $^{a}$ | ۱۸۰۰ $^{ab}$ | ۸۵/۴ | ۰/۲۵ | ۰/۰۲ | ۰/۰۴ |
| افزایش وزن روزانه (گرم در روز) | | | | | | | | |
| پیش از شیرگیری (۳ تا ۶۳ روزگی) | ۶۹۰ $^{a}$ | ۷۴۰ $^{ab}$ | ۶۳۰ $^{b}$ | ۶۶۰ $^{ab}$ | ۳۰/۲ | ۰/۰۶ | ۰/۲۶ | ۰/۱۸ |
| پس از شیرگیری (۶۴ تا ۸۳ روزگی) | ۱۰۹۰ $^{ab}$ | ۱۱۳۰ $^{a}$ | ۹۱۰ $^{b}$ | ۱۰۶۰ $^{ab}$ | ۶۰/۵ | ۰/۰۴ | ۰/۱۲ | ۰/۰۵ |
| کل دوره (۳ تا ۸۳ روزگی) | ۷۹۰ $^{ab}$ | ۸۴۰ $^{a}$ | ۷۰۰ $^{b}$ | ۷۶۰ $^{ab}$ | ۲۰/۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۱ |
| بازده استفاده از خوراک | | | | | | | | |
| پیش از شیرگیری (۳ تا ۶۳ روزگی) | ۰/۳۶$^{b}$ | ۰/۴۷$^{a}$ | ۰/۳۳$^{b}$ | ۰/۳۷$^{b}$ | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ |
| پس از شیرگیری (۶۴ تا ۸۳ روزگی) | ۰/۲۹ $^{b}$ | ۰/۴۵ $^{a}$ | ۰/۲۵ $^{b}$ | ۰/۳۱ $^{b}$ | ۰/۰۴ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ | ۰/۰۴ |
| کل دوره (۳ تا ۸۳ روزگی) | ۰/۲۷ $^{b}$ | ۰/۳۷ $^{a}$ | ۰/۲۵ $^{b}$ | ۰/۲۸ $^{b}$ | ۰/۰۳ | ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | ۰/۰۳ |

۱- خطای استاندارد میانگین‌ها

$^{a, b}$ میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف در سطح آماری ۰/۰۵ با هم اختلاف معنی‌دار دارند.

اثر متقابل نوع شیر مصرفی و تعداد دفعات تغذیه شیر بر وزن بدن و شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌ها در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج حاصل نشان داد که وزن بدن گوساله‌ها در زمان شیرگیری تحت تاثیر تعداد نوبت تغذیه شیر و اثرمتقابل آن با نوع شیر مصرفی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). در صورتی که وزن بدن گوساله‌های تغذیه با شیر معمولی در زمان شیرگیری در مقایسه با شیر آنتی‌بیوتیکی تمایل به افزایش داشت (P=۰/۰۷). بیشترین وزن بدن در پایان آزمایش در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در ۳ نوبت تغذیه مشاهده شد (P<۰/۰۵). دور شکم و پهنای هیپ گوساله‌ها در زمان شیرگیری و پایان آزمایش تحت تاثیر نوع شیر مصرفی، تعداد دفعات تغذیه شیر و اثر متقابل آنها قرار نگرفت (P>۰/۰۵). بالاترین ارتفاع جدوگاه در زمان شیرگیری و پایان آزمایش در گوساله‌های تغذیه شده با شیر آنتی‌بیوتیکی در ۳ نوبت تغذیه در روز مشاهده شد (P<۰/۰۵). تغذیه شیر آنتی‌بیوتیکی در مقایسه با شیر معمولی و تغذیه شیر در ۳ نوبت در مقایسه با ۲ نوبت در روز باعث افزایش ارتفاع جدوگاه در زمان شیرگیری و پایان آزمایش شد (P<۰/۰۵). بیشترین ارتفاع هیپ در زمان شیرگیری و پایان آزمایش در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در ۳ نوبت در روز مشاهده شد (P<۰/۰۵). افزایش تعداد نوبت تغذیه شیر از ۲ به ۳ بار در روز بر ارتفاع هیپ گوساله‌ها در زمان شیرگیری و پایان آزمایش تاثیری نداشت (P>۰/۰۵). تغذیه شیر آنتی‌بیوتیکی در مقایسه با شیر معمولی باعث افزایش ارتفاع هیپ گوساله‌ها در زمان شیرگیری و پایان آزمایش شد (P<۰/۰۵). دور سینه گوساله‌ها در زمان شیرگیری تحت تاثیر نوع شیر مصرفی، تعداد نوبت تغذیه شیر و اثرمتقابل آنها قرار نگرفت (P>۰/۰۵). بیشترین دور سینه در پایان آزمایش و طول بدن در زمان شیرگیری و پایان آزمایش در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی در ۳ نوبت تغذیه مشاهده شد (P<۰/۰۵). افزایش تعداد نوبت تغذیه شیر از ۲ به ۳ بار در روز و تغذیه شیر معمولی در مقایسه با شیر آنتی‌بیوتیکی باعث افزایش طول بدن گوساله‌ها در زمان شیرگیری و پایان آزمایش شد (P<۰/۰۵). دفعات تغذیه شیر تأثیر معنی‌داری بر اکثر شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌ها نداشت، اما طول بدن و ارتفاع جدوگاه در گوساله‌های تغذیه شده در ۳ نوبت در مقایسه با ۲ نوبت بیشتر بود. این تفاوت به احتمال زیاد به دلیل اختلاف غیر معنی‌دار وزن بدن در گوساله‌های تغذیه شده در ۳ نوبت در روز باشد. سایر صفات اسکلتی تحت تاثیر دفعات تغذیه قرار نگرفتند. به طور مشابه، Kmicikewycz و همکاران (۲۰۱۳) همبستگی بین دفعات تغذیه با شیر جایگزین و ارتفاع لگن، ارتفاع جدوگاه، یا عرض لگن پیدا نکردند، که برخلاف فرضیه آنها بود که افزایش دفعات تغذیه منجر به افزایش رشد گوساله می‌شود. (Kmicikewycz et al., 2013). بهبود صفات اسکلتی گوساله‌ها با تغذیه شیر سالم در مقایسه با شیر ضایعاتی در راستای نتایج عملکرد رشدی گوساله‌ها می‌باشد. که می‌تواند به دلیل کیفیت بالاتر شیر سالم در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی باشد. از طرفی دیگر عملکرد بالاتر در گوساله‌های تغذیه شده با شیر معمولی، ممکن است مربوط به کاهش بروز اسهال باشد.

**جدول ٤- اثر نوع شیر (شیر معمولی یا شیر آنتی‌بیوتیکی) و تعداد نوبت تغذیه شیر (۲ یا ۳ بار در روز) بر شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین**

| صفت اندازه‌گیری شده | شیر معمولی | | شیر آنتی بیوتیکی | | SEM[1] | P-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲ نوبت تغذیه شیر | ۳ نوبت تغذیه شیر | ۲ نوبت تغذیه شیر | ۳ نوبت تغذیه شیر | | نوع شیر | تعداد نوبت تغذیه شیر | نوع شیر×تعداد نوبت تغذیه شیر |
| ورن بدن (کیلوگرم) | | | | | | | | |
| شروع آزمایش (۳ روزگی) | ۳۷/۷۵ | ۳۷/۷۵ | ۳۷/۶۲ | ۳۸/۱۲ | ۰/۸۵ | ۰/۸۸ | ۰/۷۶ | ۰/۹۸ |
| شیرگیری (۶۳ روزگی) | ۷۹/۰۰$^{a}$ | ۸۲/۰۶$^{a}$ | ۷۵/۷۵$^{b}$ | ۷۷/۸۷$^{b}$ | ۰/۹۹ | ۰/۰۷ | ۰/۲۱ | ۰/۱۸ |
| پایان آزمایش (۸۳ روزگی) | ۱۰۰/۸۷$^{ab}$ | ۱۰۴/۷۵$^{a}$ | ۹۳/۸۷$^{b}$ | ۹۹/۱۲$^{ab}$ | ۰/۹۷ | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ |
| دور شکم (سانتی‌متر) | | | | | | | | |
| شروع آزمایش (۳ روزگی) | ۸۳/۵۰ | ۸۲/۸۷ | ۸۲/۷۵ | ۸۳/۸۷ | ۰/۸۸ | ۰/۸۵ | ۰/۹۱ | ۰/۸۷ |
| شیرگیری (۶۳ روزگی) | ۱۱۳/۱۲ | ۱۱۲/۱۲ | ۱۱۲/۸۷ | ۱۰۸/۶۲ | ۱/۶۷ | ۰/۱۳ | ۰/۲۸ | ۰/۲۲ |
| پایان آزمایش (۸۳ روزگی) | ۱۱۹/۶۲ | ۱۲۲/۱۲ | ۱۱۹/۷۵ | ۱۲۰/۰۰ | ۱/۵۷ | ۰/۳۸ | ۰/۵۲ | ۰/۶۵ |
| ارتفاع جدوگاه (سانتی‌متر) | | | | | | | | |
| شروع آزمایش (۳ روزگی) | ۷۹/۰۰ | ۷۸/۶۲ | ۷۷/۶۲ | ۷۸/۳۷ | ۲/۵۵ | ۰/۸۶ | ۰/۴۳ | ۰/۸۲ |
| شیرگیری (۶۳ روزگی) | ۸۷/۵۰$^{c}$ | ۹۴/۶۲$^{ab}$ | ۹۲/۲۵$^{b}$ | ۹۷/۳۷$^{a}$ | ۱/۱۳ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۰/۰۱ |
| پایان آزمایش (۸۳ روزگی) | ۹۰/۰۰$^{c}$ | ۹۷/۷۵$^{ab}$ | ۹۵/۰۰$^{b}$ | ۹۹/۸۷$^{a}$ | ۱/۹۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | ۰/۰۱ |
| ارتفاع هیپ (سانتی‌متر) | | | | | | | | |
| شروع آزمایش (۳ روزگی) | ۸۳/۰۰ | ۸۱/۶۲ | ۸۱/۰۰ | ۸۱/۶۲ | ۲/۳۴ | ۰/۷۲ | ۰/۳۳ | ۰/۵۸ |
| شیرگیری (۶۳ روزگی) | ۹۰/۳۷$^{c}$ | ۱۰۱/۷۵$^{a}$ | ۹۵/۷۵$^{b}$ | ۹۷/۷۵$^{b}$ | ۱/۲۲ | ۰/۰۱ | ۰/۷۲ | ۰/۰۱ |
| پایان آزمایش (۸۳ روزگی) | ۹۳/۶۲$^{c}$ | ۱۰۳/۵۰$^{a}$ | ۹۹/۰۰$^{b}$ | ۱۰۱/۰۰$^{ab}$ | ۱/۲۶ | ۰/۰۱ | ۰/۴۲ | ۰/۰۱ |

۱- خطای استاندارد میانگین‌ها

$^{a, b, c}$ میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف در سطح آماری ۰/۰۵ با هم اختلاف معنی‌دار دارند.

**جدول ٤- اثر نوع شیر (شیر معمولی یا شیر آنتی‌بیوتیکی) و تعداد نوبت تغذیه شیر (۲ یا ۳ بار در روز) بر شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین (ادامه)**

| صفت اندازه‌گیری شده | شیر معمولی | | شیر آنتی بیوتیکی | | SEM[1] | P-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲ نوبت تغذیه شیر | ۳ نوبت تغذیه شیر | ۲ نوبت تغذیه شیر | ۳ نوبت تغذیه شیر | | نوع شیر | تعداد نوبت تغذیه شیر | نوع شیر×تعداد نوبت تغذیه شیر |
| دور سینه (سانتی‌متر) | | | | | | | | |
| شروع آزمایش (۳ روزگی) | ۸۰/۱۲ | ۸۰/۵۰ | ۸۰/۰۰ | ۸۲/۶۲ | ۰/۹۹ | ۰/۱۴ | ۰/۳۳ | ۰/۲۳ |
| شیرگیری (۶۳ روزگی) | ۹۸/۷۵ | ۱۰۰/۷۵ | ۹۷/۷۵ | ۱۰۱/۲۵ | ۱/۱۸ | ۰/۱۲ | ۰/۸۴ | ۰/۱۴ |
| پایان آزمایش (۸۳ روزگی) | ۱۰۱/۷۵$^{ab}$ | ۱۰۳/۸۷$^{a}$ | ۹۹/۶۲$^{b}$ | ۱۰۳/۱۲$^{a}$ | ۱/۸۴ | ۰/۲۱ | ۰/۲۳ | ۰/۰۵ |
| طول بدن (سانتی‌متر) | | | | | | | | |
| شروع آزمایش (۳ روزگی) | ۵۲/۲۵ | ۴۹/۷۵ | ۵۰/۸۷ | ۵۱/۶۲ | ۰/۷۶ | ۰/۷۶ | ۰/۱۵ | ۰/۴۲ |
| شیرگیری (۶۳ روزگی) | ۷۰/۲۵$^{b}$ | ۷۷/۵۰$^{a}$ | ۶۹/۰۰$^{b}$ | ۷۰/۳۷$^{b}$ | ۱/۶۸ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ | ۰/۰۱ |
| پایان آزمایش (۸۳ روزگی) | ۷۳/۶۲$^{b}$ | ۸۶/۶۲$^{a}$ | ۷۲/۲۵$^{b}$ | ۷۳/۸۷$^{b}$ | ۱/۶۷ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ |
| پهنای هیپ (سانتی‌متر) | | | | | | | | |
| شروع آزمایش (۳ روزگی) | ۲۰/۲۷ | ۲۱/۲۵ | ۲۰/۵۵ | ۲۱/۳۵ | ۰/۳۴ | ۰/۳۲ | ۰/۴۵ | ۰/۴۱ |
| شیرگیری (۶۳ روزگی) | ۲۲/۳۷ | ۲۴/۲۵ | ۲۲/۷۵ | ۲۴/۲۵ | ۰/۴۶ | ۰/۵۱ | ۰/۷۳ | ۰/۶۱ |
| پایان آزمایش (۸۳ روزگی) | ۲۴/۲۵ | ۲۵/۷۵ | ۲۴/۷۵ | ۲۵/۲۵ | ۰/۴۵ | ۰/۵۳ | ۰/۳۱ | ۰/۱۳ |

۱- خطای استاندارد میانگین‌ها

$^{a, b, c}$ میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ردیف در سطح آماری ۰/۰۵ با هم اختلاف معنی‌دار دارند.

## نتیجه‌گیری کلی

با توجه به این نتایج، به نظر می‌رسد گوساله‌های تغذیه شده با شیر در ۳ نوبت در مقایسه با ۲ نوبت در روز عملکرد، سلامت عمومی و سلامت سیستم گوارشی بهتری دارند. بر این اساس تغییر الگوی تغذیه شیر به گوساله‌ها می‌تواند سبب کاهش بروز تلفات و بیماری‌ها شده و علاوه بر آن با تولید گوساله‌های با پتانسیل بالاتر سود اقتصادی بیشتری را در گاوداری‌های صنعتی و نیمه صنعتی ایجاد نماید.

## منابع


Ahmed, A. F., P. D. Constable, and N. A. Misk. 2002. Effect of feeding frequency and route of administration on abomasal luminal pH in dairy calves fed milk replacer. J. Dairy Sci. 85: 1502-1508.

Aust, V., K. Knappstein, H. J. Kunz, H. Kaspar, J. Wallmann, and M. Kaske. 2013. Feeding untreated and pasteurized waste milk and bulk milk to calves: Effects on calf performance, health status and antibiotic resistance of faecal bacteria. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 97: 1091-1103.

Aust, V., K. Knappstein, H. J. Kunz, H. Kaspar, J. Wallmann, and M. Kaske. 2012. Feeding untreated and pasteurized waste milk and bulk milk to calves: Effects on calf performance, health status and antibiotic resistance of faecal bacteria. J. Anim. Physiol Anim. Nutr. 97: 1091-1103.

Brunton, L A., D. Duncan, N. G. Coldham, L. C. Snow, and J. R. Jones. 2012. A survey of antimicrobial usage on dairy farms and waste milk feeding practices in England and Wales. Vet. Res. 171: 296-02.

Brunton, L. A., H. E. Reeves, L. C. Snow, and J. R. Jones. 2014. A longitudinal field trial assessing the impact of feeding waste milk containing antibiotic residues on the prevalence of ESBL-producing Escherichia coli in calves. Prev. Vet. Med. 117: 403-412.

Burgstaller, J., T. Wittek, and G. W. Smith. 2017. Invited review: Abomasal emptying in calves and its potential influence on gastrointestinal disease. J. Dairy Sci. 100: 17-35.

Edrington, T. S., J. Armando Garcia Buitrago, G. Robert Hagevoort, G. H. Loneragan, D. M. Bricta-Harhay, R. T. Callaway, R. C. Anderson, and D. J. Nisbet. 2018. Effect of waste milk pasteurization on fecal shedding of Salmonella in preweaned calves. J. Dairy Sci. 101: 9266-9274.

Edrington, T. S., S. E. Dowd, R. F. Farrow, T. R. Callaway, R. C. Anderson, and D. J. Nisbet. 2012. Development of colonic microflora as assessed by pyrosequencing in dairy calves fed waste Milk. J. Dairy Sci. 95: 4519-4525.

Fischer, A. J., C. Villot, J. K. van Niekerk, T. T. Yohe, D. L. Renaud, and M. A. Steele. 2019. Invited Review: Nutritional regulation of gut function in dairy calves: From colostrum to weaning. Appl. Anim. Sci. 35: 498-510.

Fordyce, A. L., L. L. Timms, K. J. Stalder, and H. D. Tyler. 2018. Short communication: The effect of novel antiseptic compounds on umbilical cord healing and incidence of infection in dairy calves The effect of novel antiseptic compounds. J. Dairy Sci. 101: 5444-5448.

Gabler, M. T., P. R. Tozer, and A. J. Heinrichs. 2000. Development of a cost analysis spreadsheet for calculating the costs to raise a replacement dairy heifer. J. Dairy Sci. 83: 1104-1109.

Grice, K. D., K. M. Glosson, and J. K. Drackley. 2020. Effects of feeding frequency and protein source in milk replacer for Holstein calves. J. Dairy Sci. 103: 10048-10059.

Grice, K. D., K. M. Glosson, and J. K. Drackley. 2020. Effects of feeding frequency and protein source in milk replacer for Holstein calves J. Dairy Sci. 103: 10048-10059.

Heinrichs, A. J., C. M. Jones, L. R. Van Roekel, and M. A. Fowler. 2003. Calf Track: A system of dairy calf workforce management, training, and evaluation and health evaluation. J. Dairy Sci. 86 (Suppl. 1): 115-123.

Heinrichs, A. J., G. I. Zanton, G. J. Lascano, and C. M. Jones. 2017. A 100-Year Review: A century of dairy heifer research. J. Dairy Sci. 100: 10173-10188.

Jafari, A., A. Azarfar, G. M. Alugongo, G. R. Ghorbani, M. Mirzaei, A. Fadayifar, H. Omidi-Mirzaei, Z. Cao, J. K. Drackley, and M. Hossieni Ghaffari. 2021. Milk feeding quantity and feeding frequency: effects on growth performance, rumen fermentation and blood metabolites of Holstein dairy calves. Italian J. Anim. Sci. https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1884504.

Kaufhold, J. N., H. M. Hammon, R. M. Bruckmaier, B. H. Breier and J. W. Blum. 2000. Nutrition, feeding, and calves: postprandial metabolism and endocrine status in veal calves fed at different frequencies. J. Dairy Sci. 83: 2480-2490.

Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, K. S. Ki, T. Y. Hur, G. H. Suh, S. J. Kang and Y. J. Choi. 2007. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. J. Dairy Sci. 90: 3376-3387.

Kmicikewycz, A. D., D. da Silva, J. Linn, and N. Litherland. 2013. Effects of milk replacer program fed 2 or 4 times daily on nutrient intake and calf growth. J. Dairy Sci. 96: 1125-1134.

Langford, F. M., D. M. Weary, and L. Fisher. 2003.Antibiotic resistance in gut bacteria from dairy calves: A dose response to the level of antibiotics fed in milk. J. Dairy Sci. 86: 3963-3966.

Li, J. H., M. H. Yousif, Z. Q. Li, Z. H. Wu, S. L. Li, H. J. Yang, Y. J. Wang, and Z. J. Cao. 2018. Effects of antibiotic residues in milk on growth, ruminal fermentation, and microbial community of preweaning dairy calves. J. Dairy Sci. 102: 2298-2307.

MacPherson, J., S. Meale, K. Macmillan, J. Haisan, C. Bench, M. Oba, and M. Steele. 2019. Effects of feeding frequency of an elevated plane of milk replacer and calf age on behavior, and glucose and insulin kinetics in male Holstein calves. Animal. 13: 1385-1393.

Maynou, G., H. Chester-Jones, A. Bach, and M. Terré. 2019. Feeding pasteurized waste milk to preweaned dairy calves changes fecal and upper respiratory tract microbiota. Front. Vet. Sci. 6: 159.

Miyazaki, T., K. Okada, T. Yamashita, and M. Miyazaki. 2019. Temporal changes of abomasal contents and volumes in calves fed milk diluted with oral rehydration salt solution. J. Vet. Med. Sci. 81: 256-262.

Moallem, U., D. Werner, H. Lehrer, M. Zachut, L. Livshitz, S. Yakoby, and A. Shamay. 2010. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. J. Dairy Sci. 93: 2639-2650.

Okada, K., J. Kato, T. Miyazak, S. Sato, and J. Yasuda. 2010. The effect of frequent milk feeding on abomasal curd formation of Holstein calves. Anim. Sci. J. 81: 85-88.

Pereira, R. V. V., L. M. Carroll, S. Lima, C. Foditsch, J. D. Siler, R. C. Bicalho, and L. D. Warnick. 2018. Impacts of feeding preweaned calves milk containing drug residues on the functional profile of the fecal microbiota. Sci. Rep. 8: 554.

Pereira, R.V.V., J. D. Siler, R. C. Bicalho, and L. D. Warnick. 2014. In vivo selection of resistant E. coli after ingestion of milk with added drug residues. PLoS ONE 9: e115223.

Quast, C., E. Pruesse, P. Yilmaz, J. Gerken, T. Schweer, and P. Yarza. 2013. The SILVA ribosomal RNA gene database project: improved data processing and webbased tools. Nucleic Acids Res. 41: D590-596.

Renaud, D. L., M. A. Steele, R. Genore, S. M. Roche, and C. B. Winder. 2020. Passive immunity and colostrum management practices on Ontario dairy farms and auction facilities: A cross-sectional study. J. Dairy Sci. 103: 8369-8377.

Roland, L., M. Drillich, D. Klein-Jobstl, and M. Iwersen. 2016. Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. J. Dairy Sci. 99: 2438-2452.

Saldana, D. J., C. M. Jones, A. M. Gehman, and A. J. Heinrichs. 2019. Effects of once-versus twice-a-day feeding of pasteurized milk supplemented with yeast-derived feed additives on growth and health in female dairy calves. J. Dairy Sci. 102: 3654-3660.

Shivley, C. B., J. E. Lombard, N. J. Urie, D. M. Haines, R. Sargent, C. A. Kopral, T. J. Earleywine, J. D. Olson, and F. B. Garry. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part II. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves. J. Dairy Sci. 101: 9185-9198.

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

Stanley, C. C., C. C. Williams, B. F. Jenny, J. M. Fernandez, H. G. Bateman II, W. A. Nipper, J. C. Lovejoy, D. T. Gantt, and G. E. Goodier. 2002. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves. J. Dairy Sci. 85: 2335-2343.

Strzetelski, J., B. Niwinska, J. Kowalczyk, and A. Jurkiewicz. 2001. Effect of milk replacer feeding frequency and level on concentrate intake and rearing performance of calves. J. Anim. Feed Sci. 10: 413-420.

Thames, C. H., A. Pruden, R. E. James, P. P. Ray, and K. F. Knowlton. 2012. Excretion of antibiotic resistance genes by dairy calves fed milk replacers with varying doses of antibiotics. Front. Microbiol. 3: 1-12.

Thomas M. 2014. Effects of feeding milk replacer once, twice or three times daily on growth and performance in neonatal Holstein calves. J. Dairy Sci. 85: 2335-2343.

Thomas, M., C. C. Williams, B. F. Jenny, S. Blair, C. F. Hutchison, C. Burke, E. L. Chartier, M. Orellana, and A. H. Dolejsiova. 2014. Effects of milk replacer feeding frequency on growth and performance of neonatal Holstein calves. J. Dairy Sci. 97(E-Suppl. 1): 586. (Abstr.).

USDA, National Agricultural Statistics Service. 2002. Milk Cows and Production. Accessed Dec. https:// www. aphis .usda .gov/ aphis/ ourfocus/ animalhealth/ monitoring -and -surveillance/nahms/ nahms dairy studies.

Van den Borne, J., M. Verstegen, S. Alferink, R. Giebels, and W. Gerrits. 2006. Effects of feeding frequency and feeding level on nutrient utilization in heavy preruminant calves. J. Dairy Sci. 89: 3578-3586.

van Niekerk, J. K., A. J. Fischer-Tlustos, J. N. Wilms, K. S. Hare, A. C. Welboren, A. J. Lopez, T. T. Yohe, L. R. Cangiano, L. N. Leal, and M. A. Steele1. 2020. ADSA Foundation Scholar Award: New frontiers in calf and heifer nutrition—From conception to puberty. J. Dairy Sci. 104: 8341-8362.

Vicari, T., J. J. G. G. Van Den Borne, W. J. J. Gerrits, Y. Zbinden, and J. W. Blum. 2008. Postprandial blood hormone and metabolite concentrations influenced by feeding frequency and feeding level in veal calves. Domest. Anim. Endocrin. 34: 74-88.

Vieira, S. D. F., S. G. Coelho, H. D. C. Diniz Neto, H. C. M. D. Sá, B. P. Pereira, B. S. F. Albuquerque, and M. M. Campos. 2021. Effects of Bulk Tank milk, waste milk, and pasteurized waste milk on the intake, ruminal parameters, blood parameters, health, and performance of dairy calves. Animals, 11: 3552.

Wilcox, C. S., M. M. Schutz, M. R. Rostagno, D. C. Lay Jr., and S. D. Eicher. 2013. Repeated mixing and isolation: measuring chronic, intermittent stress in Holstein calves. J. Dairy Sci. 96: 7223-7233.

Zhang, R., W. B. Zhang, Y. L. Bi, Y. Tu, Y. Beckers, H. C. Du, and Q. Y. Diao. 2019. Early feeding regime of waste milk, milk, and milk replacer for calves has different effects on rumen fermentation and the bacterial community. Animals 9: 443.

Zou, Y., Y. Wang, Y. Deng, Z. Cao, S. Li, and J. Wang. 2017. Effects of feeding untreated, pasteurized and acidified waste milk and bunk tank milk on the performance, serum metabolic profiles, immunity, and intestinal development in Holstein calves. J. Anim. Sci. Biotechnol. 8: 1-11.